مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری به روش *GIS* و تحلیل سلسله مراتبی (*AHP*) در شهر کنگاور، استان کرمانشاه

سجاد سروری‌نیا[۱]، گیتی فرقانی‌تهرانی*[۲]، رحیم باقری [۳] و زهرا گنجی‌نوروزی [۴]

۱، ۲ و ۳- دانشکده علوم‌زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود

۴- دانشکده مهندسی کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود

نویسنده مسئول : *forghani@shahroodut.ac.ir* *

دریافت: ۹۸/۴/۳۱ پذیرش: ۹۸/۱۰/۱۵

چکیده

تولید حجم عظیم پسماندهای جامد شهری یکی از مشکلات جوامع امروزی است و عدم مدیریت صحیح آن باعث آلودگی محیط‌زیست و تهدید سلامت انسان می‌شود. مکان‌یابی اصولی محل مناسب دفن پسماند، از مهم‌ترین مراحل مدیریت پسماند است و تابع معیارهای مختلف زمین‌شناسی، زیست‌محیطی، اقتصادی- اجتماعی می‌باشد. در مطالعه حاضر، انتخاب محل مناسب دفن پسماند شهرستان کنگاور بر مبنای معیارهای زمین‌شناسی (شامل سنگ‌شناسی، وجود گسل، لرزه‌خیزی، بافت و فرسایش‌پذیری خاک)، زیست‌محیطی (شامل بارش، فاصله از آبراهه‌ها، سطح آب زیرزمینی، جهت باد غالب) و اقتصادی- اجتماعی (شامل فاصله از جاده، کاربری اراضی، مناطق روستایی و شهری، فاصله از مراکز تولید پسماند، شیب و ارتفاع) صورت گرفته است. برای این منظور چهارده لایه اطلاعاتی در محیط *GIS* تهیه شد. سپس وزن هر معیار توسط روش تحلیل سلسله مراتبی (*AHP*) تعیین گردید. پس از تلفیق نتایج حاصل از تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی و حذف مناطق ممنوعه، منطقه به چهار گروه (مناسب، نسبتاً مناسب، نسبتاً نامناسب و نامناسب) پهنه‌بندی شد و با توجه به معیارهای مختلف زمین‌شناسی، اقتصادی- اجتماعی و زیست‌محیطی، و هم‌چنین بازدید صحرایی، پهنه مناسب انتخاب گردید. این منطقه در ۱۶ کیلومتری جنوب شهرستان کنگاور قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: مدل *AHP*، مکان‌یابی، پسماند جامد شهری، کنگاور

۱- پیشگفتار

در سال‌های اخیر، رشد بی‌رویه جمعیت، توسعه شهرنشینی و تغییرات الگوی مصرف به بروز انواع مشکلات زیست‌محیطی منجر شده است. یکی از مشکلات عمده ناشی از توسعه مناطق شهری، تولید انواع پسماندهای جامد و نحوه دفع آن می‌باشد (گویکین و گوکز، ۲۰۰۹؛ آیدی و همکاران، ۲۰۱۳). مدیریت پسماندها عمدتاً شامل کاهش، بازیافت، تبدیل پسماند به مواد قابل استفاده و درنهایت، دفع آن‌ها می‌باشد (اویان، ۲۰۱۴) و انتخاب محل دفن مناسب برای پسماندها، مهم‌ترین مرحله مدیریت پسماند است. در طی سال‌های گذشته، دفن بهداشتی پسماندهای شهری در مکان‌های مناسب یکی از اولویت‌های زیست‌محیطی بوده است (شهابی و همکاران، ۲۰۱۴). سامانه اطلاعات جغرافیایی (*GIS*)، ابزاری دقیق، سریع و ساده برای مکان‌یابی است و از آن به طور گسترده به‌عنوان ابزاری توانمند در جهت ذخیره، بازیابی و تحلیل اطلاعات استفاده شده است (زامورانو، ۲۰۰۹؛ آرکو، ۲۰۱۴؛ اسکندری و همکاران، ۲۰۱۵). از آنجا که همه معیارها در امر مکان‌یابی دفن پسماندها از اهمیت یکسانی برخوردار نیستند، لذا تعیین وزن نسبی پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی، اهمیت زیادی دارد. در صورتی که معیارهای تصمیم‌گیری متعدد و پیچیده باشند، می‌توان از روش تحلیل سلسله مراتبی (*AHP*) برای وزن‌دهی لایه‌های اطلاعاتی استفاده کرد (ساتی، ۱۹۸۶؛ کوروکو، ۲۰۱۱؛ بهرانی و همکاران، ۲۰۱۶). اساس این روش تصمیم‌گیری بر مقایسه زوجی پارامترها است. بطوری‌که در ابتدا نمودار سلسله مراتبی داده‌ها تهیه می‌شود و سپس وزن هریک از معیارها در مقایسه با سایر پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی تعیین می‌گردد. در فرایند تحلیل سلسله مراتبی بیش‌ترین وزن به لایه‌ای تعلق می‌گیرد که بیش‌ترین تأثیر را در مکان‌یابی دارد. در شهرستان کنگاور روزانه ۷۵ تن پسماند جامد شهری تولید می‌شود که به دلیل عدم وجود تجهیزات بازیافت، تمامی آن به شکل نامناسب و بدون در نظر گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی، در اطراف

شهر ریخته می‌شود. این امر می‌تواند زمینه بروز مشکلات زیست‌محیطی، بهداشتی و اجتماعی را در آینده فراهم آورد. هدف اصلی انجام این پژوهش، استفاده از مدل *AHP* برای بررسی مؤلفه‌های مؤثر در مکان‌یابی محل مناسب دفن پسماند در شهرستان کنگاور و معرفی مناسب‌ترین محل جهت دفن پسماندهای جامد در این شهرستان می‌باشد. در مطالعات متعددی از تلفیق روش تحلیل سلسله مراتبی و سامانه اطلاعات جغرافیایی برای مکان‌یابی محل مناسب دفن پسماند در شهرهای مختلف ایران استفاده شده است. علوی و همکاران (۲۰۱۳)، معین الدینی و همکاران (۲۰۱۰)، کیانفرد و همکاران (۱۳۹۲) و شایسته عظیمیان (۱۳۹۰) از این روش برای مکان‌یابی دفن پسماند در شهرهای ماهشهر، کرج، رامهرمز و نیشابور استفاده کرده‌اند. به رغم اهمیت موضوع، تاکنون مکان‌یابی اصولی محل مناسب دفن پسماند در شهرستان کنگاور صورت نگرفته است.

