

نشریه مطالعات نواحی شهری دانشگاه شهید باهنر کرمان

سال سوم، شماره ۲، پیاپی ۷، تابستان ۱۳۹۵

## پهنه‌بندی و تعیین تناسب اراضی جهت دفن پسماندهای شهری (مطالعه موردی: شهر کهنوج)\*

دکتر احمد پوراحمد

استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران

محمد رحمانی اصل\*\*

دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران

اصغر حیدری

دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران

محسن شیخ‌زاده

دانش‌آموخته کارشناس ارشد جغرافیا و مخاطرات محیطی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

### چکیده

امروزه توسعه روز افزون مناطق شهری، افزایش جمعیت و افزایش مصرف مواد تجزیه‌ناپذیر سبب شده‌است که یکی از دغدغه‌های اصلی مدیریت شهری، چگونگی دفع پسماندها باشد. با توجه به پیچیدگی مسائل شهری استفاده از مدل‌ها و تکنیک‌های جدید به خصوص مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و نیز تلفیق آن‌ها با سیستم اطلاعات جغرافیایی از ابزارهای کارآمد در جهت شناسایی پهنه‌های مناسب جهت دفن پسماند به شمار می‌آیند؛ لذا در این پژوهش از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP به منظور وزن‌دهی و از مدل SAW جهت تلفیق لایه‌های مؤثر در مکان‌یابی محل دفن زباله در شهر کهنوج استفاده شده‌است. در این باره از ۱۶ معیار استفاده شد که عبارتند از: فاصله از اراضی کشاورزی و باغ‌ها، کاربری اراضی، فاصله از پهنه‌های سیل‌گیر، فاصله از مسیل، فاصله از قنات، فاصله از چاه‌های آب شرب، جهت باد، فاصله از شهر کهنوج، فاصله از مراکز روستایی و نقاط سکونتگاهی، فاصله از خطوط ارتباطی، فاصله از شهرک صنعتی، فاصله از خطوط انتقال نیرو، فاصله از گسل، نوع خاک، شیب و در نهایت جنس سنگ بستر استفاده شد. بر اساس نتایج تحقیق، اراضی شهرستان از نظر قابلیت دفن پسماند در ۴ طیف خیلی مناسب، نسبتاً مناسب، نسبتاً نامناسب و خیلی نامناسب طبقه‌بندی شد. اراضی با قابلیت خیلی مناسب ۵۲۰۱/۲ هکتار و اراضی با قابلیت نسبتاً مناسب ۵۱۳۷/۴ هکتار می‌باشد. در نهایت از بین پهنه‌های با قابلیت خیلی مناسب، دو مکان برای دفن پسماندهای شهر کهنوج پیشنهاد شد؛ همچنین، نتایج نشان داد که از بین مکان‌های دفن فعلی شهر کهنوج، سایت شماره ۱ در طبقه خیلی نامناسب قرار دارد و اصلاً عاقلانه نیست که استفاده از آن برای دفن پسماند ادامه یابد و سایت شماره ۲ در طبقه خیلی مناسب قرار دارد.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی، محل دفن زباله، مدل SAW سیستم اطلاعات جغرافیایی، شهر کهنوج.

## مقدمه

در زمان‌های اولیه زندگی بشر، دفع مواد زائد، مشکل خاصی ایجاد نمی‌کرد؛ زیرا جمعیت، خیلی کم و زمین قابل دسترس بسیار زیاد بود. مشکل دفع مواد زائد به زمانی مربوط می‌شود که انسان‌ها به صورت قبایل، روستاها و جوامع گرد هم آمدند و تجمع مواد زائد، نتیجه زندگی طبیعی شد (چوبانوگلس و همکاران، ۱۳۷۰: ۱۰). امروزه توسعه روز افزون مناطق شهری، افزایش جمعیت و افزایش مصرف مواد تجزیه‌ناپذیر مانند انواع مواد پلاستیکی سبب شده‌است که یکی از دغدغه‌های اصلی مدیریت محیط زیست شهری، چگونگی دفع و معدوم‌سازی پسماندها باشد (عبدلی، ۱۳۷۹؛ غلامعلی فرد و امیدپور، ۱۳۹۳).

شهر، مجموعه‌ای است از پدیده‌های پیچیده که تمام اجزای آن به صورت سازمان یافته با یکدیگر در ارتباط کامل هستند؛ به طوری که ایجاد اختلال در هر کدام از اجزای این مجموعه، باعث ایجاد نارسایی در کل سیستم می‌شود. انسان‌ها بر محیط تأثیر گذاشته و از نتایج و پیامدهای آن متأثر می‌شوند. این امر، بیانگر رابطه متقابل انسان و محیط است (مشکینی و همکاران، ۱۳۸۷) که از تعاریف اولیه و ذاتی علم جغرافیا محسوب می‌شود. انسان با تولید زباله بر محیط خود تأثیر می‌گذارد و دوباره از آن تأثیر می‌پذیرد.

پسماندهای جامد شهری، از اولین نگرانی‌های مسئولان و برنامه‌ریزان شهری محسوب می‌شوند (گبانی و همکاران، ۲۰۱۳؛ گورسوسکی، ۲۰۱۲). برای دفع زباله‌های شهری، روش‌های مختلفی مثل تلنبار کردن، سوزاندن در فضای آزاد، کمپوست کردن، استفاده در تغذیه دام، استفاده از دستگاه‌های زباله سوز و ... وجود دارد؛ اما دفن بهداشتی هنوز رایج‌ترین و کنترل شده‌ترین روش دفع زباله محسوب می‌شود (سعیدنیا، ۱۳۷۸: ۵۷-۵۵). در حال حاضر، با توجه به توسعه بی‌رویه شهرها، فقدان الگوی صحیح مصرف، رشد روزافزون تولید پسماندها و همچنین مشکلات و نارسایی‌های سیستم مدیریت پسماندها، منطقی‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش برای دفع پسماندهای شهری، دفن بهداشتی می‌باشد (مهتابی‌اوغانی و همکاران، ۱۳۹۲). انتخاب مکان مناسب

جهت دفن، مسأله‌ای پیچیده است که نیاز به فرآیند ارزیابی گسترده‌ای دارد و باید به ضوابط شهری، دولتی و زیست محیطی توجه شود (اونوت و سونر، ۲۰۰۸). یک محل دفن بهداشتی باید با توجه به شرایط زیست محیطی، زمین‌شناسی و هیدرولوژیکی انتخاب شود (لی‌ون و همکاران، ۲۰۰۶). علاوه بر این، به مسائل اقتصادی و اجتماعی نیز باید توجه شود.

