مجله بهداشت و توسعه
سال سوم/شماره ۱/ بهار۱۳۹۳

مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۹/۲۷

Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 15:30 +0330 on Wednesday September 23rd 2020

مکان‌یابی محل دفن پسماند شهری با استفاده از مدل‌هایFuzzy -AHP و Fuzzy-TOPSIS در محیط GIS: مطالعه موردی شهر پاکدشت استان تهران

پیمان حیدریان[۱]، کاظم رنگزن[۲]، سعید ملکی[۳]، ایوب تقی زاده[۴]، سارا عزیزی قلاتی[۵]

چکیده

مقدمه: چگونگی دفع پسماندهای تولید شده شهری، همواره یکی از معضلات جامعه بشری بوده است. روش‌های گوناگونی برای مدیریت پسماندهای شهری ارائه شده است که محل‌های دفن پسماند، جدای از تکنولوژی استفاده شده در ارتباط با آن، مقصد نهایی زباله‌ها هستند. با توجه به حساسیت بالای موضوع، شناسایی مکان‌های مناسب برای دفن پسماند نیازمند تکنیک‌های جامعی است. هدف پژوهش حاضر، انتخاب مکان مناسب دفن پسماندهای شهری با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی و فازی تاپسیس است.

روش‌ها: ابتدا معیارهای مؤثر در انتخاب محل دفن پسماند از سازمان‌های مربوطه جمع‌آوری شد و با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی آنالیز و استاندارد سازی شدند. سپس با ارائه نظر کارشناسی و به کارگیری روش Fuzzy-AHP هریک از معیارها وزن‌دهی و همپوشانی شدند. در مرحله بعد با استفاده از روش Fuzzy-TOPSIS اولویت‌بندی گزینه‌ها انجام شد. هریک از این روش‌ها در محیط MATLAB برنامه نویسی شده‌اند.

نتایج: با اجرای روش‌های فوق ۳۶ گزینه مناسب به دست آمد. سپس با انجام اولویت‌بندی ۲ گزینه به عنوان بهترین مکان انتخاب شدند که در جنوب شرقی مرکز دفن زباله فعلی (کولیک) و شهر پاکدشت واقع شده‌اند.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که گزینه‌های انتخابی در مقایسه با مرکز دفن فعلی در مکان بهتری واقع شده‌اند و این رویکرد ترکیبی به دلیل لحاظ کردن ماهیت غیر دقیق پدیده‌ها، هم در مرحله وزن‌دهی و هم در مرحله رتبه‌بندی عمکرد بهتری نسبت به سایر روش‌ها دارد.

واژگان کلیدی: پسماند، دفن بهداشتی، تحلیل سلسله مراتبی فازی، فازی تاپسیس، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، شهر پاکدشت

مقدمه

مواد زائد جامد شهری یکی از مشکلات عمده دولت‌ها و برنامه‌ریزان شهری در سراسر جهان است (۱). این مسئله به ویژه در کشورهای در حال توسعه، جایی که ۸۰ درصد جمعیت جهان (۶/۷ میلیارد نفر) در آن زندگی می‌کنند، حادتر است؛ زیرا به علت شهرنشینی شتاب آلود و افزایش جمعیت، به مدیریت خدمات زباله پیشرفته نیاز دارند (۲،۳). در گذشته، زباله‌ها در محیط‌های باز سوزانده و یا انباشته می‌شد و در صورت دفن، از حفره‌های ایجاد شده برای

۱- کارشناس ارشد، گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲- دانشیار، گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۳- دانشیار، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۴- مربی، گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۵- کارشناس ارشد، گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
نویسنده‌ی مسؤول: سارا عزیزی قلاتی
آدرس: اهواز، دانشگاه شهید چمران، دانشکده علوم زمین، گروه GIS و سنجش از دور
تلفن : ۰۹۳۷۴۶۱۱۷۸۸ **فاکس:** ۰۶۱۱-۳۳۳۱۰۵۹
Email: s-azizighalaty@scu.ac.ir

Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 15:30 +0330 on Wednesday September 23rd 2020

استخراج مواد و سنگ‌های معدنی استفاده می‌شد (٤). در حال حاضر، دفع زباله در بسیاری از شهرها در شکل ساده آن، یعنی مدفون کردن در زیر حجمی از خاک انجام می‌شود (٥). در بسیاری از مناطق شهری کشورهای در حال توسعه، مقرون به صرفه‌ترین سیستم دفع مواد زائد جامد، دفن بهداشتی است (٦). محل‌های دفن زباله، مکان‌هایی استراتژیک هستند که به عنوان محل جمع‌آوری زباله‌های جامد تعیین می‌شوند و مواد در آن‌ها سوزانده یا متراکم می‌شوند (٧). انتخاب مکان مناسب دفن بهداشتی زباله، یک تصمیم‌گیری است که به منظور شناسایی محل دفن در دسترس و بهینه، نیاز به فرآیند گسترده ارزیابی زمینی دارد. همچنین باید براساس الزامات و مقررات دولتی و طیف گسترده‌ای از عوامل ارضی و حقوقی در جهت کاهش اثرات منفی بر محیط زیست باشد و در عین حال هزینه‌های اقتصادی، زیست محیطی، بهداشتی و اجتماعی را به حداقل برساند. چنین فرآیندی داده‌های مکانی زیادی نیاز دارد و برای پردازش این داده‌ها، راه‌حل‌های جایگزین و ارزیابی‌های متعددی باید در نظر گرفته شود (٨). به طور کلی در انتخاب محل دفن مهم‌ترین موضوعاتی که باید مورد توجه قرار گیرند عبارتند از: ساختار زمین شناسی محل دفن، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، امکانات و راه‌های حمل و نقل، عدم قرارگیری در مسیر سیل‌ها، روان آب‌های تولیدی در هنگام بارندگی، نزدیکی به محل‌های تولید و عدم قرارگیری در مناطق دارای اهمیت زیستی ویژه (٩). در این زمینه متأسفانه دانش فنی و مهندسی دفع زباله برای پیدا کردن مکان مناسب کمتر مورد توجه قرار گرفته است (٥). سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (Geographic Information Systems) برای این نوع از مطالعات اولیه به دلیل توانایی زیاد در مدیریت حجم بالای داده‌های فضایی از منابع گوناگون، ایده‌آل است. مزایای عمومی سیستم‌های اطلاعات جغرافیائی شامل قابلیت‌های گردآوری، ذخیره و مدیریت داده‌های مکان مرجع، فراهم کردن حجم انبوهی از داده‌های ورودی مکان مرجع و انجام تجزیه و تحلیل داده‌ها، انجام آسان آنالیز حساسیت و بهینه سازی و ارتباط با نتایج مدل است (٦). با توسعه سیستم‌های اطلاعات جغرافیائی، فرآیند تعیین محل دفن زباله به طور فزآینده‌ای بر تجزیه و تحلیل فضایی و مدل‌سازی پیچیده‌تر استوار شده است (١٠). به منظور یافتن بهترین مکان برای دفن پسماند، سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند همراه با منطق فازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(Analytical-Hierarchy Process) مورد استفاده قرار گیرد و ابزار قدرتمندی را برای حل و تصمیم گیری ارائه دهد (١١).