۲- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و وضعیت فعلی دفن پسماند در منطقه

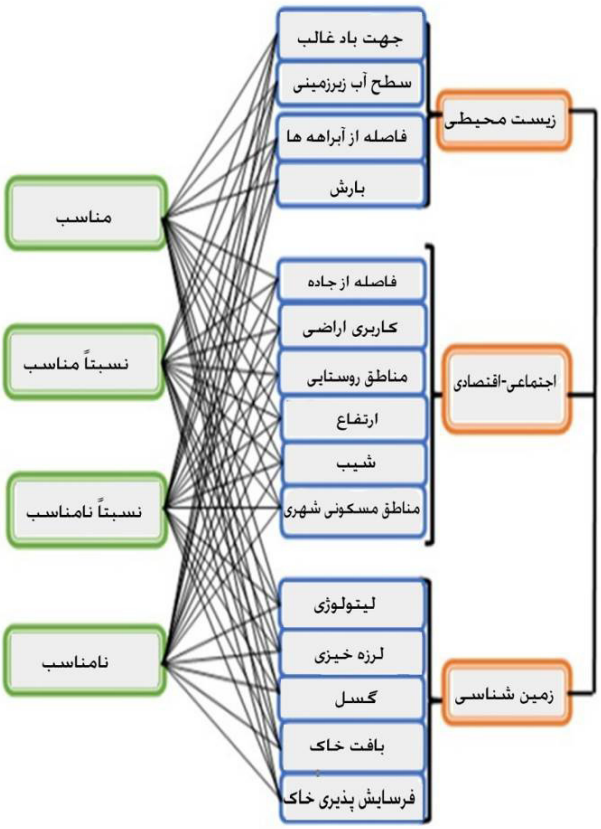
شهرستان کنگاور با مساحت ۸۹۱ کیلومترمربع، در شرق استان کرمانشاه و در ′۱۵ °۳۴ تا ′۳۹ °۳۴ عرض شمالی و ′۴۳ °۴۷ تا ′۰۶ °۴۸ طول شرقی واقع شده است. ارتفاع متوسط شهر کنگاور از سطح دریا حدود ۱۵۰۰ متر می‌باشد. این شهرستان شامل بخش مرکزی (شهر کنگاور) و پنج دهستان با نام‌های خزل غربی، فش، قزوینه، کرماجان و گودین می‌باشد. جمعیت شهر کنگاور در سال ۱۳۹۳ برابر با ۵۵۳۳۹ نفر گزارش شده است. در حال حاضر پسماندهای تولید شده در شهرستان کنگاور (روزانه ۷۵ تن)، به‌صورت غیراصولی در دامنه کوه‌های آلادانه واقع در ۳ کیلومتری این شهرستان دورریزی می‌شوند. حدود ۱۱ درصد پسماندهای شهرستان کنگاور از مواد قابل بازیافت، ۸۶ درصد از مواد فسادپذیر آلی و بقیه حجم پسماند از سایر مواد تشکیل می‌شود. بخش عمده مواد زائد قابل بازیافت شامل مواد پلاستیکی است (دل انگیزان و محمودی، ۱۳۹۱؛ محمودی و همکاران، ۱۳۹۲).

۳- روش انجام پژوهش

برای مکان‌یابی سیستمانیک محل مناسب دفن پسماند در شهرستان کنگاور، از داده‌ها و نرم‌افزارهای مختلفی جهت تهیه نقشه‌های مختلف مورد نیاز جهت مکان‌یابی استفاده شده است که شامل داده‌های تراز سطح آب در پیزومترهای دشت، اطلاعات هواشناسی جهت تهیه نقشه جهت باد غالب و میزان بارش، نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ کرمانشاه، نقشه کاربری اراضی، بافت و فرسایش‌پذیری خاک، نقشه جاده‌ها و آبراهه‌ها، نقشه فاصله از مراکز تولید پسماند، نقشه مناطق هم‌لرزه و نرم‌افزار *GIS* و *Global Mapper* برای گرفتن *DEM* محدوده مورد مطالعه و تهیه نقشه شیب و توپوگرافی می‌باشند. نقشه‌ها و لایه‌ها اطلاعاتی تهیه شده، در محیط *GIS* ذخیره شدند. سپس این لایه‌ها بر اساس سه معیار اقتصادی- اجتماعی، زیست‌محیطی و زمین‌شناسی رده‌بندی و سپس با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (*AHP*) وزن‌دهی گردید. پس از همپوشانی پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی، نقشه نهایی مکان‌های مناسب دفن پسماند تهیه شد. در نهایت از تلفیق نقشه نهایی با نقشه مناطق ممنوعه، مناسب‌ترین مکان‌ها برای احداث لندفیل در محدوده مورد مطالعه انتخاب شده است.

۳-۱- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و وزن‌دهی رده‌ها

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی چهارچوبی منطقی است که درک و تحلیل تصمیم‌گیری‌های پیچیده را با تجزیه آن به ساختاری سلسله مراتبی آسان می‌کند (شهابی و همکاران، ۲۰۱۴). اساس این روش تصمیم‌گیری بر مقایسات زوجی است؛ ابتدا نمودار سلسله مراتبی داده‌ها تهیه می‌شود و سپس وزن هریک از معیارها در مقایسه با سایر پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی تعیین می‌شود (شکل ۱). در فرایند تحلیل سلسله مراتبی بیش‌ترین وزن به لایه‌ای تعلق می‌گیرد که بیش‌ترین تأثیر را در مکان‌یابی دارد. در جدول ۱ ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اقتصادی- اجتماعی، زیست‌محیطی و زمین‌شناسی و در جدول‌های ۲، ۳ و ۴ ماتریس مقایسه زوجی زیرمعیارهای هر یک از معیارهای فوق ارائه شده است. وزن نهایی هر رده از حاصل‌ضرب وزن هر معیار در وزن رده‌های آن، و وزن نرمال هر رده با تقسیم وزن نهایی رده بر مجموع وزن کل رده‌ها محاسبه شد (جدول ۵).



شکل ۱. نمایش گرافیکی تحلیل سلسله مراتبی

جدول ۱. طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی معیارها

معیارهای اصلی	زیست‌محیطی	اقتصادی- اجتماعی	زمین‌شناسی	اهمیت نسبی
زیست‌محیطی	۱	۰/۳۳	۰/۵	**۰/۱۶۹**
اقتصادی - اجتماعی	۳	۱	۱	**۰/۴۴۳**
زمین‌شناسی	۲	۱	۱	**۰/۳۸۷**

جدول ۲. طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی زیر معیارهای زیست‌محیطی

معیار زیست‌محیطی	سطح آب زیرزمینی	فاصله از رودخانه	بارش	جهت باد غالب	اهمیت نسبی
سطح آب زیرزمینی	۱	۱	۵	۵	**۰/۴۲۵**
فاصله از رودخانه	۱	۱	۴	۴	**۰/۲۶۰**
بارش	۰/۲	۰/۲۵	۱	۲	**۰/۱۷۹**
جهت باد غالب	۰/۲	۰ ۲۵	۰/۵	۱	**۰/۱۳۶**

جدول ۳ . رده‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی زیر معیارهای زمین‌شناسی

معیار زمین‌شناسی	سنگ‌شناسی	گسل	لرزه خیزی	بافت خاک	فرسایش‌پذیری خاک	اهمیت نسبی
سنگ‌شناسی	۱	۲	۳	۴	۵	**۰/۳۲۵**
گسل	۰/۵	۱	۱	۲	۳	**۰/۲۶۰**
لرزه خیزی	۰/۳۳	۱	۱	۱	۲	**۰/۲۲۵**
بافت خاک	۰/۲۵	۰/۵	۱	۱	۲	**۰/۱۲۵**
فرسایش‌پذیری خاک	۰/۲	۰/۳۳	/۵	۰/۵	۱	**۰/۰۶۵**