انتخاب مکان مناسب برای دفن زباله، مستلزم در نظر گرفتن عوامل متعددی است که با توجه به گستردگی و پیچیدگی عوامل مؤثر در مکان‌یابی، ضرورت استفاده از فناوری‌های اطلاعات مکانی و تلفیق آن با سایر امور مدیریتی و برنامه‌ریزی مطرح می‌شود (جعفری و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به اینکه اغلب عوامل مؤثر در تعیین تناسب اراضی برای مقاصد خاص از جمله دفن زباله از اهمیت یکسانی برخوردار نیستند، برای ارزیابی دقیق‌تر، باید اهمیت نسبی آنها بر اساس ضرایب ویژه‌ای با نام وزن، در تجزیه و تحلیل اطلاعات اعمال شود (غفاری‌گیلانده و غلامی، ۱۳۹۳). تجزیه و تحلیل لایه‌ها و عوامل متعددی که می‌توانند در فرآیند مکان‌یابی مؤثر باشند، فقط در چارچوب سیستم‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره امکان‌پذیر است که این مهم نیز در قالب استفاده از تکنولوژی سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی ممکن خواهد بود (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۱).

در تحقیق حاضر به مکان‌یابی محل دفن زباله در شهر کهنوج پرداخته شده؛ که برای دستیابی به این هدف، از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سیستم‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شده است. در حال حاضر، زباله‌های شهر کهنوج را در دو مکان می‌ریزند و به شیوه غیربهداشتی می‌سوزانند؛ مکان اول در فاصله حدود ۲ کیلومتری شرق محدوده شهر است که براساس طرح جامع شهر کهنوج در جهت توسعه شهر قرار دارد. در این مکان، بهترین اراضی شهر قرار دارد که دارای پوشش گیاهی غنی و نیز در مجاورت رودخانه کهنوج است که بخش زیادی از زباله‌ها به وسیله این رودخانه به نقاط دوردست منتقل می‌شود. از سوی دیگر در فاصله حدود ۱۵۰ متری از قلعه تاریخی ضرغام‌السلطنه قرار دارد که جزو آثار تاریخی این شهر محسوب می‌شود. مکان

دوم در فاصله حدود ۵ کیلومتری شمال شرقی شهر قرار دارد که به نظر می‌رسد نسبت به مکان اول شرایط بهتری دارد. با توجه به اهمیت موضوع، این تحقیق در پی پهنه‌بندی و تعیین تناسب اراضی جهت دفن پسماند در شهر کهنوج است. در زمینه مکان‌یابی محل دفن زباله کارهای تحقیقی زیادی انجام شده که در جدول (۱) به چند مورد از آنها اشاره شده است.

جدول ۱- پیشینه تحقیق

نویسنده	نتایج
پوراحمد و همکاران (۱۳۸۶)	با استفاده از داده‌هایی چون فاصله از محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده، جهت باد، خاک‌شناسی و ... و از طریق مدل‌های مختلف تلفیق اطلاعات و نقشه‌ها که بر اساس مدل منطق فازی (Fuzzy Logic) ترکیب شده‌اند، به مکان‌یابی محل دفن بهداشتی مواد زائد پرداختند.
جعفری و همکاران (۱۳۹۱)	به مقایسه دو روش AHP و SAW در مکان‌یابی پسماندهای شهری پرداختند و نتایج نشان داد که مدل AHP نسبت به مدل SAW نتایج محافظه‌کارانه‌تری ارائه می‌کند.
ثمری جهرمی و حسین‌زاده‌اصل (۱۳۹۱)	با استفاده از روش AHP به مکان‌یابی محل دفن زباله پرداختند که در این راستا از معیارهای کاربری اراضی، خطوط ارتباطی، فاصله از مراکز شهری و منابع آبی برای مکان‌یابی استفاده کردند؛ که چهار مکان شناسایی شد و در نهایت با اعمال وزن بر روی گزینه‌ها، مکان نهایی دفن پسماند در شمال غرب شهرستان بستک انتخاب شد.
حیدریان و همکاران (۱۳۹۳)	برای مکان‌یابی محل دفن، ابتدا با ارائه نظر کارشناسی و به کارگیری روش Fuzzy-AHP هریک از معیارها را وزن‌دهی و همپوشانی کردند و سپس با روش Fuzzy-TOPSIS اولویت‌بندی گزینه‌ها انجام شد. در مرحله اول، ۳۶ گزینه مناسب به‌دست آمد و سپس با انجام اولویت‌بندی ۲ گزینه به عنوان بهترین مکان انتخاب شدند.
سنر و همکاران (۲۰۱۰)	با تلفیق AHP و GIS، به مکان‌یابی محل دفن زباله در حوضه دریاچه بیشتر در کشور ترکیه پرداختند که به این منظور از معیارهای زمین‌شناسی، هیدروژئولوژی، کاربری اراضی، شیب، ارتفاع، فاصله و جهت‌گیری از سکونتگاه‌ها، آب‌های سطحی، راه‌ها و نواحی حفاظت شده (اکولوژیک، علمی و تاریخی) استفاده شد. داده‌ها از نظر تناسب به چهار سطح زیاد، متوسط، کم و خیلی کم طبقه‌بندی شدند
گبنانی و همکاران (۲۰۱۳)	با استفاده از مدل تلفیق خطی وزن‌دار (WLC) و میانگین وزنی منظم (OWA) و نیز با بهره‌گیری از GIS به مکان‌یابی محل دفن زباله در نواحی شهری سیرالئون پرداختند

