



مکان یابی مکان دفن زباله‌های روستایی در محیط‌های ساحلی رودخانه‌ها (مطالعه موردی: رودخانه سردآبرود شهرستان کلاردشت)

دکتر مهدی حسام^{۱*}

امیررضا شایهرامی^۲

ربابه محمدزاده^۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۱

چکیده:

شهرستان کلاردشت به عنوان یکی از مقصدهای گردشگری کشور با نرخ رشد و جمعیت پذیری بالا نسبت به سایر نقاط استان و فاصله کم آن با مراکز جمعیتی بزرگ مانند تهران، دارای مشکلات محیط زیستی بسیاری مانند دفن زباله می‌باشد. قرارگیری یخچال‌های طبیعی علم کوه، جنگل‌های انبوه و سایر جاذبه‌های گردشگری در این منطقه، اهمیت چگونگی دفع زباله‌های روستایی و شهری با توجه به وجود رودخانه مهم سردآبرود، محل و مدیریت آن را به عنوان یک موضوع محیط زیستی روشن می‌سازد. با توجه به پارامترهای کلیدی در انتخاب محل‌های دفن زباله، در این مطالعه از تجزیه و تحلیل فضایی جهت تعیین مناطق بهینه برای دفن زباله‌های روستایی با استفاده از روش سلسله مراتبی تحلیلی (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام شده است. عوامل اصلی در انتخاب مکان مناسب دفن زباله عبارت‌اند از: عوامل طبیعی و عوامل انسانی، که هر کدام به چند زیر معیار تقسیم می‌شوند. در مرحله بعد، لایه‌های تهیه شده با توجه به استانداردهای موجود و قضاوت متخصصین طبقه‌بندی شدند. سپس از تحلیل سلسله مراتبی اهمیت وزنی معیارها حاصل شد و بر لایه‌های موجود در GIS اعمال شد. نتایج نشان می‌دهد که با پیاده‌سازی روش AHP در این منطقه تنها ۱/۰۹ درصد از منطقه مورد مطالعه شرایط مناسبی برای محل دفن زباله است که با بررسی‌های میدانی، این مکانها تایید می‌گردد.

واژگان کلیدی: زباله‌های روستایی، سواحل رودخانه، مکان یابی، AHP، کلاردشت

* mhesam@guilan.ac.ir

۱. استادیار گروه جغرافیای دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۳. دانش آموخته کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

مقدمه

حفاظت از محیط زیست یکی از وظایف اصلی نسل حال و آینده است، به طوری که امروزه از آن به عنوان یکی از ارکان مهم حقوق بشر نام می‌برند. محیط زیست به عنوان پدیده‌ای نامحدود نه فقط برای نسل امروز بلکه برای ادامه حیات آیندگان می‌باید حفظ شود. تولید انبوه پسماند ناشی از افزایش جمعیت و تغییر الگوی مصرف در جوامع شهری و روستایی باعث آلودگی‌های زیست محیطی و در نتیجه به خطر افتادن بهداشت و سلامت افراد جامعه شده است که نیازمند الگوی مناسب مدیریت پسماند بر اساس شرایط روز است. توجه به عوامل فوق، بررسی مدیریت پسماندها به منظور حفظ ایمنی، بهداشت و محیط زیست روستاییان را اجتناب‌ناپذیر می‌کند (عبدلی، ۱۳۸۶ به نقل از جوزی، دهقانی و زارعی، ۱۳۹۱: ۹۳). ضرورت امر مسبب استفاده از روش‌های متفاوت برای دفع زباله در نواحی روستایی است، شیوه‌هایی مانند زباله سوزی، دفن، بازیافت، تبدیل و... که با توجه به حجم زیاد زباله‌های روستایی دفن بهداشتی می‌تواند راه حل مناسبی برای روستاها مطرح باشد. البته گزینه‌های دیگر نیز مردود نمی‌باشند. بنابراین دفن بهداشتی زباله یکی از راهکارهای مدیریت زباله در مناطق روستایی محسوب می‌شود (فرجی سبکبار و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۲۸). دفن بهداشتی زباله هنوز به عنوان روشی متداول در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه محسوب می‌شود. هرچند دفن دارای مخاطراتی چون آلودگی آب‌های زیرزمینی و تخریب اراضی است و در مناطقی که زمین دارای ارزش زیاد است، تأمین زمین به عنوان یکی از مشکلات اجرایی این گونه طرح‌ها محسوب می‌شود، ولی هنوز در بسیاری از کشورهای جهان به عنوان روش غالب دفع استفاده می‌شود. در کشورهای توسعه یافته، انتخاب مکان‌های دفن زباله با در نظر گرفتن کلیه جوانب به دلیل عدم آلودگی منابع آب و مبتنی بر بررسی‌های دقیق علمی و انجام مطالعات ارزیابی آثار زیست محیطی انجام می‌شود (عبدلی و جلیلی قاضی‌زاده، ۱۳۸۶: ۵۴). انتخاب محل دفن زباله فرآیندی مهم در برنامه‌ریزی شهری است که اخیراً به یکی از مهم‌ترین چالش‌های مدیریت شهری در سراسر جهان تبدیل شده است و بخش‌های مختلف اقتصادی، محیط زیستی و بهداشت محیط اثرگذار است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۸: ۳۳). این مسئله مستلزم در نظر گرفتن عوامل متعددی است که با توجه به گستردگی و پیچیدگی عوامل مؤثر در مکانیابی، ضرورت استفاده از فناوری‌های اطلاعات مکانی و تلفیق آن با سایر امور مدیریتی و برنامه‌ریزی مطرح می‌شود. با توسعه دانش در همه زمینه‌ها، روش‌ها و مدل‌های مختلفی در زمینه‌های مختلف علم از سوی افراد متعددی با هدف آسان کردن کار و سهولت دستیابی به نتایج بهتر پایه‌ریزی شد و برخی از این روش‌ها و مدل‌ها به تدریج توسط دیگران به منظور بهبود عملکردشان توسعه یافتند. روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) از این دسته‌اند (جعفری و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۳۲). فرآیند تصمیم‌گیری که متضمن

انتخاب گزینه‌های اولویت‌دار از میان گزینه‌های پیشنهادی است، ممکن است مستلزم در نظر گرفتن معیارهای متعدد و عدیده‌ای باشد که مبنایی را برای سنجش سطح مطلوبیت گزینه‌ها، فراهم می‌کنند. بر همین اساس استفاده از مدل‌ها و فنون تحلیل چند معیاری که به صورت توأم با قابلیت‌های GIS به کار گرفته می‌شوند، می‌تواند یکی از مظاهر برجسته عینیت بخشی به استفاده از سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در فرایند تصمیم‌گیری باشد. استفاده از این فنون در فرایند ارزیابی تناسب اراضی باعث می‌شود میزان تناسب گزینه‌های مکانی برای اختصاص به کاربری‌های موردنظر، در برآیند استفاده از معیارها و قیود محدودیت متعدد تعیین شده و در نتیجه، زمین اختصاص یافته به یک کاربری، دارای بیشترین تناسب برای آن کاربری و متصف به شرایط مطلوب از منظر معیارهای مطرح در مکان‌گزینی کاربری مورد نظر باشد (غفاری گیلاننده و غلامی، ۱۳۹۳: ۴۲۸).