جدول ۴. طبقه‌بندی و ماتریس مقایسه زوجی زیر معیارهای اقتصادی –اجتماعی

اهمیت نسبی	توپوگرافی	شیب	کاربری اراضی	مناطق مسکونی	فاصله از جاده	معیار اقتصادی- اجتماعی
۰/۳۲۵	۳	۳	۲	۱	۱	فاصله از جاده
۰/۲۶۰	۲	۲	۱	۱	۱	فاصله از مناطق مسکونی
۰/۲۲۵	۱	۱	۱	۱	۰/۵	کاربری اراضی
۰/۱۲۵	۱	۱	۱	۰/۵	۰/۳۳	شیب
۰/۰۶۵	۱	۱	۱	۰/۵	۰/۳۳	توپوگرافی

جدول ۵. رده‌بندی و وزن لایه‌های اطلاعاتی

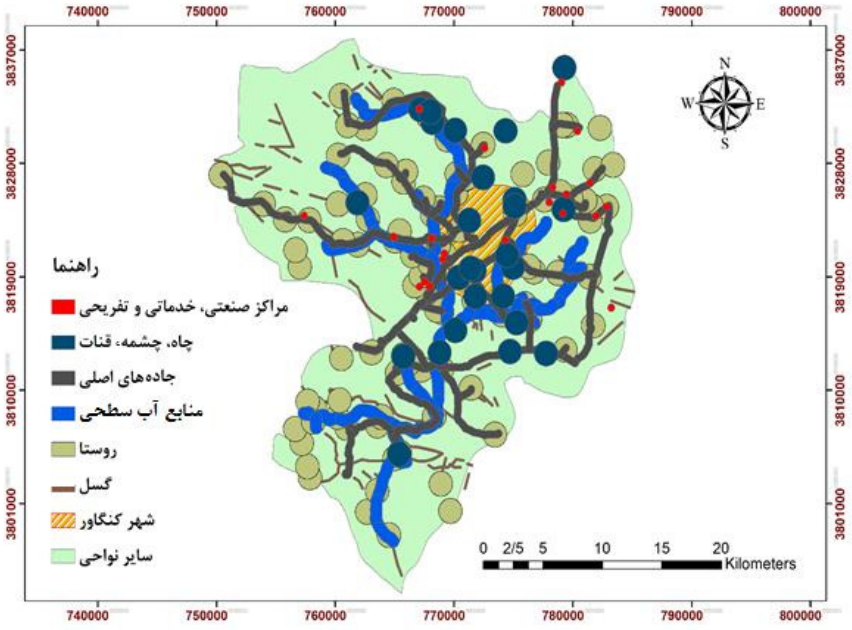
معیار	زیر معیار	تشریح رده‌بندی	توصیف رده‌بندی	وزن گزینه‌ها	وزن زیر معیار	وزن نهایی	وزن نرمال شده
اقتصادی –اجتماعی	فاصله از جاده (متر)	مناسب	۱۰۰۰- ۲۰۰۰	۰/۴۶۷	۰/۳۲۵	۰/۰۰۶۶	۰/۰۰۶۸
		نسبتاً مناسب	۲۰۰۰ - ۳۰۰۰	۰/۲۷۷		۰/۰۳۹۸	۰/۰۳۹۹
		نسبتاً نامناسب	۳۰۰۰ - ۴۰۰۰	۰/۱۶۰		۰/۰۲۳۰	۰/۰۲۳۳
		نامناسب	۴۰۰۰<	۰/۰۹۵		۰/۱۳۶۴	۰/۱۳۶۶
	کاربری اراضی	مناسب	زمین‌های بایر و لم‌یزرع	۰/۴۶۷	۰/۲۲۵	۰/۰۰۴۶	۰/۰۰۴۸
		نسبتاً مناسب	مراتع و دیمزار	۰/۲۷۷		۰/۰۲۷۵	۰/۰۲۷۸
		نسبتاً نامناسب	زمین‌های زراعی آبی و باغ	۰/۱۶۰		۰/۰۱۵۹	۰/۰۱۶۶
		نامناسب	جنگل و مناطق مسکونی	۰/۰۹۵		۰/۰۰۹۴	۰/۰۰۹۸
	فاصله از مرکز تولید پسماند(متر)	مناسب	۶۰۰۰- ۳۰۰۰	۰/۴۶۷	۰/۲۶۰	۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۵۷
		نسبتاً مناسب	۱۰۰۰۰ - ۶۰۰۰	۰/۲۷۷		۰/۰۳۱۸	۰/۰۳۲۲
		نسبتاً نامناسب	۱۵۰۰۰ - ۱۰۰۰۰	۰/۱۶۰		۰/۰۱۸۴	۰/۰۱۸۸
		نامناسب	۱۵۰۰۰<	۰/۰۹۵		۰/۰۱۰۹	۰/۰۱۱۵
	شیب	مناسب	۰-۵	۰/۴۶۷	۰/۱۲۵	۰/۰۲۵۸	۰/۰۲۶۶
		نسبتاً مناسب	۵-۱۵	۰/۲۷۷		۰/۰۱۵۳	۰/۰۱۵۶
		نسبتاً نامناسب	۱۵-۳۰	۰/۱۶۰		۰/۰۰۹۸	۰/۰۰۹۹
		نامناسب	۳۰<	۰/۰۹۵		۰/۰۰۵۲	۰/۰۰۵۶
	توپوگرافی (متر)	مناسب	۱۶۰۰ - ۱۴۰۰	۰/۴۶۷	۰/۰۶۵	۰/۰۱۳۴	۰/۰۰۳۶
		نسبتاً مناسب	۲۰۰۰ - ۱۶۰۰	۰/۲۷۷		۰/۰۰۷۹	۰/۰۰۸۰
		نسبتاً نامناسب	۲۴۰۰ - ۲۰۰۰	۰/۱۶۰		۰/۰۰۴۶	۰/۰۰۴۸
زیست‌محیطی	بارش (میلی‌متر)	مناسب	۳۰۰- ۲۰۰	۰/۵۴۰	۰/۱۷۹	۰/۰۱۶۳	۰/۰۱۶۶
		نسبتاً مناسب	۴۰۰ - ۳۰۰	۰/۲۹۷		۰/۰۰۸۹	۰/۰۰۸۹
		نسبتاً نامناسب	۴۰۰<	۰/۱۶۳		۰/۰۰۴۹	۰/۰۰۴۹
	فاصله از آبراهه (متر)	مناسب	۳۵۰۰<	۰/۴۶۷	۰/۲۶۰	۰/۰۲۰۵	۰/۰۲۰۷
		نسبتاً مناسب	۳۵۰۰ - ۲۵۰۰	۰/۲۷۷		۰/۰۱۲۱	۰/۰۱۲۲
		نسبتاً نامناسب	۲۵۰۰ - ۱۵۰۰	۰/۱۶۰		۰/۰۰۷۰	۰/۰۰۷۷
		نامناسب	۱۵۰۰ - ۵۰۰	۰/۰۹۵		۰/۰۰۴۱	۰/۰۰۴۴
	سطح آب زیرزمینی (متر)	مناسب	۳۰<	۰/۴۶۷	۰/۴۲۵	۰/۰۳۳۵	۰/۰۳۳۶
		نسبتاً مناسب	۳۰ - ۲۰	۰/۲۷۷		۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۱۵
		نسبتاً نامناسب	۲۰ - ۱۰	۰/۱۶۰		۰/۰۱۱۴	۰/۰۱۱۸
		نامناسب	۱۰>	۰/۰۹۵		۰/۰۰۶۸	۰/۰۰۶۹
	جهت باد	مناسب	*NE*	۰/۸۰۰	۰/۱۳۶	۰/۰۱۸۳	۰/۰۱۸۹
		نامناسب	*SW*	۰/۲۰۰		۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۴۹

