مجله آمایش جغرافیایی فضا،
فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان
سال پنجم/ شماره مسلسل هفدهم/ پاییز ۱۳۹۴

مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهر خرم‌آباد با تأکید بر روش دفن زمین‌شناسی پسماندهای بیمارستانی

***مجتبی یمانی[۱]، ابوالقاسم گورابی[۲]، فاطمه مرادی‌پور[۳]، پریسا پیرانی[۳] و عارفه شعبانی عراقی[۳]**

[۱]استاد دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، [۲]دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران،
[۳]دانشجوی کارشناسی‌ارشد ژئومورفولوژی دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱/۱۷

چکیده

پسماندهای شهری حاوی آلاینده‌های مختلفی است که هر روز بر میزان و تنوع آن‌ها افزوده می‌شود. مکان‌یابی اصولی محل دفن پسماندها می‌تواند از انتشار آن‌ها و در نتیجه خسارات زیست‌محیطی بکاهد. هدف از این تحقیق یافتن مناسب‌ترین مناطق جهت دفن پسماند است. با توجه به این که اماکن دفن زباله‌های شهر خرم‌آباد علاوه بر تکمیل ظرفیت فاقد تفکیک زباله‌های بیمارستانی از شهری هستند، از موقعیت محیطی مناسبی نیز بهره‌مند نیستند که می‌تواند سلامت و کیفیت زندگی ساکنان این شهر را با بحران مواجه سازد. برای انجام این تحقیق از تکنیک‌های چند معیاره استفاده شده است؛ بر این اساس، با توجه به شاخص‌های مورد نیاز برای انجام تحقیق، لایه‌های طبیعی و زیرساختی منطقه تهیه و بعد از وزن دهی به روش سلسله مراتبی، توسط مدل تلفیق لایه‌ای ساو مورد همپوشانی و تلفیق قرار گرفتند. نتایج نشان داد که از نظر شاخص‌های مورد مطالعه در محدوده‌ی بررسی، دو پهنه مناسب برای دفن پسماند وجود دارد. براساس مطالعات، دو مکان مناسب برای دفن زباله در محدوده سازند ضخیم، متراکم و با نفوذپذیری کم امیران قرار گرفته‌اند؛ این سازند در منطقه‌ی مورد نظر دارای سنگ‌شناسی شیل و مارن می‌باشد که سنگ‌هایی متشکل از کانی‌های رُسی و سیلیکاته هستند و به دلیل این که کانی‌های رُسی از نظر نفوذپذیری و تراوایی دارای شبکه بلورشناسی بسیار متراکم و فشرده بوده، نفوذناپذیر می‌باشند؛ اما در جمع‌بندی نهایی، پهنه شماره یک از نظر بیشتر شاخص‌های مورد بررسی به پهنه شماره دو ارجحیت داشته، پیشنهاد می‌شود پهنه شماره یک به‌عنوان محلی برای دفن زمین‌شناسی زباله‌های بیمارستانی شهر (خرم‌آباد) استفاده و پهنه شماره دو جهت دفن پسماندهای خانگی استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: مکان‌یابی، دفن پسماند، زمین‌شناسی، پسماندهای بیمارستانی، خرم‌آباد.

مقدمه و طرح مسأله

یکی از مسائلی که امروزه جوامع شهرنشین با آن روبرو هستند افزایش زباله و مکان‌یابی مناطق بهینه جهت دفن پسماندهای شهری است؛ در این بین، حفاظت از محیط‌زیست به‌عنوان چالشی برای بسیاری از کشورها، خط مشی‌ای برای حفاظت، آموزش و تحقیقات علمی است که هدف آن محیط‌زیست و توسعه پایدار است (عبدالوهاب، ۲۰۱۲: ۶۶۶)؛ بنابراین، تجزیه و تحلیل علل مشکلات زیست‌محیطی از طریق ارتباط بین انسان و طبیعت، معرفی اقدامات عملی هماهنگ طبیعی، یعنی حفظ توسعه پایدار و حفاظت از محیط‌زیست امری ضروری می‌باشد (لیجنگ و همکاران، ۲۰۱۱: ۶۲۹). علاوه بر این در مراکز دفن زباله‌های شهری تنها پسماندهای خانگی نیستند که نگران کننده هستند، بلکه مسئله زمانی جنبه حاد به خود می‌گیرد که زباله‌های خطرناکی نظیر زباله‌های بیمارستانی به همراه زباله‌های شهری و پسماندهای خانگی در یک محیط و با یک شرایط دفن شوند. متأسفانه به‌دلیل عدم مدیریت مناسب پسماندهای عفونی و اختلاط پسماندهای عفونی، نوک‌تیز و بُرنده و شیمیایی با پسماندهای شهری، خطرات و تبعات ناشی

*نویسنده مسئول: myamani@yahoo.com

از دفن غیربهداشتی زباله‌ها چند برابر می‌گردد (ذلیکانی و همکارن، ۱۳۸۶: ۱۵۸).

در شهر خرم‌آباد مکان دفع زباله‌های بیمارستانی از زباله‌های شهری مجزا نیست. در موارد بسیاری نیز زباله‌های بیمارستانی به روش سوزاندن معمولی امحاء می‌شود. از طرفی از آنجا که بخش زیادی از زباله‌های بیمارستانی در شمار زباله‌های خطرناک، عفونی و پرتوزا قرار دارند؛ در این پژوهش سعی شده است با مطالعهٔ همه‌جانبه، مکانی مناسب برای دفن پسماندهای شهر خرم‌آباد انتخاب شود. هدف اصلی انجام این تحقیق نیز یافتن ایمن‌ترین محل برای این منظور است. بدیهی است دفن جداگانه پسماندهای بیمارستانی بسیار مهم است و ضرورت دارد مسئولان ذیربط برای سلامتی شهروندان به این موضوع با اهمیت توجه ویژه نمایند. مخاطبان این تحقیق در وهله نخست شهرداری شهر خرم‌آباد و سپس واحدهای بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست منطقه است که مسئولیت نظارت بر اجرای درست عملیات دفن پسماند را بر عهده دارند. به‌طورکلی تحقیقات مختلفی در ایران و جهان درباره‌ی دفع پسماند صورت پذیرفته است که از میان آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