در این میان انتخاب مکان دفن زباله در مناطق روستایی به‌خصوص در روستاهای شمال کشور به‌خاطر محیط طبیعی خاص، بسیار پیچیده و مهم است. یکی از این مناطق شمال کشور که دارای روستاهای بسیار بوده و همواره گردشگران زیادی را به‌خصوص گردشگران خانه‌های دوم روستایی به خود جذب می‌نماید، شهرستان کلاردشت در استان مازندران است. روستاهای این شهرستان با توجه به محیط طبیعی بسیار خاص و جذاب برای گردشگران مانند بسیاری از روستاهای شمال کشور دارای مشکل زباله می‌باشند. حل این مشکل با وجود پوشش اراضی و همچنین وجود رودخانه سردآبرود بسیار حیاتی می‌باشد. با توجه به مباحث مطرح شده پژوهش حاضر با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به دنبال مکان‌یابی مناسب دفن زباله‌های روستایی شهرستان گردشگرپذیر کلاردشت است تا از این طریق در راستای حفظ ویژگی‌های طبیعی منطقه و سلامت ساکنان و گردشگران گام نهد.

مبانی نظری

برنامه‌ریزی برای ایجاد تعادل و توازن در محیط زیست مناطق و تجهیز کانون‌های توسعه از طریق گسترش ظرفیت‌های زیربنایی و تولیدی محیط با توجه به قابلیت‌ها، شرایط و ملاحظات محیط زیستی به‌عنوان یکی از خط‌مشی‌های مهم توسعه اقتصادی مناطق مختلف کشور توصیه شده است (جهانی شکیب و هاشمی، ۱۳۹۷: ۲۷۲). این نوع برنامه‌ریزی فرآیندی است مستمر که می‌کوشد بهترین استفاده از تکه محدودی از سطح کره زمین را برای انسان فراهم آورد، ضمن اینکه فرآوردگی و زیبایی آن تکه از سرزمین حفاظت شود. بنابراین، برنامه‌ریزی محیط زیست، برنامه‌ریزی برای حفظ و توسعه محیط زیست در سرزمین به‌عنوان الگوهای فضایی اکوسیستم‌ها با هدف نگهداری ظرفیت پایداری طبیعت و حمایت از زیبایی منظرهای آن است (سعیدی، ۱۳۸۷: ۱۲۹). اهمیت برنامه‌ریزی محیط زیست طی سال‌های

اخیر و روبرو شدن جوامع شهری و روستایی با مسئله زباله و دفع انبوه زباله‌های حاصل از رواج فرهنگ مصرف‌گرایی و رشد جمعیت دو چندان شده است. این مسئله اگر چه در شهرها دارای سابقه است ولی در محیط‌های روستایی کشور ما پدیده‌ای تازه به شمار می‌آید. تا زمانی که روستاها از شیوه زندگی ساده، سنتی و درون‌گرایانه برخوردار بوده‌اند، تولید زباله و مواد زائد در آنها در مقایسه با جامعه شهری در سطحی بسیار پائین قرار داشت، اما با تغییر شیوه زندگی و ورود کالاهای جدید و افزایش مصرف در جامعه روستایی، میزان تولید زباله در خانوارهای روستایی نیز افزایش یافته است؛ در نتیجه، مدیریت و دفع بهداشتی زباله در مناطق روستایی نیز اهمیت پیدا کرده است. اهمیت دفع بهداشتی زباله در محیط‌های روستایی بدان سبب است که زباله نه تنها باعث ایجاد بیماری، تعفن و زشتی محیط می‌شود، بلکه می‌تواند با آلوده کردن خاک و آب و هوا خسارات فراوانی را در چرخه حیات طبیعی و اجتماعی پدید آورد (ازکیا، ۱۳۸۷: ۲۹). یکی از روش‌های دفع بهداشتی زباله، دفن آن است و منظور از آن، پاک کردن زباله از محیط زندگی انسانی و یا تبدیل آن به موادی است که دیگر خاصیت مواد زائد را نداشته باشد. این اقدام از نظر زیست محیطی اهمیت زیادی دارد زیرا استفاده از روش‌های مناسب برای دفن زباله، از بروز مشکلات متعدد و ایجاد انواع آلودگی‌ها تا مدت طولانی جلوگیری می‌کند (سعیدنیا، ۱۳۸۳: ۵۵). هر چند دفن بهداشتی دارای محاسن و معایبی است، اما با انتخاب مکان مناسب و روش صحیح، می‌توان اثرهای منفی آن را به کمترین حد رساند. اولین مرحله برای دفن زباله انتخاب محل دفن است. مکان‌یابی محل دفن زباله، مهم‌ترین گام در فرآیند کاهش اثرهای زیست محیطی زباله است. هدف این است که با انتخاب محل مناسب، خطرهایی که بهداشت عمومی و محیطی را تهدید می‌کند به حداقل برساند و از طرفی، کار دفن زباله با مناسبترین روش و کمترین هزینه انجام شود.

در واقع یک مکان‌یابی صحیح می‌تواند بخش عمده‌ای از نگرانی‌های محیطی محل دفن را برطرف سازد (جلالیان و دادگر، ۱۳۹۲: ۱۰۶).

در ارتباط با موضوع مورد مطالعه مطالعات مختلفی انجام شده است که هر یک با توجه به دیدگاه‌ها، شاخص‌ها و ابزارهای متفاوت به مکان‌یابی محل دفن زباله در شهر و روستا پرداختند. از جمله آنها می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

زیاری و همکاران (۱۳۹۱)، در مقاله‌ای تحت عنوان مکان‌یابی دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از مدل AHP (نمونه موردی شهرستان جلفا) به بررسی مکانی جهت دفع مواد زائد شهری پرداختند. پژوهش انجام شده از نوع نظری- عملی و روش کار توصیفی تحلیلی پس از آشنایی کامل با مدیریت علمی پسماندهای شهری و شناخت در دفع و دفن غیراصولی و غیربهداشتی مواد زائد جامد شهری اقدام به انتخاب معیارهایی که جهت مکان‌یابی دفن مواد زائد جامد شهری نقشی اساسی دارند نموده و سپس اقدام به برگزاری لایه‌ها با استفاده از روش AHP و نرم‌افزار GIS نمودند و در نهایت انتخاب بهترین مکان جهت دفع پسماند پرداختند. نیکنامی و حافظی مقدس (۱۳۸۹) طی تحقیقی به مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری در شهر گلپایگان با بررسی عواملی از قبیل مناطق حفاظت‌شده، زمین‌شناسی،

توپوگرافی، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، نفوذپذیری، هیدرولوژی، هیدروژئولوژیکی، راه‌ها و مناطق مسکونی پرداخته‌اند. بر اساس نتایج این تحقیق پنج منطقه مناسب جهت احداث مکان دفن زباله مشخص شد. امینی در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود تحت عنوان مکان‌یابی دفن مواد زائد جامد شهری با روش‌های تحلیل مختلف در GIS به مکان‌یابی محل دفن زباله در شهر ساری پرداخته است و در این تحقیق از دو روش بولین و فازی استفاده کرده است و در نهایت با در نظر گرفتن معیارهایی نظیر: نقشه‌های توپوگرافی کاربری اراضی زمین‌شناسی فاصله از شهر و جاده و غیره سه نقطه از شهر را جهت دفن زباله مناسب یافت که نقطه واقع در شمال شرقی شهر بهینه‌ترین مکان جهت دفن مواد زائد جامد شناخته است. پنهانده و همکاران ۱۳۸۸ در مقاله‌ای تحت عنوان کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی AHP در مکان‌یابی جایگاه دفن پسماند شهر سمنان از فاکتورهای اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی برای بهره‌مندی استفاده نمودند و هر یک از فاکتورها را به صورت نقشه‌های معیار با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی رتبه‌بندی کردند در نهایت محدوده مورد مطالعه را به پهنه‌هایی در قالب نامناسب مناسب بسیار مناسب تفکیک نمودند. خورشید دوست و عادل (۱۳۸۸)، در مقاله‌ای تحت عنوان کاربرد عوامل ژئومورفیک در مکان‌یابی دفن زباله‌های شهری (مطالعه موردی شهر بناب) معتقد هستند که با تأکید بر معیارهای ژئومورفولوژی و سایر معیارهای تأثیرگذار (محیط زیستی، اقتصادی، اجتماعی) و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌توانند بهترین مکان را برای دفن بهداشتی زباله‌های شهری مشخص نمود. لذا با استفاده از نقشه‌های رقومی با استفاده از GIS در روش تحلیل فضایی برای شهر بناب ۹ منطقه را برای دفع بهداشتی زباله‌های شهری مشخص نمودند.