## داده‌ها و روش‌شناسی

پژوهش حاضر، به لحاظ هدف، کاربردی و همچنین با توجه به ماهیت موضوع، رویکرد حاکم بر فضای پژوهش، اکتشافی است. برای تدوین چارچوب نظری، مروری بر تحقیقات پیشین صورت گرفته است؛ همچنین، استخراج شاخص‌های مورد استفاده استخراج گردیده و از روش کتابخانه‌ای (اسنادی) بهره گرفته شد. اطلاعات میدانی از طریق پرسشنامه و بازدید میدانی تهیه گردید. برای محاسبه وزن معیارها از پرسشنامه استفاده شد که پرسشنامه‌ها به وسیله کارشناسان و متخصصان (در زمینه پسماند و محیط زیست) تکمیل شد. برای وزن‌دهی به شاخص‌ها از مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP استفاده شد که اساس آن مقایسات زوجی است و محاسبات آن در نرم‌افزار Excel انجام گرفت. جهت مکان‌یابی و پهنه‌بندی از روش SAW استفاده شد. این مدل، ساده‌ترین و اغلب پرکاربردترین روش به عنوان یک تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره است (مالچوسکی، ۱۹۹۷ به نقل از جعفری و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۳۵) که در نرم‌افزار ArcGIS 10 اجرا شد. در جدول (۲) معیارهای تحقیق بیان شده است. اساس انتخاب معیارها بر پایه قرار گرفتن شهر کهنوج در مناطق خشک کشور است؛ به همین دلیل از معیارهایی همچون میزان بارش، دما و رطوبت که در منطقه مورد مطالعه تقریباً همگن هستند، استفاده نشد.

جدول ۲- معیارها، زیرمعیارها، نوع مقیاس و محدوده آنها

معیارها	زیرمعیارها	نوع داده‌ها	مقیاس
زیست محیطی	۱. فاصله از اراضی کشاورزی و باغ‌ها	کمی	افزایشی
	۲. کاربری اراضی	کیفی	کاربری با ارزش پایین*
	۳. فاصله از پهنه‌های سیل‌گیر	کمی	افزایشی
هیدروژئولوژی و اقلیم	۴. فاصله از مسیل	کمی	افزایشی
	۵. فاصله از قنات	کمی	افزایشی
	۶. فاصله از چاه‌های آب شرب	کمی	افزایشی
	۷. جهت باد	کیفی	در جهت بادهای غالب منطقه به سمت سکونتگاه‌ها نباشد**

افزایشی	کمی	۸. فاصله از شهر	اقتصادی و اجتماعی
افزایشی	کمی	۹. فاصله از مراکز روستایی و نقاط سکونتگاهی	
افزایشی	کمی	۱۰. فاصله از خطوط ارتباطی	
افزایشی	کمی	۱۱. فاصله از شهرک صنعتی	
کاهشی	کمی	۱۲. فاصله از خطوط انتقال نیرو	
افزایشی	کمی	۱۳. فاصله از گسل	زمین‌ساختی
دارای بافت ریزدانه باشد.	کیفی	۱۴. نوع خاک	
کاهشی	کمی	۱۵. شیب	
سنگ بستر نفوذناپذیر و دارای سازندهای سخت ***	کیفی	۱۶. جنس سنگ بستر	

\* دارای کاربری‌های بارزشی مثل کشاورزی، جنگل، مرتع، تالاب، باتلاق و ... است.

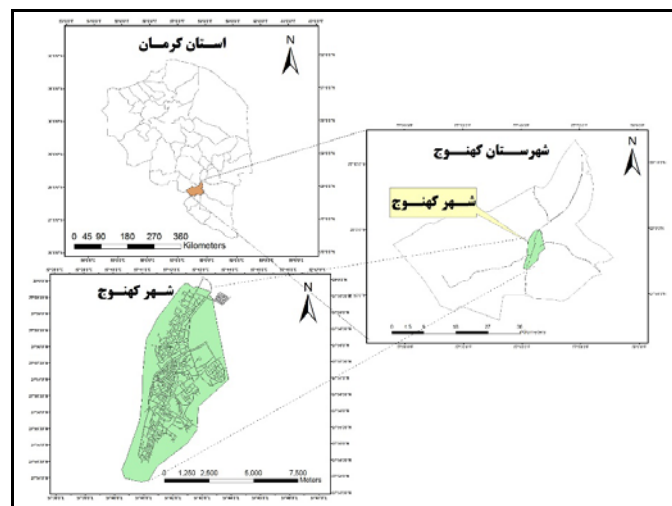
\*\* جهت باد غالب در منطقه، جنوب غربی به شمال و شمال‌شرقی است.

\*\*\* در دره‌ها و مناطقی با سنگ درشت‌دانه و متخلخل، مخروط افکنه، دارای پی‌سنگ آهکی و دولومیتی کارستی، سنگ‌های انحلال‌پذیر و گنبد‌های نمکی نباشد (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۹؛ مخدوم، ۱۳۸۰) و باید دارای سنگ بستر از جنس آذرین و نفوذناپذیر باشد (حیدرزاده، ۱۳۷۸).