اسکیون و دامز (۱۹۸۶)، در تحقیقی در نیویورک با عنوان استفاده از پوشاننده‌های محافظ دو لایه در طراحی و راه‌اندازی محل‌های دفن زباله، آزمایشی را انجام داده‌اند که در آن اثرات سیستم‌های پوشاننده در جلوگیری از نفوذ آلاینده‌ها به خاک‌های مجاور و سطح آب‌ها به هنگام دفع زباله‌ها و پس از پایان آن بررسی شده است. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که اگر هنگام اجرای پوشاننده‌ها دقت شود این طرح با موفقیت همراه است. الایدی (۱۹۹۲)، در تحقیقی با عنوان «یک مدل برنامه‌ریزی ایده‌آل عدد صحیح برای از بین بردن و دفع زباله‌های خطرناک»، از یک روش عددی که دارای اهداف طولانی است و به همکاری گروه‌های متعدد مدیریتی نیاز دارد استفاده کرده است؛ از نظر وی این مدل به راحتی می‌تواند برای رسیدگی به مسائلی نظیر بازیافت و دفن زباله‌ها استفاده شود. ناتسان و سورش (۲۰۰۲)، در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی تناسب محل برای مکان‌یابی بهداشتی محل‌های دفن زباله با استفاده از GIS، از روش‌های سلسله‌مراتبی برای مکان‌یابی دفن پسماند در کشور هند استفاده کرده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که وجود یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری توسعه‌یافته برای برنامه‌ریزان شهری به منظور ارزیابی مکان‌های دفن پسماند موجود و آینده مفید می‌باشد. بنه و همکاران (۲۰۰۷)، در مقاله‌ای با عنوان انتخاب یک مکان دفن زباله شهری توسط فرایند تحلیل شبکه‌ای، از روش‌های ANP و AHP برای مکان‌یابی دفن پسماند در یکی از شهرهای کشور ترکیه استفاده کرده‌اند. آن‌ها نتیجه گرفته‌اند که هر دو روش دارای یک نتیج یکسان می‌باشد و سایت فعلی شهر مناسب‌ترین مکان برای دفن پسماند می‌باشد. عفت و ایگازی (۲۰۱۲)، در تحقیقی با عنوان «نقشه‌برداری مکان‌های بلقوه دفع زباله برای شهرهای شمال صحرای سینا» با استفاده از ارزیابی چندمعیارهٔ فضایی، از داده‌های سنجش از دور استفاده کرده‌اند؛ نتیجه تحقیق آن‌ها طبقه‌بندی معیارها در قالب سه موضوع زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی است. تیان و همکاران (۲۰۱۲)، در تحقیق خود با عنوان «بررسی اثرات زیست‌محیطی دفع مواد زائد جامد روستایی در منطقهٔ یوهان در شنیان»، از روش‌های مدل‌سازی ارزیابی زیست‌محیطی در دفع پسماند استفاده کرده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که بیشترین اثرات منفی زیست‌محیطی مواد زائد جامد در مناطق روستایی مربوط به کود دامی می‌باشد. زانگ و سان (۲۰۱۴) در تحقیق خود با عنوان «تجزیه و تحلیل پارامتری تبخیر و تعرق لایه‌های پوشانندهٔ دفن زباله در مناطق مرطوب»، آزمایشی را بر روی خاک به عنوان یک لایه‌ی محافظ صورت داده‌اند و نتیجه گرفته‌اند که برای جلوگیری از تبخیر آلاینده‌ها در مکان‌های دفن زباله، بهتر است که پس از دفن زباله‌ها، سطح آن‌ها با لایه‌ای از خاک با ضخامت زیاد پوشانده شود. در داخل کشور نیز، تکدستان و جعفرزاده (۱۳۸۳)، در مقالهٔ خود با عنوان «گام به گام با پسماندهای پرتوزا»، انواع منابع تولید پسماندهای پرتوزا را ذکر کرده‌اند و توضیحاتی در مورد هر کدام از این منابع ارائه کرده‌اند؛ نتیجه مطالعهٔ آن‌ها معرفی راهکارهایی جهت دفع پسماندهای پرتوزا می‌باشد.

پوراحمد و همکاران (۱۳۸۶)، در مقاله‌ای با عنوان «استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS برای مکان‌یابی تجهیزات شهری»، از شاخص‌های طبیعی و زیرساختی و روش منطق فازی برای مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهر بابلسر استفاده کرده‌اند و این‌گونه نتیجه‌گیری کرده‌اند که موقعیت محل فعلی دفن پسماند، حاکی از نامساعد بودن آن می‌باشد و پیش‌بینی می‌شود که در آینده‌ای نزدیک، آثار مخرب آن نمایان‌تر شود؛ بنابراین باید مکان دیگری برای دفن پسماند شناسایی کرد. قنبرزاده‌لک و صبور (۱۳۸۹)، در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی چرخهٔ عمر سناریوهای دفع پسماند جامد شهری از نظر انتشار گازهای گلخانه‌ای و مصرف انرژی»، سه روش مختلف دفن زباله را برای جزیرهٔ سیری مورد مطالعه قرار داده‌اند و این‌گونه نتیجه گرفته‌اند که در منطقه مورد بررسی آن‌ها، روش زباله‌سوزی مناسب‌ترین راه‌کار می‌باشد. یوسفی و همکاران (۱۳۹۱)، در تحقیقی با عنوان «مکان‌یابی مناسب جهت دفن بهداشتی زباله‌های شهری با استفاده از سنجش‌ازدور و GIS»، شهر گنبدکاووس را مورد مطالعه قرار داده‌اند؛ نویسندگان در تحقیق خود از مدل‌های منطق بولین و منطق فازی استفاده کرده‌اند و نتیجه گرفته‌اند که با توجه به ساختار زمین‌شناسی و توپوگرافیک منطقه مورد مطالعه، بهتر است که محل دفن زباله‌های شهری در مکانی دورتر از مکان فعلی دفن پسماند شهر گنبد انتخاب گردد.

مفاهیم، دیدگاه‌ها و مبانی نظری

زباله‌های بیمارستانی که در ردهٔ خطرناک‌ترین زباله‌ها به شمار می‌روند، شامل آن دسته از زباله‌ها بوده که محتوی مواد خطرناک زیست‌محیطی، زباله‌های نوک‌تیز و برنده و نیز زباله‌هایی که محصول و تولید شدهٔ بیماری، درمان و یا ایمن‌سازی انسان می‌شود (صدارتی و محسنی، ۱۳۸۶: ۴۴۶). استراتژی بسیاری از کشورهای عضو اتحادیه اروپا این است که ایمنی دفن زباله باید برای هزاران تا میلیون‌ها سال تضمین شود (گرامبو و همکاران، ۲۰۱۱: ۴۸۷) چرا که در طولانی‌مدت مواد پرتوزا دوباره وارد محیط‌زیست طبیعی حساس شده و از خود پرتوهای خطرناک ساطع می‌کنند (چاپمن و هوپر، ۲۰۱۲: ۶۱). دفن زمین‌شناسی، روشی برای دفن زباله‌های رادیواکتیو است که مواد زائد را در اعماق زمین در سازندهای سنگی مناسب در یک انزوای طولانی‌مدت نسبت به مردم و محیط‌زیست قرار می‌دهد (کارتر و همکاران، ۲۰۱۳: ۱)؛ خاک‌ها و سنگ‌های رُسی در بیشتر کشورها از جمله بلژیک، فرانسه و سوئیس به‌عنوان سنگ میزبان برای دفن طولانی‌مدت زباله‌ها در اعماق زمین در نظر گرفته شده است (دلاگ، ۲۰۱۳: ۱۷۹). معرفی قانون جدید در انگلستان از ظهور یک فن‌آوری جدید بحث می‌کند که در آن شیوه‌های دفن و بازیافت به‌صورت هم‌زمان ارائه شده است؛ همه‌ی همکاری‌هایی که در این راستا صورت می‌گیرد در جهت تغییر چهره مدیریت زباله است (عثمانی، ۲۰۱۲: ۳۷)؛ در واقع هدف از مدیریت دفن زباله، مدل‌سازی برای به حداقل رساندن هزینه در قانون کنترل دفن زباله است (لیائو و لین، ۱۹۹۷: ۱۷۳). در این میان، تعیین استراتژی‌ها و رتبه‌بندی آن‌ها و رسیدن به یک راهبرد واحد، یکی از پیچیده‌ترین بخش‌های مدیریت یکپارچه در سیستم مدیریت پسماند می‌باشد (نجفی و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۵).