با توجه به مباحث مطرح شده هدف کلی این تحقیق مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری با کمترین تأثیرات منفی محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی در شهرستان کلاردشت می‌باشد. به‌طور کلی اهداف خاص عبارت‌اند از:

۱. توسعه چارچوبی برای ارزیابی محل مطلوب ضایعات با توجه به طیف وسیعی از عوامل اجتماعی، اقتصادی و محیطی.
۲. یکپارچه‌سازی GIS-AHP برای توسعه چارچوب.
۳. انجام تجزیه و تحلیل جهت انتخاب مناسب‌ترین محل دفن زباله در شهرستان کلاردشت.

موقعیت گردشگری کلاردشت (در استان مازندران) موجب افزایش جمعیت و در نتیجه افزایش میزان تولید زباله شهری در برهه زمانی خاصی می‌شود. به‌طوری‌که متوسط تولید زباله در هفته‌های تعطیل سال تا حدود ۴۰٪ افزایش می‌یابد (شهرداری کلاردشت، ۱۳۹۵)؛ این مسئله بیانگر ایجاد بحران‌هایی در صورت عدم توجه به موضوع زباله باعث افزایش آلودگی و کاهش سطح بهداشت منطقه می‌شود. در این تحقیق پس از معرفی معیارهای مناسب جهت انتخاب محل دفن زباله، با استفاده از

سیستم اطلاعات جغرافیایی و روند تحلیل سلسله مراتبی بهترین موقعیت مکان دفن زباله کلاردشت مشخص می‌گردد.

مواد و روش

روش‌شناسی

روند تحلیل سلسله مراتبی توسط ال ساعتی (Saaty, 2008) معرفی و توسعه داده شده است. این روش به طور گسترده‌ای برای کمک به تصمیم‌گیرندگان در انواع مختلف تجزیه و تحلیل خطر محیط زیستی استفاده شده است. روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی که مبتنی بر مقایسه جفت عامل است، امکان ارزیابی سناریوهای مختلف برای مدیران و تصمیم‌گیرندگان را فراهم می‌کند. این یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با چندین معیار است، زیرا فرمول‌بندی مشکلات پیچیده طبیعی را در قالب سلسله مراتبی ارائه می‌دهد و همچنین قادر به در نظر گرفتن معیارهای کیفی و کمی در مسئله است. در این مقاله با توجه به شرایط منطقه، پارامترهای کلیدی در انتخاب محل دفن زباله‌های جامد به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند که هر کدام شامل تعدادی از زیر معیار می‌باشند. با افزایش تعداد معیارهای مؤثر در انتخاب محل دفن زباله‌های جامد، باعث افزایش دقت شده و در نتیجه مکان‌های بیشتری نیز به عنوان نامناسب طبقه‌بندی می‌شوند و مشکلات احتمالی دیگر می‌تواند به حداقل برسد. در این مطالعه، برای انتخاب محل مناسب برای دفن زباله‌ها در دو گروه شاخص‌های محیط طبیعی و محیط انسانی مشخص شده است. نمودار(۱).



نمودار ۱- مدل سلسله مراتبی کامل عوامل تجزیه و تحلیل غربالگری دفن زباله

فاکتورهای فوق در فرایند مکان‌نمایی دفن زباله در نظر گرفته شده است. معیارهای انتخاب سایت برای دفن با تغییر مکان منطقه متناسب با شرایط محلی و محیطی تغییر می‌کند (Sener et al., 2010). شاخص‌های طبیعی با در نظر گرفتن بافت خاک و ویژگی‌های مورفولوژیکی منطقه جهت جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی در نتیجه نشت شیرابه زباله‌های محل دفن است. در واقع، تمام عواملی که ممکن است به علت سیلاب‌ها و زلزله و سایر حوادث طبیعی باعث به خطر افتادن محل دفن و در نتیجه افزایش و انتشار آلودگی به محیط شود؛ در غالب عواملی چون محل غسل‌ها، شیب زمین، سطح آب‌های زیرزمینی، نفوذپذیری و ساختار زمین، اقلیم، جلگه، رودخانه و بارشات جوری به‌عنوان عوامل طبیعی مؤثر بر مکان‌گزینی مورد بررسی قرار گرفته است. به‌طور کلی، در فرایند انتخاب سایت، مسائل زمین‌شناسی به‌ویژه آب‌های زیرزمینی باید به‌طور خاص مورد توجه قرار گیرند، به‌طوری‌که با حذف مناطقی که خطر آلودگی آب‌های زیرزمینی بالایی دارند از آسیب‌پذیری مناطق جلوگیری می‌کنیم. بنابراین، خاک باید غیرقابل نفوذ باشد و بتواند آلاینده‌ها را از بین ببرد. از طرفی مناطقی با شیب کمتری برای دفن زباله مناسب‌تر هستند، زیرا هزینه‌های زمین‌سازی و حفاری در چنین زمین‌هایی به حداقل می‌رسد. علاوه بر این، ثبات در مرحله ساخت و همچنین خطر آلودگی آب در مناطق شیب‌دار، ضرورت حذف زمین‌های با شیب تند را توجیه می‌کند. نفوذپذیری خاک یکی از عوامل مهم جهت کاهش آلودگی آب‌های زیرزمینی به علت خطر نشت شیرابه‌ها در محل دفن زباله است. ساختار زمین‌شناسی منطقه تأثیر قابل توجهی بر صحت دفع زباله‌های جامد دارد. این به این دلیل است که هزینه‌های ساخت‌وساز دفن زباله‌های جامد به‌طور مستقیم به شرایط زمین‌شناسی لایه‌های زیرین مربوط می‌شود (Khodaparast et al., 2010).

شاخص‌های انسانی به‌عنوان عواملی محسوب می‌شود که تأثیرات مستقیم‌تری بر نقاط جمعیتی دارد مانند: فاصله از شهر، فاصله از روستا، کاربری اراضی، خطوط انتقال نیرو و فاصله از مسیرها به‌عنوان مهم‌ترین عوامل در مکان‌نمایی مورد توجه قرار گرفته است. ماهیت این نوع از معیارها نشان می‌دهد که ساخته دست بشر می‌باشد. با توجه به ویژگی‌های بصری جاده‌ها، تأثیرات گردشگری و احتمال مانع توسعه شهری، ساخت دفن زباله‌های جامد در نزدیکی بزرگراه‌ها و شبکه‌های اصلی جاده‌ها نمی‌تواند توجیه شود. از سوی دیگر، ساخت مجدد دفن زباله در نزدیکی راه‌های موجود، به‌شدت توصیه می‌شود، زیرا دسترسی لازم برای کامیون‌های زباله‌های جامد را فراهم می‌کند. همچنین باید برای دفن زباله در نظر گرفته شود. شاخص‌های انسانی دیگری در امر مکان‌نمایی مورد بحث است مانند فاصله از فرودگاه، پادگان‌های نظامی، گردشگاه‌های همگانی،

پیست‌های اسکی و ... که به دلیل عدم وجود در شهرستان این معیارها جایگاهی در بررسی نداشته است.