۳-۲- شناسایی، حذف مناطق ممنوعه و پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه

مناطق ممنوعه شامل مناطق آسیب‌پذیر (از نظر زیست‌محیطی) و پرهزینه (از نظر اقتصادی) می‌باشد (سنر و همکاران، ۲۰۱۱). در جدول ۶ حریم در نظر گرفته شده برای مناطق ممنوعه ارائه شده است. پس از همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی، حریم مناطق ممنوعه‌ها بر روی نقشه پایه با انجام عمل *Buffering* اعمال شد (شکل ۲) و در نهایت، پهنه‌بندی منطقه موردمطالعه به منظور بررسی مناطق دارای پتانسیل احداث لندفیل صورت پذیرفت.

جدول ۶. حریم در نظر گرفته‌شده برای مناطق ممنوعه

معیارها	حریم	منبع	سال
چاه، چشمه ،قنات	۱۰۰۰	بهرانی و همکاران	۲۰۱۶
آبراهه‌های اصلی	۱۰۰۰	کوروکو	۲۰۱۱
مناطق روستایی	۱۰۰۰	آرکو	۲۰۱۳
جاد	۳۰۰	شهابی و همکاران	۲۰۱۴
حاشیه گسل‌ها	۱۰۰	شهابی و همکاران	۲۰۱۴
مناطق مسکونی	۳۰۰۰	اروسی و بولوت	۲۰۱۳
مناطق صنعتی، خدماتی	۳۰۰	گویکین و گوکز	۲۰۰۹



شکل ۲. حریم مناطق ممنوعه در منطقه مورد مطالعه

۴- بحث

در این پژوهش، برای مکان‌یابی محل مناسب دفن پسماندهای جامد شهری شهرستان کنگاور، سه معیار اصلی اقتصادی- اجتماعی، زیست‌محیطی و زمین‌شناسی مورد بررسی قرار گرفته است. این معیارها شامل زیرمعیارهای زمین‌شناسی، بافت و فرسایش‌پذیری خاک، کاربری اراضی، سطح آب زیرزمینی، فاصله از آبراهه‌های اصلی، میزان بارش، فاصله از مراکز تولید پسماند، گسل، لرزه‌خیزی، اختلاف ارتفاع نسبت به شهر، شیب، راه‌های دسترسی و جهت باد می‌باشند که در ادامه، نتایج حاصل از وزن‌دهی این زیرمعیارها ارائه شده است.

۴-۱- معیارهای اقتصادی- اجتماعی

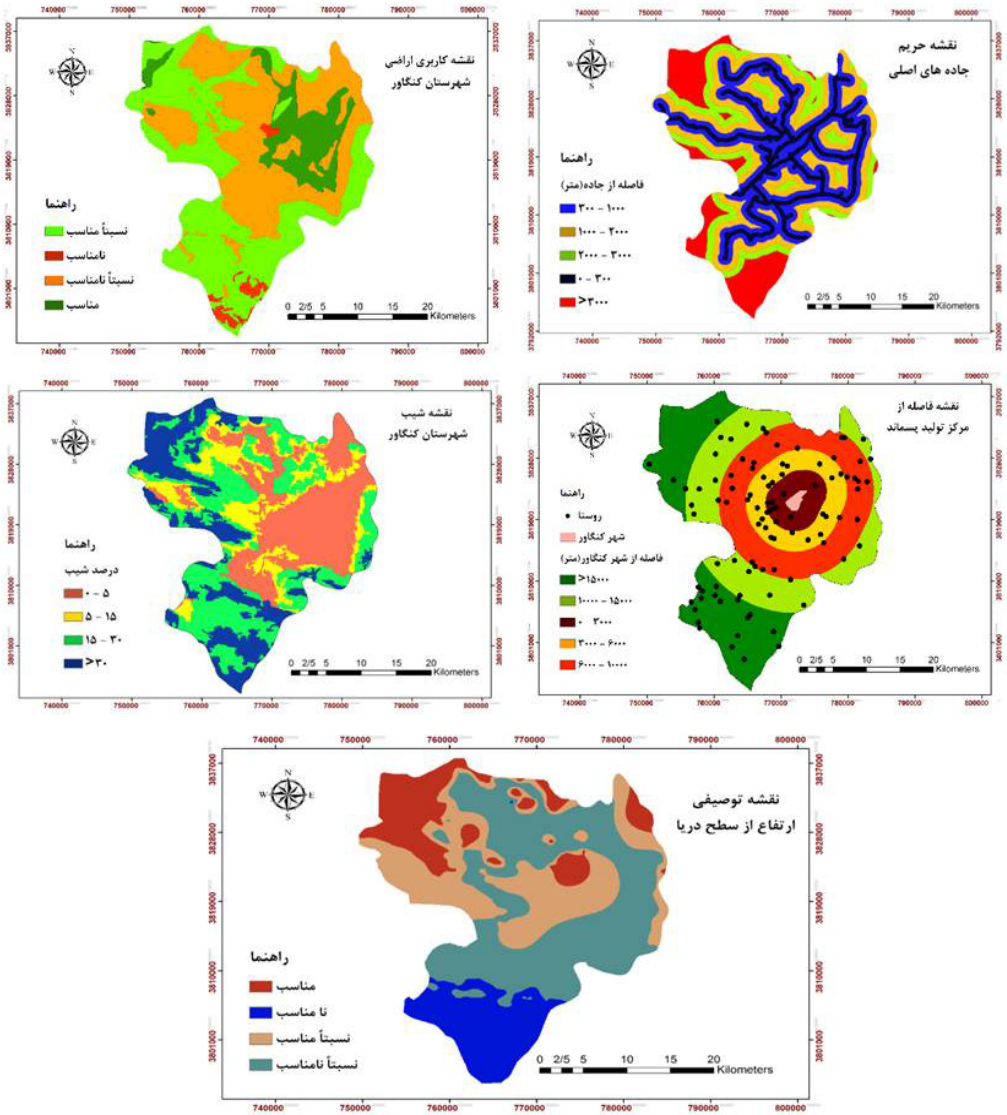
۴-۱-۱- راه‌های دسترسی

به‌منظور دسترسی آسان به محل دفن و رفت‌وآمد ماشین‌آلات و از سوی دیگر حفظ محیط‌زیست و سلامتی

و بهداشت، باید فاصله مناسب از راه‌های ارتباطی رعایت شود، لذا فواصل خیلی دور و خیلی نزدیک نامناسب هستند (گبانی و همکاران، ۲۰۱۳). بر این اساس بهترین مناطق در شهرستان کنگاور محدوده شرق و جنوب منطقه می‌باشد. با توجه به حذف حریم خطوط ارتباطی، هرچه فاصله کمتر باشد هزینه اجرایی کمتر خواهد بود. رده‌بندی پارامتر فاصله از جاده اصلی پس از اعمال حریمی به فاصله ۱۰۰۰متر انجام شده است (شکل ۳).