وضعیت مدیریت پسماند در کشور نشان می‌دهد که درحال‌حاضر نبود زیرساخت‌ها و تأسیسات مورد نیاز، پیچیدگی طبقه‌بندی و شناسایی پسماندها برای تولیدکنندگان پسماندها، ناهمگونی عملکرد بخش‌های اجرایی مدیریت پسماند با قوانین مدیریت پسماند کشور و عدم امکان نظارت مناسب بر چرخه مدیریت پسماند، وضعیت کنونی مدیریت پسماند را به‌وجود آورده است (عسگری و ترابی، ۱۳۸۶: ۱۳۹). به‌طورکلی و به تناسب نوع پسماند، روش‌های گوناگونی برای از بین بردن و یا کاهش اثرات آلاینده پسماندها وجود دارد؛ جدول ۱ انواع روش‌های رایج امحاء زباله‌های بیمارستانی را نشان می‌دهد:

جدول ۱: روش‌های رایج امحاء پسماندهای بیمارستانی، مأخذ: (ذلیکانی و همکاران، ۱۳۸۶: ۲۸۶)

نام روش	روش کار	معایب	ملاحظات
سوزاندن	بالا بردن دما تا ۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد	مصرف انرژی بالا، هزینه راهبردی بالا، آلودگی هوا، نیاز به کاربر متخصص	سرمایه‌گذاری کم
مایکروویو	برخورد امواج رادیویی با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز توسط مگنوترون و ایجاد انرژی حرارتی	عدم اطمینان از ضدعفونی کامل، انرژی بالا، جداسازی زباله‌های فلزی، هزینه راهبردی بالا	سرمایه‌گذاری زیاد
شیمیایی	خردکردن زباله و افزودن مواد ضدعفونی‌کننده نظیر هیپوکلریت‌سدیم و در انتها تخلیه	عدم اطمینان از ضد عفونی کامل زباله‌ها	-
اتوکلاو	ورود بخار با دمای مشخص و تحت فشار و مدت زمان معینی به داخل محفظه	انرژی بالا، نیاز به پمپ‌های وکیوم قوی	سرمایه‌گذاری زیاد
دفن بهداشتی	دفن زباله‌های عفونی به‌صورت پکیج‌هایی در لایه‌های کاملاً واترپروف شده با رعایت کلیه ملاحظات زیست‌محیطی	آلودگی منابع آبی و خاک در صورت عدم مدیریت مناسب	سرمایه‌گذاری متوسط

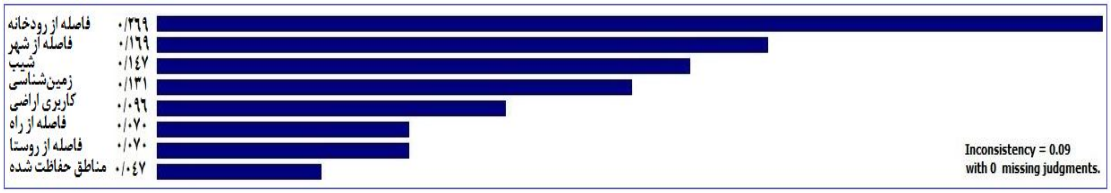
روش تحقیق

برای انجام تحقیق در خصوص موضوع مکان‌یابی، ابتدا مؤثرترین معیارها و داده‌ها شناسایی شده‌اند؛ این داده‌ها در قالب چندین شاخص معین در جدول ۲ نشان داده شده است. داده‌های مربوط به راه‌های ارتباطی، آبراهه‌ها، نقاط شهری و روستایی از نقشهٔ توپوگرافی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ به‌عنوان ابزار اساسی برداشت شده است. لایهٔ شیب نیز از نقشه‌های توپوگرافی مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ برگ‌های خرم‌آباد، تنگ‌هفت، بخش‌های جنوبی نقشه‌های بروجرد و الشتر تهیه شده است. علاوه بر این لایهٔ زمین‌شناسی از نقشهٔ زمین‌شناسی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ خرم‌آباد استخراج شده است. نقشه‌های کاربری اراضی و مناطق حفاظت‌شده نیز از طریق تصاویر ماهواره‌ای لندست سنجنده ETM مربوط به سال ۲۰۱۰ تفکیک و تعیین حدود شده است.

جدول ۲: شاخص‌های مورد استفاده در مکان‌یابی دفن پسماند

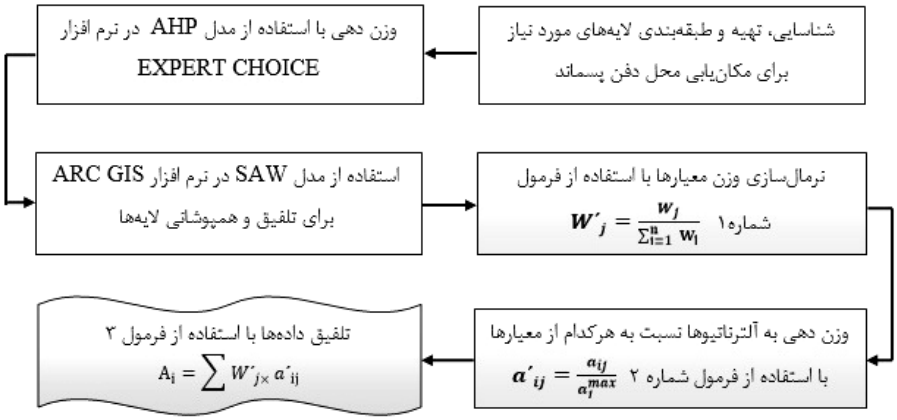
شاخص	توضیح	شاخص	توضیح	شاخص	توضیح
فاصله از مناطق مسکونی (شهرها- روستاها)	کمترین خطر را برای ساکنان داشته باشد و درعین‌حال دسترسی به موقع به محل دفن باشد.	فاصله از راه‌های ارتباطی	جهت رساندن به موقع زباله‌ها به محل دفن.	نقشه شیب	شیب زیاد باعث جاری شدن زباله‌ها و شیرابه آن‌ها به مناطق ممنوعه می‌گردد.
فاصله از آبراهه‌ها	محل دفن باید حداکثر فاصله را از آبراهه‌ها داشته باشد	فاصله از مناطق حفاظت‌شده زیست‌محیطی	پسماندهای خطرناک می‌تواند به سرعت به نابودی محیط‌زیست منجر شود		-
نوع سازندهای زمین‌شناسی	مقاومت سازند در عدم نفوذ شیرابه پسماند به آب‌های زیرزمینی نقش دارد.	کاربری اراضی	زمین‌های بایر و مراتع ضعیف ارجحیت دارند.	-	-

در مرحله بعد این شاخص‌ها با استفاده از مدل وزن دهی AHP در نرم‌افزار Expert choice وزن‌دهی شده‌است (شکل ۱). سپس لایه‌های موجود با استفاده از وزن به‌دست آمده و با به‌کارگیری مدل تصمیم‌گیری ساو در نرم‌افزار Arc GIS 9.3 تلفیق و مورد هم‌پوشانی قرارگرفته و تجزیه و تحلیل شده‌اند؛ که نتیجه نهایی آن، ارائه نقشه مناطق بهینه برای دفع پسماند می‌باشد.