داده‌های فضایی تحقیق از منابع مختلف ارائه شده است: سازمان هواشناسی، شرکت آب منطقه‌ای چالوس و کلاردشت، شهرداری کلاردشت و سازمان ملی زمین‌شناسی ایران. در این مطالعه با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، بیشترین وزن به یک لایه اختصاص داده می‌شود. بیشترین تأثیر را در تعیین هدف دارد. بدین معنی که اندازه‌گیری وزن هر واحد اطلاعاتی نیز بر اساس نقش مهم‌ترین عامل درون لایه است. برای محاسبه وزن معیارها با توزیع ۳۰ پرسشنامه زوجی بین کارشناسان مربوطه از جمله برنامه‌ریزان شهری، برنامه‌ریزان منطقه‌ای، مدیران شهری، زمین‌شناسان، مهندسی عمران و سازه، جغرافیا و برنامه‌ریزی بر اساس جدول (۱) وزن‌دهی شده است.

جدول ۱- مقیاس اساسی اهمیت نسبی در AHP، بر پایه‌ی تعاریف ساعتی استوار است (Sultana & Lopez & Zink, 2012) (Kumar, 2012)

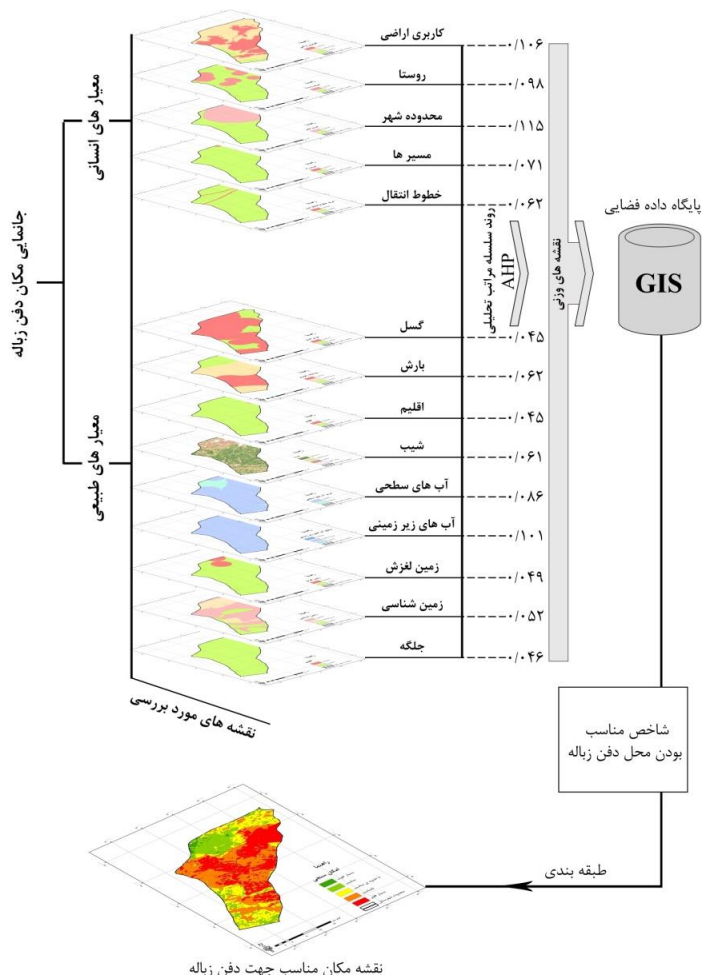
ارزش	ترجیحات (قضاوت شفاهی)
۹	بسیار ترجیح داده شده
۷	خیلی ترجیح داده شد
۵	کاملاً ترجیح داده شده است
۳	نسبتاً ترجیح داده شده است
۱	به همان اندازه ترجیح داده شده است
۲.۴۶۸	ترجیحات بین فاصله‌های قوی

طبق اظهار نظر سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران و قضاوت کارشناسان، محدودیت‌های مناسب برای هر معیار به منظور انتخاب مکان دفن زباله در نظر گرفته شده است جدول (۲). سپس، با توجه به قضاوت کارشناسان و شرایط منطقه‌ای، وزن هر معیار با روش AHP تعیین می‌شود. در این مرحله، بعضی از عوامل به علت ویژگی‌های منطقه‌ای حذف شدند. با این توضیح، روش انتخاب سایت را می‌توان به عنوان (الف) ایجاد بانک اطلاعاتی برای نقشه‌ها (ب) دیجیتالی کردن نقشه‌های کاغذ اولیه از داده‌های جمع‌آوری شده؛ (ج) تعیین معیارهای ارزیابی برای رتبه‌بندی و جایگزینی (د) استفاده از AHP برای تعیین بهترین گزینه. تجزیه و تحلیل فضایی و فرآیند ترکیب لایه‌ها در

AHP مبتنی بر GIS در نمودار (۲) نشان داده شده است. همچنین تجمیع لایه‌های در نرم‌افزار ARC GIS با استفاده از روش همپوشانی وزن دار بوده است.

جدول ۲- معیارها و استانداردها (سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران، ۱۳۸۷)

معیار	محدوده مناسب
شیب	کمتر از ۱۶٪
فاصله از مناطق شهری	بیش‌تر از ۱۰ کیلومتر
فاصله از مناطق روستایی	بیش از ۲ کیلومتر
فاصله از جاده‌ها و راه‌های اصلی	حداقل ۳۰۰ متر
فاصله از خطوط انتقال نیرو	حداقل ۵۰۰ متر
فاصله مناطق رانشی	در این مناطق توصیه نمی‌شود و حداقل فاصله ۱ کیلومتری
فاصله مناطق سیلاب‌گیر	در این مناطق توصیه نمی‌شود و حداقل فاصله ۱ کیلومتری
فاصله از آب‌های جاری	در این مناطق توصیه نمی‌شود و حداقل فاصله ۱ کیلومتری
سطح آب زیرزمینی	نباید در منطقه‌ای انتخاب شود که در آن، سطح آب زیرزمینی در ۱۰ ساله گذشته، در عمق کمتر از ۵ متر بوده.
زمین‌شناسی	احداث مراکز دفن در دره‌ها و مناطقی با سنگ‌بستر درشت‌دانه و متخلخل، مخروط افکنه، دارای پی‌سنگ آهکی و دولومیتی کارستی، سنگ‌های انحلال‌پذیر و گنبد‌های نمکی ممنوع است.
گسل	مکان دفن نباید در مسیر و حریم گسل‌های فعال شناخته‌شده و گسل‌های پنهان قرار داشته باشد و دارای حداقل ۲۰۰ متر فاصله از مناطق قابل پیش‌بینی
کاربری اراضی	محل دفن نباید در مناطق پرجمعیت واقع شود همچنین نباید عمل دفن با کاربری دیگر در تضاد باشد
اقلیم (باد)	محل دفن نباید در بالادست جریان غالب بادهای منطقه نسبت به مناطق مسکونی قرار گیرد، و این محل باید اثرات گازها و بو را به حداقل برساند
بارش	کمترین بارش در سطح منطقه