منطق فازی برای اولین بار توسط لطفی‌زاده از دانشگاه برکلی آمریکا، برای اقدام در شرایط عدم اطمینان ارائه شد، این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم، متغیرها و سیستم‌هایی را که نادقیق و مبهم‌اند صورت‌بندی ریاضی بخشیده و زمینه را برای استدلال، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد (١٢). مهم‌ترین نقص منطق فوق، یکسان در نظر گرفتن وزن لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده، بدون توجه به اهمیت ضریب زیست محیطی آن‌ها است (١٣). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) روشی انعطاف پذیر، قوی و ساده است. در شرایطی که معیارهای انتخاب گزینه‌ها متضاد هستند بهترین کارایی را دارد. این روش ارزیابی چند معیاری را ابتدا Saaty در سال (١٩٨٠)، پیشنهاد کرد

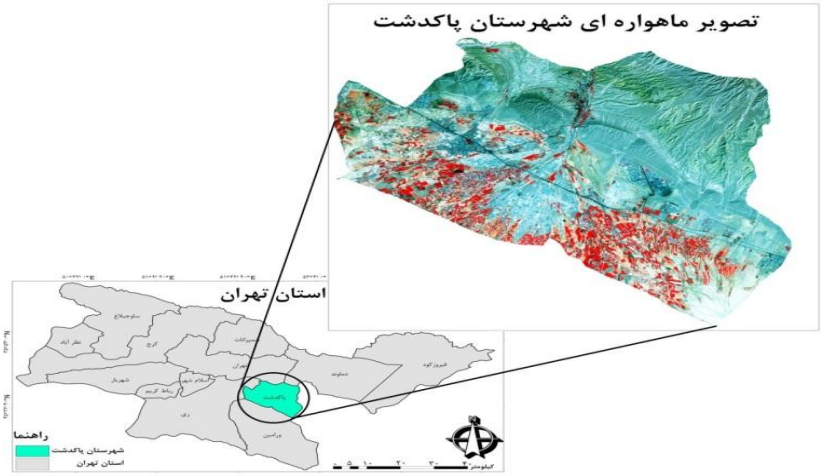
Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 15:30 +0330 on Wednesday September 23rd 2020

و تاکنون کاربردهای متعددی به ویژه در برنامه-ریزی منطقه‌ای داشته است (١٤). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در واقع یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. این فرآیند که بر مبنای مقایسات زوجی بنا شده است، قادر به دخالت گزینه‌های مختلف در تصمیم‌گیری می‌باشد و همچنین امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد. از مزایای ممتاز این روش محاسبه نرخ سازگاری و ناسازگاری تصمیم است (١٥). این روش عمدتاً در برنامه‌های تصمیم‌گیری با اطلاعات دقیق استفاده می‌شود و مقیاس بسیار نامتعادلی از قضاوت ایجاد می‌کند. همچنین عدم قطعیت در ارتباط با الگو برداری از قضاوت انسان، ماهیت طبیعی موجود در اکوسیستم را نشان نمی‌دهد (١٦). با تلفیق روش‌های AHP و Fuzzy علاوه بر در نظر گرفتن مزیت‌های هر دو روش، مانند ارائه یک ساختار قابل درک، تصمیم‌گیری چند معیاره با مجموعه‌ای از داده‌های کمی و کیفی، وجود ساختار مرتبه‌ای و قابل فهم می‌توان معایب فوق را رفع کرد (١٣). همچنین برای غلبه بر این مشکلات، محققان از ادغام تئوری فازی با AHP برای بهبود عدم قطعیت استفاده کرده‌اند و برخی دیگر AHP را با دیگر روش‌های فازی از قبیل TOPSIS ادغام کرده‌اند (١٦). وحیدی در سال ١٣٩٠ در پژوهشی با ترکیب دو روش تحلیل سلسله مراتبی و تئوری فازی برای مدل تصمیم‌گیری چند معیاره مکان‌یابی دفن پسماند استفاده کرده است (١٧). همچنین در پژوهشی که توسط متکان و همکاران در سال ١٣٨٧ انجام شد، از روش‌های بولین کردند که روش بولین به دلیل محدودیت‌های قطعی و فازی جهت مکان‌یابی دفن پسماند در تبریز استفاده که در آن اعمال می‌شود دارای تعداد پارامتر کمتری می باشد. در حالی که روش فازی دارای قدرت تفکیک بهتری می‌باشد (١٨). دیگر محققان نیز با استفاده از روش‌های تحلیل سلسله مراتبی، الگوریتم-های فازی و به کمک ابزار نوین GIS اقدام به یافتن مکان مناسب برای دفن بهداشتی زباله در شهرهای مختلف ایران نموده‌اند که می‌توان به هادیانی و همکاران در سال ١٣٩٠ (١٩)، پوراحمد و همکاران در سال ١٣٨٦(١٢)، اشاره کرد. همچنین مطالعاتی در این زمینه در خارج از کشور انجام شده است (٢،٣،٨). در پژوهش حاضر، با توجه به روش‌های مطالعات گذشته، و نیز با در نظر گرفتن ماهیت پدیده‌های طبیعی مؤثر در امر مکان‌یابی محل دفن زباله، ترکیب جامعی از روش‌های موجود شامل Fuzzy-AHP و Fuzzy-TOPSIS به منظور مکان-یابی محل دفن پسماندهای شهر پاکدشت استفاده شده است.

