جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۲۳، تابستان ۱۳۹۶
وصول مقاله : ۱۳۹۵/۴/۱۲
تأیید نهایی : ۱۳۹۵/۱۱/۱۰
صفحات : ۲۰ - ۱

کاربرد روش منطق فازی (fuzzy) و تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) در مکان‌یابی دفن پسماند خانگی شهر مرودشت با تأکید بر پارامترهای هیدرواقلیمی

دکتر بهروز سبحانی [۱]، محبوبه خلیلوند [۲]

چکیده

مکان‌یابی محل‌های مناسب دفن پسماند خانگی (طلای کثیف) از اقدامات مهم در فرایند مدیریت جامع پسماندهای شهری است. محل کنونی دفن پسماند شهر مرودشت علاوه‌بر تکمیل ظرفیت، در موقعیت محیطی نامناسبی واقع شده است. آثار آلودگی‌های زیست‌محیطی آن نه تنها در شرایط کنونی پدیدار شده، بلکه در آیندهٔ نزدیک نیز آثار منفی خود را بهتر نشان خواهد داد و سرانجام، توسعهٔ پایدار این شهر را با بحران مواجه خواهد ساخت. هدف از انجام این پژوهش، مکان‌یابی دفن پسماند خانگی شهر مرودشت و کاهش آسیب‌های حاصل از آن به منابع آب و خاک می‌باشد. در این پژوهش از عوامل فیزیوگرافی زمین، فاصله از محدودهٔ قانونی شهر، فاصله از جاده، فاصله از عوارض مصنوع (روستا، تأسیسات و تجهیزات شهری، معادن)، فاصله از گسل‌های منطقه و همچنین بررسی وضعیت هیدرواقلیم ازجمله فاصله از آب‌های سطحی منطقه، جهت باد، دما و بارش در محیط GIS استفاده شده است. ابتدا، محدودیت‌های منطقهٔ مورد مطالعه ازلحاظِ دفن پسماند، استخراج شده و سپس مقادیر لایه‌های اطلاعاتی براساس توابع عضویت فازی و مطلوبیت آن‌ها نسبت به هدف در بازهٔ استاندارد صفر و یک قرار گرفتند. این لایه‌ها درنهایت براساس وزن‌های استخراج شده از طریق روش AHP و به روش ترکیب خطی- وزنی با یکدیگر تلفیق و درنهایت مناطق مناسب به‌منظورِ دفن پسماند استخراج شدند. در این پژوهش، منطقهٔ مورد مطالعه به چهار کلاس تقسیم شد که با توجه به نتایج به‌دست آمده، کلاس چهارم در نقشهٔ نهایی، مناسب‌ترین مکان برای دفن پسماند خانگی و احداث تکنولوژی بازیافت زباله (طلای کثیف) در شهر مرودشت تعیین شد.

کلید واژگان: مکان‌یابی پسماند خانگی (طلای کثیف)، منطق فازی، هیدرواقلیم، AHP، GIS، شهر مرودشت.

۱- دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه محقق اردبیلی (نویسنده مسؤول) sobhani@uma.ac.ir
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد اقلیم شناسی گروه جغرافیای دانشگاه محقق اردبیلی khalilvandm63@gmail.com

مقدمه

امروزه «بازیافت زباله»، که تا چندی قبل عاملِ دغدغه و بحران بود، به یکی از سودآورترین صنایع دنیا مبدّل شده است. «زباله» از دیدگاه اقتصاددانان جهان «طلای کثیف» لقب گرفته است؛ ازاین‌رو، بسیاری از دانشمندان و پژوهشگران با صرف مبالغ نسبتاً قابل توجه، دائماً در آزمایشگاه‌های مجهز درحال تجزیه‌وتحلیل فرمول‌های شیمیایی هستند تا از حداکثر منابع موجود در زباله‌ها بهره ببرند؛ یعنی به‌عبارتی «طلای کثیف» از زباله‌ها استخراج کنند، زیرا در این صورت به‌غیر از فواید فراوان اقتصادی در زمینهٔ حفظ محیط زیست، از تخریب منابع طبیعی و جنگل‌هاومراتع‌نیز به‌شدت‌می‌کاهند (Peter,2013: 3-12) و (شعبان‌زاده و مرادی،۱۳۹۳: ۱-۱۴). یکی از مسائلی که در بسیاری از کشورهای جهان نهادینه شده، اما در ایران به تازگی زمزمه‌های انجام آن به گوش می‌رسد، تفکیک زباله از مبدأ است. این کار علاوه بر رعایت اصول بهداشتی، منجر به سلامت کالاهای تولید شده از مواد بازیافتی است و از سوی دیگر بخشی از هزینه‌های جمع‌آوری و ساماندهی زباله را حذف خواهد کرد. توجه به گسترش روزافزون جمعیت شهری و افزایش پسماندهای خانگی و صنعتی، فعالیت‌های چشمگیری را درجهتِ حلّ معضل پسماند و روش‌های مناسب دفن این مواد فراهم کرده است (عبدلی و جلیلی‌قاضی‌زاده،۱۳۸۶: ۶۲-۵۱). یکی از معضلات مهم مدیران شهری در کشور، یافتن محل‌های مناسب دفن پسماندخانگی است تا علاوه‌بر رعایت مسئلهٔ مقبولیت مردمی، محل‌دفن‌حداقل‌تأثیرات‌زیست‌محیطی را داشته باشد (Duan, Huang, Wang, Li, 2008: 221-227). تولید پسماند یکی از مهم‌ترین منابع تهدیدکنندهٔ سلامت و محیط زیست جهانی است (Zamdrano, 2008: 473-481). هدف از طراحی و اجرای سیستم پسماندهای شهری، رفع مشکل شهر و آسایش شهروندان است. درحال‌حاضر، دفن پسماندها عمدترین روش دفع در بسیاری از کشورها و نیز ایران می‌باشد. کاربرد این روش -به‌ویژه در اشکال تلنبار، در مقایسه با دیگر گزینه‌ها- به‌دلیل ارزان بودن و ساده‌ترین راه مدیریت، موجب شده که بدون برنامه‌ریزی‌های اصولی، اغلب در مکان‌های غیرآماده و کنترل‌نشده صورت گیرد. درصورتی‌که دفن بهداشتی، جزء غیرقابل اجتناب سیستم مدیریتی پسماند شمرده می‌شود (سرور و دیگران، ۱۳۸۹، ۷۱-۵۷).

در این زمینه، مطالعات متعددی انجام شده که به چند مورد اشاره می‌شود: خراسانی در مطالعهٔ زیست‌محیطی که برای انتخاب محل مناسب برای دفن زباله با روش‌های بولین وAHP انجام داد، به این نتیجه رسید که روش AHP روش مناسبی برای مکان‌یابی است (خراسانی،۱۳۸۳: ۴۵-۳۹). در مورد بررسی وضعیت جمع‌آوری دفن زباله در کارگاه‌های شهر ایلام تحقیقی به‌عمل آمده و به این نتیجه رسیدند که آگاهی مدیران و کارگران دفن زباله می‌تواند در روش صحیح جمع‌آوری و دفن آن کمک مؤثری باشد (پورنجف،۱۳۸۲: ۴۵-۳۹). با استفاده از داده‌هایی همچون فاصله از گسل، آب‌های سطحی، جهت باد، خاک‌شناسی، هیپسومتریک (طبقات ارتفاعی)، پوشش گیاهی و زمین‌شناسی با روش منطق فازی، مکان‌های مناسب برای دفن مواد تعیین شد (پوراحمد، حبیبی، زهرایی و نظری عدلی ،۱۳۸۴: ۵۱-۴۰). در شهر گیوی مکان‌یابی دفن مواد جامد شهری با استفاده از GIS و روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی انجام شده و این نتیجه حاصل شد که روش‌های بولین و AHP می‌تواند به‌عنوان یک روش مناسب برای این نوع مطالعه محسوب شود (فتاحی و آل‌شیخ،۱۳۸۸: ۴۱-۳۰). در شهر زنجان مکان‌یابی مراکز دفن پسماند جامد شهری با استفاده از منطق فازی در محیط GIS مطالعه شد و نتیجه چنین است که مناسب‌ترین محل دفن پسماند جامد در منطقهٔ شمال غربی در ۳۵ کیلومتری شهر زنجان است (هادیانی،۱۳۹۱: ۱۱۶-۱۳۳). معینی‌الدینی و همکارانش (۲۰۱۰: ۹۱۸-۹۱۰) با استفاده از روش‌های WLC، SCA و AHP محل‌های مناسب برای دفن زباله را بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که به‌منظورِ وزن‌دهی، روش AHP از سایر

روش‌ها مناسب‌تر است. . عادلی و خورشیددوست (۲۰۱۱: ۶۲۹-۶۲۰) در طراحی و برنامه‌ریزی شهری، تأکیدشان بر کاربرد ژئومورفولوژی برای دفن زباله است. همچنین، (Contreras, 2008: 991-979) و (Effat & Hegazy, 2012: 125-133) . با استفاده از روش‌های AHP و TOPSIS با بهره‌گیری از داده‌های عوامل فیزیکی زمین، عناصراقلیمی و رعایت فاصله از شهر و جادهٔ اصلی با تحلیل در سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی محل دفن زباله را مکان‌یابی کرده و به این نتیجه رسیدند که برای جمع‌آوری زباله و تعیین محل دفن آن، از تکنیک‌ها و ابزارهای مدرن استفاده شود. همچنین(Juham, Maddisom, 2013: 116-129) به این نتیجه رسیدند که محل دفن زباله در افزایش و کاهش قیمت زمین منطقه مؤثر است؛ بنابراین، در مطالعات مکان‌یابی دفن زباله باید این فاکتور نیز در نظر گرفته شود.

شهرمرودشت به‌دلیل ساختار طبیعی، توسعهٔ صنایع پتروشیمی، کارخانجات مختلف و کارگاه‌های متنوع، باعث تولید بسیار زیاد زباله با ترکیبات متفاوت است و به‌دلیل نزدیکی مکان دفن پسماند موجود به زمین‌های کشاورزی روستاهای شهرستان و پیشروی به داخل شهر مرودشت، با مشکل مکان مناسب برای دفن مواجه گشته و این مسئله ضرورت پژوهش را نشان می‌دهد.