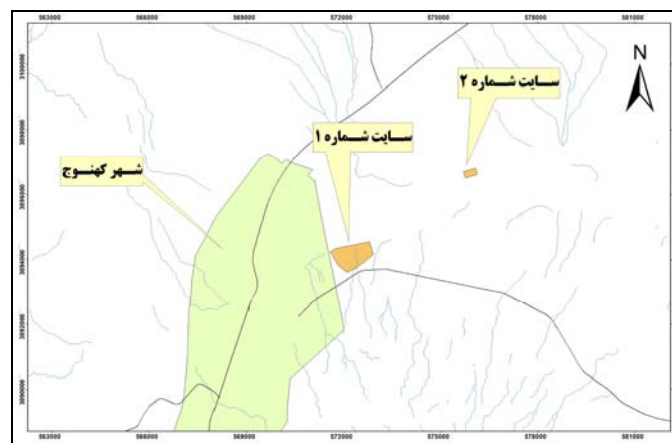
محدوده مورد مطالعه این تحقیق، شهر کهنوج از استان کرمان است که به عنوان مرکز شهرستان کهنوج، در ۳۲۰ کیلومتری مرکز استان قرار گرفته است. مساحت این شهر ۱۶۲۹/۵۷ هکتار است و در طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۴۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی واقع شده و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا، ۴۹۰ متر است (مهندسین مشاور پویا نقش شهر و بنا، ۱۳۸۵). بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰، شهر کهنوج دارای ۴۳۹۷۷ نفر جمعیت و ۱۰۷۱۸ خانوار بوده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰). لازم به ذکر است که تنها نقطه شهری در شهرستان کهنوج، شهر کهنوج می‌باشد. نقشه منطقه مورد مطالعه در شکل (۱) آورده شده است.

شهر کهنوج در حال حاضر، دو مکان دفن دارد که اولی در فاصله حدود یک کیلومتری شرق محدوده شهر قرار دارد که بر اساس طرح جامع شهر کهنوج در جهت توسعه شهر است. در این مکان، بهترین اراضی شهر است که دارای پوشش گیاهی غنی

و نیز در مجاورت رودخانه کهنوج است که بخش زیادی از زباله‌ها به وسیله این رودخانه به نقاط دور دست منتقل می‌شود. از سوی دیگر در فاصله حدود ۱۵۰ متری از قلعه تاریخی ضرغام‌السلطنه قرار دارد که جزو آثار تاریخی این شهر محسوب می‌شود. مکان دوم در فاصله حدود ۵ کیلومتری شمال شرقی شهر قرار دارد که به نظر می‌رسد نسبت به مکان اول، شرایط بهتری دارد. در شکل (۲)، محدوده این دو مکان بر روی نقشه نشان داده شده‌است.



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه



شکل ۲- محل‌های فعلی دفن زباله در شهر کهنوج

## بحث

## محاسبه وزن معیارها

به منظور وزن دهی به شاخص‌های مکان‌یابی محل دفن زباله در شهر کهنوج، پرسشنامه‌ای براساس تکنیک ساختار سلسله‌مراتبی و براساس ماتریس مقایسه زوجی تنظیم گردید که به وسیله ۱۰ نفر از خبرگان (کارشناسان و متخصصان در زمینه پسماند و محیط زیست) تکمیل شد. در ماتریس‌های موجود در پرسشنامه، اهمیت شاخص‌ها نسبت به یکدیگر (برتری یا وزن‌ها) از ۱ تا ۹ متفاوت هستند. عدد ۱ اشاره به اهمیت یکسان و ۹ اشاره به اهمیت مطلق و یا خیلی پراهمیت دارد که مقادیر ترجیحات (قضاوت) برای مقایسه‌های زوجی بر اساس نظر ساعتی (۱۹۸۰) می‌باشد. خبرگان از ۱ تا ۹ به شاخص‌ها رتبه دادند که پس از وارد کردن وزن شاخص‌ها در نرم‌افزار اکسل، ماتریس تصمیم مهیا گردید که محاسبات بر اساس الگوی زیر انجام شد:

الف) ابتدا میانگین هندسی تک تک پرسشنامه‌ها را برای همه سؤالات گرفته شد تا اینکه ۵ ماتریس اصلی آماده شد (یک ماتریس برای معیارها و چهار ماتریس برای زیرمعیارها).

جدول ۳- وزن‌های تعدیل شده نهایی زیرمعیارهای مکان‌یابی محل دفن زباله در شهر کهنوج

وزن تعدیل شده	زیرمعیارها	ردیف	وزن تعدیل شده	زیرمعیارها	ردیف
۰/۰۸۸	فاصله از مراکز روستایی و نقاط سکونتگاهی	۹	۰/۰۷۳	فاصله از اراضی کشاورزی و باغ‌ها	۱
۰/۰۱۹	فاصله از خطوط ارتباطی	۱۰	۰/۱۰۵	کاربری اراضی	۲
۰/۰۲۸	فاصله از شهرک صنعتی	۱۱	۰/۰۲۴	فاصله از پهنه‌های سیل‌گیر	۳
۰/۰۱۱	فاصله از خطوط انتقال نیرو	۱۲	۰/۰۴۶	فاصله از مسیل	۴
۰/۰۱۵	فاصله از غسل	۱۳	۰/۰۲۱	فاصله از قنات	۵
۰/۰۹۲	نوع خاک	۱۴	۰/۱۰۶	فاصله از چاه‌های آب شرب	۶
۰/۰۷۳	شیب	۱۵	۰/۱۰۹	جهت باد	۷
۰/۱۱۲	جنس سنگ بستر	۱۶	۰/۰۷۸	فاصله از شهر کهنوج	۸



ب) نرمال کردن کردن ماتریس مقایسات زوجی و محاسبه وزن شاخص‌ها: در جدول (۳) وزن نهایی شاخص‌ها ذکر شده‌است. لازم به ذکر است که نرخ ناسازگاری (IR) مربوط به قضاوت خبره‌ها کمتر از ۰/۱ می‌باشد و بیانگر عدم وجود ناسازگاری در میان نظرات خبرگان است.