شهرستان پاکدشت در جنوب شرقی تهران درمحدوده جغرافیایی ´٥٦ °٥١ تا ´٣٤ °٥١ طول شرقی و ´٥٠ °٣٥ تا ´١٧ °٣٥ عرض شمالی واقع شده است. این شهرستان که با مساحت ٦٠٤ کیلومتر مربع از دو بخش مرکزی و شریف آباد، ٦ دهستان و ٥٥ روستا تشکیل شده، از شمال به کوه‌های البرز و دماوند، از غرب به تهران و ری، از جنوب به بخش مرکزی شهرستان ورامین و شهر قرچک و از شرق به استان سمنان و شهرستان گرمسار محدود می‌شود. جمعیت آن بالغ بر ١٦٠٥٠٧ نفر بوده که از این تعداد ٤٩٢٢٠ نفر (٣٠ درصد) در شهر و ١٠٧٢٣٣ نفر (٧٠ درصد) در روستا سکونت دارند. منطقه مورد مطالعه با١١٠٧

Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 15:30 +0330 on Wednesday September 23rd 2020

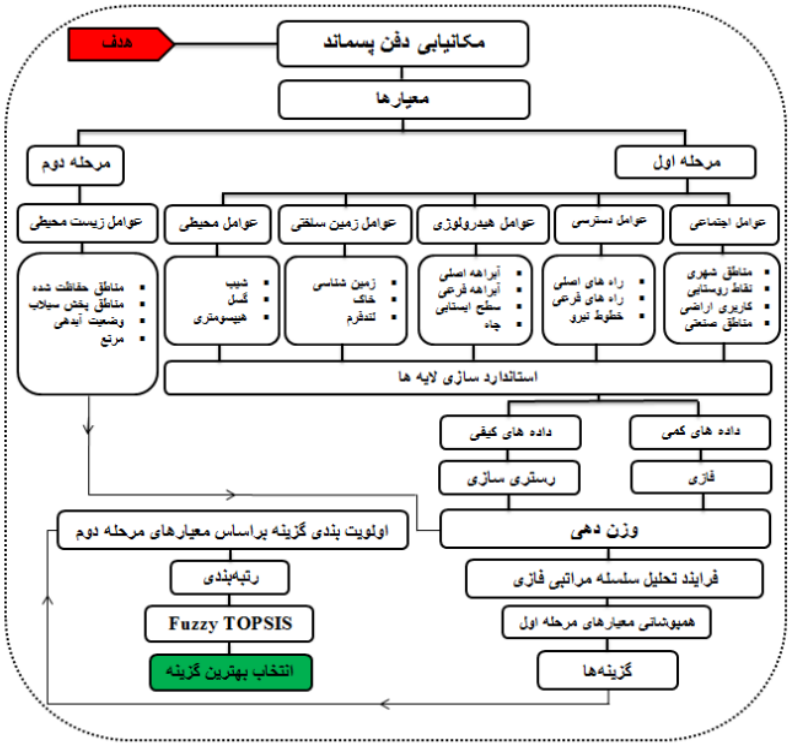
متر ارتفاع از سطح دریا و ۱۸۰ میلیمتر بارندگی در سال، در زمین‌های آبرفتی جنوب رشته کوه‌های البرز واقع شده است (شکل ۱).



شکل ۱: نقشه محدوده مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

مراحل کلی تحقیق شامل: گردآوری اطلاعات، استانداردسازی، وزن دهی به روش FAHP و همپوشانی لایه‌ها با استفاده از Fuzzy Operator (مرحله اول) و اولویت‌بندی گزینه‌ها با استفاده از Fuzzy- TOPSIS (مرحله دوم) است (شکل ۲).



شکل ۲: مدل مفهومی انتخاب مکان مناسب دفن زباله‌های جامد شهری

Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 15:30 +0330 on Wednesday September 23rd 2020

مرحله اول، گردآوری اطلاعات و انتخاب معیارها: عوامل متعددی در انتخاب محل مناسب برای دفن بهداشتی زباله‌های جامد شهری نقش دارند که هر یک از آنها به اندازه کافی مهم هستند و نمی‌توان آن‌ها را حذف کرد، چون محدودیت‌های انتخاب مکان را تعیین می‌کنند (۲۰). معیارهای مورد استفاده، در اصل به شرایط طبیعی و قانونی هر منطقه وابسته است. در این مطالعه معیارهای مورد استفاده به شش گروه شامل عوامل محیطی، اجتماعی، دسترسی، هیدرولوژی، زمین ساختی و زیست محیطی تقسیم شدند. این معیارها و زیر معیارها توأم با ضوابط و استانداردهای مربوط به سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت کشور و تجربیات جهانی، شناسایی، ارزیابی و انتخاب گردیده‌اند (جدول ۱).

جدول۱: معیارها، زیرمعیارها و گستره قابل قبول آن‌ها

معیارها	زیر معیارها	نوع داده‌ها	محدوده	منبع
عوامل محیطی	گسل	کمی	۳۰۰-۱۵۰ متر	اداره کل منابع طبیعی تهران
	شیب	کمی	۱۰-۰ درصد	اداره کل منابع طبیعی تهران
	هیپسومتری	کمی	۱۲۰۰-۱۰۰۰ متر	اداره کل منابع طبیعی تهران
عوامل اجتماعی	مناطق شهری	کمی	۳۰۰۰-۲۰۰۰ متر	مرکز آمار تهران
	نقاط روستایی	کمی	۱۰۰۰-۵۰۰ متر	مرکز آمار تهران
	کاربری اراضی	کیفی	کاربری با ارزش پایین	اداره کل منابع طبیعی تهران
	مناطق صنعتی	کمی	۱۰۰۰-۵۰۰ متر	اداره کل منابع طبیعی تهران
عوامل دسترسی	جاده های اصلی	کمی	۱۰۰۰-۳۰۰ متر	اداره کل منابع طبیعی تهران
	جاده های فرعی	کمی	۳۰۰-۱۵۰ متر	اداره کل منابع طبیعی تهران
	خطوط نیرو	کمی	۴۰۰-۲۰۰ متر	اداره کل منابع طبیعی تهران
عوامل	آبراهه اصلی	کمی	۶۰۰-۳۰۰ متر	اداره کل منابع طبیعی تهران
هیدرولوژی	آبراهه فرعی	کمی	۴۰۰-۲۰۰ متر	اداره کل منابع طبیعی تهران
	سطح ایستابی	کمی	۲۰-۱۰ متر	اداره کل منابع طبیعی تهران
	چاه	کمی	۴۰۰-۲۰۰ متر	اداره کل منابع طبیعی تهران
عوامل زمین	زمین شناسی	کیفی	سازندهای سخت	اداره کل منابع طبیعی تهران
ساختی	خاک	کیفی	بافت ریز(رس و مارن)	اداره کل منابع طبیعی تهران
	شکل زمین	کیفی	مناطق کم ارتفاع و دشتی	اداره کل منابع طبیعی تهران
عوامل زیست	مناطق حفاظت شده	کمی	۱۰۰۰-۵۰۰ متر	اداره کل منابع طبیعی تهران
محیطی	مناطق پخش سیلاب	کمی	۶۰۰-۳۰۰ متر	اداره کل منابع طبیعی تهران
	مرتع	کیفی	پوشش فقیر	اداره کل منابع طبیعی تهران
	وضعیت آبدهی	کیفی	ضعیف	اداره کل منابع طبیعی تهران

استاندارد سازی زیر معیارها (داده‌ها): اغلب بعد از این که معیارها و گزینه‌ها مشخص می‌شوند، با توجه به مقایسه ناپذیری معیارها، استانداردسازی نیاز دارند. استانداردسازی داده‌ها فرآیندی است که در آن

Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 15:30 +0330 on Wednesday September 23rd 2020

معیارها برای قابل قیاس شدن، تبدیل و دوباره مقیاس‌دهی می‌شوند. روش معمول برای استانداردسازی معیارها بر مبنای تئوری مجموعه فازی (Fuzzy Set Theory) است (۲۱). عملیات فازی‌سازی، ورودی‌ها را گرفته و توسط توابع عضویت مربوطه از جمله Sigmoidal، J-shape، Linear، یک درجه مناسب به هر یک نسبت می‌دهد (۲۲). البته دلایل دیگری از قبیل عدم قطعیت در تصمیم‌گیری و عدم دقت داده‌ها وجود دارد که قابلیت تئوری مجموعه فازی را برای استانداردسازی معیارها افزایش می‌دهد (۲۳). در این مطالعه استاندارد سازی داده‌ها با توجه به ماهیت کمی و کیفی آن‌ها به دو روش با استفاده از نرم افزار ArcGIS انجام گرفت. داده‌های کمی با استفاده از توابع عضویت فازی استاندارد سازی شدند و داده‌های کیفی با استفاده از روش رستری‌سازی و اختصاص مقداری بین (۱-۰) استانداردسازی شدند. در میان داده‌های کمی، برای استانداردسازی بعضی از معیارها، به منظور لحاظ کردن امکان سنجی اقتصادی از توابع عضویت فازی کاهشی و افزایشی استفاده شد.

وزن‌دهی به روش FAHP: پس از آن که معیارهای ارزیابی به مقیاس‌های قابل قیاس و استاندارد تبدیل شدند، باید وزن و اهمیت نسبی هر یک از آن‌ها را در رابطه با هدف مورد نظر تعیین کرد. در این مطالعه از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی FAHP برای تعیین وزن نسبی هر معیار استفاده شد. مراحل انجام آن به این صورت می‌باشد (۲۶، ۲۵):

۱- رسم نمودار سلسله مراتبی

۲- تعریف اعداد فازی به منظور انجام مقایسه‌های زوجی

۳- تشکیل ماتریس مقایسه زوجی با به کارگیری اعداد فازی

برای انجام مقایسه‌ها نیاز به تعریف اعداد فازی و مقیاس‌های فازی می‌باشد. در جدول ۲ یک نمونه از این جداول آورده شده است.

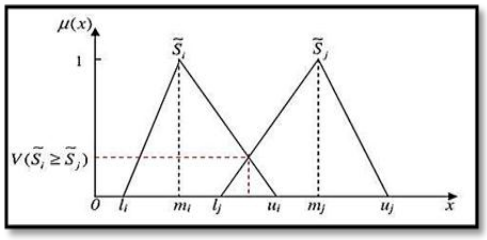
جدول ۲: اعداد فازی و مقیاس‌های فازی

عدد فازی	تعریف	مقیاس فازی مثلثی
۱	دقیقاً مساوی	(۱,۱,۱)
۲	اهمیت یکسان	(۳/۲,۱,۱/۲)
۳	اهمیت ضعیف	(۲,۳/۲,۱)
۴	اهمیت قوی	(۵/۲,۲,۳/۲)
۵	اهمیت خیلی قوی	(۳,۵/۲,۲)
۶	اهمیت مطلق	(۷/۲,۳,۵/۲)

ماتریس مقایسه زوجی با استفاده از نظرات تصمیم‌گیرندگان درباره اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر (به صورت زوجی) تکمیل می‌شود. اگر کمیته تصمیم‌گیرندگان دارای چندین تصمیم‌گیرنده باشد، درایه‌های ماتریس مقایسه زوجی جامع که در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی به کار می‌رود، یک عدد فازی مثلثی است که مؤلفه اول آن حداقل نظرسنجی‌ها، مؤلفه دوم آن میانگین نظرسنجی‌ها و مؤلفه سوم آن حداکثر نظرسنجی‌ها می‌باشد (۲۷).

٤- محاسبه یک عدد فازی مثلثی برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسه زوجی (Si)

۵- محاسبه درجه بزرگی Siها نسبت به همدیگر (شکل ۳)



شکل ۳: درجه بزرگی دو عدد فازی نسبت به هم

Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 15:30 +0330 on Wednesday September 23rd 2020

۶- محاسبه وزن معیارها و گزینه‌ها در ماتریس‌های مقایسه زوجی

برای محاسبه وزن نرمال نشده معیار باید میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی با سایر اعداد فازی مثلثی محاسبه شود و در نهایت حداقل میزان بزرگی، نشان دهندهٔ وزن نرمال نشده معیار است.

۷- محاسبه بُردار وزن نهایی

بُردار وزن نهایی از نرمال کردن بُردار وزن معیارها به دست می‌آید.

در این مطالعه از روش FAHP استفاده شد که تفاوت آن با روش بالا در به دست آوردن S_i می‌باشد.

همپوشانی لایه‌های نهایی: همپوشانی یکی از توابع مکانی است که می‌تواند لایه‌های داده‌های مکانی که از منابع مجزا به دست آمده‌اند را به منظور کاربردهای مکان‌یابی با استفاده از مدل‌های ترکیبی با یکدیگر تلفیق کند. لایه جدید (خروجی) به صورت تابعی از دو یا چند لایه ورودی است. این عملیات در داده‌های بُرداری و دارای ساختار توپولوژیک عموماً دارای خروجی با اجزا جدید مکانی است (۲۲).

مرحله دوم: اولویت‌بندی گزینه‌ها به روش Fuzzy TOPSIS: منطق اصلی استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری به صورت فازی، تأثیرگذاری عدم قطعیت توأم با تفکرات آدمی در تصمیم‌گیری‌ها می‌باشد. مروری بر تحقیقات انجام شده در این حوزه، حاکی از روش‌های متعدد برای استفاده از تکنیک تاپسیس، به صورت فازی است (۲۸). تعریف مجموعه فازی در مقالات زیادی بیان شده است (۳۲-۲۹). در Fuzzy- TOPSIS، روش تاپسیس با استفاده از مجموعه فازی وارد محیط فازی شده است.

در این روش می‌توان مراحل اجرا را به ترتیب زیر بیان کرد:

۱- انتخاب ارزش‌های زبانی برای هریک از گزینه‌ها با در نظر گرفتن معیارها (انتخاب اهمیت گزینه‌ها)

۲- ساخت ماتریس وزن دهی نرمال شده

۳-به دست آوردن ایده‌آل مثبت (A^*) و ایده‌آل منفی (A^-)

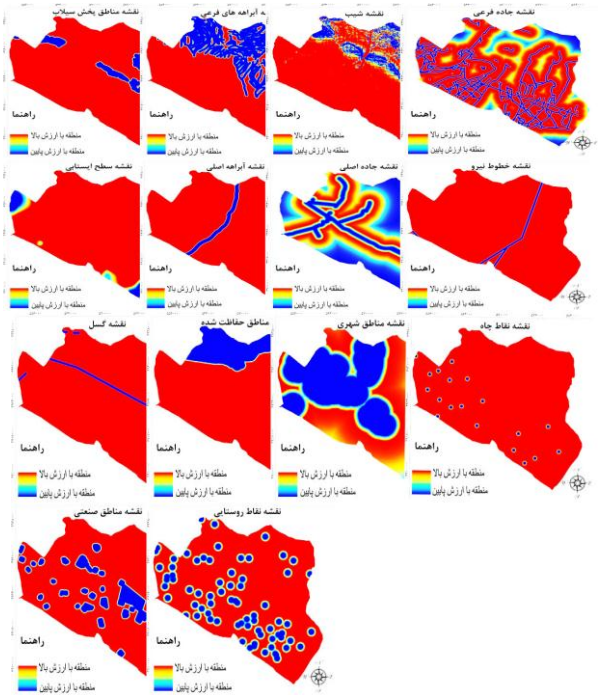
٤- محاسبه فاصله هریک از گزینه‌ها نسبت به ایده‌آل منفی D^- و مثبت D^+

۵- میزان مشابهت به راه حل ایده‌آل (CC)

٦- اولویت‌بندی گزینه‌ها به صورت نزولی (بزرگ به کوچک) (۳۳).

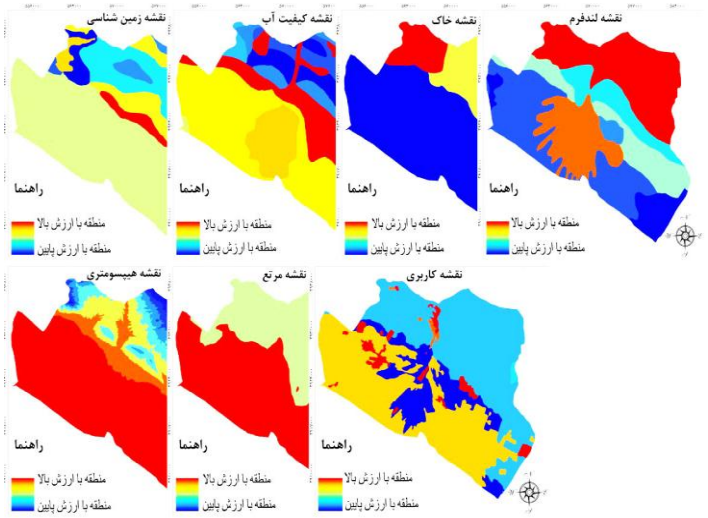
نتایج

شکل‌های (٤) و (۵)، معیارهای استاندارد شده را نشان می‌دهد.



شکل ٤: معیارهای استانداردسازی شده با استفاده از توابع عضویت فازی (در محیط GIS)

Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 15:30 +0330 on Wednesday September 23rd 2020



شکل ۵: معیارهای استانداردسازی شده با استفاده از توابع رستری (در محیط GIS)

نتایج وزن‌دهی معیارها با استفاده از روش FAHP، در جدول (۳) نشان داده شده است. برای انجام این کار از برنامه نوشته شده در محیط نرم افزار Matlab استفاده شد که در آن با وارد کردن داده‌های جدول-های مقایسه معیارها که به صورت اعداد فازی بودند، وزن هر معیار مشخص شد (جدول ۳).

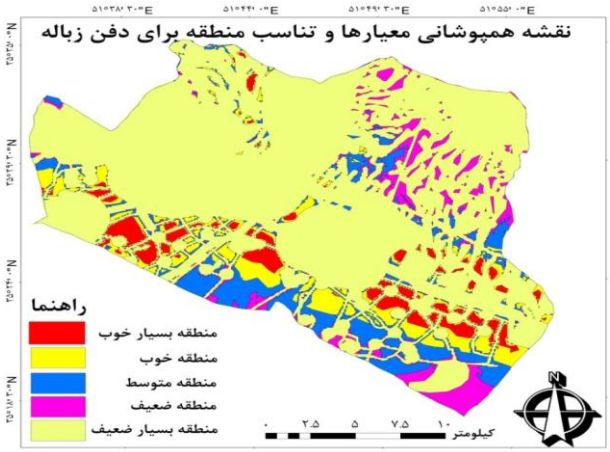
جدول ۳: وزن نهایی معیارها با استفاده از روش FAHP

معیار	وزن	معیار	وزن
زمین شناسی	۰/۴۲۷۹	مناطق شهری	۰/۴۴۸۸
خاک	۰/۴۱۴۶	نقاط روستایی	۰/۲۷۷۲
لندفرم	۰/۱۵۷۵	کاربری اراضی	۰/۱۰۲۵
گسل	۰/۱۹۳۶	جاده های اصلی	۰/۵۳۰۶
شیب	۰/۳۸۶۵	جاده های فرعی	۰/۲۹۳۶
هیپسومتری	۰/۴۱۹۹	خطوط نیرو	۰/۱۷۵۹
مناطق حفاظت شده	۰/۳۴۹۵	آبراهه اصلی	۰/۳۴۹۵
مناطق پخش سیلاب	۰/۳۴۲۲	آبراهه فرعی	۰/۱۴۸۵
مرتع	۰/۱۲۶۳	سطح آب	۰/۱۵۹۸
وضعیت آبدهی	۰/۱۸۲	چاه	۰/۳۴۲۲
مناطق صنعتی	۰/۱۷۱۵		

بعد از وزن‌دهی معیارها، همپوشانی لایه‌ها انجام شد. در این تحقیق برای همپوشانی لایه‌های نهایی از روش فازی (Overlay Fuzzy) و توابع محاسبات رستری (Raster Calculator) در محیط ArcGIS استفاده شده است. هر یک از نقشه‌های معیار، در وزن به دست آمده از روش FAHP ضرب شده و سپس با هم ترکیب و بهترین گزینه‌ها مشخص شدند. در نقشه حاصل مناطق با ارزش بالاتر، مناسب و

Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 15:30 +0330 on Wednesday September 23rd 2020

مناطق با ارزش کمتر، نامناسب می‌باشند (شکل ٦). بعد از همپوشانی لایه‌های نهایی، مکان‌های پیشنهادی برای دفن پسماند به دست آمدند و در نهایت برای به دست آوردن بهترین گزینه از بین مکان‌های پیشنهادی، با استفاده از روش Fuzzy TOPSIS، گزینه‌ها اولویت‌بندی شدند.



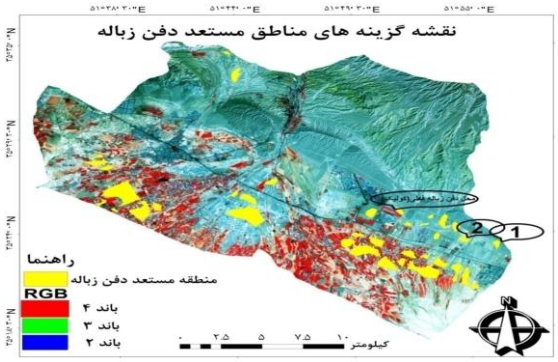
شکل ٦: نقشه روی هم گذاری لایه‌ها (در محیط GIS)

ابتدا معیارهای مناسب برای اولویت‌بندی گزینه‌های موجود انتخاب شدند. این معیارها با نظر کارشناسان به ترتیب شامل مناطق حفاظت شده، وضعیت آبدهی، مناطق پخش سیلاب و مرتع می‌باشند. سپس جدول FAHP برای محاسبه وزن هریک از معیارها تشکیل شد و در آن اهمیت هریک از معیارها نسبت به یکدیگر مورد بررسی قرار گرفتند که نتیجه آن در جدول ٤ نشان داده شده است.

جدول ٤: وزن محاسبه شده هریک از معیارهای مرحله دوم با استفاده از روش FAHP

معیارها	مناطق حفاظت شده	وضعیت آبدهی	مناطق پخش سیلاب	مرتع
وزن تحلیل سلسله مراتبی فازی	۰/۳۴۹۵	۰/۱۸۲۳	۰/۳۴۲۲	۰/۱۲۶۳

با استفاده از نظر کارشناسان اهمیت زبانی هر یک از گزینه‌ها با در نظر گرفتن معیارها ارزیابی شدند. سپس اولویت‌بندی گزینه‌ها با روش Fuzzy-TOPSIS انجام گرفت. برای انجام این کار از برنامه نوشته شده در محیط نرم افزار Matlab استفاده شد و با وارد کردن وزن معیارهای در نظر گرفته برای مرحله دوم که به صورت اعداد فازی بودند، اولویت گزینه‌ها مشخص گردید و از ٣٦ مکان پیشنهادی ٢ گزینه به عنوان بهترین مکان انتخاب شدند (شکل ٧).



شکل ٧: نقشه ٢ گزینه برتر مناطق مستعد دفن پسماند و مرکز دفن فعلی (در محیط GIS)

Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 15:30 +0330 on Wednesday September 23rd 2020

بحث

از آنجایی که داده‌ها و ارزش‌های مبهم و موضوعی در هر آنالیز و تصمیم‌گیری وارد می‌شوند، بنابراین انتخاب یک روش ایده‌آل و مناسب برای بهره‌گیری از این ارزش‌ها بسیار مهم است. در این پژوهش با توجه به معیارهای مختلف عوامل محیطی، اجتماعی، دسترسی، هیدرولوژی، زمین‌ساختی و زیست محیطی از روش FAHP برای تصمیم گیری مکان‌های مناسب و از روش Fuzzy-TOPSIS برای اولویت-بندی مکان‌های پیشنهادی دفن پسماند استفاده شد. با توجه به حجم زیاد و ماهیت مبهم و غیر عینی داده-های مورد استفاده در تعیین مکان بهینه دفن زباله و نتایج تحقیق، می‌توان این گونه بیان کرد که سیستم-های اطلاعات جغرافیایی تجزیه و تحلیل حجم عظیمی از داده‌های مکانی و غیرمکانی را امکان‌پذیر و تسریع می‌بخشند و یک خروجی (نتیجه) با درجه بالایی از صحت و دقت را در کوتاه‌ترین زمان ممکن امکان‌پذیر می‌سازند. همچنین به منظور لحاظ کردن ماهیت دقیق و نادقیق تمام پارامتر های مؤثر در مکان‌یابی دفن بهداشتی زباله‌های شهری، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی می‌تواند توأم با FAHP و Fuzzy-TOPSIS مورد استفاده قرار گیرند و ترکیبی جامع از تکنیک‌های موجود را برای حل مسائل تصمیم‌گیری ارائه دهند. با توجه به نتایج به دست آمده، اولویت اول با مساحت ۳۰ هکتار به عنوان مکان پیشنهادی و نهایی دفن زباله برای شهر پاکدشت شناخته شد. این محل از نظر عوامل محیطی در فاصله بیش از ۱۵۰ متر از گسل، شیب کمتر از ۷-٦ درصد و محدوده ارتفاعی ۱۲۰۰-۱۰۰۰ متر قرار دارد. از نظر عوامل اجتماعی با توجه به استانداردهای موجود در فاصله ۳-۲ کیلومتری مناطق شهری، فاصله بیش از ۵۰۰ متر از مناطق روستایی و صنعتی بوده و نوع کاربری آن مرتع فقیر است. از نظر عوامل دسترسی منطقه پیشنهادی در فاصله ۱۰۰۰-۳۰۰ متری جاده‌های اصلی و در فاصله ۳۰۰ -۱۵۰ متری جاده های فرعی قرار گرفته است. همچنین از نظر عوامل هیدرولوژی و زمین ساختی به دلیل در نظر گرفتن استانداردهای لازم برای مکان‌یابی، این منطقه در شرایط مطلوبی قرار دارد. از جمله معیارهایی که طبق استانداردهای جهانی و زیست محیطی باید در مکان‌یابی دفن پسماند در نظر گرفته شوند (گلبادها، قیمت زمین و میانگین بارش) است. اما در این مطالعه به دلیل در دسترس نبودن و محدودیت‌های موجود لحاظ نشده‌اند. با این حال، فقدان این لایه‌ها در نتایج خللی وارد نکرده است. زیرا منطقه پیشنهادی در مناطق با کاربری مرتع فقیر و در جهت جنوب شرقی شهر پاکدشت واقع شده و در جهت بادهای اصلی منطقه یعنی جهت‌های جنوبی و غربی واقع نشده است. از جمله بررسی‌هایی که در این زمینه صورت گرفته است، می‌توان به تحقیق معین‌الدینی و همکاران در سال (۱۳۹۰)، در باب مکان‌یابی دفن زباله جامد استان البرز (۳٤) و نیکنامی و حافظی مقدس در سال (۱۳۸۹)، در زمینه مکان‌یابی دفن زباله شهر گلپایگان با استفاده از GIS (۱) اشاره کرد. در مطالعه اول در رتبه‌بندی و در مطالعه دوم در وزن‌دهی از روش‌های فازی مبنا استفاده نشده است و ماهیت پیوسته و غیر دقیق معیارها و پدیده‌های طبیعی در مکان‌یابی لحاظ نگردیده است. همچنین چیت‌سازان و همکاران در سال ۱۳۹۲ (۳۵) و سالاری و همکاران در سال ۱۳۹۰(۱۳)، به ترتیب به مکان‌یابی محل دفن زباله شهر رامهرمز و شیراز پرداخته‌اند. نقاط قوت این تحقیق‌ها در این است که برای وزن دهی معیارها از

Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 15:30 +0330 on Wednesday September 23rd 2020

روش‌های فازی مبنا استفاده کرده و معیار مهمی مانند جهت باد را در نظر گرفته‌اند. از جمله نقاط ضعفی که در مقایسه با تحقیق حاضر دارند این است که در انتخاب گزینه نهایی رتبه‌بندی صورت نگرفته و برای این منظور از نظرات کارشناسی و بدون در نظر گرفتن همه عوامل تأثیرگذار در امر رتبه‌بندی استفاده شده است. همچنین در این تحقیقات مناطق حفاظت شده که یکی از معیارهای مهم در مکان‌یابی استاندارد محل دفن پسماند است، لحاظ نشده است. در نهایت توصیه می‌شود که معیارهای گلباد، قیمت زمین و میانگین بارش به دلیل تاثیرگذاری زیاد در امر مکان‌یابی دفن پسماند در نظر گرفته شوند.

نتیجه‌گیری

این تحقیق از یک رویکرد ترکیبی در حوزه مسائل مکان‌یابی دفن پسماند شهری استفاده کرده است. این رویکرد از ترکیب اطلاعات مربوط به چندین معیار برای تشکیل یک شاخص ارزیابی استفاده می‌کند و با فراهم کردن شرایط لازم برای لحاظ نمودن معیارهای مختلف، به تصمیم‌گیران در انتخاب گزینه صحیح کمک می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که مطالعه حاضر به دلیل استفاده از روش‌های فازی مبنا هم در وزن‌دهی هم در رتبه بندی عملکرد بهتری داشته است. با استفاده از رویکرد ترکیبی ذکر شده در فوق، به منظور تعیین مکان دفن زباله شهر پاکدشت، دو گزینه انتخابی در جنوب شرقی مرکز فعلی دفن زباله یعنی کولیک و شهر پاکدشت واقع شده اند. گزینه‌های پیشنهادی در مقایسه با مرکز دفن فعلی در مکان بهتری واقع شده‌اند. زیرا با توجه به حجم بالای تولید شبانه روزی زباله در این شهر (۱۳۵ تن)، موقعیت نامناسب مرکز دفن فعلی و عدم رعایت فاصله استاندارد از مناطق صنعتی، مکان مرکز دفن فعلی باعث پایین آمدن کیفیت بهداشت و سلامت در منطقه می‌شود. استفاده از این رویکرد ترکیبی برای مکان-یابی محل دفن زباله شهری در مناطق مشابه پیشنهاد می‌شود؛ همچنین می‌توان برای مکان‌یابی سایر تأسیسات مورد نظر برای توسعه استفاده نمود.

تقدیر وتشکر

نویسندگان لازم می‌دانند از همه عزیزانی که ما را در انجام این پژوهش یاری نموده‌اند تشکر و قدردانی نمایند.

References

1. Niknami M, Hafezi Moghadas N. Site selection of municipal solid waste landfill in Golpaygan city with GIS system. Appl Geol 2010; 6 (1): 57-66.

2. Gbaniea SP, Tengbe PB, Momoh JS, Medo J, Kabba V. Modelling landfill location using Geographic Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA): Case study Bo, Southern Sierra Leone. Appl Geogr 2013; 36: 3-12.

3. Aydi A, Zairi M, Ben Dhia HB. Minimization of environmental risk of landfill site using fuzzy logic, analytical hierarchy process, and weighted linear combination methodology in a geographic information system environment. Environ Earth Sci 2013; 68(5): 1375-89.

4. Baban SM, Flannagan J. Developing and implementing GIS-assisted constraints criteria for planning landfill sites in the UK. Plan Pract Res 1998; 13(2): 139- 51.

5. Akbari V, Rajabi MA, Chavoshi SH, Shams R. Landfill site selection by combining GIS and fuzzy multi-criteria decision analysis, case study: Bandar Abbas, Iran. World Appl Sci J 2008; 3(1): 39-47.

6. Nas B, Cay T, Iscan F, Berktay A. Selection of MSW landfill site for Konya, Turkey using GIS and multi-criteria evaluation. Environ Monit Assess 2010; 160(1-4): 491-500.

7. Nwambuonwo OJ, Mughele ES. Using geographic information system to select suitable landfill sites for megacities (case study of Lagos, Nigeria). Comput, Inform Syst Dev Inform J (CISDI) 2012; 3(4): 48-57.

Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 15:30 +0330 on Wednesday September 23rd 2020

8. Effat HA, Hegazy MN. Mapping potential landfill sites for North Sinai cities using spatial multi-criteri evaluation.
Egypt J Rem Sens Space Sci 2012; 15(2): 125-33.
9. Omrani GA. Principles of sustainable strategy in waste management for Iran. Waste Manage J 2007; (8): 63-72.
10. Bunruamkaew K, Murayam Y. Site suitability evaluation for ecotourism using GIS & AHP: A case study of Surat Thani province, Thailand. Procedia - Soc Behav Sci 2011; 21: 269-78.
11. Kaya T, Kahraman C. Multi-Criteria renewable energy planning using an integrated fuzzy VIKOR & AHP methodology: The case of Istanbul. Energy 2010; 35(6): 2517-27.
12. Pourahmad A, Sajad Zahrai M, Nazari Alavi S, Habibi K .The use of fuzzy algorithms and GIS equipment to locate in urban areas (Case Study: City landfill Babolsar). J Environ Stud 2007; 33(42): 31-42.
13. Salari M, Moazed H, Radmanesh F. Site selection for solid waste by GIS & AHP-FUZZY logic (case study: Shiraz city). Toolo -e- Behdashat 2012; 11(1): 88-96.
14. Aldian A, Taylor MA. Consistent method to determine flexible criteria weightsfor multi-criteria transport project evaluation in developing countries. J East Asia Soc Transport Stud 2005; 6: 3948-63.
15. Ghodsipoor SH. Analytical hierarchy process AHP. 5 ed. Tehran: Amirkabir University of Technology; 2000. [In Persian].
16. Mohammady P, Amid A. Integrated fuzzy VIKOR and Fuzzy AHP model for supplier selection in an agile and modular virtual enterprise; Application of FMCDM on service companies. J Math and Comput Sci 2010; 1(4): 413-34.
17. Vahidi H. Waste Management models industrial town Charmshahr and Salaryh using FAHP method [MSc Thesis]. University of Tehran, 2011. [In Persian].
18. Matkan AA, Shakib AR, Pourali SH, Nazmfar H. Urban waste landfill site selection by GIS (case study: Tabriz city). Environ Sci 2009; 6 (2): 121-32.
19. Hadyani Z, Ahadnejad Reveshty M, Kazemizad SH, Shahali A. Site selection municipal solid wastes burial centers by using fuzzy logic and GIS, case study: Zanjan city. J Geogr Space 2012; 12(40):116-33.
20. Adeli Z, Khorshiddoust AM. Application of geomorphology in urban planning: case study in landfill site selection. Procedia Soc Behav Sci 2011; 19(1): 662-7.
21. Donevska KR, Gorsevski PV, Jovanovski M, Pesevski I. Regional non-hazardous landfill site selection by integrating fuzzy logic, AHP and geographic information systems. Environ Earth Sci 2012; 67(1): 121-31.
22. Mahjori R. Measurement of the spatial distribution of fire accidents, specify the best place to build a fire station and routing optimization using fuzzy logic systems and spatial data in Ahvaz [MSc Thesis]. Ahvaz, Iran: Shahid Chamran University of Ahvaz; 2012. [In Persian].
23. Abedi T, Khairkhah M. Application of spatial multi-criteria evaluation (SMCE) in municipal landfill location (case study of city Tabriz). Environ 2011; 51: 26-6.
24. Zarabi A, Varesi HR, Alizade J. Fuzzy multi criteria decision-making techniques application in rating and spatial analysis of development indicators case study: development indicators in Ardabil province. J Geogr Sci Appl Res 2012; 12 (25): 97-125.
25. Mahmoodzadeh S, Shahrabi J, Pariazar M, Zaeri MS. Project selection by using Fuzzy AHP and TOPSIS technique. Int J Human & Soc Sci 2007; 1(3):169-74.
26. Ataei M. Fuzzy multi-criteria decision making. 1 ed. Shahrood: Shahrood University of Technology; 2010. [In Persian].
27. Aghdar H. Routing of oil transition pipeline using GIS and fuzzy logic [MSc Thesis]. Ahvaz, Iran: Shahid Chamran University of Ahvaz; 2012. [In Persian].
28. Kahraman C, Cevic S, Ates NY, Gulby M. Fuzzy multi-criteria evaluation of industrial robotic systems. Comput Ind Eng 2007; 52 (4): 414-33.
29. Zadeh LA. Fuzzy sets. Inform Control 1965; 8(3): 338-53.
30. Buckley JJ. Fuzzy hierarchical analysis. Fuzzy Set Syst 1985; 17(3): 233-47.
31. Chen CT, Lin CT, Huang SF. A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. Int J Prod Econ 2006; 102(2): 289-301.
32. Zimmermann HJ. Fuzzy set theory and its applications. 2 ed. Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers Group; 1991.
33. Yu X, Guo SH, Guo J, Huang X. Rank B2C e-commerce websites in e-alliance based on AHP and fuzzy TOPSIS. Expert Syst Appl 2011; 38(4): 3550-7.
34. Moeinaddini M, Tahari Mehrjardi MH, Khorasani N, Danekar A, Darvishsefat AA, Shakeri F. Locating landfill for solid waste municipal by fuzzy analytic hierarchy process & data envelopment analysis (case study: Alborz province). Iran J Health & Environ 2011; 4(4): 483-96.
35. Chit Sazan M, Dehghani F, Rast Manesh F, Mirzaei Y. Solid waste disposal site selection using spatial information technologies and Fuzzy-AHP logic: (case study: Ramhormoz). J Appl RS & GIS Tech Nat Resour Sci 2013; 4(1): 39-55.

Journal of Health & Development Original Article

Vol. 3, No. 1, Spring 2014 Received: 21.05.2013 Accepted: 18.12.2013

Municipal Landfill Locating using Fuzzy-TOPSIS and Fuzzy-AHP models in GIS: A Case Study of Pakdasht City in Tehran Province

Payman Hydarian[1], Kazem Rangzan[2], Saied Maleki[3], Ayoub Taghizade[4], Sara Azizi Ghalaty[5]

Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 15:30 +0330 on Wednesday September 23rd 2020

Abstract

Background: One of the main dilemmas of the human community has been municipal waste landfills. Various methods have been developed to manage municipal wastes in which landfills are the final destination apart from the used technologies. Given the sensitivity of this issue, identifing areas approriate for landfilling requires the application of comprehensive techniques. The objective of the present research is to select the most appropriate place for municipal wastes landfilling using geographical information systems, fuzzy analytic hierarchy process and fuzzy TOPSIS.

Methods: Initially the effective factors in choosing landfill location was inquired from various institution and were standardized and analysed using geographical information systems. Then every criterion was weighted according to expert opinion and FAHP (Fuzzy Analytic Hierarchy Process). Then, FTOPSIS (Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) method was used to prioritize the options. Each method was programmed in MATLAB.

Results: Thirty six suitable options were calculated through running the above mentioned methods. Then, two options that were located in the south east of the current landfilling (in Kulik) and Pakdasht city were selected as the best location for landfilling.

Conclusion: Results showed that the selected landfills are located at a better position compared to the current one. And this integrated approach, showed a better performance than others due to taking into account the inexact nature of the phenomena both at weighting and ranking stages.

Keywords: Solid waste, Sanitary Landfill, Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Fuzzy TOPSIS, Geographic Information Systems, Pakdasht

1- MSc, Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Earth Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2- PhD, Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Earth Sciences, University of Shahid Chamran, Ahvaz, Iran
3- PhD, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Literature, University of Shahid Chamran, Ahvaz, Iran
4- Lecturer, Department of GIS and Remote Sensing, Faculty of Earth Sciences, University of Shahid Chamran, Ahvaz, Iran
Corresponding Author: Sara Azizi Ghalaty **Email:** s-azizighalaty@scu.ac.ir
Address: Department of GIS and Remote Sensing, Faculty of Earth Sciences, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran
Tel: 09374611788 **Fax:** 0611-3331059