مبانی نظری تحقیق

به مجموعه مواد ناشی از فعالیت‌هایی که در محل سکونت انسان تولید می‌شود و دست‌کم از نظر مالکان، آن مواد غیرقابل استفاده و دورریختنی تلقی می‌شوند، «زباله یا پسماند» گفته می‌شود (Chang & Parrathinathan, 2008: 139-153)، نگهداری این مواد در اطراف منزل معمولاً مخلّ نظم و زیبایی خواهد بود (Wang, Qin 2009: 2421-2414). ازاین‌رو، مردم همواره می‌کوشند این مواد را از محیط زندگی خود دور کنند. این موضوع برای نقاط شهری به‌دلیل حجم زیاد مواد پسماند کار آسانی نیست. به همین دلیل، از زمان شکل‌گیری جوامع شهری به مفهوم امروزه، چگونگی برخورد با این مواد همیشه یکی از دغدغه‌های ساکنان شهرها، به‌ویژه مدیریت شهری بوده است (Tavares & Zsigraiova, 2011: 1960). نبودِ کنترل و بی‌توجهی نسبت به مدیریت صحیح زباله‌های صنعتی دربارهٔ نحوهٔ جمع‌آوری و نگهداری، حمل‌ونقل و دفع بهداشتی این نوع زباله‌ها، باعث بروز فجایع و شیوع انواع بیماری‌ها و اپیدمی‌های منطقه‌ای و شهری خواهد شد (Gugin, 2009: 2421)که علاوه‌بر ایجاد تهدید جدی برای سلامتی جامعه و محیط زیست، سبب اتلاف هزینه‌های زیادی نیز می‌شود(Costa, et al, 2010: 815-822). برای دست‌یابی به توسعهٔ پایدار و حفظ محیط زیست، استفاده از فناوری‌های مدرن که ازنظرِ زیست‌محیطی پاک‌تر و قابل دسترس باشند، ضروری به نظر می‌رسند. مدیریت یکپارچهٔ پسماندها یکی از نگرش‌های جامع برای مدیریت منابع و محیط زیست می‌باشد که از اعمال مفهوم توسعهٔ پایدار به‌وجود آمده است (Geng, et al, 2007: 141-150). طی چند دههٔ اخیر، همراه با توسعه و تکامل در صنایع موازی با رشد جمعیت و افزایش تقاضا برای رفع نیازها و افزایش میزان تولیدات، مدیریت پسماندهای تولید شده به‌خصوص پسماندهای خطرناک به یکی از نگرانی‌های عمدهٔ مدیران شهری تبدیل گردیده و درحال‌حاضر یکی از موضوعات عمومی مورد بحث است؛ بنابراین، پسماندها از خطرناک‌ترین تهدیدها برای سلامتی انسان‌ها و نابودی منابع طبیعی هستند (Sumathi, Natesan, 2008: 2148-2421)، بدون اصول علمی برای دفع در طبیعت رها می‌شوند (عبدلی،۱۳۹۰: ۸۸-۱۰۱). نبود سیاست‌های اجرایی، تخصیص سرمایه، زمین، تحصیلات و فرصت کافی و مناسب و وجود نارسایی در اطلاعات و مدیریت تصادفی و بدون کنترل در زمینهٔ مدیریت پسماند در کشورهای درحال‌توسعه از جنبه‌های گوناگون ازجمله بهداشت عمومی، زیباشناسی، محیط زیستی و اقتصادی به‌خصوص در مرحلهٔ جمع‌آوری حمل‌ونقل و دفع پسماندها حایز

اهمیت و توجه جدی است (Ghose et al, 2006: 1287-1293).

ضرورت مطالعهٔ اقلیم در مکان‌یابی محل‌های دفن پسماند

به‌طور خاص، مطالعهٔ پارامترهای اقلیم‌شناسی در مکان‌یابی محل دفن پسماند از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. در مکان‌یابی دفن پسماند به چند مورد از داده‌های اقلیم‌شناسی اشاره می‌شود:

- **بارندگی:** عامل بارش در تشدید عمل تشکیل شیرابه مؤثر بوده و منجر به تشکیل شیرابهٔ هیدرولوژیک و جاری شدن شیرابه در اطراف محل دفن شده و آلودگی‌های زیست‌محیطی را افزایش می‌دهد؛ بنابراین، انتخاب مکانی که از بارندگی کمتری برخوردار باشد برای دفن پسماند مناسب‌تر خواهد بود.

- **باد**: اهمیت و لزوم مطالعهٔ باد به‌ویژه بادِ غالب به‌عنوان یک عامل مهم در دفن پسماند به‌علت انتقال مواد آلاینده به مناطق سکونتگاهی و انتشار آلودگی‌ها و بیماری‌ها می‌باشد؛ بنابراین توجه به عامل باد بسیار تعیین‌کننده بوده و بدین ترتیب محل دفن پسماند را به‌گونه‌ای انتخاب می‌کنند که میزان تأثیرگذاری عامل باد به حداقل برسد (Delgado, 2008: 1137).

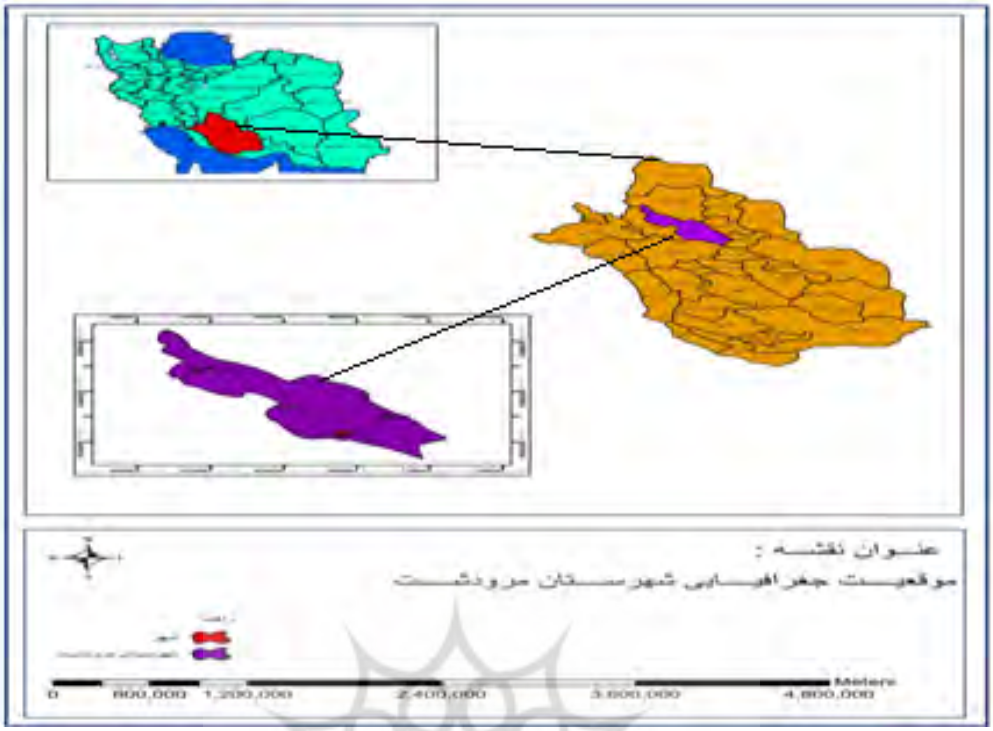
- **دما**: در ترکیب با سایر عوامل، شرایط متفاوتی را به‌وجود می‌آورد. از سوی دیگر، ساعات آفتابی زیاد و ابرناکی کم باعث افزایش درجه حرارت و متعاقب آن افزایش تبخیر و تعرق می‌شود و شرایط را برای مکان‌گزینی دفن پسماند مناسب می‌سازد (Demesouka & Vavatsikos, 2013: 1190).

- **رطوبت**: افزایش رطوبت به همراه گرما به‌طور غیرمستقیم در ایجاد بارندگی‌های محلی و رواناب‌های سطحی نقش دارد که باعث فسادپذیری و تولید بیشتر شیرابه خواهد شد (Leao and Bishop, 2001: 289-313).

مکان‌یابی: آخرین مرحله از مدیریت پسماند است؛ زیرا استفاده از روش‌های مناسب برای دفع زباله و بازیافت آن به‌عنوان ثروت، از بروز مشکلات متعدد و ایجاد انواع آلودگی‌ها تا مدت طولانی جلوگیری می‌کند و بسیاری از مشکلات را در محل دفن کاهش می‌دهد. برای این منظور شناخت عوامل مؤثر در مکان‌یابی محل دفن بسیار تأثیرگذار است (امان‌پور و دیگران،۱۳۹۲: ۵۴-۶۴).

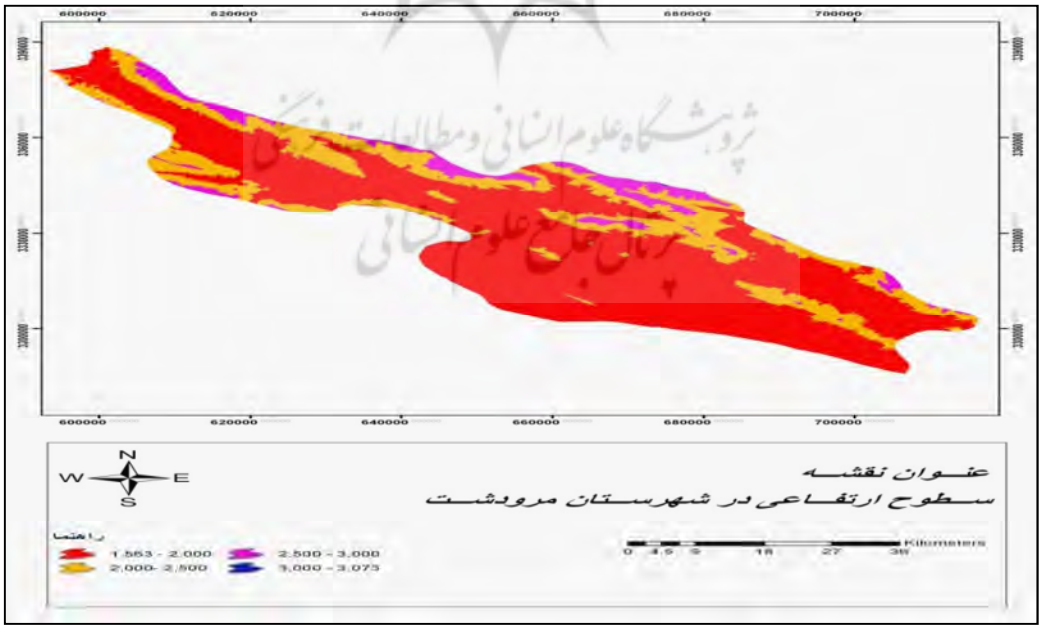
معرفی محدودهٔ مورد مطالعه

شهرستان مرودشت در شمال استان فارس در حدود ۴۵۳۷/۴ کیلومتر مربع در موقعیت جغرافیایی ۲۹ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۵۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۴۴ دقیقه الی ۵۳ درجه ۳۰ دقیقه طول شرقی قرار دارد. ارتفاع آن ۱۶۰۰ متری از سطح دریا قرار دارد. ازلحاظِ جمعیت دومین شهرستان استان فارس و در ۴۵ کیلومتری شمال غرب شهر شیراز واقع شده است (شکل ۱). ۴۳ درصد از مساحت شهرستان را مناطق کوهستانی و تپه ماهوری و مابقی را دشت و ناحیهٔ پست تشکیل می‌دهد(شکل ۲). ارتفاعات و مناطق کوهستانی عمدتاً در شمال و مناطق دشت و پست در مرکز و جنوب شهرستان واقع است (استانداری فارس، ۱۳۹۲).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه

(منبع: ترسیم توسط نگارندگان، ۱۳۹۳)

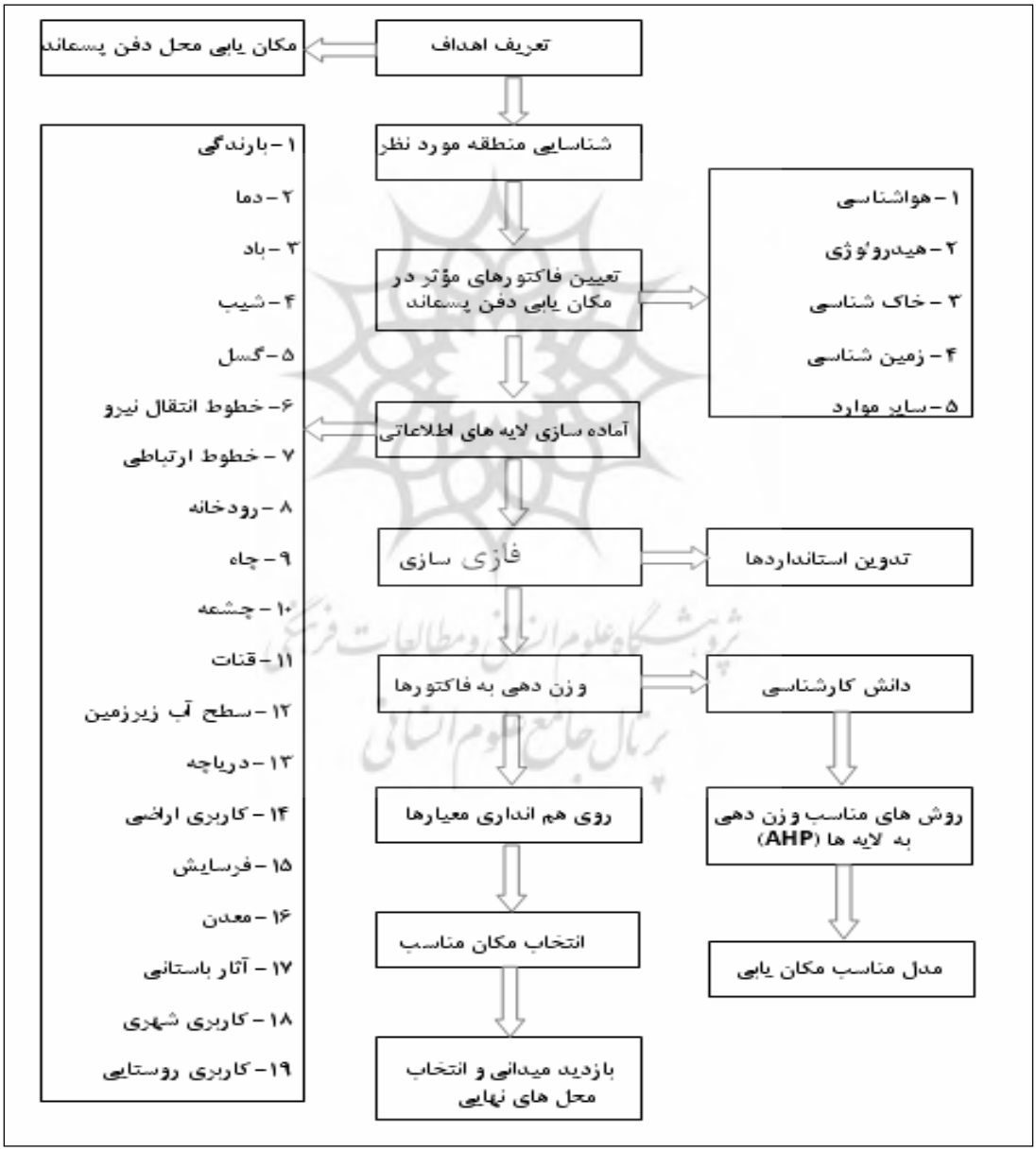


شکل ۲. موقعیت ارتفاعی شهرستان مرودشت

(منبع: ترسیم توسط نگارندگان، ۱۳۹۲)

مواد و روش‌ها

روش تحقیق، از نوع کاربردی و براساس ماهیت توصیفی- تحلیلی است. مبانی تئوریک آن براساس مطالعات اسنادی، کتابخانه‌ای است. روش‌ها و مواد مورد استفاده در این پژوهش مطابق (شکل ۳) می‌باشد. در این پژوهش، از روش تجزیه‌وتحلیل وضع موجود و مدل‌سازی داده‌ها استفاده شد. بدین منظور ابتدا برای ایجاد پایگاه دادهٔ سیستم اطلاعات جغرافیایی، از داده‌های فضایی و داده‌های توصیفی به‌صورت رقومی ازقبیلِ اطلاعات فضایی (شیب زمین، کاربری اراضی، فاصله از گسل‌ها، مسیل‌ها، راه‌ها و منابع آب شرب، سطح آب‌های زیر زمینی و ...)، از روی نقشه‌های مربوط و به کمک نرم‌افزار GIS، زمین مرجع، ذخیره شد و سپس اطلاعات توصیفی، وارد سیستم شده و به اطلاعات فضایی متصل شد تا قابلیت تجزیه‌وتحلیل فراهم شود (شکل ۳).

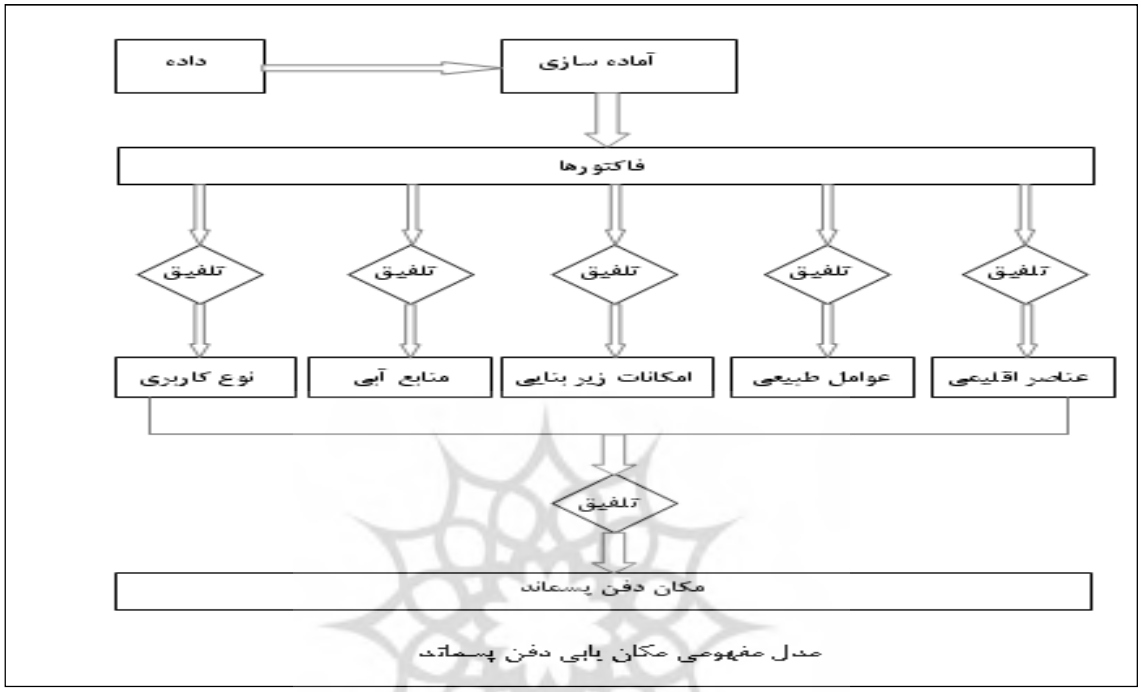


شکل ۳. نمودار مراحل جریان کار

(منبع: تهیه و گردآوری توسط نگارندگان، ۱۳۹۲)

تهیهٔ مدل مفهومی مکان‌یابی دفن پسماند

مدل مفهومی مکان یابی دفن پسماند، چارچوبی برای هدایت مراحل مکان‌یابی است که در انتخاب، آماده‌سازی لایه‌ها و تلفیق فاکتورها حائز اهمیت است. این مدل درجهتِ روشن نمودن ذهن متخصص نسبت به عوامل مختلف و نحوهٔ تأثیر آنها در انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند در (شکل ۴) نشان داده شده است.



شکل ۴. مدل مفهومی مکان‌یابی دفن پسماند

(منبع: تهیه و گردآوری توسط نگارندگان، ۱۳۹۲)

وزن‌دهی به فاکتورها

انتخاب آگاهانه و صحیح وزن‌ها کمک بزرگی درجهتِ تعیین مکان مناسب دفن پسماند می کند. عملیات وزن دهی به فاکتورها به روش های ذیل قابل انجام است.

روش مقایسهٔ دوتایی

روش مقایسهٔ دوتایی در زمینهٔ فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی ارائه شده است. این روش شامل مقایسهٔ دوتایی به‌منظور ایجاد یک ماتریس نسبت است که شامل سه مرحلهٔ اساسی می باشد: الف- ایجاد ماتریس مقایسهٔ زوجی، ب- محاسبه وزن عوامل، ج- تخمین شاخص سازگاری سیستم که در این تحقیق برای وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی استفاده شده است.

منطق فازی

این عملگر حالت کلی از ضرب و جمع فازی است که در آن فاکتورهای مکان‌یابی دفن پسماند طبق رابطهٔ ۱ تلفیق می‌شوند:

$$\mu_{combination} = \left(FuzzyAgabricSum\right)^{\delta} * \left(Fuzzya\lg abric\,\Pr oduet\right)^{1-\delta}$$ رابطهٔ ۱:

در رابطهٔ ۱: مقدار بین عدد صفر تا یک قابل تعیین است. اگر مقدار آن یک انتخاب شود، رابطه تبدیل به عملگر جمع فازی و اگر مقدار آن صفر انتخاب شود، رابطه به عملگر ضرب فازی تبدیل خواهد شد.