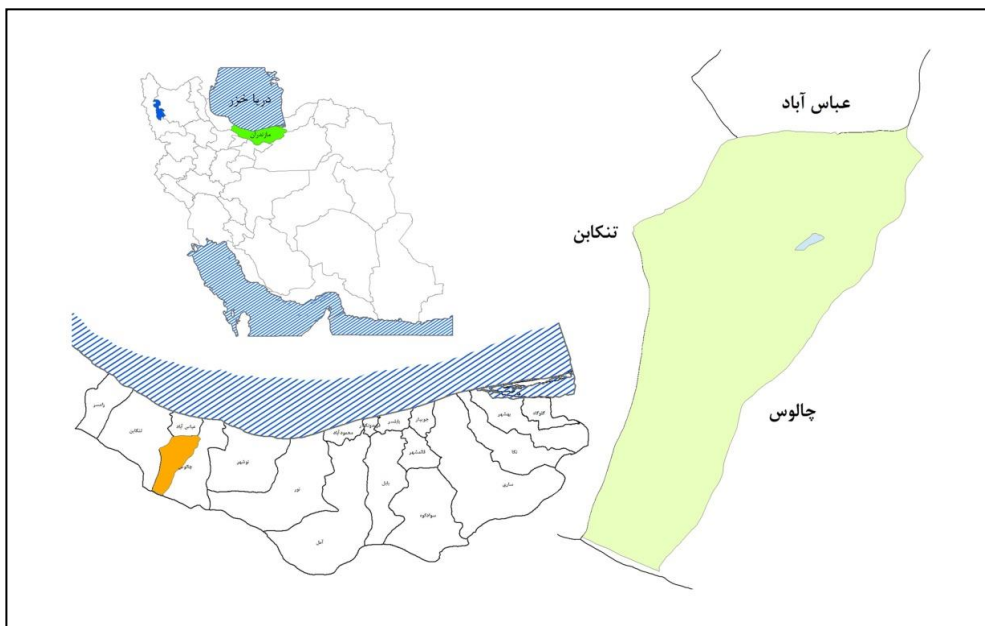
نمودار ۲- فرآیند تجزیه و تحلیل فضایی و ترکیب لایه ها در GIS مبتنی بر AHP

منطقه مورد مطالعه

شهرستان کلاردشت در بخش های میانی استان مازندران و در یک دشت میانکوهی به همین نام در دهانه رودخانه سرداب رود و در پای قله مرتفع البرز غربی (رشته تخت سلیمان و قله علم کوه) واقع شده است. شهر کلاردشت در مختصات جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۱ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. ارتفاع شهر از ۱۱۰۰ متر در شرق و شمال شرقی (منطقه لاهو) تا ۱۶۹۰ متر در جنوب غربی آن (منطقه رودبارک) متغیر است. دشت کلاردشت و شهر شکل گرفته در پای آن، تماماً در حوضه آبریز سردآبرود قرار دارد. این حوضه در غرب حوضه رودخانه چالوس قرار دارد. بزرگراه

در دست احداث تهران - چالوس از شرق شهر و از فاصله ۳۰ کیلومتری آن عبور می‌کند. شهر مرزن‌آباد در امتداد این محور قرار دارد و راه مابین این شهر و کلاردشت، مسیر ارتباطی اصلی کلاردشت با سایر نقاط استان و کشور را تشکیل می‌دهد (طرح توسعه و عمران شهر کلاردشت، ۱۳۹۰). بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ توسط مرکز آمار ایران، جمعیت کل این شهر ۲۳۶۴۸ نفر است. با این حال، جدای از تقسیمات سیاسی روستاهای حوالی حوزه نفوذ شهر تمایل بیشتری جهت استفاده از امکانات و تسهیلات شهری کلاردشت را دارند. به گونه‌ای که محل دفن زباله شهرستان کلاردشت مکانی برای دفن زباله سایر روستاهای خارج از حوزه نفوذ کلاردشت نیز می‌باشد. نرخ رشد جمعیت کلاردشت ۲/۴۴٪ است که جز نرخ‌های بالایی در استان مازندران محسوب می‌شود.

منطقه مورد بررسی بخش اعظمی از شهرستان کلاردشت با مساحت ۵۷۱۹۷۴۲۴۴/۶ مترمربع و داری اقلیم غالب کوهستانی بوده است (شکل ۱). شهر کلاردشت (حسن کیف) تنها شهر موجود در بررسی به‌عنوان مرکز شهرستان کلاردشت که دارای ۲۲ روستا واقع در حوزه نفوذ خود است، از این‌رو رعایت فاصله و توجه به این نقاط جمعیتی در امر مکان‌یابی بسیار مهم و ضروری می‌باشد.



شکل ۱- تقسیمات سیاسی و موقعیت شهرستان کلاردشت (طرح جامع کلاردشت، ۱۳۹۰)

نتایج و بحث

همان طور که قبلاً ذکر شد، طبق نظر متخصصان و استانداردهای محیط زیستی، دو معیار محیط طبیعی و محیط انسانی برای مکان‌نمایی مکان دفن زباله پیشنهاد شده است که هر معیار شامل چند زیر معیار است. این معیارها و زیرمجموعه‌ها مطابق با استانداردهای سازمان حفاظت از محیط زیست و شرایط منطقه‌ای انتخاب شده است. بر اساس ۱۴ زیر معیار انتخاب شده و ایجاد نقشه برای هر کدام از آن‌ها در محیط GIS؛ نقشه‌های شماره ۳ ارائه شده است. سپس با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی بر اساس قضاوت کارشناسان، وزن نهایی هر لایه به دست می‌آید جدول (۳).

جدول ۳- وزن نهایی معیارهای به دست آمده از روش AHP

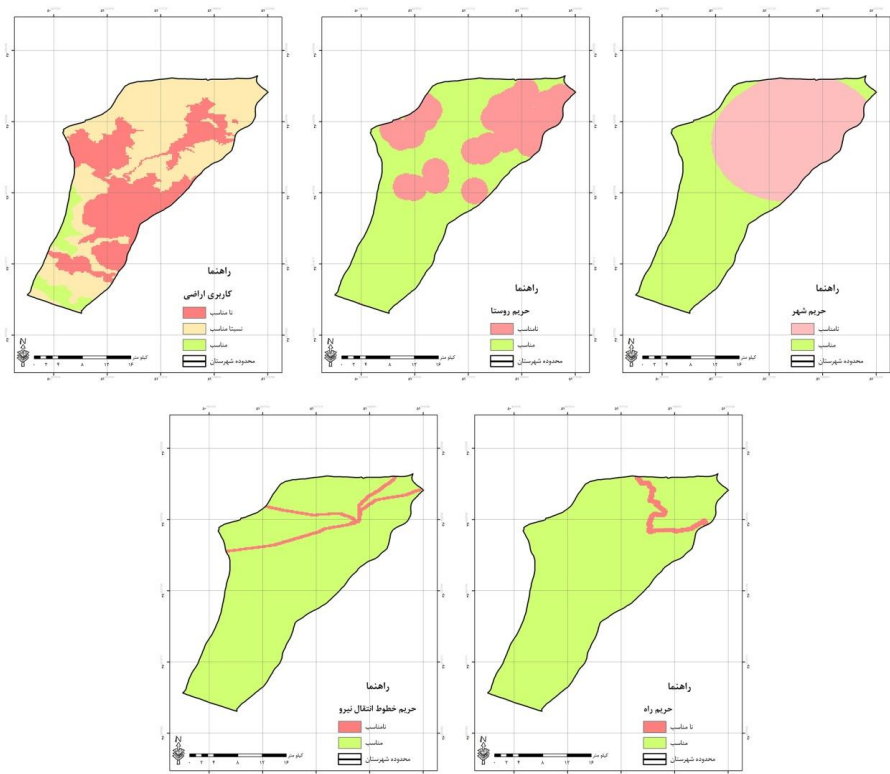
وزن نهایی	پایاده‌سازی AHP					زیر معیار	معیار				
	(۵)	(۴)	(۳)	(۲)	(۱)						
۰/۰۹۸	۱/۰۸	۱/۳۹	۱/۵۴	۱/۵۹	۱	(۱) فاصله از روستا	انسانی				
۰/۰۶۲	۱/۸۷	۱/۴۷	۱/۳۳	۱	۰/۶۲	(۲) انتقال نیرو					
۰/۰۷۱	۱/۴۷	۱/۶۴	۱	۰/۷۵	۰/۶۴	(۳) فاصله از جاده					
۰/۱۱۵	۱/۱۷	۱	۰/۶	۰/۶۸	۰/۷۱	(۴) فاصله از شهر					
۰/۱۰۶	۱	۰/۸۵	۰/۶۸	۰/۵۳	۰/۹۲	(۵) کاربری اراضی					
۰/۰۴۵۲											
وزن نهایی	پایاده‌سازی AHP									زیر معیار	معیار
	(۹)	(۸)	(۷)	(۶)	(۵)	(۴)	(۳)	(۲)	(۱)		
۰/۰۴۵	۱/۱۷	۱/۶۳	۱/۱۹	۲/۰۳	۱/۰۹	۱/۰۶	۲/۴۵	۱/۴۳	۱	(۱) اقلیم	طبیعی
۰/۰۶۲	۱/۰۴	۱/۰۳	۱/۴۹	۱/۲۴	۱/۴۹	۱/۳۲	۱/۹۹	۱	۰/۷۰	(۲) بارش	
۰/۱۰۱	۱/۶۴	۱/۳۸	۱/۹۴	۱/۲۶	۲/۲۱	۲/۲۵	۱	۰/۵۰	۰/۴۱	(۳) آب زیرزمینی	
۰/۰۴۶	۱	۱/۲۴	۱/۰۷	۱/۷۶	۱/۱۲	۱	۰/۴۴	۰/۷۶	۰/۹۴	(۴) جلگه	
۰/۰۴۹	۱/۰۳	۱/۱۲	۱/۳	۱/۷۹	۱	۰/۸۹	۰/۴۵	۰/۶۷	۰/۹۲	(۵) زمین لغزش	
۰/۰۸۶	۲/۰۵	۱/۴۶	۱/۶۶	۱	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۷۹	۰/۸۱	۰/۴۹	(۶) رودخانه	
۰/۰۴۵	۱/۰۳	۱/۳۲	۱	۰/۶۰	۰/۷۷	۰/۹۳	۰/۵۲	۰/۶۷	۰/۸۴	(۷) گسل	
۰/۰۶۱	۱	۱	۰/۷۶	۰/۶۸	۰/۸۹	۰/۷۹	۰/۷۲	۰/۹۷	۰/۶۱	(۸) شیب	
۰/۰۵۲	۱	۱	۰/۹۷	۰/۴۹	۰/۹۷	۱	۰/۶۱	۰/۹۶	۰/۸۵	(۹) زمین شناسی	
۰/۵۴۸											