شکل ۱: وزن شاخص‌ها توسط مدل AHP

جدول ۳ صرفاً به خاطر راهنمایی در جهت انتخاب مناسب‌ترین طبقه یا طبقات از لایه‌ها استفاده شده است؛ زیرا مدل ساو تابعی از دو معیار مثبت و منفی است. به این صورت که برای دفن پسماند، به‌طور مثال فاصله از مناطق مسکونی باید در حداکثر ممکن و فاصله از جاده‌ها برای انتقال به موقع باید کم باشد، اما در مورد شاخصی نظیر کاربری اراضی، با توجه به این که منطقه از کاربری‌های مختلفی تشکیل شده است و نمی‌توانیم تمام کاربری‌های منطقه را صرف‌نظر از نوع آن به‌عنوان عامل مثبت و یا منفی در نظر بگیریم، برای رفع این مسئله، هنگام هم‌پوشانی نهایی لایه‌ها توسط مدل ساو، ابتدا بر اساس وزن طبقات مندرج در جدول ۳، طبقات مناسب از این لایه و دیگر لایه‌های مشابه، استخراج شده است و سپس در تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است. مراحل تحقیق در شکل ۲ آمده است:



شکل ۲: مراحل انجام تحقیق

یکی از چالش‌های اصلی در علوم مهندسی آن است که چگونه می‌توانیم در یک موقعیت خاص بهترین تصمیم را بگیریم (محمدمرادی و اخترکاوان، ۱۳۸۸: ۱۱۵). مدل ساو یکی از روش‌های پیشرو در اولویت‌بندی معیارهاست که بر اساس نظرات تصمیم‌گیرنده به هر یک از معیارها و طبقات آن‌ها یک امتیاز بر اساس اولویت آن‌ها داده می‌شود (جعفری و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۳۲). در این مدل تابع مطلوبیت تصمیم‌گیرنده تکنیکی خطی است و بدین‌ترتیب قابلیت جمع‌پذیری شاخص‌ها تضمین شده است (آذر، ۱۳۸۵: ۱۶۸). مراحل این مدل عبارتند از:

۱- اولین مرحله روش وزن‌دهی تجمعی ساده، تعریف وزن معیارهاست. مجموع وزن معیارها باید یک باشد، ازاین‌رو مطابق معادله ۱ (شکل ۲) هر وزن بر مجموع وزن‌ها تقسیم می‌شود تا وزن نرمال‌شده به‌دست آید.

۲- مرحله بعدی وزن‌دهی به آلترناتیوها نسبت به هر کدام از معیارهاست که به‌طور مستقیم بر اساس قضاوت‌های کارشناسانه تصمیم‌گیر انجام می‌شود. از آنجا که وزن نهایی هر گزینه از مجموع وزن‌های آن گزینه در معیارهای مختلف به‌دست می‌آید، وزن طبقات مختلف در هر کدام از معیارها باید بی مقیاس باشد. معادله ۲ (شکل ۲).

۳- مرحله نهایی، در روش وزن دهی تجمعی ساده تلفیق داده است که امتیاز نهایی هر گزینه مطابق معادله ۳ (شکل ۲) از حاصل جمع وزن‌های آن گزینه در معیارهای مختلف به نسبت وزن هر معیار به‌دست می‌آید.

محدوده و قلمرو پژوهش

شهرستان خرم‌آباد (شکل ۳) که در مرکز استان لرستان واقع شده است، در ارتفاع ۱۱۴۷ متری از سطح دریا در میان دره‌های زاگرس قرار دارد. این شهرستان از نظر مختصات جغرافیایی بین ۴۸ درجه و ۲ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۵۳ دقیقهٔ عرض شمالی قرار گرفته است. آب‌وهوای این منطقه معتدل و به‌وسیله‌ی کوه‌های هشتادپهلو، کمرسیاه، شاهنشاه، تاف، ریمله، یافته و سفیدکوه محصور گردیده است. طبق سرشماری ۱۳۹۰ دارای ۴ بخش و ۴ شهر و ۱۷ دهستان و ۶۰۹ آبادی دارای سکنه است. این شهرستان از شمال به شهرستان‌های بروجرد و الشتر، از شرق به درود و الیگودرز، از غرب به پلدختر و از جنوب به استان خوزستان محدود می‌شود (سالنامه آماری استان لرستان، ۱۳۹۰: ۳۶).

بحث اصلی

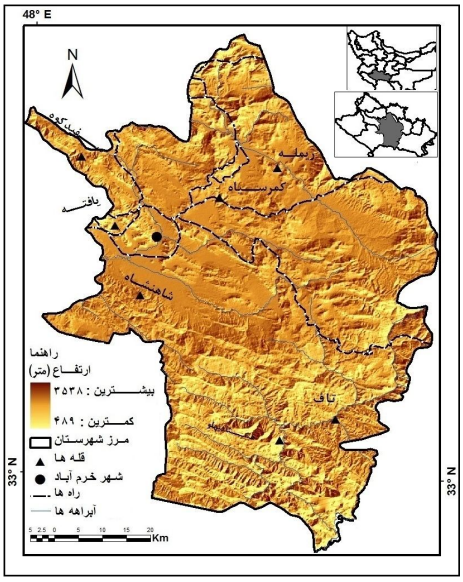
بر اساس شکل ۱ که وزن شاخص‌ها را در مدل AHP نشان می‌دهد، فاصله از رودخانه‌ها با امتیاز ۰/۲۶۹ بیشترین میزان وزن را در میان شاخص‌های مورد بررسی به دست داده است و بعد از آن، شاخص فاصله از مناطق شهری با وزن ۰/۱۶۹ قرار دارد. نتایج وزن‌دهی زیر معیارها در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳: وزن زیر معیارها در مدل AHP

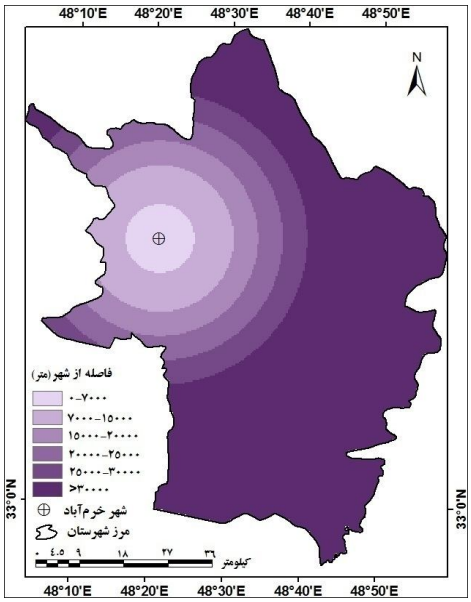
معیار	فاصله از مناطق شهری (متر)	وزن	فاصله از مناطق روستایی (متر)	وزن	فاصله از جاده‌های اصلی (متر)	وزن	فاصله از آبراهه‌ها(متر)	وزن
زیرمعیار	< ۷۰۰۰	۰/۰۴۳	< ۵۰۰	۰/۰۴۲	۱۰۰۰	۰/۴۶۷	< ۵۰۰	۰/۰۴۳
	۱۵۰۰۰	۰/۱۰۱	۲۰۰۰	۰/۳۸۲	۲۰۰۰	۰/۲۷۷	۱۰۰۰	۰/۰۶۵
	۲۰۰۰۰	۰/۳۸۲	۳۰۰۰	۰/۲۵۱	۳۰۰۰	۰/۱۶۰	۱۵۰۰	۰/۱۰۷
	۲۵۰۰۰	۰/۲۵۰	۴۰۰۰	۰/۱۶۰	> ۴۰۰۰	۰/۰۹۵	۲۰۰۰	۰/۱۶۲
	۳۰۰۰۰	۰/۱۶۰	۵۰۰۰	۰/۱۰۱			۲۵۰۰	۰/۲۵۴
	> ۳۰۰۰۰	۰/۰۶۴	> ۶۰۰۰	۰/۰۶۴			> ۲۵۰۰	۰/۳۷۰
معیار	فاصله از مناطق حفاظت‌شده (متر)	وزن	مقاومت سازند زمین‌شناسی در برابر نفوذ	وزن	نوع کاربری اراضی	وزن	شیب	وزن
زیرمعیار	< ۱۰۰۰	۰/۰۶۲	زیاد	۰/۵۴۰	بایر	۰/۴۸۴	< ۵	۰/۴۱۹
	۲۰۰۰	۰/۰۹۷	متوسط	۰/۲۹۷	مرتع	۰/۱۶۱	۱۰	۰/۲۶۳
	۳۰۰۰	۰/۱۶۰	ضعیف	۰/۱۶۳	جنگل	۰/۱۳۶	۱۵	۰/۱۶۰
	۴۰۰۰	۰/۲۶۳			کشاورزی	۰/۰۹۳	۲۰	۰/۰۹۷
	> ۴۰۰۰	۰/۴۱۹			باغ	۰/۰۶۵	> ۲۰	۰/۰۶۲
					شهری	۰/۰۶۱		