روش ترکیب خطی وزنی (WLC)

در این روش هریک از لایه‌های فازی‌شده توسط توابع عضویت فازی در وزن مربوط به خود ضرب شده و درنهایت با یکدیگر جمع و بر مجموع وزن‌ها تقسیم می‌شوند. نتیجهٔ این روش حالت میانگین از دو حالت جمع فازی (حالت خوشبینانه و دارای ریسک‌پذیری بالا) و ضرب فازی (حالت بدبینانه و دارای ریسک‌پذیری پایین) خواهد بود (رابطهٔ ۲).

$$s = \frac{\sum w_i \, s_{ij}}{\sum w_i}$$

رابطهٔ ۲:

یافتهٔ تحقیق

محاسب ماتریس وزن لایه‌های اطلاعاتی براساس روش مناسب وزن‌دهی

در این مرحله از تحقیق، ماتریس وزن لایه‌های مورد استفاده در (جدول ۱ تا ۴) با استفاده از روش (AHP) به‌صورت اتوماتیک بر روی لایه‌ها اعمال شده و از این طریق وزن نهایی لایه‌ها و نسبت سازگاری، حاصل شده و سپس لایه‌ها با هم تلفیق شده و خروجی نهایی مکان‌های مناسب دفن پسماند به‌دست آمد (Pires & Martinho, 2011: 1033-1050).

جدول ۱. ماتریس وزن پارامترها به روش (AHP) برای لایهٔ اطلاعاتی کاربری و زیربنایی

عوامل	کاربری شهری	کاربری روستایی	آثار باستانی	خطوط ارتباطی	خطوط انتقال نیرو
کاربری شهری	۱	۵	۱/۳	۲	۵
کاربری روستایی		۱	۱/۵	۱/۳	۳
آثار باستانی			۱	۵	۷
خطوط ارتباطی				۱	۳
خطوط انتقال نیرو					۱

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۲)

جدول ۲. ماتریس وزن پارامترها به روش (AHP) برای لایهٔ اطلاعاتی هیدرواقلیم

عوامل	دریاچه	رودخانه	چاه	چشمه	قنات	سطح آب زیرزمینی	همدما	همبارش
دریاچه	۱	۱/۲	۱/۷	۱/۵	۱/۳	۱/۹	۳	۲
رودخانه		۱	۱/۲	۱/۵	۱/۲	۱/۶	۵	۳
چاه			۱	۱/۲	۲	۱/۵	۷	۶
چشمه				۱	۵	۱/۵	۷	۵
قنات					۱	۱/۵	۵	۶
سطح آب زیرزمینی						۱	۷	۵
همدما							۱	۱/۲
همبارش								۱

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۲)

جدول ۳. ماتریس وزن پارامترها به روش (AHP) برای لایهٔ اطلاعاتی عوامل طبیعی

عوامل	گسل	شیب	فرسایش	کاربری اراضی	معدن
گسل	۱	۱/۶	۱/۳	۱/۵	۱/۲
شیب		۱	۳	۱	۵
فرسایش			۱	۱/۵	۲
کاربری اراضی				۱	۳
معدن					۱

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۲)

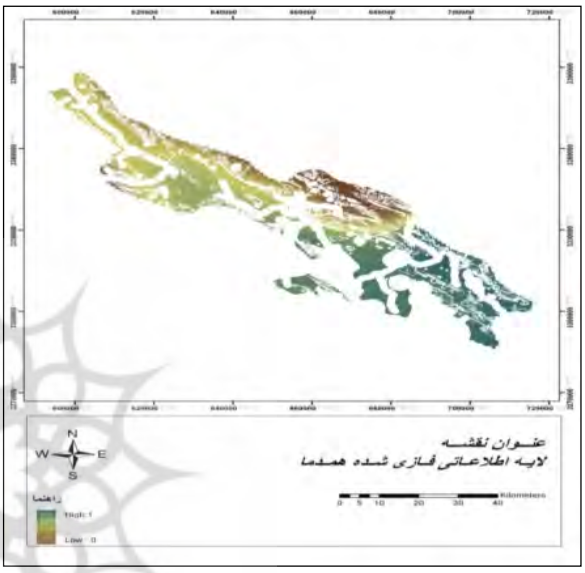
جدول ۴. ماتریس وزن پارامترها به روش (AHP) برای همهٔ لایه‌های اطلاعاتی

عوامل	هیدرواقلیم	کاربری و زیربنا	طبیعی
هیدرواقلیم	۱	۳	۲
کاربری و زیربنا		۱	۱/۲
طبیعی			۱

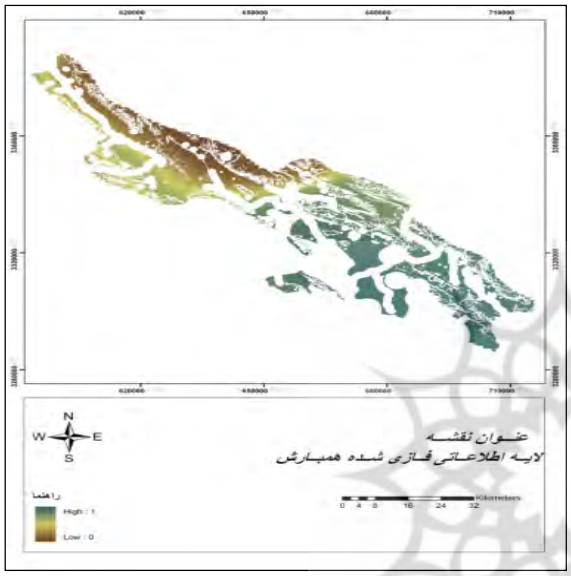
(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۲)

نتایج لایه‌های اطلاعاتی فازی‌شده

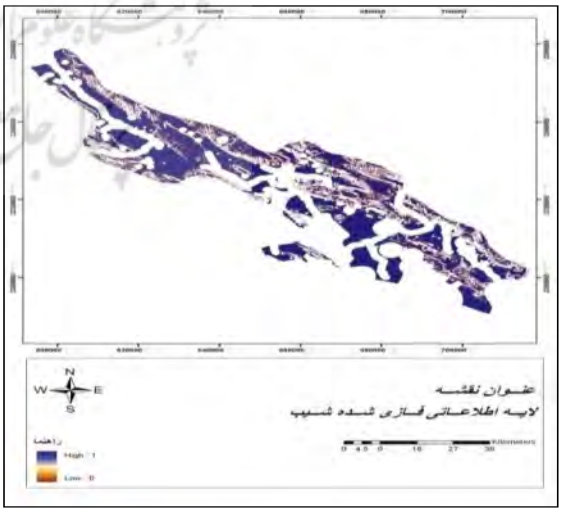
لایه‌های اطلاعاتی در این تحقیق با استفاده از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و با منطق فازی به‌صورت لایه‌های اطلاعاتی فازی‌شده تبدیل شدند که مقدار عضویت هر پیکسل در این نقشه‌ها ۰ تا ۱ می‌باشد که به شکل راهنما با رنگ‌های مختلف در کنار نقشه آورده شده است. به پیکسل‌هایی که ارزش بالایی داده شده است، ازلحاظِ مکان دفن در منطقه مورد مطالعه مناسب‌تر و در حقیقت مکان بهینه محسوب می‌شوند. در ادامهٔ نتایج، این لایه‌ها به‌صورت نقشه‌های اطلاعاتی ارائه می‌شود (شکل های ۵ تا ۱۴) و به‌صورت نمونه نحوهٔ استانداردسازی داده‌ها به همراه نمودار نشان داده شده است.



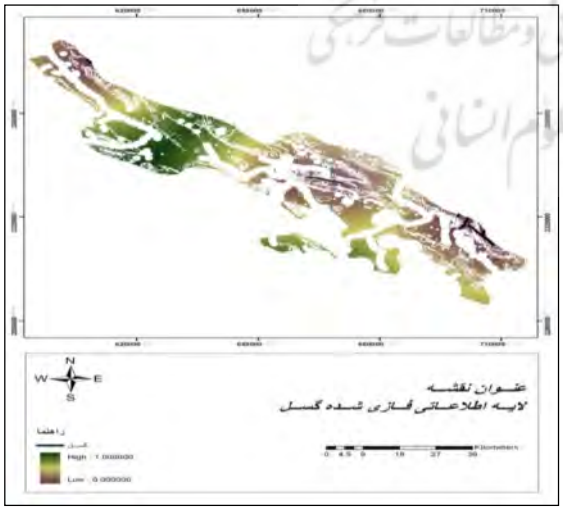
شکل ۵. نقشهٔ لایهٔ فازی سطوح همباران
(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۲)



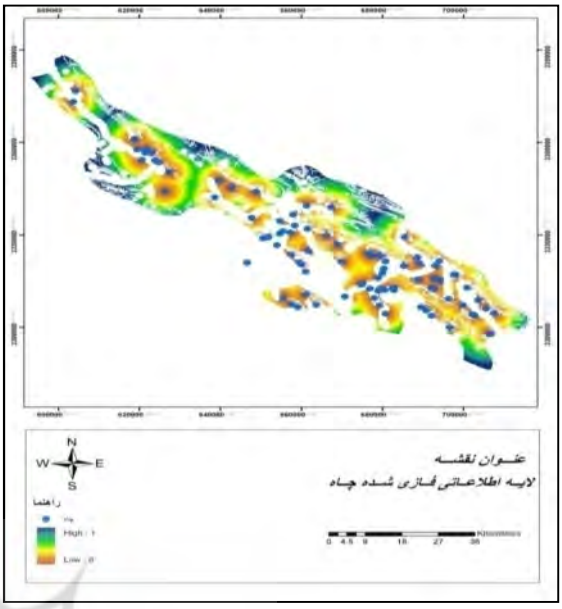
شکل ۶. نقشهٔ لایهٔ فازی سطوح هم‌دما
(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۲)



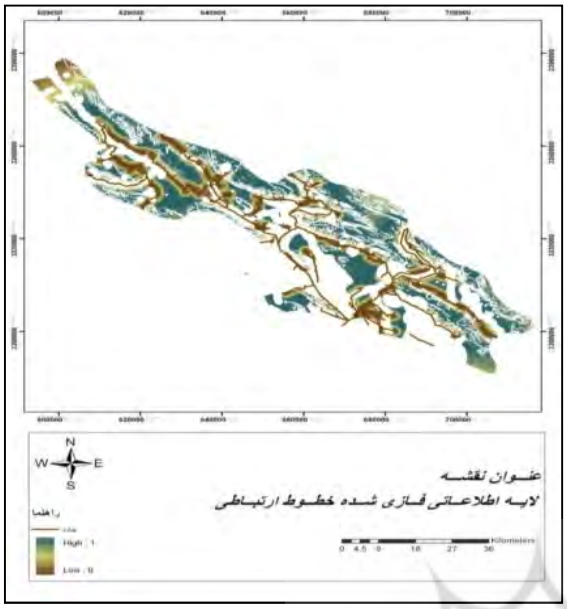
شکل ۷. نقشهٔ لایهٔ اطلاعاتی فازی شیب
(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۲)