شکل (۲): شاخص‌های مورد بررسی برای مکان‌نمایی در منطقه مورد مطالعه:

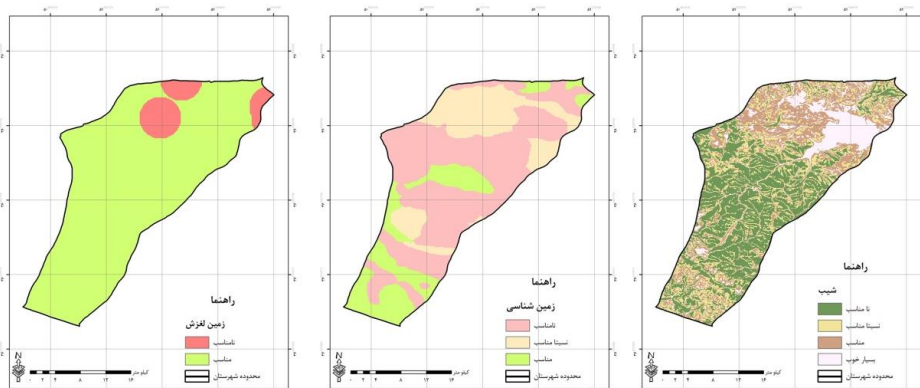
(۱) معیارهای انسانی: (الف) فاصله از روستا، (ب) فاصله از خطوط انتقال نیرو، (ج) فاصله از مسیرهای ارتباطی، (د) فاصله از شهر، (و) کاربری اراضی منطقه.

(۲) معیارهای طبیعی: (الف) اقلیم، (ب) بارش، (ج) سطح آب‌های زیرزمینی، (د) جلگه، (و) زمین‌لغزش، (ه) آب‌های سطحی و رودخانه، (ی) خط گسل، (پ) شیب، (خ) زمین‌شناسی.

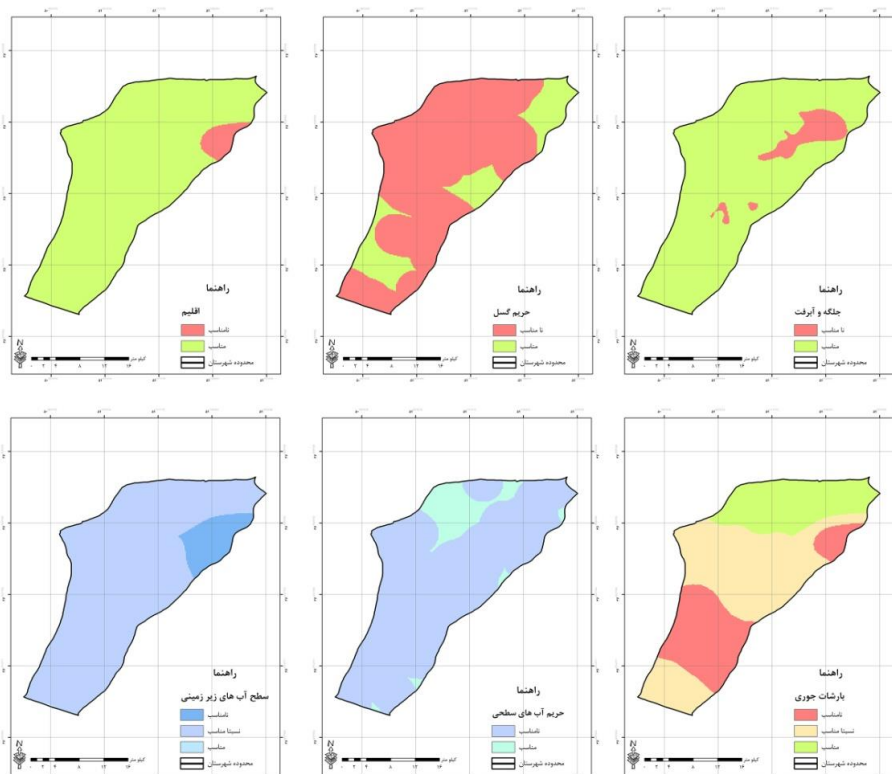
با توجه به معیارهای ذکر شده و خصوصیات منطقه مورد مطالعه، نقشه نهایی نشان‌دهنده توزیع مناسب بودن محل دفن زباله در شهرستان کلاردشت است شکل (۳).



شکل ۲- (۱) معیارهای انسانی



شکل ۲- (۲) معیارهای طبیعی

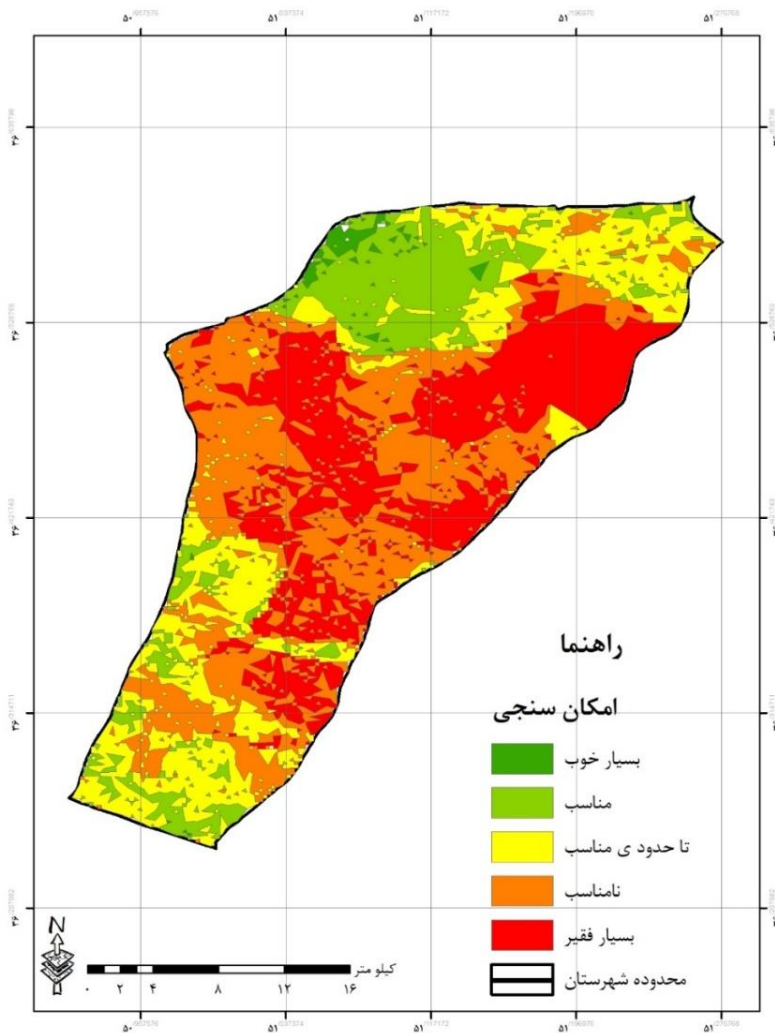


شکل ۲- (۲) معیارهای طبیعی

با توجه شکل (۳) و با توجه به امتیازهای کسب شده هر منطقه در شکل نهایی، تقریباً ۶/۲ کیلومترمربع از منطقه مورد مطالعه برابر با ۱/۰۹ درصد از کل منطقه، شرایط مناسب برای محل دفن زباله را دارند جدول (۳). این نتیجه نشان می‌دهد که بخش بزرگی از این مناطق به دلیل محدودیت‌هایی، مناسب برای دفن زباله مناسب نیستند. شیب زیاد، وجود آب‌های سطحی فراوان، پوشش گیاهی آسیب‌پذیر، وجود زمین‌های کشاورزی و فاصله کم روستاها با هم به‌طور عمده برای دفن زباله‌ها مناسب نیستند. با توجه به شکل (۳)، مکان‌های مناسب برای دفن زباله، مساحت مسطح در شمال شرقی شهرستان با دسترسی مناسب می‌باشد. درنهایت، به دلیل مجاورت با جنگل و خطر تحدید محیط زیستی منظور جلوگیری از این خطر استفاده از حریم برای جنگل الزامی می‌باشد.

جدول ۳- درصد مناطق مختلف از نظر مناسب بودن

اولویت‌ها	مساحت مترمربع	درصد
بسیار خوب	۶۲۵۱۱۹۲/۹۱۷	۱/۰۸
مناسب	۸۴۴۲۸۰۴۷/۷۳	۱۴/۷۶
تا حدودی مناسب	۱۳۱۱۴۳۳۴۸/۸	۲۲/۹۲
نامناسب	۱۸۵۴۸۰۰۲۷/۸	۳۳/۴۲
بسیار فقیر	۱۶۴۶۷۱۶۲۷/۳	۲۸/۷۹
مجموع	۵۷۱۹۷۴۲۴۴/۶	۱۰۰



شکل ۳- مکان های مناسب برای دفن زباله

نتیجه گیری

مدیریت زباله های انسانی یکی از مهم ترین مشکلات در سراسر نقاط جمعیتی جهان است. مدیریت زباله ناکارآمد می تواند مشکلات جدی برای کیفیت محیطی و سلامت انسان ایجاد کند. انتخاب یک محل مناسب برای دفن زباله یک گام بسیار مهم در حل مشکل مدیریت زباله های شهری کشورهای در حال توسعه است. آمار وضعیت دفن پسماندها در ایران نشان می دهد که تاکنون به امر بازیافت

توجه کمتری شده و بیشتر دفن زباله در زمین مورد توجه است و نه حتی دفن بهداشتی. تولید روزافزون زباله‌های جامد شهری از بزرگ‌ترین چالش‌هایی است که مقامات دولتی با آن مواجه هستند. به‌کارگیری و توسعه مدل جهت کاهش تأثیرات مکان‌های دفن زباله بر محیط زیست، بهداشت عمومی و اقتصاد، مورد توجه قرار گرفته شده است. ما در بیشتر مناطق کشور شاهد این هستیم که بیشتر دفن‌ها به‌صورت غیربهداشتی و روباز است. مکان‌یابی محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد نیازمند انجام مطالعات و اعمال مدیریت صحیح بوده و معیارهای متعددی در انتخاب مکان مناسب دفن تأثیرگذارند که عدم توجه به آن‌ها موجب آلودگی شدید محیط زیست و صدمه به انسان‌ها می‌شود (Alistair et al, 2001). لذا دخالت تمامی عوامل مؤثر در مکان‌یابی باعث ایجاد حجم زیادی از داده می‌گردد که با روش‌های دستی امکان‌پذیر نمی‌باشد این مطالعه نشان می‌دهد که ترکیب نرم‌افزار GIS و AHP با استفاده از چند معیار علمی و محیط زیستی، که در کشورهای توسعه‌یافته دنبال می‌شوند، بیانگر یک روش مؤثر در فرایند انتخاب مکان‌های مناسب برای دفن زباله است. فرآیند تجزیه و تحلیل همپوشانی مناطق بالقوه با GIS برای حل مشکل محل‌های دفن زباله در این پژوهش به‌کار برده شد، نرم‌افزار GIS دارای توانایی بالا برای مدیریت حجم زیادی از داده‌ها از منابع مختلف است. این لایه‌ها عمق آب‌های زیرزمینی، رودخانه‌ها، ارتفاع، شیب، زمین‌شناسی، کاربری زمین، جاده‌ها، مراکز شهری، روستاها، جلگه، خطوط انتقال نیرو، گسل، زمین‌لغزش، اقلیم و میزان بارشات جوی بودند. وزن معیارها از روش AHP به‌منظور ایجاد ماتریس مقایسه‌های جفتی بین معیارها حاصل شده است. در شهرستان کلاردشت (در استان مازندران) با جمعیت رو به رشد و موقعیت گردشگری منطقه و فاصله کم این شهرستان با پایتخت مزید بر اهمیت این موضوع شده است. اگرچه توجهات فراوانی به مکان‌نمایی محل دفن زباله شده است، اما تاکنون با توجه به شرایط خاص این موضوع، معرفی یک چارچوب جهانی برای فرایند مکان‌نمایی دفن زباله هنوز به دست نیامده است. از این‌رو ادغام تکنیک GIS و مدل AHP می‌تواند راهی قدرتمند برای حل مسئله مکان بهینه دفع زباله باشد. این مسئله با توجه به وجود رودخانه سردآبرود و قرارگیری بسیاری از روستاهای شهرستان در سواحل این رودخانه اهمیت دوچندان پیدا کرده است. در این مطالعه، ۱۴ معیار در دو شاخه محیط طبیعی و محیط انسانی بر اساس شرایط منطقه‌ای، استانداردهای سازمان حفاظت از محیط زیست و نظر کارشناسان انتخاب شدند. با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی هر معیار و تلفیق در GIS، مناطق دفن زباله در منطقه مورد مطالعه به پنج طبقه تقسیم شدند. با توجه به این طبقه‌بندی، کل منطقه به مناطق بسیار خوب، مناسب، نسبتاً مناسب، نامناسب و بسیار فقیر به ترتیب با ۶.۲، ۸۴.۲، ۱۳۱.۱، ۱۸۵.۴ و ۱۶۴.۶ کیلومتر مربع تقسیم می‌شود. بالاترین اولویت برای دفع زباله در مجموع ۱.۰۹ درصد از کل

منطقه مورد مطالعه برای پروژه‌های تخلیه مناسب است. نتایج تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که این مناطق دارای حداکثر فاصله تا مناطق مسکونی، جاده‌ها، منابع آب زیرزمینی، جریان‌ها و گسل‌ها در منطقه است. مقایسه بین واحدهای انتخاب شده به عنوان بسیار خوب و مناسب با وضع موجود نشان می‌دهد که مناطق پیشنهاد شده برای محل دفن زباله مناسب بوده که خارج بودن از حوزه نفوذ طبیعی شهر کلاردشت مؤکد این قضیه است. این نتایج نشان داد که در منطقه مورد مطالعه، ترکیب AHP و GIS برای محل دفن زباله به طور قابل توجهی با مشاهدات میدانی سازگار است. باین حال، کارایی یک روش فرایند سلسله مراتبی تحلیلی که برای این نوع برنامه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، به شدت وابسته به دانش تحلیل‌گران محدودیت‌ها و ویژگی‌های خاص منطقه است. باین حال، دقت مطالعات میدانی، از جمله مطالعات زمین‌شناسی و ژئوتکنیک دقیق، خرید زمین، تعیین نوع و مقدار زباله، قبل از انتخاب سایت نهایی برای به حداقل رساندن تمام خطرات آلودگی محیط زیست در منطقه مورد مطالعه ضروری است.

منابع

- احمدی، بنیاد؛ غلامعلی فرد، مهدی؛ حسینی، سیدوریا و آقاجری، نسرين (۱۳۹۸). کاربرد تحلیل مکانی ارزیابی چند معیاره در مکان‌یابی محل دفن پسماند شهر مریوان بر مبنای منطق فازی، *مجله علمی پزشکی زانکو*، ۶۴(۲): ۵۱-۳۲.
- ازکیا، مصطفی (۱۳۸۷). *اصول و مبانی بهداشت روستایی*، انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.
- امینی، موسی (۱۳۸۵). *مکان‌یابی دفن مواد زائد جامد شهری (نمونه موردی شهر ساری)*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.
- پناهنده، محمد؛ بهروز، ارسطو؛ آریامند، قویدل و قنبری، فاطمه (۱۳۸۸). کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی AHP در مکان‌یابی جایگاه دفن پسماند شهر سمنان، *مجله سلامت محیط، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران*، ۴(۲): ۲۸۶-۲۷۳.
- جعفری، حمیدرضا؛ رفیعی، یوسف؛ رضانی مهربان، مجید؛ و نصیری، حسین (۱۳۹۱). مکان‌یابی دفن پسماندهای شهری با استفاده از AHP و SAW در محیط GIS (مطالعه موردی: استان کهگیلویه و بویراحمد)، *محیط‌شناسی*، ۱۱(۳۸): ۱۴۰-۱۳۱.
- جلالیان، حمید و دادگر، حسین (۱۳۹۲). مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله‌های روستایی مورد: دهستان قلعه دره‌سی شهرستان ماکو. *اقتصاد فضا و توسعه روستایی*، ۶(۲): ۹۷-۱۱۴.
- جهانی شکیب، فاطمه و هاشمی، نسیم (۱۳۹۷). برنامه‌ریزی توسعه محیطی دهستان شان‌دیز بر اساس فرآیند تحلیلی. *آمایش سرزمین*، ۲(۱۰): ۲۹۴-۲۷۱.

- جوزی، سید علی؛ دهقانی، محسن و زارعی، مرتضی (۱۳۹۱). ارائه برنامه راهبردی مدیریت پسماندهای روستایی به روش A'WOT (مطالعه موردی: میناب)، *محیط شناسی*، ۴: ۹۳-۱۰۸.
- خورشید دوست، علی محمد و عادل، زهرا (۱۳۸۸). کاربرد عوامل ژئومورفیک در مکان‌یابی دفن زباله‌های شهری، (مطالعه موردی شهر بناب)، *فصلنامه جغرافیای طبیعی*، ۵(۲): ۶۳-۸۳.
- زیاری، کرامت‌الله؛ موسی‌خانی؛ کامران؛ ابادزلو، شهرام و ابادزلو، سجاد (۱۳۹۱). مکان‌یابی دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از مدل AHP (نمونه موردی شهرستان جلفا)، *نشریه جغرافیا و مطالعات محیطی*، ۳: ۱۴-۲۸.
- سازمان حفاظت محیط زیست ایران (۱۳۸۷). دفتر مطالعات آلودگی خاک و آب دستورالعمل برای دفع زباله‌های بهداشتی MSW. تهران.
- شهرداری کلاردشت (۱۳۹۵). سازمان دفع پسماند جامد شهری.
- سعیدی، عباس (۱۳۸۷). *دانشنامه مدیریت شهری و روستایی*. تهران: موسسه فرهنگی اطلاع‌رسانی و مطبوعاتی.
- سعیدنیا، احمد (۱۳۸۳). *کتاب سبز شهرداری‌ها*، جلد هفتم، مواد زائد جامد شهری. تهران: انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.
- عبدلی، محمدعلی (۱۳۸۶). *مدیریت مواد زائد جامد روستایی در استان هرمزگان*. تهران: سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.
- عبدلی، محمدعلی؛ و جلیلی قاضی‌زاده، مهدی (۱۳۸۶). ارزیابی توانایی انطباق فناوری‌های نو مدیریت پسماندها در کشور. *محیط شناسی*، ۴۲(۳۳): ۵۱-۶۲.
- غفاری گیلانده، عطا؛ و غلامی، عبدالوهاب (۱۳۹۳). مقایسه کارایی فنون تحلیل چندمعیاری در بررسی تناسب ارضی (مطالعه موردی: مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری شیراز). *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، ۲(۴۶): ۴۴۸-۴۲۷.
- فرجی سبکبار، حسنعلی؛ سلمانی، محمد؛ فریدونی، فاطمه؛ کریم‌زاده، حسین و رحیمی، حسن (۱۳۸۹). مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله روستایی با استفاده از مدل فرآیند شبکه‌ای تحلیل (ANP): مطالعه موردی نواحی روستایی شهرستان قوچان. *فصلنامه مدرس علوم انسانی*، ۱(۱۴): ۱۴۹-۱۲۷.
- نیکنامی، مرضیه؛ حافظی مقدس، ناصر (۱۳۸۹). مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری در شهر گلپایگان با استفاده از سیستم GIS، *فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی*، ۱(۶): ۵۷-۶۳.
- Khodaparast M, R. A. (2018). Municipal solid waste landfill siting by using GIS and analytical hierarchy process (AHP): a case study in Qom city, Iran. *Environmental Earth Sciences*, 77-52.
- Kumar Amit, K. M.-U.-H. (2018). Optimal siting of solid waste-to-value-added facilities through a GIS-based assessment. *Science of the Total Environment* 610-611, 1065-1075.
- Saaty, TL. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *Int J Serv Sci*, 1:83-98.

- Sener, S. S. (2010). Solid waste disposal site selection with GIS and AHP methodology: a case study in Senirkent-Uluborlu (Isparta) Basin, Turkey. *Waste Management* 30, 2037–2046.
- Sultana, A. K. (2012). Optimal siting and size of bioenergy facilities using geographic information system. *Appl. Energy* 94, 192–201.