در مکان‌یابی دفن پسماند، محل دفن زباله‌ها باید از مناطق شهری و روستایی فاصله‌ی نسبتاً زیادی داشته باشد؛ بر این اساس در شاخص فاصله از شهر، فاصله ۲۵-۲۰ کیلومتر بیشترین وزن را به‌دست آورده (جدول ۳). نقشهٔ طبقه‌بندی فاصله از شهر خرم‌آباد در شکل ۴ نشان داده شده است.

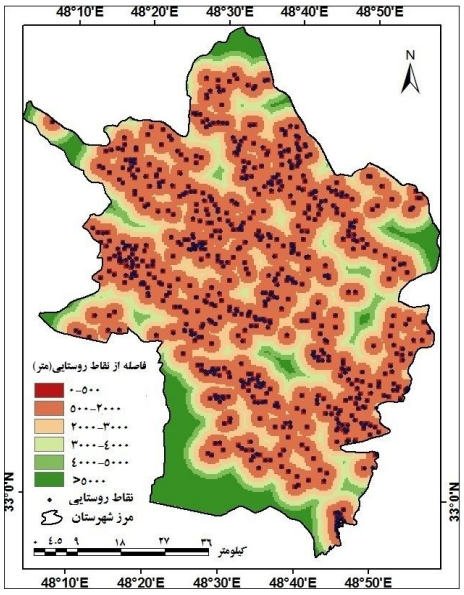
مطلوب‌ترین فاصله برای مناطق روستایی طبق وزن‌های به‌دست آمده ۳-۲ کیلومتر می‌باشد (جدول ۳). با توجه به شکل ۵، تراکم روستاها در قسمت‌های شمالی، شرقی، جنوبی و جنوب غرب شهرستان به حداقل ممکن می‌رسد.



شکل ۳: موقعیت منطقه مورد مطالعه



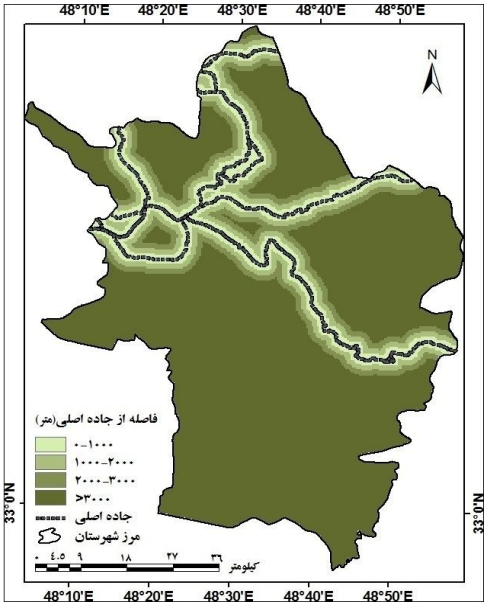
شکل ۴: طبقه‌بندی فاصله از محدوده شهر



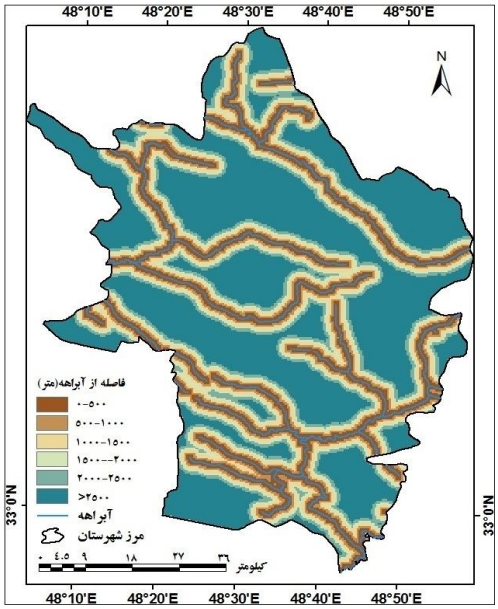
شکل ۵: فاصله از نقاط روستایی

وجود راه‌های ارتباطی مناسب امری است ضروری تا زباله‌ها در اسرع وقت به مناطق دفن انتقال داده شوند؛ بنابراین فاصله هزارمتری از جاده‌های اصلی بیشترین میزان امتیاز را به‌دست آورده است (جدول ۳). از نظر دسترسی به راه‌های ارتباطی مطلوب، مناطق شمالی، شرقی و شمال غرب شهرستان نسبت به سایر مناطق شهرستان در وضعیت مناسب‌تری قرار دارند (شکل ۶).

آبراهه‌ها و رودخانه‌ها دارای حساسیت زیادی نسبت به ورود آلاینده‌ها به سیستم خود هستند. این حساسیت به دلیل ارتباط آن‌ها با دیگر آبراهه‌ها و رودخانه‌ها چندین برابر است؛ بر اساس نتایج (جدول ۳) فاصله از آبراهه‌ها حداقل باید ۲/۵ کیلومتر باشد. شکل ۷ طبقه‌بندی فاصله از آبراهه‌ها را در سطح شهرستان نشان می‌دهد.