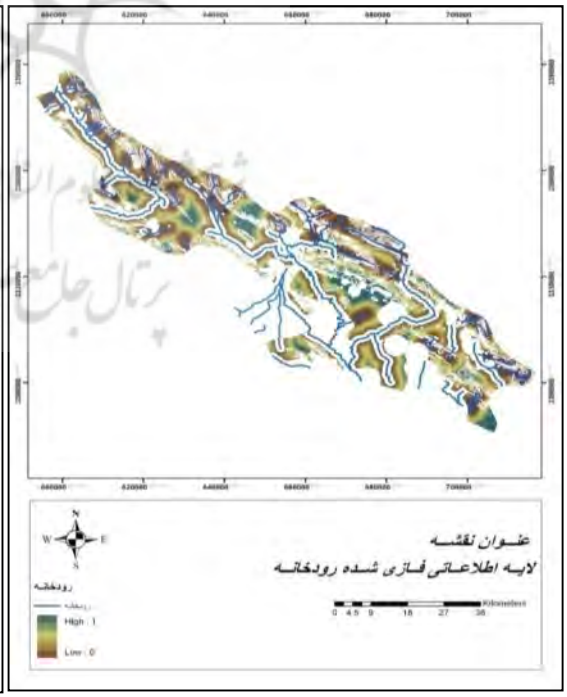
شکل ۸. نقشهٔ لایهٔ اطلاعاتی فازی گسل
(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۲)



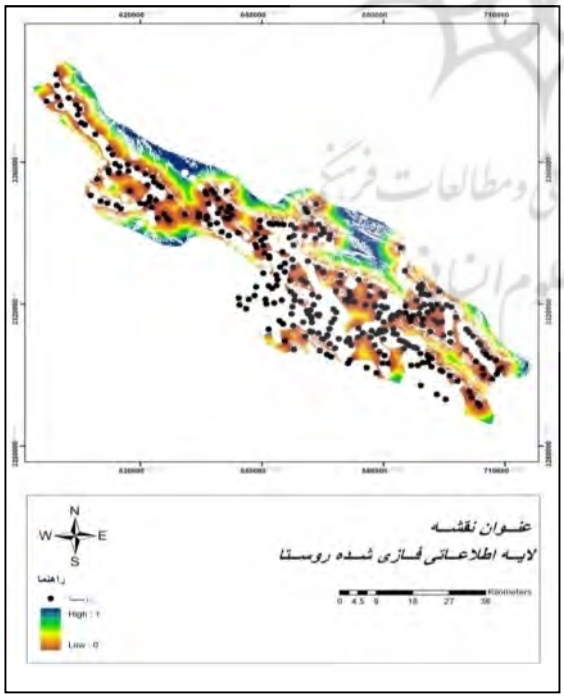
شکل ۹. نقشهٔ لایهٔ فازی چاه
(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۲)



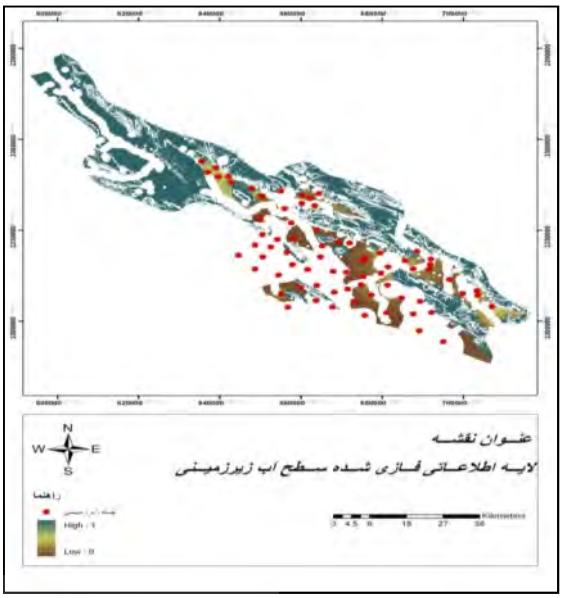
شکل ۱۰. نقشهٔ لایهٔ فازی خطوط ارتباطی
(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۲)



شکل ۱۱. نقشهٔ لایهٔ فازی رودخانه
(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۲)

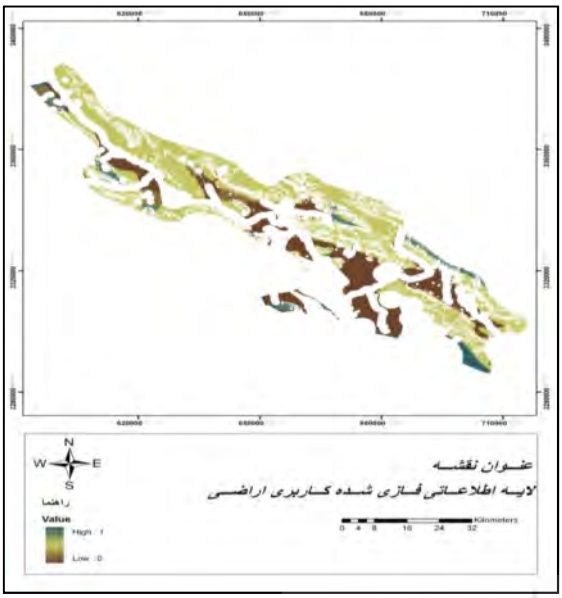


شکل ۱۲. نقشهٔ لایهٔ فازی روستا
(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۲)



شکل ۱۳. نقشهٔ لایهٔ فازی سطح آب زیرزمینی

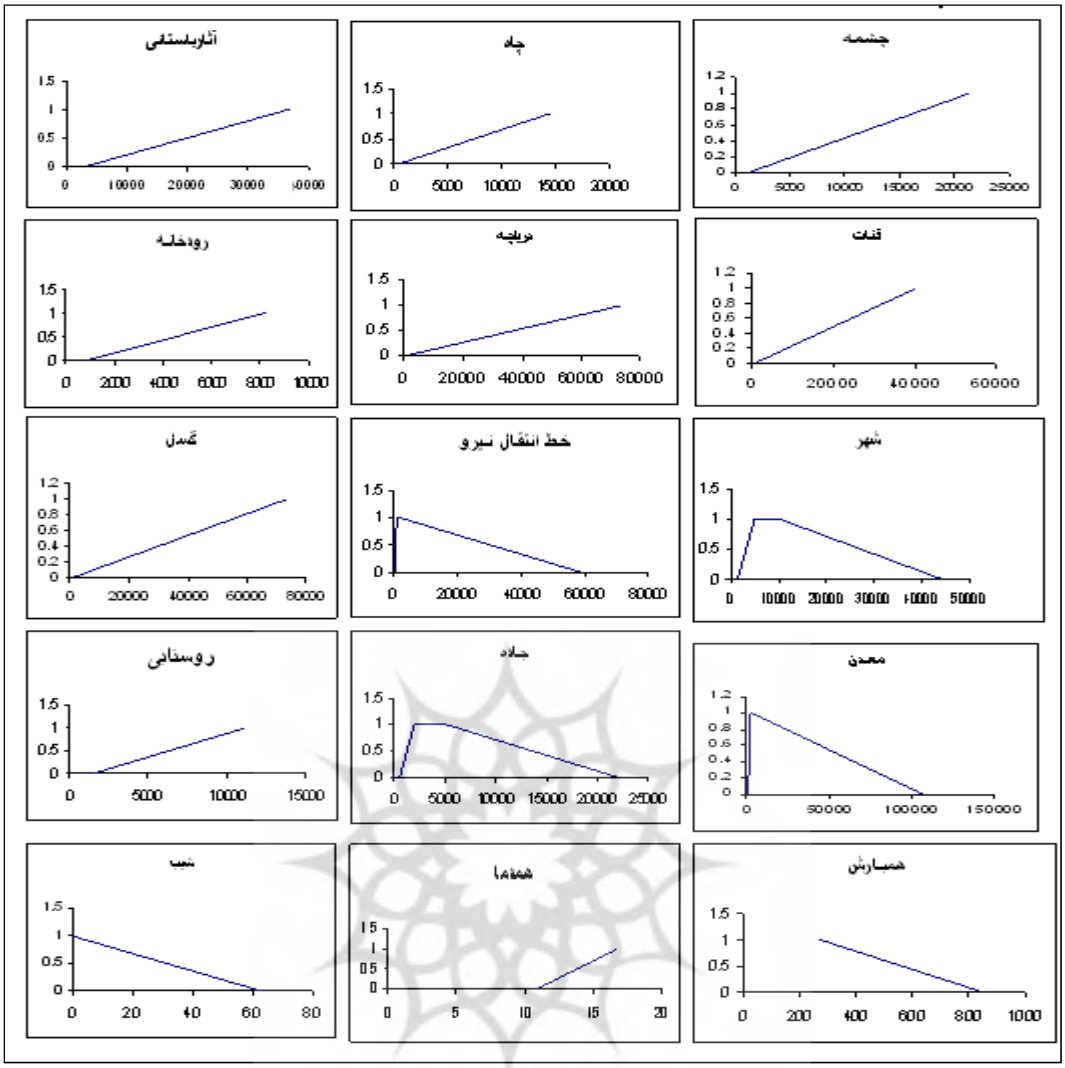
(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۲)



شکل ۱۴. نقشهٔ لایهٔ فازی کاربری اراضی

(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۲)

شکل ۱۵ تابع عضویت فازی لایه‌های اطلاعاتی به‌کار رفته در مکان یابی دفن پسماند شهرستان مرودشت را نمایش می‌دهد. در این تابعیت به‌عنوان مثال، برای نرمال‌سازی لایهٔ اطلاعاتی چاه، با استفاده از ضابطهٔ گرفته‌شده از سازمان حفاظت محیط زیست، حداقل فاصله از چاه‌ها ۴۰۰ متر است که مطلوبیت آن صفر است؛ ولی با افزایش فاصله به‌صورت صعودی مطلوبیت آن نیز به‌صورت تدریجی افزایش می‌یابد تا به مطلوبیت نهایی که ۱ می‌باشد برسد و با نزدیک شدن به عدد ۱۴۴۳۸/۸ این مطلوبیت به‌دست می‌آید. همچنین، می‌توان به تابع عضویت فازی لایهٔ اطلاعاتی جاده اشاره کرد که با معیار به‌دست آمده از سوی سازمان حفاظت محیط زیست، حداقل فاصله از جاده ۵۰۰ متر است که مطلوبیت آن صفر می‌باشد؛ ولی با افزایش فاصله به‌صورت صعودی مطلوبیت آن نیز به‌شکل تدریجی افزایش می‌یابد تا اینکه در فاصلهٔ ۲۰۰۰ متر به مطلوبیت نهایی که ارزش ۱ است می‌رسد و این مطلوبیت تا فاصلهٔ ۵۰۰۰ متر ادامه دارد و از ۵۰۰۰ متر تا ۲۱۹۲۷ متر این مطلوبیت به‌صورت تدریجی کاهش می‌یابد و مطلوبیت آن نیز به صفر نزدیک می‌شود. همچنین، نمونهٔ دیگری از تابع عضویت لایه‌های اطلاعاتی می‌توان به لایهٔ همبارش اشاره کرد که برای مکان یابی دفن پسماند، هر چه بارش کمتر باشد؛ مطلوبیت آن بیشتر است که حداقل بارش منطقه ۲۷۵ میلیمتر می‌باشد که ارزش یک داده شد؛ ولی به‌صورت نسبی که بر میزان بارش افزوده می‌شود، از میزان مطلوبیت نیز کاسته می‌شود تا به صفر برسد. این روش باعث استانداردسازی داده‌ها می‌شود.