### مراحل اجرای مدل SAW در محیط GIS برای پهنه‌بندی محل دفن زباله

#### کمی کردن ماتریس تصمیم‌گیری

اولین مرحله، تشکیل ماتریس تصمیم‌مکانی بوده که از  $m$  گزینه و  $n$  خصوصیت بوده و هر سلول یا منطقه دارای ارزشی است که در مجموع، ماتریس را تشکیل داده است؛ در واقع، ماتریس مکانی در محیط نرم‌افزار ArcGIS از مجموعه‌ای نقاط  $X$  و  $Y$  که بستر جغرافیایی را در بر گرفته شکل شده‌است. در این مرحله، پس از فراخوانی لایه‌های جمع‌آوری شده در محیط GIS با استفاده از دستور Euclidean Distance برای لایه‌های فاصله‌ای (کمی) و از دستور Polygon to Raster برای لایه‌های کیفی (خاک، کاربری اراضی، جنس سنگ بستر و جهت باد) ماتریس مکانی ساخته شد.

#### بی‌مقیاس‌سازی خطی مقادیر ماتریس تصمیم‌گیری

از آنجا که در ماتریس تصمیم‌گیری چند شاخصه غالباً از شاخص‌های متفاوت استفاده شده، لذا برای امکان مقایسه شاخص‌ها با یکدیگر لازم است مقیاس‌ها از طریق روش‌های بهنجارسازی، قابلیت مقایسه با یکدیگر را پیدا نمایند. نوع بی‌مقیاس‌سازی در مدل SAW «بی‌مقیاس‌سازی خطی» می‌باشد (نوجوان، ۱۳۹۰).

اگر شاخص‌ها جنبه مثبت داشته باشند (افزایشی) با استفاده از رابطه (۱) و اگر جنبه منفی داشته باشند (کاهشی) از رابطه (۲) استفاده می‌شود (پورطاهری، ۱۳۸۹: ۳۲).

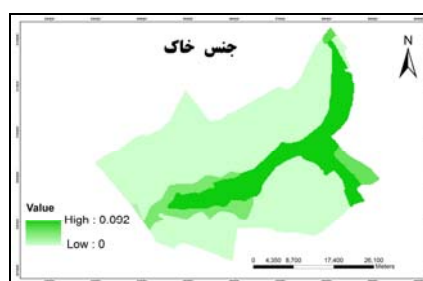
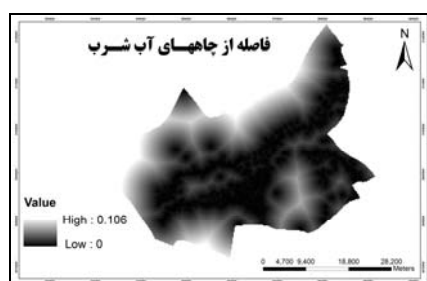
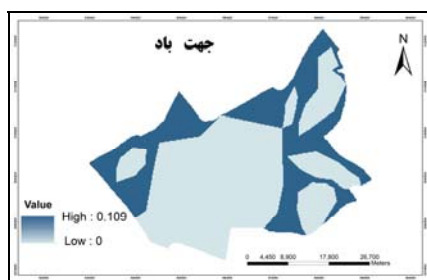
$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\max a_{ij}} \quad \text{رابطه (۱):}$$

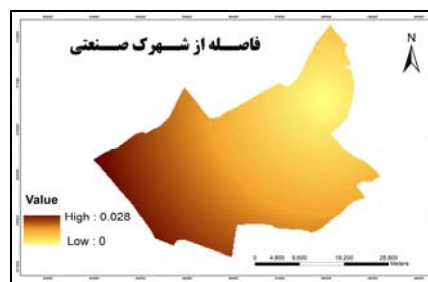
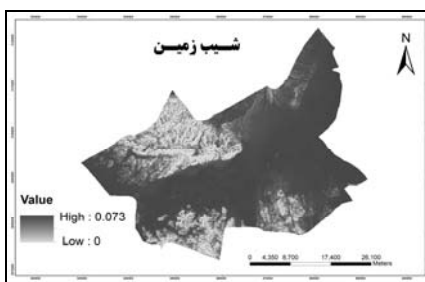
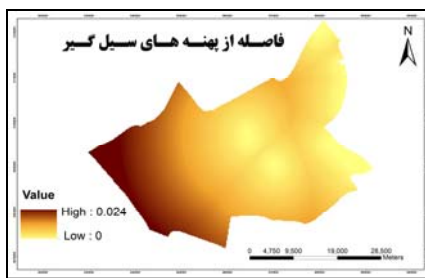
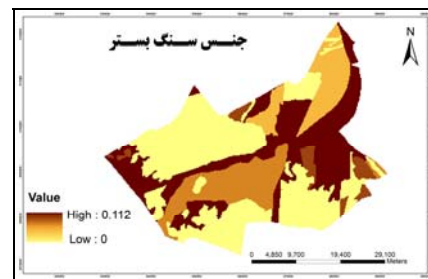
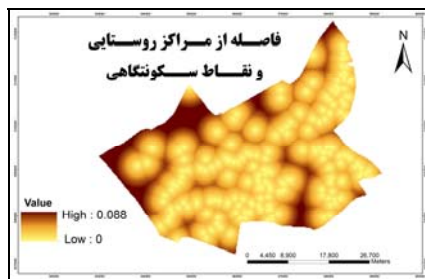
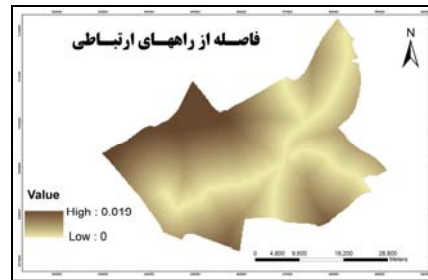
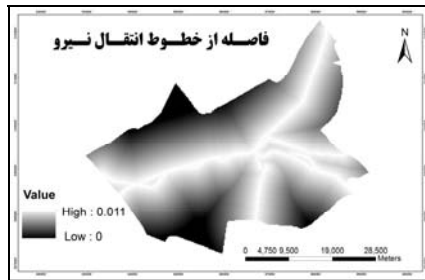
$$n_{ij} = 1 - \frac{a_{ij}}{\max a_{ij}} \quad \text{رابطه (۲):}$$