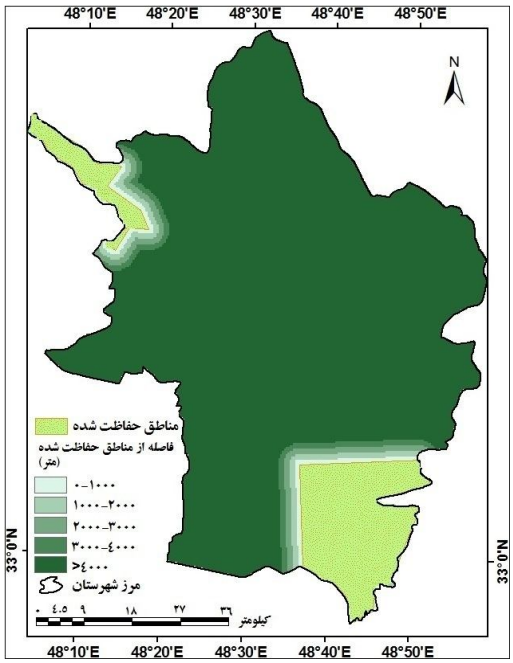


شکل ۶: فاصله از جاده‌های اصلی

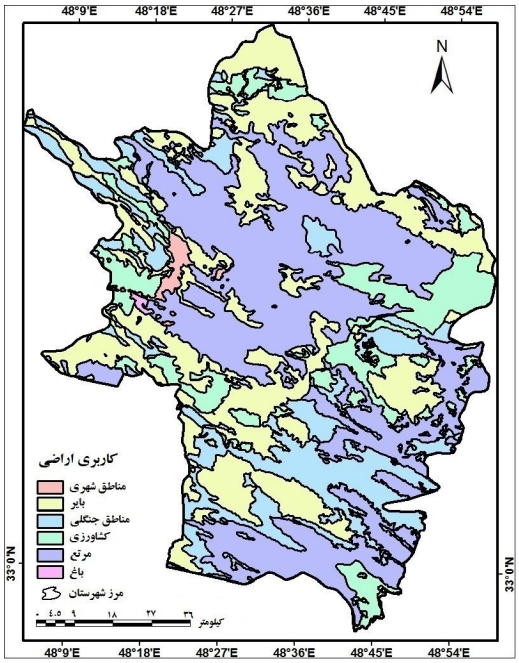


شکل ۷: فاصله از آبراهه‌ها

تالاب تله‌زنگ در جنوب شرق و منطقه کوهستانی سفیدکوه در شمال غرب شهرستان از مناطق حفاظت‌شده شهرستان خرم‌آباد هستند که اهمیت زیست‌محیطی فراوانی دارند (شکل ۸). بر طبق نتایج، مناسب‌ترین فاصله از مناطق حفاظت‌شده بیشتر از ۴ کیلومتر است (جدول ۳).



شکل ۸: فاصله از مناطق حفاظت‌شده

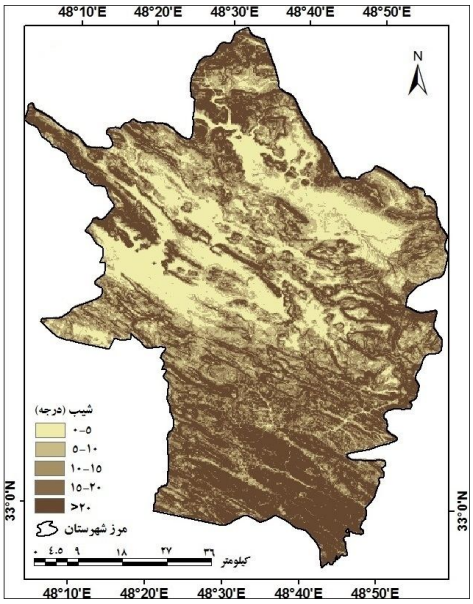


شکل ۹: کاربری اراضی

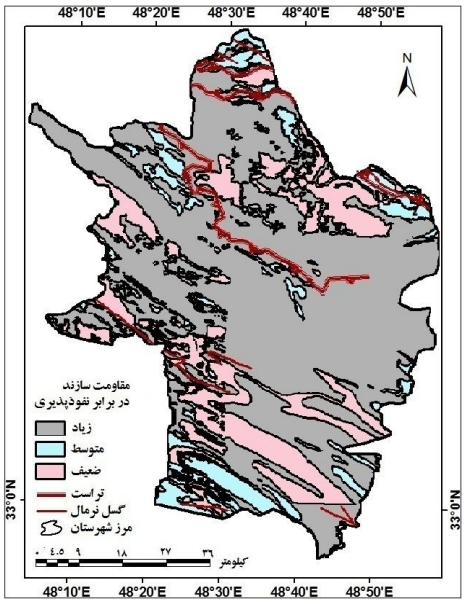
منطقه‌ای که زباله‌ها در آن دفن می‌شود باید از کم ارزش‌ترین زمین‌ها باشد؛ در این رابطه در بین تمام کاربری‌های موجود در شهرستان، بیشترین وزن مربوط به زمین‌های بایر و سپس مراتع می‌باشد (جدول ۳). پراکنش و حدود زمین‌های بایر با رنگ زرد در شکل ۹ نشان داده شده است.

یکی دیگر از عوامل مهم، شیب است که هرچه میزان آن کمتر باشد برای دفن پسماند مناسب‌تر

است. شیبِ زیاد باعث جاری شدن شیرابه پسماندها به سمت آب‌های زیرزمینی می‌شود. بر اساس جدول ۳ مناسب‌ترین میزان شیب برای دفن پسماند، کمتر از ۵ درجه و پس از آن ۵ تا ۱۰ درجه می‌باشد. شیب‌های با درجه کم (۵-۰)، به‌صورت یک کمربند پیوسته در شمال- شمال شرق شهرستان به تبعیت از روند اصلی چین‌های زاگرس و همین‌طور در شمال غرب تا شرق شهرستان و با همان روند قرارگرفته‌اند؛ این شیب‌های کم در واقع به‌صورت دره‌هایی باز در میان طاقدیس‌های شهرستان هستند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰: طبقه‌بندی شیب



شکل ۱۱: نقشه زمین‌شناسی

نفوذناپذیری سازندهای منطقه، یکی دیگر از عوامل بسیار مهم است؛ اهمیت این موضوع در رابطه بااهمیت آب‌های زیرزمینی می‌باشد. سازندهایی که دارای نفوذپذیری کم هستند و در مقابل نفوذپذیری دارای مقاومت زیاد می‌باشند در شکل ۱۱ با رنگ خاکستری مشخص‌شده‌اند.

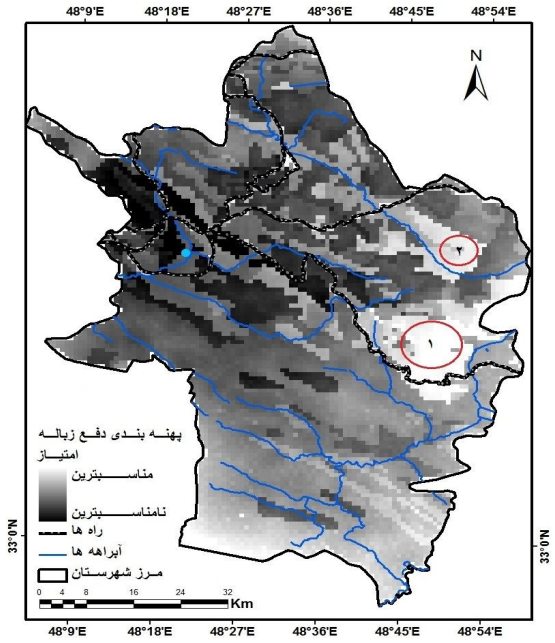
جدول ۴ مشخصات زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. گروه بنگستان با سنگ‌شناسی آهک توده‌ای تا لایه‌ای در منطقه، ارتفاعات و ستیغ‌ها را به‌وجود آورده است. سازند گورپی با دو رخساره شیلی و آهکی دو مورفولوژی مستعد به فرسایش و نیمه مقاوم به‌وجود آورده است. سازند امیران که نفوذپذیری بسیار پایینی دارد، دارای دو رخساره فلیشی[1] و مارنی[2] است. سازند کشکان با توجه به سنگ‌شناسی خود سازندی نفوذپذیر را نشان می‌دهد. آهک آسماری[3]- شهبازان یک سازند صخره‌ساز و مقاوم در برابر فرسایش مکانیکی محسوب شده و در مقابل، نسبت به فرسایش شیمیایی ناشی از عمل انحلالی آب‌های جاری و نزولات جوی حساس است به نحوی که این عوامل باعث توسعه اشکال کارستی[4] و انحلالی گسترده در آن شده است. کنگلومرای[5] بختیاری به هوازدگی بسیار حساس است و نفوذپذیری بالایی دارد (تفسیر از نقشه زمین‌شناسی خرم‌آباد، مقیاس: ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰). خروجی مکان‌یابی مناطق مناسب برای دفن پسماند در مدل ساو در شکل ۱۲ نشان داده شده است؛ پهنه‌هایی که با رنگ روشن مشخص شده است، مناسب‌ترین مناطق برای دفن پسماند محسوب می‌شوند. با توجه به شکل‌های ۴ و ۵ و شکل ۱۲، هر دو پهنه مشخص شده

1- Flisch
2- Marl
3- ASMARI
4- Karst
5- Conglomerate

بیش از ۳۰ کیلومتر از محدوده شهر خرم‌آباد فاصله دارند و بیش از ۲ کیلومتر از روستاهای اطراف فاصله دارند. پهنه شماره ۱، کمتر از ۱ کیلومتر از جاده اصلی فاصله داشته و فاصله جاده اصلی با پهنه شماره ۲، بیش از ۳ کیلومتر می‌باشد؛ بنابراین پهنه شماره ۱ دسترسی مطلوب‌تری به راه‌های ارتباطی دارد (شکل ۶). بر اساس شکل ۷ پهنه شماره ۱ بیش از ۲/۵ کیلومتر از حریم رودخانه فاصله دارد و در وضعیت مطلوبی قرار گرفته است اما بخش‌های جنوبی پهنه شماره ۲، ۲ تا ۲/۵ کیلومتر از حریم رودخانه فاصله دارد. فاصلهٔ هر دو پهنه نسبت به مناطق حفاظت‌شده بسیار مناسب است (شکل ۸). از نظر کاربری اراضی، پهنهٔ شماره ۱ در محدودهٔ زمین‌های بایر و پهنهٔ شماره ۲ در محدودهٔ مراتع قرار گرفته است و مراتع در بین کاربری‌های شهرستان از نظر وزن بعد از زمین‌های بایر بیشترین امتیاز را دارند (شکل ۹)؛ اما از نظر شیب، پهنهٔ شماره ۲ نسبت به پهنهٔ شمارهٔ ۱ دارای شیب کمتری می‌باشد (شکل ۱۰).

جدول ۴: زمین‌شناسی منطقه، منبع (مستخرج از نقشه زمین‌شناسی خرم‌آباد، مقیاس: ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰)

سازند	لیتولوژی	سن	رخنمون اصلی
کنگلومرای بختیاری	کنگلومرای قلوه‌سنگی (پبل[1])	پلیستوسن[1]	شوراب بالا
آسماری-شهبازان	آهک	الیگومیوسن[1]	مسیر جاده خرم‌آباد-پلدختر
کشکان	کنگلومرا و آهک	پالئوسن-ائوسن[1]	مسیر جاده خرم‌آباد-پلدختر
امیران	کنگلومرا-رادیولاریت و چرت‌های سیلیسی[1]	کرتاسه[1] بالایی	شمال خرم‌آباد (کوه کمرُسیاه)
گورپی[1]	مارن و آهک مارنی	کرتاسه بالایی	مسیر جاده خرم‌آباد-پلدختر
بنگستان[1] (ایلام، سروک)	آهک	کرتاسه زیرین	سفیدکوه و مدبه



شکل ۱۲: پهنه‌بندی نواحی دفن پسماند با مدل SAW

بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه و طبق شکل ۱۱، دو مکان مناسب برای دفن زباله در محدوده سازند ضخیم، متراکم و با نفوذپذیری کم امیران قرارگرفته‌اند؛ این سازند در منطقهٔ مورد نظر دارای سنگ‌شناسی شیل و مارن آبی تا سبز زیتونی است؛ شیل و مارن سنگ‌هایی متشکل از کانی‌های رُسی و

سیلیکاته هستند و به این دلیل که کانی‌های رُسی از نظر نفوذپذیری و تراوایی دارای شبکه‌ی بلورشناسی بسیار متراکم و فشرده بوده، نفوذناپذیر می‌باشند. همچنین این سازند چرخه رسوبی طولانی مدتی نداشته و در نتیجه اکثر اجزای آن زاویه‌دار است و ترکیبات آن از قطعات مختلف ریز و درشت تشکیل شده است و کمترین میزان نفوذ را به خود اختصاص داده و در اکثر مواقع فاقد سفره‌های آب زیرزمینی است؛ بنابراین در بین سازندهای موجود در منطقه کمترین میزان نفوذ شیرابه و پسماند را به آب‌های زیرزمینی دارد.

نتیجه‌گیری

با توجه به رشد جمعیت و افزایش مصرف‌گرایی، افزایش تولید مواد مصنوعی و تنوع زباله‌ها، معدوم کردن و یا سوزاندن زباله‌ها و دفع آن‌ها به روش سنتی راهکار مناسبی نیست و تبعات جبران‌ناپذیری به همراه دارد؛ بنابراین با نظر به ویژگی‌های طبیعی و خدماتی منطقه و سایر ملاحظات، اولین و مهم‌ترین گام برای دفع اصولی پسماندها، تفکیک زباله‌های خطرناک از زباله‌های کم‌خطر و معمولی در مبدأ می‌باشد. در مرحلهٔ بعد، بهتر است که میزان زیادی از زباله‌های کم‌خطر بازیافت و یا تبدیل به کود شده و دوباره به چرخهٔ بهره‌برداری وارد شده و از پرکردن سریع ظرفیت مکان‌های دفن اجتناب شود. روش دفع زباله‌های بیمارستانی باید مجزا بوده و بهتر آن است که این زباله‌ها مانند زباله‌های پرتوزا در عمق مناسبی از زمین دفن شوند؛ محل دفن زباله‌های بیمارستانی باید در منطقهٔ سازندهای نفوذناپذیر بوده و از سفره‌های آب زیرزمینی دور باشد. اگر بر روی سازندهای پی با لایه‌هایی از پوشش خاک‌های نفوذناپذیر و یا پوشش‌دهنده‌های مصنوعی پوشانده شود، اطمینان بیشتری برای جلوگیری از نفوذ پسماندها به آب‌های زیرزمینی و زمین‌های اطراف حاصل می‌شود. تحقیق حاضر توسط مدل وزن‌دهی AHP و مدل تلفیق لایه‌ای SAW انجام گرفته است. بر اساس نتایج، در مدل وزن‌دهی AHP در بین شاخص‌های مورد مطالعه، شاخص فاصله از رودخانه‌ها بیشترین وزن را به‌دست آورد. نتایج حاصل از مدل تلفیق لایه‌ای SAW نیز نشان داد که از نظر شاخص-های مورد مطالعه در محدودهٔ مورد بررسی (شهرستان خرم‌آباد)، ۲ پهنهٔ مناسب برای دفن پسماند وجود دارد. در جمع‌بندی نهایی، پهنه شماره ۱ از نظر بیشتر شاخص‌های مورد بررسی به پهنه شماره ۲ ارجحیت دارد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود پهنه شماره ۱ به‌عنوان محلی برای دفن زمین‌شناسی زباله‌های بیمارستانی شهر (خرم‌آباد) استفاده و پهنه شماره ۲ جهت دفن پسماندهای خانگی استفاده شود.

منابع

۱. آذر، عادل و امیرحسین عبداللهی‌پور. ۱۳۸۵. ارزیابی سازمان‌های بازرگانی استان‌ها با رویکرد MADM، فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۳۹، تهران.

۲. پوراحمد، احمد، کیومرث حبیبی، سجاد محمدزهرایی و سعید نظری‌عدلی. ۱۳۸۶. استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS برای مکان‌یابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی: محل دفن زبالهٔ شهر بابلسر)، مجله محیط شناسی، شماره ۴۲، تهران، دانشگاه تهران.

۳. تکدستان، افشین و نعمت‌اله جعفرزاده. ۱۳۸۳. گام به گام با پسماندهای پرتوزا، نشریه مدیریت پسماندها، شماره‌های ۵ و ۶، تهران.

۴. جعفری، حمیدرضا، یوسف رفیعی، مجید رمضانی‌مهریان و حسین نصیری. ۱۳۹۱. مکان‌یابی دفن پسماندهای شهری با استفاده از AHP و SAW در محیط GIS (مطالعه موردی: استان کهکیلویه و بویراحمد)، مجله محیط شناسی، شماره ۶۱، تهران، دانشگاه تهران.

۵. ذلیکانی، معصومه، سیدمحسن کاظمی‌تبار، محمدرضا کنعانی، عباس حسن‌نتاج، رسول علی‌اشرفی‌پور و علی‌اکبر یدالهی. ۱۳۸۶. بررسی امکان‌سنجی استفاده از استریلایزر در تبدیل پسماند عفونی به پسماند عادی جهت انتقال توسط شهرداری، مطالعه موردی استریلایزر مورد استفاده در استان مازندران، سومین همایش ملی مدیریت پسماند، تهران.

۶.. سالنامه آماری استان لرستان. ۱۳۹۰. مشخصات عمومی شهرستان‌ها براساس تقسیمات کشوری، اداره کل آمار و اطلاعات.

۷. صدارتی، علیرضا؛ محمدجواد محسنی. ۱۳۸۶. فناوری‌های نوین در دفع پسماندهای بیمارستانی، سومین همایش ملی مدیریت پسماند، تهران.

۸. عسگری، علیرضا و محمدسعید ترابی. ۱۳۸۶. نرم‌افزار پشتیبانی تصمیم‌گیری مدیریت پسماند (EPAWM)، مدیریت پسماند، شماره ۸، تهران.

۹. قنبرزاده‌لک، مهدی و محمدرضا صبور. ۱۳۸۹. ارزیابی چرخه عمر سناریوهای دفن پسماند جامد شهری از نظر انتشار گازهای گلخانه‌ای و مصرف انرژی – مطالعه موردی: جزیره سیری، مجله محیط شناسی، شماره ۵۵، تهران، دانشگاه تهران.

۱۰. محمدمرادی، اصغر و مهدی اخترکاوان. ۱۳۸۸. روش‌شناسی مدل‌های تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره، مجله آرمان‌شهر، شماره ۲. تهران.

۱۱. نقشه زمین‌شناسی خرم‌آباد، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰. شرکت ملی نفت ایران، ۱۳۶۴.

۱۲. نقشه زمین‌شناسی خرم‌آباد، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰. سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۷۱.

۱۳. نجفی، علی؛ علی آدینه‌نیا باجگیران؛ علی عبداله‌زاده؛ محمد سهرابی و سمیه واسعی. ۱۳۸۸. استفاده از سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری در تعیین راهبردهای مدیریت پردازش و دفن پسماند با رویکرد اصلاح الگوی مصرف- مورد مطالعاتی شهر مشهد، مجله مدیریت شهری، شماره ۲۴، تهران.

۱۴. یوسفی، ذبیح‌اله، امان‌محمد قرنجیک، بهناز امان‌پور و محسن عادلی. ۱۳۹۱. مکان‌یابی مناسب جهت دفن بهداشتی زباله‌های شهری با استفاده از سنجش‌ازدور وGIS (مطالعه موردی: شهر گنبدکاووس)، مجله دانشگاه علوم‌پزشکی مازندران، شماره ۱، مازندران.

15. Alidi, A.A. 1992. An integer goal programming model for hazardous waste treatment and disposal, Applied mathematical modeling, No. 12, doi:10. 1016/0307-904 X (92)90097-M.

16. Abdelwahab, Z. 2012. Renewable energy, sustainable development and environmental protection in sours (case of Algeria), Energy procedia, No. 18, doi:10.1016/j.egypro.2012.05.081.

17. Banar, M., Barbaros Murat, K., Aysun, O. and Ilgin Poyraz A. 2007. Choosing a municipal landfill site by analytic network process, Environ GEOL, No. 52. doi:10.1007/s00254-006-0512-x.

18. Carter, A., Martin, K. and Lucy, B. 2013. Radioactive high level waste insight modeling for geological disposal facilities, Physics and chemistry of the earth, No. 13. doi:10.1016/j.pce.2013.02.004.

19. Chapman, N. and Alan, H. 2012. The disposal of radioactive wastes underground, Proceedings of the geologists' association, No.123,doi:10.1016/ j.pgeola.2011.10.001.

20. Delage, P. 2013. On the thermal impact on the excavation damaged zone around deep radioactive waste disposal, Journal of rock mechanics and geotechnical engineering, No. 5. doi:10.1016/j.jrmge.2013.04.002.

21. Effat, H., and Mohamed, N.E. 2012. Mapping potential landfill sites for north Sinai cities using spatial multi criteria evaluation, The Egyptian Journal of remote sensing and space sciences, No. 15, doi:10.1016/j.ejrs.2012.09.002.

22. Grambow, B., Ferry, C., Casas, I., Bruno, J., Quinones, J., and Johnson, L. 2011. Spent fuel waste disposal: Analyses of model uncertainty in the MICADO project, Energy procedia, No. 7. doi:10.1016/j.egypro.2011.06.066.

23. Liao, Ch., and Wen-Zer, L. 1997. An optimal feedback control strategy for waste disposal management in agro ecosystems, Optimal feedback control for waste disposal management, Vol. 21, New York.

24. Lijing, Y., Niu, Y. and Xu, Y. 2011. Sustainable development and formation of harmonious nature, Energy procedia, No. 5. doi:10.1016/j.egypro.2011.03.110.

25. Natesan, U. and Suresh, E.S.M. 2002. Sanitary landfills using GIS, Journal of the Indian society of remote sensing, No. 4.

26. Osmani, M. 2012. Construction waste minimization in the UK: Current pressures for change and approaches, Procedia-Social and behavioral sciences, No. 40. doi:10.1016/j.sbspro.2012.03.158.

27. Schevon, G. and Guy, D. 1986. Using double liners in landfill design and operation, Waste management & research, No. 2.

28. Tian, M., Jixi G.A.O., Zhirong, Z. and Zhaoping, Y. 2012. The study on the ecological footprint of rural solid waste disposal-example in yuhong district of

shenyang, Procedia environmental sciences, No. 16. doi:10.1016/j.proenv.2012.10.013.
29. Zhang, W. and Cheng, S. 2014. parametric analyses of evapotranspiration landfill covers in humid regions, Journal of rock mechanics and geotechnical engineering, No. 6. doi:10.1016/j.jrmge.2013.12.005.