شکل ۱۵. نمودار استانداردسازی داده‌ها

(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۲)

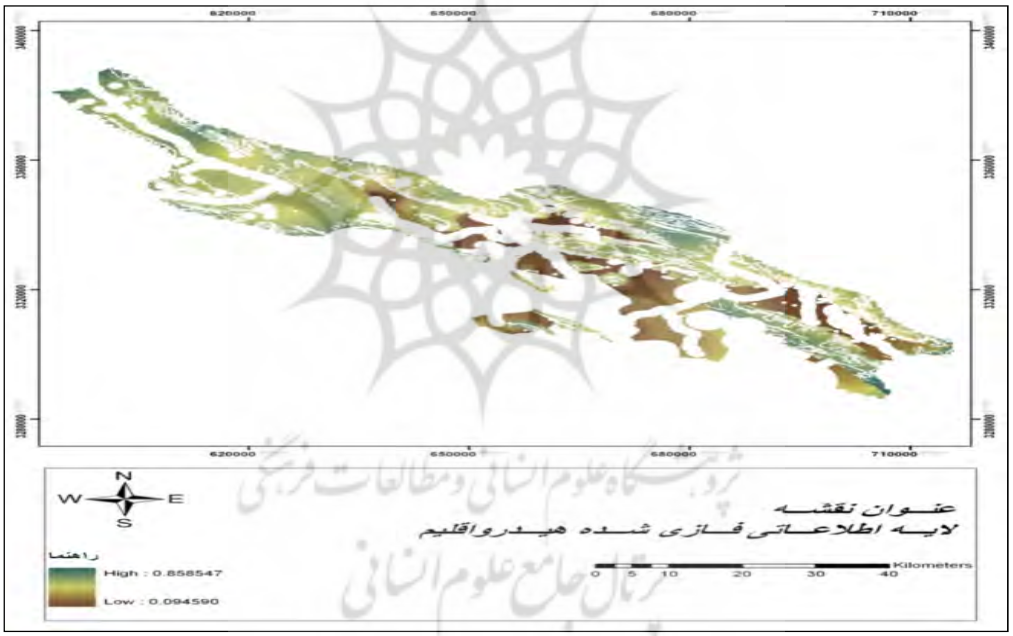
تحلیل نتایج وزن دهی به لایه‌های اطلاعاتی و نقشه‌های خروجی

در این مرحله، نتایج اجرای مدل در قالب نقشه‌های خروجی نمایش داده می‌شود. درحقیقت، با تهیهٔ نقشه‌های خروجی، مکان‌های مناسب برای دفن پسماند مشخص می‌شود. در (جدول ۵) وزن نهایی تمام لایه‌های اطلاعاتی هیدرواقلیم و نسبت سازگاری آنها دیده می‌شود. طبق اطلاعات این نقشه، از بین وزن‌های نهایی، آب زیرزمینی و چشمه به‌ترتیب با (۰/۳۵۹۷۴۵) و (۰/۲۳۴۹۵۵) بیشترین وزن‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. با این توضیح به این نتیجه می‌رسیم که این دو لایه بیشترین تأثیر را در انتخاب مکان دفن پسماند دارند؛ اما لایهٔ همدما با (۰/۰۲۱۸۶۲۸) کمترین وزن را شامل می‌شود؛ بنابراین، لایه اهمیت کمتری در تعیین مکان دفن پسماند دارد. شکل (۱۵) نقشهٔ خروجی نهایی مکان‌های مناسب دفن پسماند را ازلحاظِ لایه‌های اطلاعاتی هیدرواقلیم با توجه به وزن‌های داده‌شده نشان می‌دهد.

جدول ۵. تعیین وزن نهایی به روش (AHP) برای لایهٔ اطلاعاتی هیدرواقلیم

وزن نهایی	عوامل
۰/۰۳۹۴۷۳۹	دریاچه
۰/۰۶۶۸۳۲۳	رودخانه
۰/۱۴۸۱۰۷	چاه
۰/۲۳۴۹۵۵	چشمه
۰/۰۹۷۰۷۵۵	قنات
۰/۳۵۹۷۴۵	سطح آب زیرزمینی
۰/۰۲۱۸۶۲۸	دما
۰/۰۳۱۹۴۸۵	بارش
۰/۰۹۷۹۴۴۶	نسبت سازگاری

(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۲)



شکل ۱۵. نقشهٔ خروجی نهایی لایهٔ اطلاعاتی هیدرواقلیم

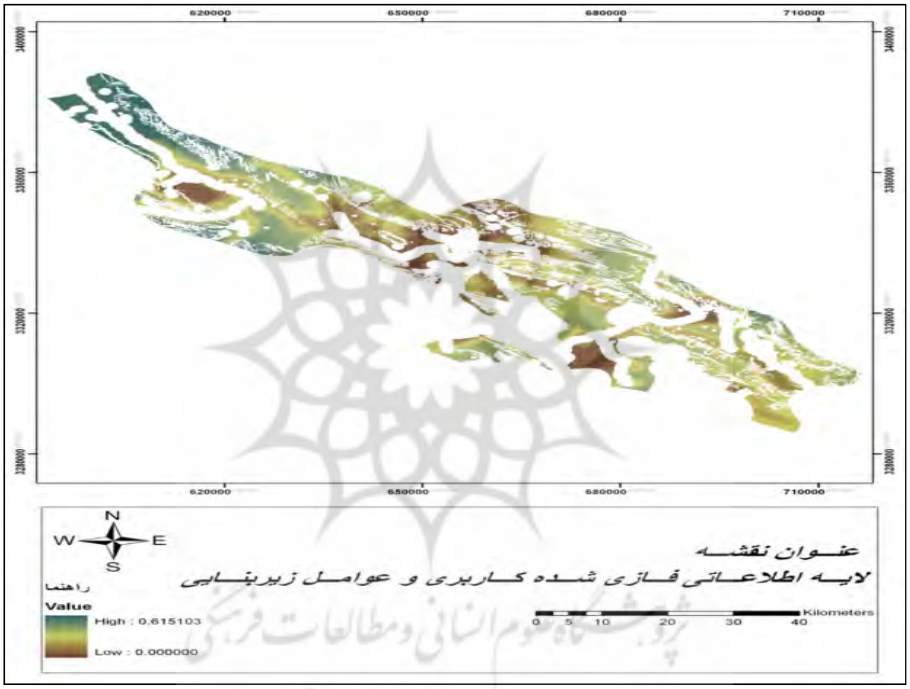
(منبع: نویسندگان ، ۱۳۹۲)

جدول (۶) وزن نهایی لایه‌های اطلاعاتی کاربری و امکانات زیربنایی و نسبت سازگاری را نشان می‌دهد که از بین وزن‌های نهایی، آثار باستانی و کاربری شهری به‌ترتیب با (۰/۴۹۵۹۶۶) و (۰/۲۴۵۱۹۵) بیشترین وزن‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. با این توضیح، به این نتیجه می‌رسیم که لایهٔ آثار باستانی و کاربری شهری بیشترین تأثیر را در انتخاب مکان دفن پسماند دارند؛ اما لایهٔ خطوط انتقال نیرو با (۰/۰۴۴۷۵۷۵) کمترین وزن را شامل می‌شود، درنتیجه، لایه اهمیت کمتری در تعیین مکان دفن پسماند دارد. شکل (۱۶) مکان‌های مناسب دفن پسماند را بر اساس لایه‌های اطلاعاتی کاربری و امکانات زیربنایی نشان می‌دهد.

جدول ۶. تعیین وزن نهایی به روش (AHP) برای لایه‌های کاربری و زیربنایی

عوامل	وزن نهایی
کاربری شهری	۰/۲۴۵۱۹۵
کاربری روستایی	۰/۰۷۶۸۲۰۴
آثارباستانی	۰/۴۹۵۹۶۶
خطوط ارتباطی	۰/۱۳۷۲۶۱
خطوط انتقال نیرو	۰/۰۴۴۷۵۷۵
نسبت سازگاری	۰/۰۶۸۲۶۵۷

(منبع: نویسندگان ، ۱۳۹۲)



شکل ۱۶. نقشهٔ خروجی نهایی لایهٔ کاربری و امکانات زیربنایی

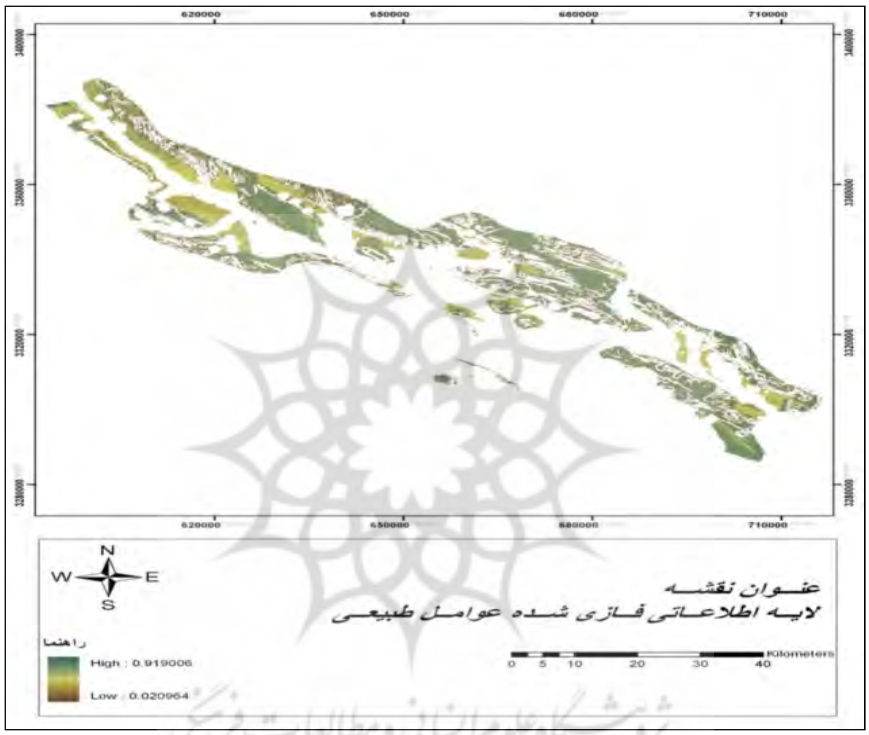
(منبع: نویسندگان ، ۱۳۹۲)

جدول (۷) وزن نهایی همهٔ لایه‌های اطلاعاتی عوامل طبیعی و نسبت سازگاری را نشان می‌دهد که شیب و کاربری اراضی به‌ترتیب با (۰/۴۳۷۲۲) و (۰/۲۶۴۵۰۵) بیشترین وزن‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. لایهٔ شیب و کاربری اراضی بیشترین تأثیر را در انتخاب مکان دفن پسماند دارند؛ اما لایهٔ گسل با (۰/۰۵۴۸۷۰۹) کمترین وزن را شامل می‌شود که این لایه اهمیت کمتری در تعیین مکان دفن پسماند دارد. شکل (۱۷) با توجه به وزن‌های داده شده، براساس عوامل طبیعی به‌دست آمده است.