۴-۱-۲- کاربری اراضی

استفاده از زمین مناسب برای دفن پسماند یکی از مهم‌ترین عوامل محسوب می‌شود. مناطقی که دارای زمین‌های کشاورزی، مسکونی و مراتع پرتراکم از نظر پوشش گیاهی هستند، به دلیل آسیب‌ها و اثرات زیست‌محیطی، از مکان‌های نامناسب برای دفن می‌باشند. درحالی‌که بهترین مناطق دارای پوشش گیاهی بسیار فقیر و لم یزرع می‌باشد (زامورانو و همکاران، ۲۰۰۹). کاربری اراضی در شهرستان کنگاور متنوع است. منطقه مورد مطالعه بر اساس کاربری اراضی به چهار رده مناسب تا نامناسب تقسیم‌بندی گردید (شکل ۳). بر این اساس بخش‌های شرقی و جنوب شهرستان بهترین محل برای دفن پسماند می‌باشند.



شکل ۳. نتایج حاصل از وزن‌دهی پارامترهای مختلف معیارهای اقتصادی- اجتماعی

۴-۱-۳- فاصله از مراکز تولید پسماند

محل دفن پسماند از یک‌سو به دلیل ایجاد شرایط نامساعد زیست‌محیطی و اجتماعی نباید در نزدیکی مناطق شهری و روستایی واقع شود و از سوی دیگر به دلیل ملاحظات اقتصادی، باید در نزدیکی مراکز تولید پسماند قرار گیرد. با در نظر گرفتن این موارد و پس از اعمال حریمی به فاصله ۳ کیلومتر، پارامتر فاصله از مناطق مسکونی رده‌بندی شد (شکل ۳). بر این اساس در شهرستان کنگاور مناطق شرقی و شمال‌غرب بهترین مناطق برای دفن پسماند می‌باشند.

۴-۱-۴- شیب منطقه

مناسب‌ترین گستره شیب برای احداث لندفیل‌ها ۰ تا ۵ درصد می‌باشد، چرا که احداث لندفیل‌ها در زمین‌هایی با شیب تند باعث افزایش هزینه‌های اقتصادی ساخت و نگهداری لندفیل و افزایش احتمال وقوع لغزش و فرسایش می‌شود (توسو، ۲۰۰۷). بر این اساس مناطقی از شرق و جنوب محدوده مورد مطالعه که دارای شیب کم (کمتر از ۱۰ درصد) می‌باشند مناسب و مناطقی با شیب بیش‌تر از ۳۰ درصد نامناسب در نظر گرفته شده است (شکل ۳).

۴-۱-۵- توپوگرافی

توپوگرافی یکی از عوامل مهم در انتخاب محل لندفیل است و هزینه‌های احداث لندفیل را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (اروسی و بولوت، ۲۰۰۹). معمولاً مناطق مرتفع و مسطح (با شیب کم) در صورت داشتن سایر شرایط نظیر نفوذناپذیر بودن خاک، مناسب‌ترین مکان‌ها برای دفن پسماند هستند (توسو، ۲۰۰۷). در شکل ۳ مناسب‌ترین مکان‌های احداث لندفیل، بر اساس پارامتر توپوگرافی نشان داده شده است.

۴-۲- معیارهای زیست‌محیطی

۴-۲-۱- میزان بارش

بر اساس میزان بارندگی، مناسب‌ترین مناطق برای دفن پسماندها مناطقی هستند که از بارندگی پایین‌تری برخوردارند (شریفی، ۲۰۰۷). بر این اساس مناطق شرقی شهرستان مناسب‌ترین محل برای دفن پسماند می‌باشند (شکل ۴).

۴-۲-۲- فاصله از آبراهه‌ها

احداث لندفیل در مجاورت مسیرهای جریان رودها و آبراهه‌ها، باعث انتقال آلودگی و آلوده شدن منابع آب سطحی می‌شود، بنابراین محل دفن بایستی از آبراه‌ها و رودها فاصله داشته باشد (اولیسینا و شیلون، ۲۰۱۴). بر این اساس و با اعمال حریم ۵۰۰ متری برای اطراف آبراهه‌ها، بهترین مناطق برای احداث لندفیل در شهرستان کنگاور شرق محدوده مورد مطالعه می‌باشد (شکل ۴).

۴-۲-۳- سطح ایستابی

یکی از پارامترهای مهم در انتخاب محل لندفیل، بررسی عمق سطح ایستابی است. پاک‌سازی آب‌های زیرزمینی در مقایسه با پاک‌سازی آب‌های سطحی در صورت آلوده شدن، پرهزینه، مشکل و تا حدی ناممکن است، بنابراین در تعیین محل مناسب برای احداث لندفیل باید کمترین احتمال نشت شیرابه‌های پسماند وجود داشته باشد. هرچه ضخامت منطقه غیراشباع بیش‌تر باشد، احتمال رسیدن آلودگی به آب زیرزمینی کمتر می‌شود (طاهری و زارع، ۲۰۱۱). بنابراین مناسب‌ترین محل جهت احداث لندفیل، مناطقی است که سطح ایستابی عمیق باشد. بر این اساس، مناسب‌ترین منطقه برای دفن پسماند، مناطق شرق و جنوب شهرستان می‌باشد (شکل ۴).

۴-۲-۴- جهت باد غالب

به‌طور کلی مناطقی که در جهت جریان باد غالب نسبت به مناطق مسکونی قرار دارند برای دفن پسماند نامناسب هستند. با توجه به گلباد منطقه، باد غالب از سمت جنوب غرب می‌وزد، بنابراین منطقه مورد مطالعه از لحاظ قرار گرفتن در جهت بادهای غالب به دو رده مناسب و نامناسب قابل رده‌بندی است. بر این اساس مناطقی به‌جز منطقه جنوب غرب برای دفن پسماند مناسب هستند. (شکل ۴).

۴-۳- معیارهای زمین‌شناسی

۴-۳-۱- سنگ شناسی

سنگ‌شناسی منطقه یکی از مهم‌ترین عوامل انتخاب مکان دفن بهداشتی پسماند جامد محسوب می‌شود. در صورتی که جنس سنگ از پهنه‌های رسی و گلی باشد،

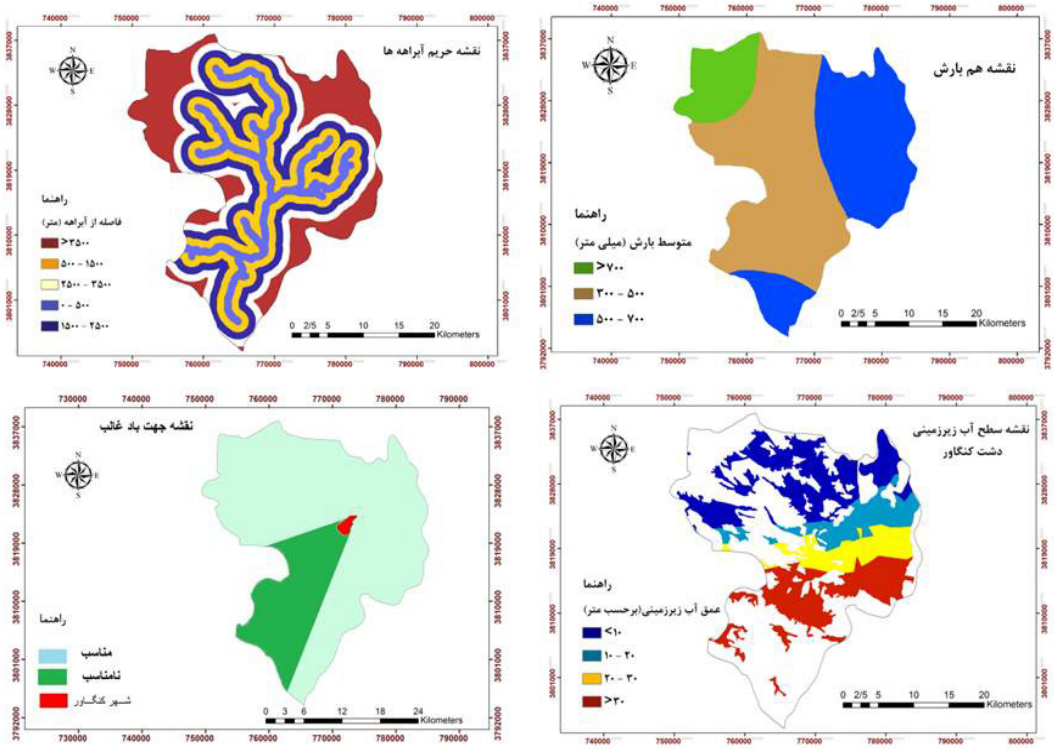
منطقه برای دفن پسماند بسیار مناسب در نظر گرفته می‌شود، زیرا در این شرایط نفوذ شیرابه پسماندها به منابع آب زیرزمینی به حداقل می‌رسد (الکساکیس و ساریس، ۲۰۱۴؛ ییلدریم، ۲۰۱۲). بر این اساس مناطقی از جنوب و شرق شهرستان کنگاور، به‌عنوان بهترین مناطق برای دفن پسماند می‌باشند (شکل ۵).

۴-۳-۲- فاصله از گسل‌های اصلی

گسل‌ها یکی از عوامل مهم در تخریب زیر ساختارهای محل دفن پسماند می‌باشند که باعث نفوذ شیرابه‌ها و آلودگی‌ها به منابع آب زیرزمینی می‌شوند. به طور کلی هرچه فاصله از گسل‌ها بیش‌تر باشد، خطرپذیری کاهش می‌یابد. بر این اساس و پس از اعمال حریمی به فاصله ۵۰۰ متر از گسل‌ها، مناطق شمال‌شرقی شهرستان مناسب‌ترین محل برای دفن پسماند می‌باشد (شکل ۵).

۴-۳-۳- لرزه‌خیزی

در مناطقی که لرزه‌خیزی بالایی دارند، آسیب‌پذیری سازه‌های محل دفن پسماند بیش‌تر است، از این‌رو در مکان‌یابی اصولی دفن پسماند، باید لرزه‌خیزی منطقه مورد توجه قرار گیرد. بر این اساس شرق محدوده مورد مطالعه مناسب‌ترین مناطق برای دفن پسماند می‌باشند (شکل ۵).



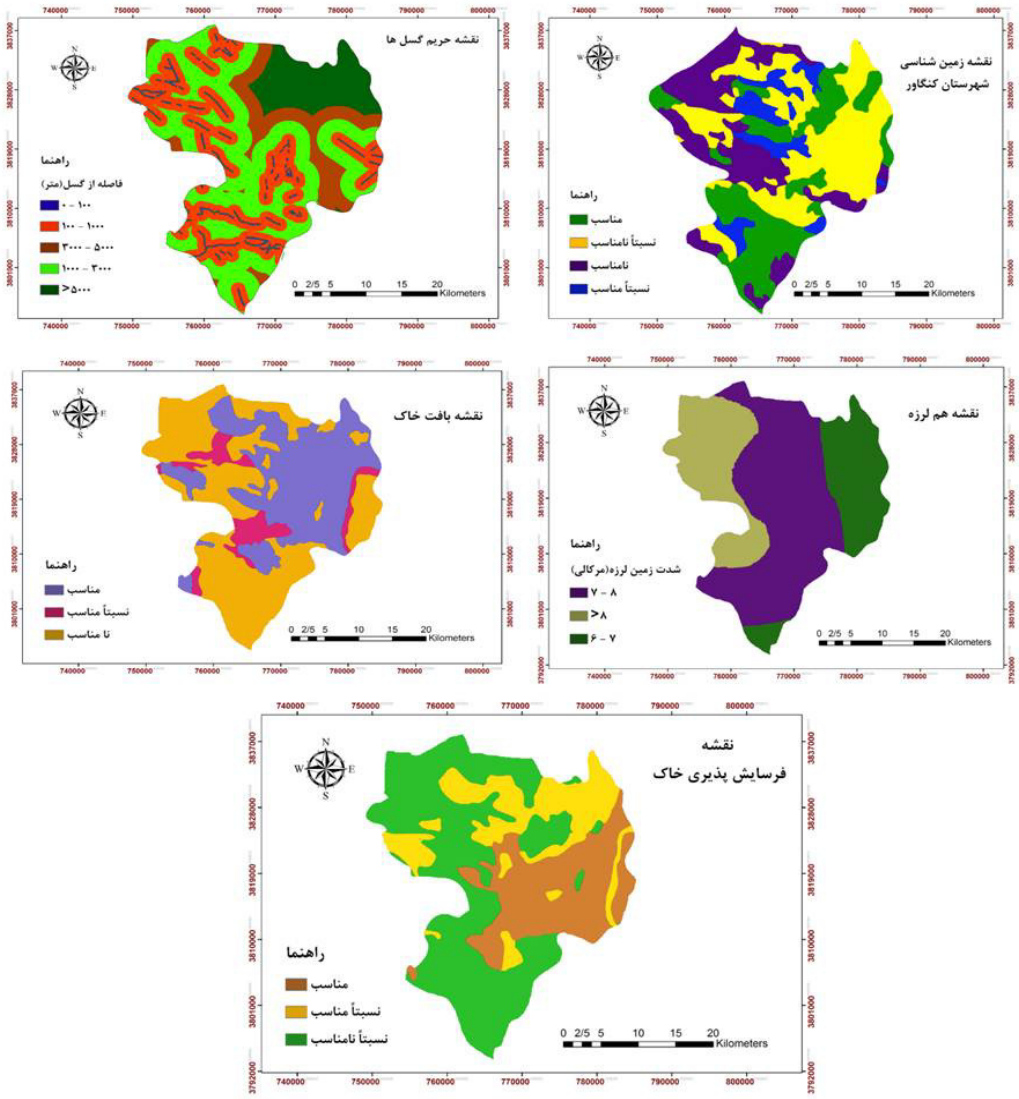
شکل ۴. نتایج حاصل از وزن‌دهی پارامترهای مختلف معیارهای زیست‌محیطی

۴-۳-۴- بافت خاک

بافت خاک پارامتر مهمی در انتخاب محل مناسب برای دفن پسماند می‌باشد. خاک‌های ریزدانه دارای نفوذپذیری کم و خاک‌های درشت‌دانه دارای نفوذپذیری بالاتر هستند. خاک‌های ریزدانه از یک‌سو با جذب شیرابه‌ها مانع از رسیدن آن‌ها به آب‌های زیرزمینی می‌شود و از سوی دیگر، مانند یک فیلتر، شیرابه را تصفیه می‌کنند. بنابراین بافت و نفوذپذیری خاک، میزان نفوذ شیرابه حاصل از پسماند را کنترل می‌کند و یکی از پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی محل دفن پسماند است. مناطقی که دارای خاک‌های ضخیم و نفوذپذیری پایین هستند برای احداث لندفیل مناسب در نظر گرفته می‌شوند (یزدانی و همکاران، ۲۰۱۵). بر این اساس مناطق شرقی و جنوب شهرستان کنگاور برای دفن پسماند مناسب می‌باشند (شکل ۵).

۴-۳-۵- فرسایش‌پذیری خاک

فرسایش‌پذیری خاک یکی از پارامترهای مهم در امر مکان‌یابی دفن پسماند می‌باشد. به طور کلی مناطق دارای فرسایش‌پذیری بالای خاک برای احداث لندفیل مناسب نمی‌باشند. در این مناطق، از بین رفتن پوشش سطحی خاک بر اثر عوامل طبیعی (وزش باد، بارندگی)، باعث آسیب رسیدن به محل دفن پسماند می‌شود (شریفی و همکاران، ۲۰۰۹). در شکل ۵ پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه بر اساس فرسایش‌پذیری خاک نشان داده شده است.

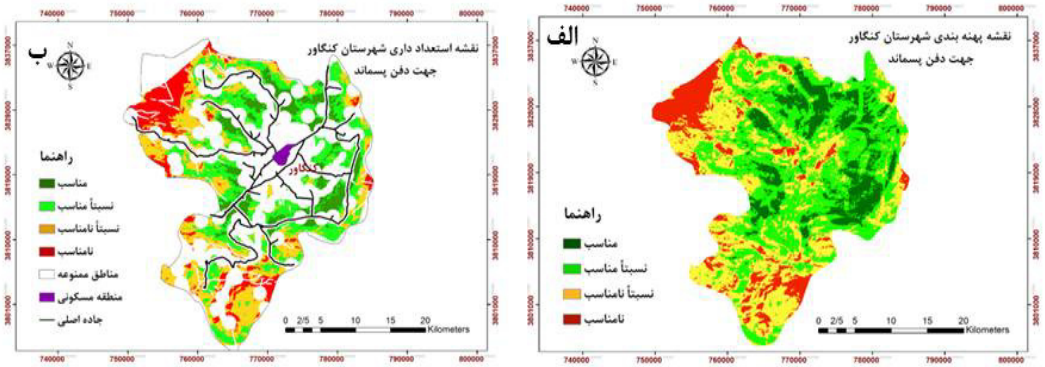


شکل ۵ . نتایج حاصل از وزن دهی پارامترهای مختلف معیارهای زمین شناسی

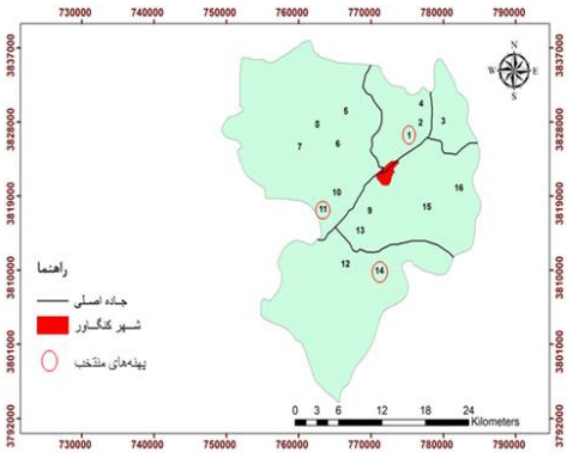
۵- نتیجه‌گیری

جهت تعیین مکان مناسب جهت دفن پسماند در شهرستان کنگاور، از تلفیق ۱۴ لایه اطلاعاتی رستری استفاده شده است. با توجه به لایه‌های اطلاعاتی، محدوده مورد مطالعه در ابتدا به ۴ گروه از مناسب، نسبتاً مناسب، نسبتاً نامناسب و نامناسب گروه‌بندی شد (شکل ۶ الف). بر اساس تلفیق لایه‌های اطلاعاتی، مناطق مناسب برای احداث لندفیل در شرق، شمال‌شرق، شمال و جنوب‌غرب شهرستان و بخش‌های شمال‌غرب و جنوب شهرستان که از نظر زمین‌شناسی شامل توالی‌های آهک، ماسه‌سنگ، دولومیت و از نظر بافت خاک ماسه لومی بوده و سطح ایستابی در این مناطق کمتر از ۱۰ متر است، مناطق نامناسب برای احداث لندفیل می‌باشند. در نهایت از تلفیق نقشه نهایی پهنه‌بندی (شکل ۶ الف) با نقشه

مناطق ممنوعه، نقشه نهایی مکان‌یابی تهیه گردید (شکل ۶ ب). با در نظر گرفتن برخی از پارامترها از قبیل نزدیکی به جاده و نوع کاربری زمین، ۳ پهنه شماره (۱)، شماره (۱۱) و شماره (۱۴) به‌عنوان محل مناسب برای دفن زباله انتخاب شد و ۱۲ پهنه دیگر حذف گردید (شکل ۷). با توجه به بازدید صحرایی، پهنه واقع در جنوب‌غرب شهرستان کنگاور (منطقه فیروزآباد) به عنوان بهترین مکان برای دفن پسماند شهرستان کنگاور انتخاب گردید. با توجه به گسترش جمعیت در مناطق مختلف تعیین محل مناسب دفن پسماندها امری مهم و ضروری می‌باشد. با توجه به پیچیدگی‌ها و اثر پارامترهای مختلف در تعیین محل لندفیل‌ها، استفاده از نرم‌افزارها و روش‌های مختلف همچون *AHP* کار را آسان‌تر می‌کند. با استفاده از تلفیقی از روش‌های بازدید صحرایی به همراه نرم‌افزارها نتایج بهتری بدست می‌آید.



شکل ۶. الف) نقشه پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه، ب) نقشه نهایی مکان‌یابی منطقه مورد مطالعه



شکل ۸. نقشه محل‌های پیشنهادی مناسب برای دفن زباله در منطقه مورد مطالعه

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه صنعتی شاهرود به سبب فراهم آوردن امکانات انجام این پژوهش قدردانی می‌شود.

منابع

دل‌انگیزان، س.، محمودی، م (۱۳۹۱) بررسی مقایسه اقتصادی دو روش بازیافت و دفن بهداشتی در شهرستان کنگاور، چهارمین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت شهری، دانشگاه فردوسی مشهد.

شایسته عظیمیان ح (۱۳۹۰) مکان‌یابی محل دفن زباله شهری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (*AHP*) در محیط *GIS* (مطالعه موردی شهر نیشابور). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۴ ص.

کیانفرد ف.، لشکری‌پور، غ.، حافظی‌مقدس، ن (۱۳۹۲) مکان‌یابی محل دفن پسماند جامد شهری با استفاده از *GIS* و تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی شهر رامهرمز). هفتمین همایش ملی تخصصی زمین‌شناسی دانشگاه پیام‌نور، خرم‌آباد.

محمودی م.، محمدی س.، درگاهی ع.، کامجو ی (۱۳۹۲)

بررسی میزان کمی و کیفی پسماند شـهر کنگـاور. اولـین همایش کشوری دانشجویی عومل مؤثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی ایران.

Alavi, N., Goudarzi, Gh., Babaei, A. A., Jaffarzadeh, N, Hosseinzadh, M (2013) Municipal solid waste landfill site selection with geographic information system and analytical hierarcy process (case study in Mahsahrd country, Iran). Waste Management, 31: 98-105.

Alexakis, D. D., Sarris, A (2014) Integrated GIS and remote sensing analysis for landfill sitting in western Crete, Greece, Environment Earth Science, 72: 467-782.

Arkoe, O (2014) Municipal solid waste landfill site selection using geographical information systems (case study from Corlu, Turkey), Arabian Journal of Geosciences, 7: 4975-4985.

Aydi, A., Zari, M., Ben Dhia H (2013) Minimization of Environmental risk of landfill site using fuzzy logic analytical hierarchy process and weighted linear combination methodology in geographic information on system environment, Environmental Earth Science, 68: 1375-1389.

Bahrani, S., Ebadi, T., Ehsani, H., Yousfi, H., Maknoon, R (2016) Modeling landfill site selection by multi – criteria decision making and fuzzy functions in GIS case study: Shabestar, Iran, Environmental Earth Sciences, 75, DOI: 10.1007/s12665-015-5146-4.

Erosy, H., Bulut, F (2009) Spatial and multi-criteria decision analysis- based methodology for landfill site selection in growing urban regions, Waste Management, 27: 489-500.

Eskandari, M., Homaee, M., Mahmoodi, S., Pazira, E., Van Genuchten, M. Th (2015) Optimizing landfill site selection by using land classification maps, Environmental Science and Pollution Research, 22: 7754- 7765.

Gbani, S., Tengbe, P., Momoh, J., Medo, J., Kabba, V (2013) Modeling landfill location using Geographic Information System (GIS) and multi – criteria decision analysis (MCDA): case study Bo, Southern sierra eon, Applied Geography, 36: 3-12.

Guiqin, w., Li, q., Guoxue, L (2009) Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: A case study in Beijing, China, Journal of Environmental Management, 90: 2414- 2421.

Korucu, M (2011) Discussion of combining AHP with GIS for landfill site selection: A case study in the lake Beysehir catchment area (Knoya, Turkey), Waste Management, 31: 1250-1251.

Moeinaddini, M., Khorasani, N., Danehkar, A., Darvishsefat, A. A., Zinalyan, M (2010) Siting MSW landfill susing weighted linear combination and analytical hierarchy process (AHP) metholology in GIS environment (case study: Karaj). Waste Management, 30: 920-920.

Olusina, J. Shyllon, D (2014) Suitability Analysis in Determining optimal landfill location using multi criteria evaluation (MCE), GIS and Remote sensing, International Journal of Computational Engineering Research, 4: 2250-3005.

Saaty, T. L (1986) The Analytic Hierarchy Process, Planning, Priority Setting, Resource Allocation, McGraw-Hill p 437.

Sener, S., Sener, E., Nas, B., Karaguzal, R (2011) Combining AHP with GIS for landfill site selection (case study: in the lake Beysehir catchment area (Konya, Turkey), Waste Management, 30: 2037-2046.

Shahabi, H., Keianfard S., Ahmad B., Taheri M. (2014) Evaluating Boolean, AHP and WLC methods for the selection of waste landfill site using GIS and satellite images, Environmental Earth Science, 71: 4221-4233.

Sharifi, M., Hadidi, M., Vessali, E., Mostafakhani, P., Taheri, K., Shahoie, S., Khodamoradpour, M (2009) Integrating multi – criteria decision analysis for a GIS based hazardous waste landfill sitting in Kurdistan province western Iran, Waste Management, 29: 2740-2758.

Taheri, A., Zare, M (2011) Groundwater artificial recharge assessment in Kangavar Basin, a semi-arid region in the western part of Iran, African Journal of Agricultural Research, 6: 4370-4384.

Thoso, M (2014) The construction of a Geographic Information System (GIS) Model for Landfill Site Selection Department of Geography, Faculty of Humanities, University of the free State, p 83.

Uyan, M. S. W. Landfill site selection by combining AHP with GIS for Konya, Turkey, Environmental Earth Science, 71: 947-960.

Yazdani, M., Monavari, S. M., Omrani, G. A., Shariat, M., Hosseeini, S. M (2015) Landfill site suitability assessment by means of Geographic Information System analysis, Solid Earth, 6: 945-956.

Yildirim, V (2012) Application of raster-based GIS techniques in the siting of landfills in Trabzon province Turkey (case study), Waste Management, 30: 449-460.

Zamorano, M., Molero, E., Hurtado, A., Grindly, A., Ramose, A (2009) Evaluation of a municipal landfill site in southern Spain with GIS – aided methodology, Journal of Hazardous Materials, 160: 473-481.

Site Selection of Municipal Solid Wastes by GIS and Analytical Hierarchy Process (AHP) in Kangavar City, Kermanshah Province

S. Sororinia[1], G. Forghani Tehrani[2*], R. Bagheri[3] and Z. Ganji Noroozi[4]

1, 2, 3- Faculty of Earth sciences, Shahrood University of Technology, Shahrood
4- Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood

** forghani@shahroodut.ac.ir*

Recieved: 2019/7/22 Accepted: 2020/1/5

Abstract

The huge production of municipal solid wastes is one of the most important problems in modern societies. Improper management of the produced wastes may result in environmental pollution and is a threat to human health. Site selection for municipal waste disposal is considered as an important stage in waste management. Geological, environmental, social and economic considerations are the most important parameters which influence the selection of proper waste disposal sites. In the present study, site selection for the disposal of municipal solid wastes produced in Kangavar city, Eastern Kermanshah, has been investigated. For this purpose, geological (i.e. lithology, seismology, faults, soil texture and soil erosion potential), environmental (i.e. precipitation, distance from rivers, water table depth, and prevailing wind direction), and social-economical (i.e. distance from the roads, land use, rural and urban population centers, slope and elevation) factors were considered as the most significant factors and then, fourteen data layers were created in GIS software and the weight of each layer was determined using Analytical Hierarchy Process (AHP). After the combination of GIS maps and AHP data and omitting the forbidden areas, the area was classified into four classes (i.e. suitable, relatively suitable, relatively unsuitable, and unsuitable areas) for waste disposal. On the basis of geological, environmental, and social-economical criteria and after field surveys, the best site for waste disposal was selected at 16 Km south of the Kangavar city.

Keywords*: Analytical Hierarchy Process (AHP) model, site selection, municipal solid waste, Kangavar*