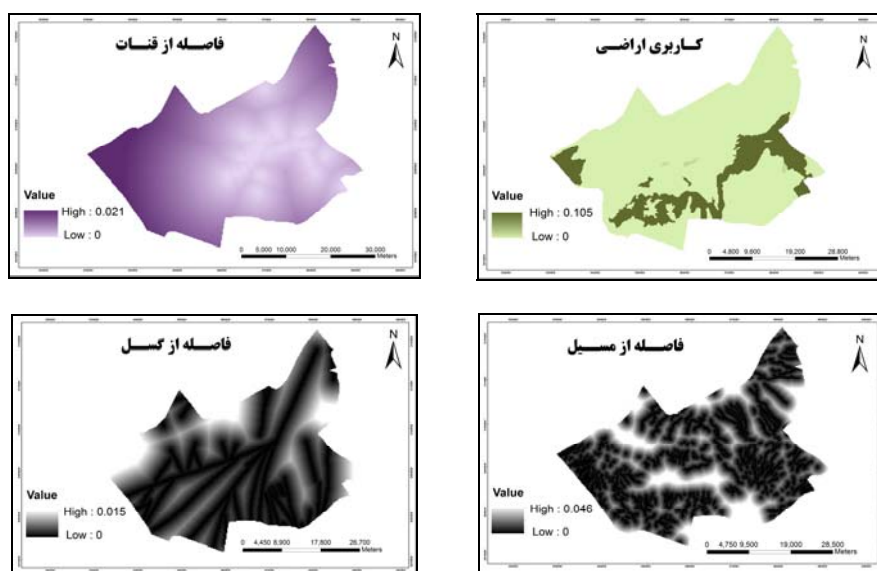
شاخص‌های مثبت (افزایشی) پژوهش شاخص‌هایی هستند که هر چه از محل دفن دورتر باشند، بهتر است؛ مانند گسل، چاه‌های آب شرب، مراکز روستایی و ...؛ منظور از شاخص منفی (کاهشی)، شاخص‌هایی هستند که هر چه کاهش یابند برای محل دفن بهتر است؛ مثل شیب زمین.

پس از انجام نرمال‌سازی بر روی لایه‌ها، تمامی آن‌ها ارزشی بین صفر تا یک به خود می‌گیرند که بر اساس آن، هر چه به مقدار یک نزدیک‌تر می‌شویم قابلیت زمین افزایش و هرچه ارزش پیکسل به سمت صفر میل کند از قابلیت زمین برای دفن زباله کاسته می‌شود.

ضرب ماتریس بی‌مقیاس شده در اوزان شاخص‌ها (اوزان به‌دست آمده از مدل AHP) در این مرحله؛ وزن هر یک از معیارها که با استفاده از مدل AHP محاسبه شده در تک‌تک لایه‌های نرمال شده ضرب شده‌است. عملیات ضرب از طریق ابزار Raster Calculator انجام گرفته است. نقشه‌های ماتریس وزنی در شکل (۳) نشان داده شده است.





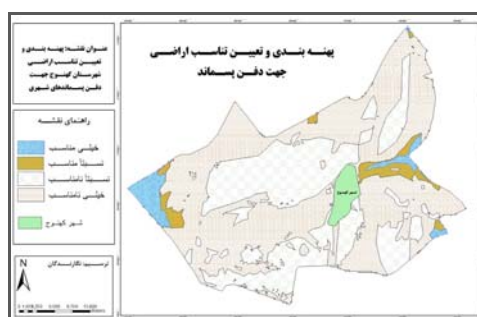


شکل ۳- وزن‌دهی معیارهای مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهر کهنوج

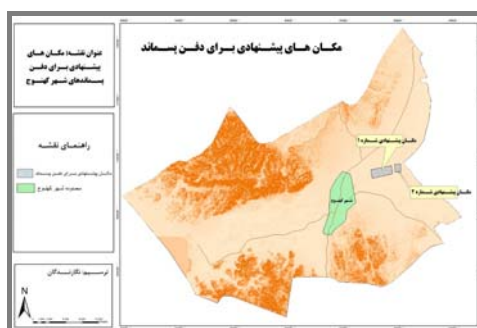
انتخاب بهترین گزینه (A)

در این مرحله به‌منظور شناسایی پهنه‌های مناسب جهت دفن پسماند در شهر کهنوج، لایه‌های رقومی وزن‌دار حاصل از مرحله قبل، با استفاده از ابزار Cell Statistics با هم تلفیق و نقشه نهایی به‌دست آمده طبقه‌بندی مجدد شد و اراضی شهرستان از نظر قابلیت دفن پسماند در ۴ طیف خیلی مناسب، نسبتاً مناسب، نسبتاً نامناسب و خیلی نامناسب طبقه‌بندی شدند که در شکل (۴) نشان داده شده‌است. از بین مکان‌های دفن فعلی شهر کهنوج، سایت شماره (۱) در طبقه خیلی نامناسب قرار دارد و اصلاً عاقلانه نیست که استفاده از آن برای دفن پسماند ادامه یابد. سایت شماره ۲، در طبقه خیلی مناسب قرار دارد که پیشنهاد می‌شود از همین سایت برای دفن پسماندها در آینده استفاده شود. با توجه به بازدیدهای میدانی و شناخت نسبتاً زیادی که نگارنده از محیط جغرافیایی شهرستان کهنوج دارد و نیز مشاهده مکان‌های با درجه تناسب بالا در Google Earth، دو مکان برای دفن پسماندهای شهر کهنوج پیشنهاد شده‌است که در شکل (۵) نشان داده شده؛ البته بخشی از آن با مکان فعلی دفن (سایت شماره ۲)

همپوشانی دارد که این همپوشانی نشانه این است که سایت ۲، قابلیت مناسبی برای گسترش دارد و می‌تواند سال‌های آتی به مدت طولانی مورد استفاده قرار گیرد. در بین مکان‌های پیشنهادی، مکان شماره ۱، حدود ۵۴۸ هکتار و مکان پیشنهادی شماره ۲، حدود ۱۶۳ هکتار می‌باشد که این دو مکان ظرفیت دفن پسماندهای شهر کهنوج را برای دوره زمانی بیش از ۵۰ سال دارند.