جدول ۷. تعیین وزن نهایی به روش (AHP) برای لایهٔ اطلاعاتی عوامل طبیعی

عوامل	وزن نهایی
گسل	۰/۰۵۴۸۷۰۹
شیب	۰/۴۳۷۲۲
فرسایش	۰/۱۵۳۸۰۲
کاربری اراضی	۰/۲۶۴۵۰۵
معدن	۰/۰۸۹۶۰۲۱
نسبت سازگاری	۰/۰۱۰۷۳۲۵

(منبع: نویسندگان ، ۱۳۹۲)



شکل ۱۷. نقشهٔ خروجی نهایی لایهٔ اطلاعاتی عوامل طبیعی

(منبع: نویسندگان ، ۱۳۹۲)

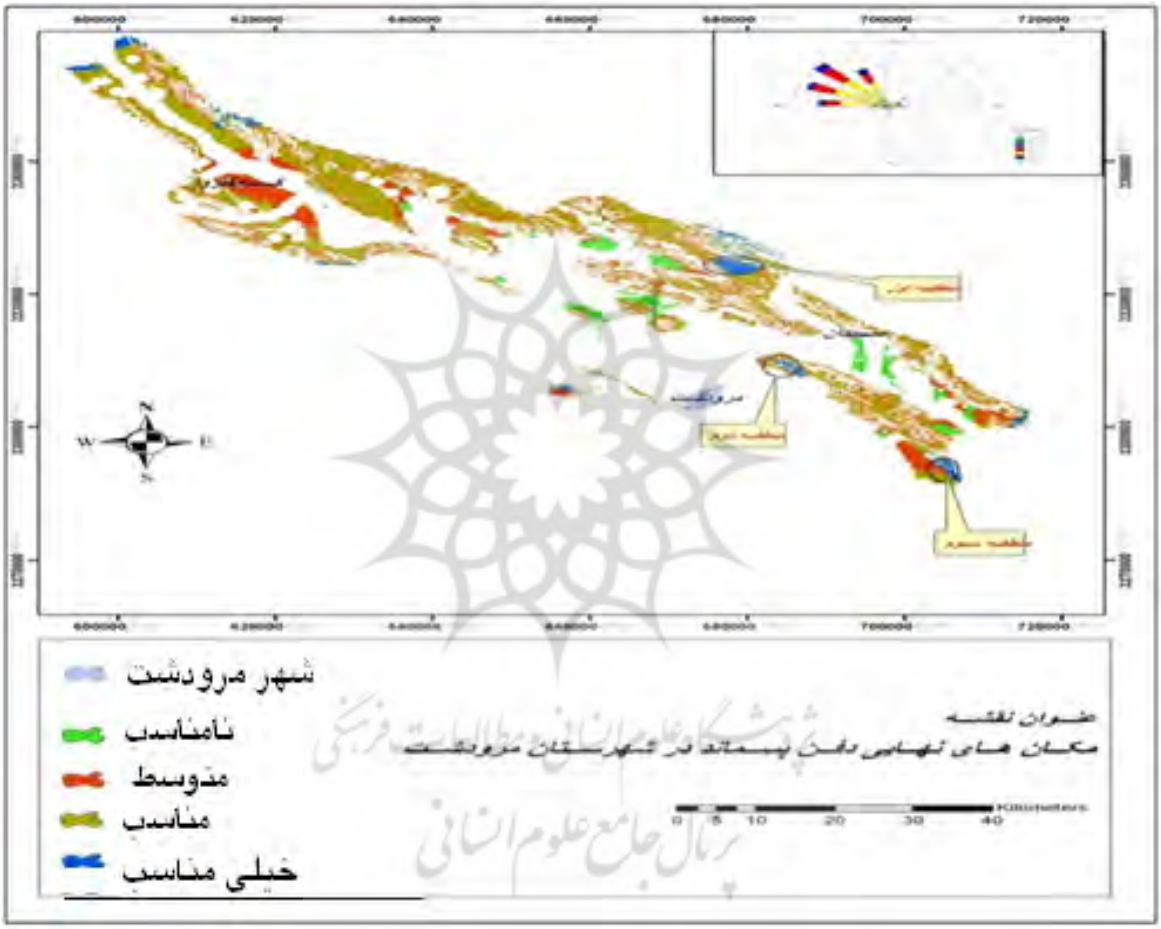
تحلیل نتایج وزن دهی نهایی به کل لایه‌های اطلاعاتی

جدول (۸) معیارهای اصلی را در این تحقیق نشان می‌دهد که، هیدرواقلیم با (۰/۵۳۹۶۱۵) بیشترین و لایهٔ اطلاعاتی کاربری و امکانات زیرزمینی با (۰/۱۶۳۴۲۴) کمترین تأثیر را در انتخاب مکان دفن پسماند در شهرستان مرودشت داشته است. درنهایت، با توجه به وزن نهایی داده شده به لایه‌های اطلاعاتی اصلی براساس روش‌های سلسله‌مراتبی و فازی، نقشهٔ نهایی مکان‌یابی دفن زبالهٔ شهرستان مرودشت در (شکل‌های ۱۹ و ۲۰) ارائه شده است.

جدول ۸. تعیین وزن نهایی به روش (AHP)برای همهٔ لایه‌های اطلاعاتی

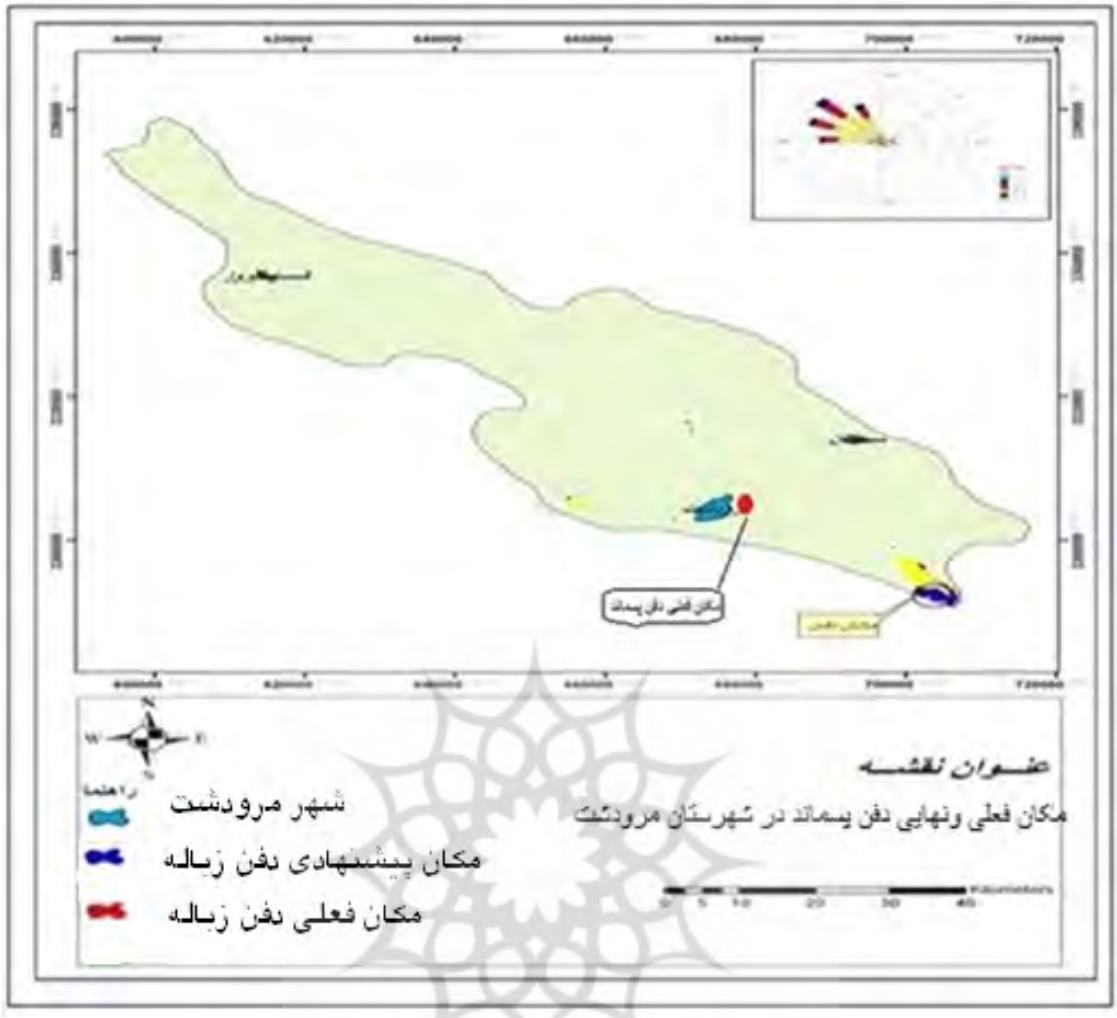
عوامل	وزن نهایی
هیدرواقلیم	۰/۵۳۹۶۱۵
کاربری و امکانات زیرزمینی	۰/۱۶۳۴۲۴
عوامل طبیعی	۰/۲۹۶۹۶۱
نسبت سازگاری	۰/۰۰۴۶۰۱۳۶

(منبع: نویسندگان ، ۱۳۹۲)



شکل ۱۹. نقشهٔ خروجی دفن پسماند

(منبع: نویسندگان ، ۱۳۹۲)



شکل ۲۰. نقشهٔ خروجی نهایی دفن پسماند

(منبع: نویسندگان ، ۱۳۹۲)