شکل ۴- نقشه توان اراضی شهرستان کهنوج جهت دفن پسماندهای شهر کهنوج



شکل ۵- مکان‌های پیشنهادی برای دفن پسماندهای شهر کهنوج

### نتیجه‌گیری

موضوع مدیریت پسماند به یکی از موضوع‌های مهم در مدیریت کشور به طور عام و مدیریت شهری به طور اخص، تبدیل شده‌است. بر اساس قانون مدیریت پسماند سازمان حفاظت محیط زیست، پسماندها به پنج گروه عادی (شهری، روستایی، خانگی، نخاله‌های ساختمانی، کشاورزی، صنعتی، ویژه و بیمارستانی) تقسیم می‌شود که موضوع بحث پژوهش حاضر، پسماندهای عادی از نوع شهری است. زباله‌های شهری پس از جمع‌آوری، حمل و بازیافت؛ به مکانی برای دفع نهایی نیاز دارند که رایج‌ترین روش

دفع، دفن در زمین است. بنابراین، برای دفن زباله‌ها به مکانی نیاز داریم که کم‌ترین تأثیر منفی را بر محیط و انسان بگذارد. مکان‌یابی محل دفن زباله، تنها با بهره‌گیری از نرم‌افزارها و مدل‌های کاربردی محقق خواهد شد که در حال حاضر، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در این زمینه پیش‌تاز است. امروزه بسیاری از پژوهشگران از توانمندی‌های GIS برای مکان‌یابی تجهیزات شهری از جمله؛ انتخاب مکانی مناسب برای دفن زباله استفاده می‌کنند. در تحقیق حاضر نیز از این سیستم در قالب روش SAW استفاده شده‌است. در انتخاب محل دفن زباله از معیارهای مختلفی استفاده می‌شود که از اهمیت یکسانی برخوردار نیستند؛ از این رو به مدلی نیاز داریم تا تصمیم‌گیری را آسان نموده تا از طریق آن بتوانیم وزن معیارها را مشخص کنیم؛ در این راستا از مدل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی AHP برای وزن‌دهی به معیارهای ۱۶ گانه تحقیق استفاده شده‌است. برای تحلیل داده‌ها، مراحل چهارگانه روش SAW در محیط ArcGIS اجرا شد و در نهایت با تلفیق لایه‌ها نقشه نهایی حاصل شد.

بر اساس نتایج تحقیق، اراضی شهرستان از نظر قابلیت دفن پسماند در ۴ طیف خیلی مناسب، نسبتاً مناسب، نسبتاً نامناسب و خیلی نامناسب طبقه‌بندی شد که اراضی با قابلیت خیلی مناسب ۵۲۰۱/۲ هکتار و اراضی با قابلیت نسبتاً مناسب ۵۱۳۷/۴ هکتار را دربر می‌گیرد و از بین اراضی با قابلیت خیلی زیاد، دو مکان برای دفن پسماندهای شهر کهنوج پیشنهاد شده‌است که مکان پیشنهادی شماره ۱، حدود ۵۴۸ هکتار و مکان پیشنهادی شماره ۲، حدود ۱۶۳ هکتار می‌باشد. این دو مکان ظرفیت دفن پسماندهای شهر کهنوج را برای دوره زمانی بیش از ۵۰ سال دارند. همچنین نتایج نشان داد که از میان مکان‌های دفن فعلی شهر کهنوج، سایت شماره ۱ در طبقه خیلی نامناسب قرار دارد و اصلاً عاقلانه نیست که استفاده از آن برای دفن پسماند ادامه یابد. سایت ۲، در طبقه خیلی مناسب قرار دارد که پیشنهاد می‌شود از همین سایت برای دفن پسماندها در آینده استفاده شود؛ زیرا مکان‌های پیشنهادی تقریباً منطبق بر محل دفن فعلی سایت شماره ۲ می‌باشد که قابلیت خوبی برای گسترش دارد و می‌تواند مدت زمان طولانی مورد استفاده قرار گیرد.

## فهرست منابع

۱. پوراحمد، احمد. حبیبی، کیومرث. محمدزهراییف، سجاد. نظری‌عدلی، سعید. (۱۳۸۶). استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS برای مکان‌یابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی: محل دفن زباله شهر بابلسر). محیط‌شناسی، سال ۳۳، شماره ۴۲، صص ۴۲-۳۱.
۲. پورطاهری، مهدی. (۱۳۸۹). کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه در جغرافیا. تهران: انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).
۳. ثمری‌جهرمی، حمیده. حسین‌زاده‌اصل، حسن. (۱۳۹۱). مکان‌یابی جایگاه دفن پسماند در شهر بندرعباس با استفاده از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی AHP. فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۲۱، صص ۷۶-۶۵.
۴. جعفری، حمیدرضا. رفیعی، یوسف. رضانی‌مهریان، مجید. نصیری، حسین. (۱۳۹۱). مکان‌یابی دفن پسماندهای شهری با استفاده از AHP و SAW در محیط GIS (مطالعه موردی: استان کهگیلویه و بویراحمد). محیط‌شناسی، سال ۳۸، صص ۱۴۰-۱۳۱.
۵. چوبانوگلو، س، جرج. تیسن، هیلاری. الیاسن، رولف. (۱۳۷۰). مدیریت مواد زائد جامد «اصول مهندسی و مباحث مدیریتی». مترجم: محمدعلی عبدلی، جلد اول، چاپ اول، تهران: سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران.
۶. حیدرزاده، نیما. (۱۳۸۲). معیارهای مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری. چاپ دوم، تهران: انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور، صص ۴۰.
۷. حیدریان، پیمان. رنگزن، کاظم. ملکی، سعید. تقی‌زاده، ایوب. عزیزی‌قلاتی، سارا. (۱۳۹۳). مکان‌یابی محل دفن پسماند شهری با استفاده از مدل‌های Fuzzy-AHP و Fuzzy-TOPSIS در محیط GIS: مطالعه موردی: شهر پاکدشت استان تهران. مجله بهداشت و توسعه، سال سوم، شماره ۱، صص ۱-۱۳.
۸. سازمان حفاظت محیط زیست. (۱۳۸۳). قانون مدیریت پسماندها. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست.
۹. سازمان حفاظت محیط زیست. (۱۳۸۹). ضوابط زیست محیطی محل‌های دفع پسماندهای عادی. بخشنامه شماره ۸۹/۴۶۱۷۰ مورخ ۸۹/۱۱/۳۰.

۱۰. سعیدنیا، احمد. (۱۳۷۸). کتاب سبز شهرداری: مواد زائد جامد شهری. جلد هفتم، چاپ اول، تهران: انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور.
۱۱. عبدلی، محمدعلی. (۱۳۷۹). مدیریت دفع و بازیافت مواد زائد جامد شهری در ایران. تهران: سازمان شهرداری‌های کشور.
۱۲. غفاری‌گیلاننده، عطا. غلامی، عبدالوهاب. (۱۳۹۳). مقایسه کارایی فنون تحلیل چندمعیاری در بررسی تناسب اراضی (مطالعه موردی: مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری شیراز). پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره ۴۶، شماره ۲، صص ۴۲۷-۴۴۸.
۱۳. غلامعلی‌فرد، مهدی. امیدپور، رضا. (۱۳۹۳). مکان‌یابی محل دفن پسماند جامد شهر ایلام با استفاده از رویه‌های بولین و ترکیب خطی وزنی در محیط GIS. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، دوره ۲۴، شماره ۱۱۷، صص ۱۵۶-۱۴۳.
۱۴. مخدوم، مجید. (۱۳۸۰). شالوده آمایش سرزمین. چاپ نهم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، صص ۲۸۹.
۱۵. مرکز آمار ایران. (۱۳۹۰).
۱۶. مشکینی، ابوالفضل. شهابی، هیمن. ذوقی، ایوب. (۱۳۸۷). شهر و هویت شهری. دومین کنفرانس بین‌المللی شهر برتر طرح برتر، همدان.
۱۷. مهتابی‌اوغانی، مرضیه. نجفی، اکبر. یونسی، حبیب‌الله. (۱۳۹۲). مقایسه دو روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و تاپسیس در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری (مطالعه موردی: انتخاب محل دفن پسماند شهری کرج). مجله سلامت و محیط، انجمن علمی بهداشت محیط ایران، شماره ۳، صص ۳۵۲-۳۴۱.
۱۸. مهندسین مشاور پویا نقش شهر و بنا. (۱۳۸۵). طرح جامع شهر کهنوج. جلد اول و دوم، کرمان: سازمان مسکن و شهرسازی استان کرمان.
۱۹. نوجوان، مهدی و همکاران. (۱۳۹۰). کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای با تأکید بر روش‌های TOPSIS و SAW. فصلنامه مدیریت شهری، شماره ۲۸، صص ۲۹۶-۲۸۵.



۲۰. یوسفی، ذبیح‌الله. قرن‌جیک، امان‌محمد. امان‌پور، بهناز. عادل، محسن. (۱۳۹۱). مکان‌یابی مناسب جهت دفن بهداشتی زباله‌های شهری با استفاده از سنجش از دور و GIS (مطالعه موردی: شهر گنبدکاووس). مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، دوره ۲۱، ویژه‌نامه ۱، صص ۱۱۴-۱۰۵.

21. Gbanie, P.S., Tengbe, B.P., Momoh, S.J., Medo, J., Kabba, T., S, Victor., (2013). **Modelling land fill location using Geographic Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA): Case study Bo, Southern Sierra Leone.** Applied Geography, No.36, pp: 3-12.
22. Gorsevski, P.V., Donevska, K.R., Mitrovski, C.D., Frizado, J.P., (2012). **Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information systems for landfill site selection: A case study using ordered weighted average.** Waste Management, No.32, pp: 287-296.
23. Li- wen, C., Yun-Huan, C., Jing, Z., Xiao-zhi, Z., Cui-xia, L., (2006). **Application of Grey Situation Decision- Making Theory in Site Selection of a Waste Sanitary Landfill.** China univ.of Mining & Tech. (English Edition). Vol.16, No.4, pp: 393-398.
24. Malczewski, J., (1997). **Propagation of errors in multicriteria location analysis: a case study.** In: Fandel G, Gal T (eds) **Multiple criteria decision making.** Springer, Berlin Heidelberg New York, pp: 154-155.
25. Onut, S., & Soner, S., (2008). **Transshipment site selection using the AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environment.** Waste Management, No.28, pp: 1552-1559.
26. Sener, Sehnaz., Sener, Erhan., Nas, Bilgehan., Remzi, Karagüzel., (2010). **Combining AHP with GIS for landfill site selection: A case study in the Lake Beysehir catchment area (Konya, Turkey).** Waste Management, No. 30, pp: 2037-2046.