نتیجه‌گیری

با توجه به حجم عظیم اطلاعات مکانی و توصیفی، ارائهٔ خروجی مناسب، امکان استفاده از توابع تجزیه‌وتحلیلی متنوع درجهتِ کاربردهای مختلف، اتوماسیون نمودن عملیات، تسریع نمودن کارها و امکان تصمیم‌گیری بهینه، به‌کارگیری و استفاده از این علم و فناوری نوین در سازمان‌ها و تشکیلات مختلف ضروری است (Chang, 2008: 139-153). یکی از اهداف مطلوب در به‌کارگیری این فناوری، انتخاب مکان مناسب بر روی زمین با درنظر گرفتن ضوابط و شرایط مشخص، به‌منظورِ تصمیم‌گیری بهینه می‌باشد. با توجه به ارائهٔ یکسری استانداردها برای دفن پسماندها و با درنظر گرفتن ویژگی‌های محیطی منطقهٔ مورد مطالعه، از ۱۸ لایهٔ اطلاعاتی (شکل ۲) استفاده شد. یکی از مسائل اساسی در مکان‌یابی دفن پسماند، نحوهٔ وزن‌دهی به فاکتورهای مؤثر (لایه‌های اطلاعاتی) است که برای تحقق آن از دانش کارشناسی و مصاحبه، برای انتساب وزن به فاکتورها از مدل منطق فازی، سلسله‌مراتبی و وزنی استفاده شد (Richard, 2002, 562). براساس تبدیل داده‌های مورد مطالعه به نقشه و وزن‌دهی نقشه‌ها طبق روش‌های مورد مطالعه و تلفیق نقشه‌های حاصل در محیط سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی، نقشه نهایی دفن پسمان شهر مرودشت تهیه شد (شکل ۱۹). چنانچه در شکل ۱۹ مشاهده می‌شود، منطقهٔ مورد مطالعه به ۴ کلاس تقسیم شده است. محل کلاس ۴، مناسب‌ترین مکان برای دفن پسماند خانگی و بازیافت تعیین شد. محل کلاس ۴ در نقشه در سه منطقه با

رنگ آبی مشخص است؛ ولی پس از بررسی‌های به‌عمل آمده و بازدید میدانی مشخص شد که منطقهٔ دوم از کلاس ۴ در محدودهٔ توسعهٔ آتی شهر است و منطقهٔ اول نیز در حاشیهٔ ارتفاعات کوه رحمت قرار گرفته است و احتمال سیلابی بودن منطقه در اثر باران وجود دارد. درنهایت، قسمتی از منطقهٔ ۳ به‌عنوان بهترین منطقهٔ پیشنهادی برای دفن پسماند درنظر گرفته شد. همچنین، در این پژوهش از عنصر اقلیمی باد، به‌دلیل ماهیت برداری آن به‌عنوان یک لایهٔ تلفیقی و مقایسه‌ای، استفاده شده است. به‌طور کلی با توجه به نتایج نقشهٔ خروجی در انتخاب مکان‌های بهینه برای دفن پسماند ازلحاظِ جهتِ باد، با توجه به گلباد سالانهٔ شهرستان مرودشت که در آن باد غالب جهتِ شمال غرب تا غرب را دارد؛ مکان درنظر گرفته شده هیچ‌گونه محدودیتی ازلحاظِ جهتِ باد ندارد.

منطقهٔ فعلی دفن پسماند به دلیل نزدیک بودن به شهر مرودشت و به‌خاطر بوی نامطبوع حاصل از آن با توجه به توسعهٔ آتی شهر و افزایش جمعیت در شهر مرودشت و همچنین، وسعت محدود منطقهٔ مورد نظر به دلیل ازدیاد جمعیت و بالا رفتن میزان پسماند مناسب نمی‌باشد. لازم به ذکر است، به دلیل ایجاد کارخانهٔ کمپوست برای بازیافت پسماند، مساحت و وضعیت فعلی برای این امر مناسب نیست. (شکل ۲۰) منطقهٔ فعلی و محل پیشنهادی برای دفع پسماند را نشان می‌دهد.

نتایج حاصل بیانگر آن است که: الف- در ارزیابی توانایی انطباق ماشین‌آلات، تجهیزات و فناوری‌های مورد استفاده در سیستم مواد زاید شهری در ایران، باید از تکنولوژی جدید استفاده کرد؛ ب- مدیریت پسماند شهری را در فعالیتی فرابخشی که از حیطهٔ شهرداری بسیار فراتر است، برنامه‌ریزی کرد. ج- در بررسی پسماندهای شهری برای هر نوع پسماند، تصمیم خاصی گرفته شود؛ د- از تکنولوژی های اثبات شدهٔ بازیافت زبالهٔ (طلای کثیف) کشورهای باسابقه و موفق استفاده شود.

منابع

استانداری فارس (۱۳۹۲). دفتر آمار و اطلاعات، سالنامه آماری استان فارس

امان‌پور، سعید؛ سعیدی، جعفر؛ سلیمانی‌راد، اسماعیل (۱۳۹۲). مکان‌یابی دفن پسماندهای شهری (مطالعهٔ موردی: کرمانشاه). فصلنامهٔ انسان و محیط زیست، شمارهٔ ۲۸، صص ۶۴-۵۴.

پوراحمد، احمد؛ حبیبی، کیومرث؛ زهرایی، سجاد؛ نظری‌عدلی، سعید (۱۳۸۰). مکان‌یابی محل دفن زباله شهر بابلسر با استفاده از الگوریتم‌های فازی و .GIS مجله محیط‌شناسی، شمارهٔ ۴۲، صص ۵۱-۴۰.

پورنجف، عبدالحسین (۱۳۸۲). بررسی وضعیت جمع‌آوری و دفن زباله در کارگاه‌های صنعتی شهر ایلام. مجله علوم‌پزشکی ایلام، شمارهٔ ۴۰، صص ۴۵-۳۹.

خراسانی، نعمت‌اله (۱۳۸۳). مطالعات زیست‌محیطی درجهتِ انتخاب محل مناسب برای دفن زبالهٔ شهر ساری. مجلهٔ منابع طبیعی ایران، شمارهٔ ۲، صص ۵۶-۴۵.

سرور، رحیم؛ موسوی، میرنجف؛ پورنبوی، محمد؛ باقری‌کشکولی، علی (۱۳۸۹). مکان‌یابی محل دفن زباله پس‌ماند جامد شهری با استفاده از GIS (مطالعهٔ موردی: شهر یزد). مجلهٔ کاربرد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در برنامه‌ریزی، شمارهٔ ۲، صص ۷۱-۵۷.

شعبان‌زاده، احسان؛ مرادی، داود (۱۳۹۳). تراکم و فشرده‌سازی زباله. اولین کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین در علوم کشاورزی- منابع طبیعی و محیط زیست، ص ۱۴.

عبدلی، محمدعلی (۱۳۹۰). مدیریت پسماند ویژه، راهکارهایی درجهتِ حفظ طبیعت و محیط زیست شهری. چشم‌انداز جغرافیایی، شمارهٔ ۱۵، صص۱۰۱-۸۸.

عبدلی، محمدعلی؛ جلیلی‌قاضی‌زاده، مهدی (۱۳۸۶). ارزیابی توانایی انطباق فناوری نو مدیریت پسماندها در کشور. فصلنامه محیط‌شناسی، شمارهٔ ۴۲، صص ۶۲-۵۱.

فتاحی، ابراهیم؛ آل‌شیخ، علی (۱۳۸۸). مکان‌یابی دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در شهر گیوی. مجله علوم محیطی، شمارهٔ ۳، صص ۴۱-۳۰.

هادیانی، زهره (۱۳۹۱). مکان‌یابی مراکز دفن پسماندهای جامد شهری با استفاده از منطق فازی در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر زنجان). فصلنامه علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی، شمارهٔ ۴۰، صص ۱۳۳-۱۱۹.

Adeli, Z; Khorshiddoust, A (2011). Application of geomorphology in urban planning: case study in landfill site selection, Procedia – Social and Behavioral Sciences, No 19, PP 620-629

Chang, N (2008). Combining GIS with fuzzy multicriteria decision making for land fill siting in a fast growing urban region. Journal of environmental management, No 87, PP 135-142.

Chang, N.B; Parvathinathan, G (2008). Combining GIS fuzzy multicriteria decision – making for landfill siting in a fast – growing urban region, Journal of Environmental Management, No 87, PP 139-153.

Contreras, F (2008). Application of AHP to analyze stakeholders preferences for municipal solid waste management plans, Boston, USA, resources, conservation and recycling, No 52, PP 979-991.

Costa, I; Massard, G; Agarwal, A (2010). Waste management policies for industrial symbiosis development: case studies in European countries, Journal of Cleaner Production, No 18, PP 815-822.

Delgado, O. B (2005). Analysis of land suitability for the siting of inter municipal in the Cuitzeo Lake Basin , Mexico, waste management, No 28, PP 1137-1143.

Demesouka, O.E; Vavatsikos, A.P (2013). Suitability analysis for siting MEW landfill and its mukti decision support system, waste management, No 33, PP 1190-1196.

Duan, H; Huang, Q; Wang, Q; Zhou, B; Li, J (2008). Hazardous waste generation and management in China: A review. J Hazard Mater, No 158, PP 221-227.

Effat, H.A; Hegazy, M.N (2012). Mapping potential landfill sites for North Sinai cities using multicriteria evaluation, the Egyptian of Remote Sensing and Space Science, No 15, PP 125-133.

Geng, Y; Zhu, Q; Haight, M (2007). Planning for integrated solid waste management at the industrial Park level: A case of Tianjin, China, Waste Management, No 27, PP 141-150.

Ghose, M.K; Dikhit, A.K (2006). A GIS based transportation model for solid waste disposal – Acase study on Asansol municipality, waste management, No 26, PP 1287-1293.

Guigin, W (2009). Land fill site selection using spatial information technologies and AHP, A case study in Beijing , China, journal of environmental management, No 90, PP 2421-2430.

Juham, Y; Maddison, D.J (2013). the valuation of landfill disamenities in Birmingham, Ecological Economics, No 85, PP 116-129.

Leao, S; Bishop, I (2001). Assessing the demand of solid waste disposal in urban region by urban dynamics modeling in a GIS environment, Resources, Conservation and Recycling, No 33, PP 289-313.

Moeinaddini, M; Khorasani, N (2010). Siting MSW using weighted linear combination and analytical hierarchy process (AHP) methodology in GIS environment (case study Karaj), waste management, No 30, PP 910-918.

Peter, S (2013). Modelling landfill location using Geographic Information System and Multi – Criterria Decision Analysis case study Bo, Southern Sierra Leone, Applied Geography, No 36, PP 3-12.

Pires, A; Martinho, G (2011). Solid waste management in European countries: A review of systems analysis techniques, Journal of Environmental Management, No 92, PP 1033-1050.

Richard , L (2002). Geographical information systems and location science, Computers and Operations Research, No 29, PP 562-570.

Sumathi, V.R; Natesan, U (2008). GIS – based for optimized siting of municipal solid waste landfill, waste management, No28, PP 2148-2421.

Tavares, G; Zsigraiova, Z (2011). Multi – Criteria GIS – based siting of an incineration plant for municipal soild waste, waste management, No 31, PP 1960-1967.

Wang, G; Qin, L (2009). Landfill site selection using spatial information technology and AHP: A case study in Beijing China, Journal of Environmental Management, No 90, PP 2414-2421.

Zamdrano, M (2008). Evaluation of a municipal land fill site in southern Spain with GIS aided methodology, journal hazardous material, No 10, PP 473-481.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی