

نشریه مطالعات نواحی شهری دانشگاه شهید باهنر کرمان

سال دوم، شماره ۲، بهار ۱۳۹۴

مکان‌یابی دفن بهداشتی زباله شهر بابک به روش منطق فازی و بولین و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی*

نجمه نورمندی پور**

کارشناس ارشد زمین‌شناسی زیست محیطی،

دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

دکتر احمد عباس‌نژاد

دانشیار بخش زمین‌شناسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

چکیده

شهر بابک به سیستم سازمان‌یافته جهت دفن زباله‌های شهری مجهز نشده است. هدف اصلی این مطالعه بهره‌گیری از فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی به منظور مکان‌یابی محدوده‌های بهینه دفن بهداشتی زباله است. به این منظور سیستم اطلاعات جغرافیایی زباله‌های شهری شامل لایه‌های اطلاعاتی فاصله محل جمع‌آوری زباله تا مرکز دفن، فاصله از راه، کاربری اراضی، هیدرولوژی، لایه خاک، لایه زمین‌شناسی و لایه شکل زمین و همچنین پارامترهای توصیفی شامل جهت آب زیرزمینی، زیبایی و پذیرش از سوی مردم و شرایط اقلیمی شامل باد و بارش تشکیل شد. سپس با استفاده از مدل‌های منطق بولین و فازی لایه‌های اطلاعاتی با یکدیگر تلفیق شده و مکان مناسب مشخص گردید. از بین سایت‌های انتخابی سایت شماره یک واقع در پنج کیلومتری جنوب شرق شهر به لحاظ منطق فازی در دسته‌بندی عالی قرار می‌گیرد. همچنین نسبت به سایر سایت‌ها به جاده نزدیک می‌باشد که مشکل حمل و نقل زباله‌ها را ندارد. این سایت بیش از حد به شهر نزدیک نیست و در عین حال بیش از حد دور از شهر هم نیست که مشکل حمل و زمان انتقال زباله‌ها را داشته باشد. این سایت در پایین دست جهت بادهای غالب و در پایین دست جهت جریان آب زیرزمینی قرار دارد که از این نظر نیز مشکل‌ساز نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شهر بابک، سیستم اطلاعات جغرافیایی، دفن زباله شهری، منطق فازی، منطق بولین.

* دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۲۴

پذیرش نهایی: ۱۳۹۴/۳/۲۶

** نشانی پست الکترونیک نویسنده مسئول:

setarehnormandipoor@yahoo.com

۱- مقدمه

جمعیت، توسعه شهرنشینی، ظهور تکنولوژی‌های جدید و تغییرات حاصل شده در عادات و الگوی مصرف از یک سو و محدودیت در استفاده از منابع طبیعی از سوی دیگر علاوه بر به وجود آوردن انواع مشکلات پیچیده در کیفیت زندگی انسان، موجب بروز انواع ناسازگاری‌های اجتماعی، اقتصادی و در نهایت زیست محیطی شده است (عبدلی، ۱۳۷۲: ۳۵).

یکی از مشکلات عمده جوامع بشری، تولید انواع مواد زائد جامد در کیفیت‌ها و کمیت‌های مختلف و دفع آن می‌باشد (فتائی، ۱۳۸۵: ۲۰). استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و GIS در مکان‌یابی دفع مواد زائد جامد شهری از جمله روش‌های نوین و سریع جهت مکان‌یابی دفع زباله می‌باشد (درویش صفت و همکاران، ۱۳۸۳: ۱۵). سیستم اطلاعات جغرافیایی قادر به تجزیه و تحلیل حجم عظیمی از لایه‌های اطلاعاتی می‌باشد (ویلیام و باکلی، ۱۹۹۲: ۲۷۰).

از سوی دیگر یکی از مهم‌ترین قابلیت‌های GIS که آن را به عنوان یک سیستم ویژه از دیگر سامانه‌های مکانیزه مجزا می‌کند؛ قابلیت تلفیق داده‌ها جهت مدل‌سازی، مکان‌یابی و تعیین تناسب اراضی از طریق ارزش‌گذاری پهنه سرزمین است (مخدوم و همکاران، ۱۳۹۰: ۲۰).

با توجه به اینکه یکی از بخش‌های مهم در مدیریت مواد جامد شهری، یافتن مکان مناسب جهت دفن زباله‌ها می‌باشد. به نظر می‌رسد محلّ فعلی دفن زباله در شهر بابک نامناسب بوده و مشکلات عدیده‌ای را به وجود آورده است. لذا این پژوهش به دنبال تعیین مکان مناسب برای دفن پسماندهای شهری با کاربرد نرم‌افزار ArcGIS و استفاده از روش‌های منطق بولین و فازی است. محلّ فعلی دفن زباله‌های شهر بابک در «گود سردار» در ۲۰ کیلومتری جنوب شرقی این شهر قرار دارد. آبادی‌های نزدیک این سایت عبارتند از: استبرق، نصرت‌آباد و حصاروئیه. مساحت کلّ «گود سردار» ۴۳۳۷۶۲ متر مربع و مساحت منطقه آلوده (سایت) ۲۶۲۳۰۱ متر مربع می‌باشد. زباله‌ها در این سایت به صورت کاملاً غیر بهداشتی و تفکیک نشده، تخلیه می‌شوند.

در ادامه به بررسی اجمالی مطالعات انجام شده داخل و خارج از ایران در حوزه موضوع پژوهش، پرداخته می‌شود.

هنری و باکلی (۱۹۹۲)، مکان‌یابی محل مناسب دفن زباله در ورمونت آمریکا را با استفاده از GIS انجام داده و مکان مناسب را شناسایی کردند. همچنین «واستاوا و ناسوات» (۲۰۰۳) مکان‌یابی دفن زباله در شهر رانسی را مورد پژوهش قرار دادند. به عنوان نمونه‌ای دیگر از این پژوهش، می‌توان به مطالعات «راشدول و همکاران» (۲۰۰۷) در مورد مکان‌یابی محل دفن زباله شهر داکای بنگلادش با استفاده از GIS اشاره کرد. در عین حال «الانباری و همکاران» (۲۰۱۴) مکان‌یابی محل لندفیل شهر «الهاشمیه» عراق را با استفاده از GIS انجام دادند. همچنین می‌توان به مطالعات «سنو و همکاران» (۲۰۱۰) در مورد مکان‌یابی یک لندفیل با استفاده از GIS و AHP در حوضه آبگیر دریاچه بی‌لهیر در ترکیه اشاره کرد که در آن لایه‌های زمین‌شناسی، هیدرولوژی، کاربری زمین، شیب، ارتفاع، جهت دامنه، فاصله تا سکونتگاهها، آب‌های سطحی، جاده‌ها و مناطق حفاظت شده، تهیه و مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

در ایران نیز چندین مطالعه در مورد مکان‌یابی محل های مناسب برای دفن زباله‌های شهری با استفاده از GIS صورت گرفته که به چند مورد اشاره می‌شود. فنائی و آل شیخ (۱۳۸۸)، مکان‌یابی دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS و فرایند تحلیل سلسله مراتبی را برای شهر گیوی انجام دادند. حیدری (۱۳۹۰) مکان‌یابی دفن زباله‌های شهر جیرفت با استفاده از GIS و با به کارگیری منطق فازی و منطق بولین انجام داد.

پورامین (۱۳۹۱)، به مکان‌یابی دفن زباله‌های شهر زاهدان با استفاده از GIS پرداخت. در پژوهش مذکور، مکان‌یابی با استفاده از منطق فازی و بولین صورت گرفت و نتایج آنها هم‌پوشانی خوبی داشته‌اند. روش فازی، محل دفن فعلی زباله‌های این شهر را تأیید ولی روش بولین آن را تأیید نمی‌کند. در نهایت با در نظر گرفتن باد و جهت حرکت آب‌های زیرزمینی، مطلوب‌ترین محل‌ها در جنوب شرق این شهر، پیشنهاد شدند.

تعیین مکان دفن زباله شهر فسا با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS موضوع پژوهش شریفیان (۱۳۹۱) بوده است. وی با به کارگیری منطق بولین و منطق فازی و استفاده از روش وزن‌دهی شاخص، مناسب‌ترین محل دفن زباله برای این شهر را تعیین کرد. در نهایت چند محل مناسب در جنوب این شهر را برای دفن زباله معرفی نمود.

نقدی نسب (۱۳۹۰)، با بکارگیری روش‌های سلسله مراتبی، فازی و بولین و با استفاده از GIS مکان‌یابی دفن زباله در شهر کرمان را مورد مطالعه قرار داد. ذکاوت‌بخش (۱۳۹۲) نیز مکان‌یابی دفن زباله‌های شهر جهرم با استفاده از GIS را موضوع بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود قرار داد. وی مکانی را در نزدیکی روستای «سه‌چاه» واقع در جنوب‌غرب این شهر به عنوان مکان مطلوب برگزید. جهانداری (۱۳۹۳)، مکان‌یابی دفن زباله‌های شهر شیراز را با استفاده از GIS و با بکارگیری مدل‌های بولین و فازی انجام داد. در نهایت محلی در جنوب‌شرق این شهر را برای دفن زباله معرفی کرد و معتقد است که انتخاب این محل، از نظر کاهش خطر آلودگی منابع آب زیرزمینی و سطحی و عدم آسیب به اکوسیستم دریاچه مهارلو، در بهترین حالت ممکن قرار دارد.

۲- داده‌ها و روش‌شناسی

۲-۱- داده‌ها

محدوده مورد مطالعه در این تحقیق شهر بابک است که در غربی‌ترین نقطه استان کرمان قرار دارد. این شهر از نظر موقعیت جغرافیایی، در طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۳ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۸ دقیقه قرار دارد. مساحت آن در حدود ۱۷/۷۴ کیلومتر مربع و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۹۰۵ متر است. بر اساس سرشماری سال ۱۳۸۵، جمعیت شهر بابک ۴۵۷۵۰ نفر بوده ولی جمعیت فعلی آن حدود ۶۰۰۰۰ نفر برآورد می‌شود. شهر در سال‌های اخیر به سمت شمال توسعه یافته است. اطلاعات بیشتر در مورد منطقه مورد مطالعه، از طریق سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح (۱۳۸۱) و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمان (۱۳۸۵) تهیه شده است.

به منظور مکان‌یابی دفن زباله‌های این شهر به پارامترها، معیارها و ضوابط انتخاب مکان‌های مناسب برای دفن بهداشتی مانند نقشه زمین‌شناسی، راه‌های دسترسی، وضعیت لرزه‌خیزی، نقشه شیب، نقشه ارتفاع، نقشه کاربری اراضی، فاصله از مراکز شهری و روستائی، نقشه خاک، نقشه شبکه هیدروگرافی و آبهای زیرزمینی و جهت باد غالب نیاز است (مجلسی و دامن‌افشان، ۱۳۸۸: ۵۴).

استانداردهای مختلف از جمله استانداردهای مربوط به سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت کشور و تجربیات جهانی نیز برای این هدف لازم هستند. سپس با استناد به ضوابط ملی و جهانی و با اعمال فاکتورهای محدودکننده با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، مکان‌های مناسب تعیین شده‌اند.

۲-۲- روش‌شناسی

در این پژوهش ابتدا پارامترها، معیارها و ضوابط انتخاب مکان‌های مناسب برای دفن بهداشتی با بررسی استانداردهای مختلف از جمله استانداردهای مربوط به سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت کشور و تجربیات جهانی، شناسایی، ارزیابی و انتخاب شدند. سپس با تأمین لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر پارامتر، این لایه‌ها به صورت رقومی وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی شده و در این مرحله هر یک از این لایه‌ها بر اساس نحوه تأثیر در تعیین اراضی مناسب برای دفن بهداشتی، مورد ارزیابی قرار گرفته و آماده‌سازی شدند.

اساس این تحقیق، مکان‌یابی مبتنی بر منطق بولین و فازی می‌باشد. بدین طریق که با استفاده از لایه‌های حاصل از استاندارد نمودن نقشه‌ها (با کمک معیارهای محدودیت)، پس از روی هم‌گذاری لایه‌های مختلف، مکان‌های مناسب برای دفن مواد زائد جامد انتخاب گردیدند و سپس نواحی انتخاب شده با تعیین مساحت هر یک جهت انتخاب سایت نهایی مناسب مورد ارزیابی قرار گرفتند.

معیارهای مورد استفاده در مکان‌یابی دفن زباله‌های شهرباک، بر اساس بررسی ضوابط، استانداردها، قوانین مختلف و شرایط منطقه به شرح جدول (۱) می‌باشد.

جدول ۱- معیارهای مورد استفاده در مکان‌یابی دفن زباله شهرباک، ضوابط و حریم‌های آنها

ردیف	نام معیار	ضوابط	نحوه اثر	لایه اطلاعاتی
۱	گسل	فاصله کافی از گسل	حداقل فاصله ۵۰۰ متر	نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ شهرباک (دیمیتریویچ و همکاران، ۱۳۹۱)
۲	جریان‌های سطحی	دوری از محدوده آبراهه‌ها	حداقل ۲۰۰ متر	نقشه توپوگرافی و عکس‌های هوایی منطقه
۳	آب زیرزمینی	فاصله مناسب از چاه‌های آب و عمق آب زیرزمینی	حداقل عمق سطح ایستابی آب زیرزمینی ۱۰ متر و حداقل فاصله ۳۰۰ متر	نقشه منابع آب زیرزمینی منطقه (امور مطالعات منابع آب استان کرمان، ۱۳۸۸)
۴	خاک	خاک نفوذناپذیر	خاک‌های ریزدانه رسی-	نقشه خاک‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰۰

ایران (بنائی، ۱۳۷۹) و مطالعات صحرائی و عکس-های هوایی	سیلنتی با حداقل نفوذپذیری و در مرحله بعدی از جنس شنی - سیلنتی			
تصویر ماهواره‌ای شهر بابک	حداقل فاصله ۱ کیلومتر از مناطق روستائی و حداقل فاصله از مرکز شهر ۳ کیلومتر	فاصله کافی از مناطق مسکونی	مناطق مسکونی	۵
نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ شهر بابک (دیمتریچویچ و همکاران، ۱۳۷۱)	دارای سنگ بستری تا حد امکان نفوذناپذیر باشد.	روی مناطق با حداقل شکستگی و سنگ‌های نفوذناپذیر	زمین شناسی (لیتولوژی)	۶
تصویر ماهواره‌ای شهر بابک	فاصله مناسب بین ۸۰ تا ۱۰۰۰ متر	دوری از راه و در عین حال، سایت مورد نظر راه دسترسی داشته باشد	جاده‌ها	۷
DEM منطقه	شیب کمتر از ۱۵ درجه	شیب کم	شیب	۸
اطلاعات سازمان هواشناسی استان کرمان	عدم قرارگیری محل دفن در بالادست جریان غالب بادهای منطقه نسبت به مناطق مسکونی	در پائین دست باد	باد	۹
تصویر ماهواره‌ای شهر بابک	دارای کاربری‌های با ارزش چون کشاورزی، جنگل، تالاب و مرتع نباشد (حداقل ۳۰۰ متر فاصله داشته باشد)	دور از مناطق کشاورزی، جنگلی و تالاب	کاربری اراضی	۱۰
نقشه پهنه‌بندی خطر سیل	حداقل ۵۰۰ متر فاصله داشته باشد	دور از مناطق سیل خیز	سیل خیزی	۱۱

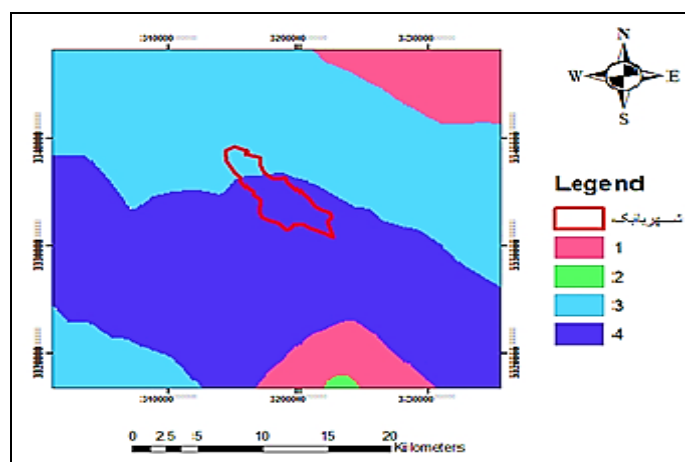
۳-بحث

۳-۱- تحلیل خاک و رسوب منطقه

دانه‌بندی خاک که ترکیبی از ذرات شن، رس و سیلت است در انتخاب محل دفن بسیار مهم می‌باشد. نسبت ذرات سه‌گانه تعیین کننده ویژگی تراوایی خاک به شمار می‌آید. به این معنا که هر چه درصد شن در ساختار خاک بیشتر باشد، میزان نفوذپذیری آن بیشتر می‌گردد و در مقابل، افزایش درصد رس در خاک علاوه بر کاهش نفوذپذیری، به علت وجود کلویدها، خاک به نحو مؤثری در تبادلات کاتیونی شرکت نموده و کمک به جذب و فیلتر کردن آلاینده‌ها می‌کند. لذا خاک به هر منظور که

مورد مطالعه قرار گیرد (چه خاک پوششی و چه خاک بستر و کف محل دفن)، تراوایی یک ویژگی مهم آن تلقی می‌گردد (کارباندا، ۱۹۹۰: ۱۰۵).

معمولاً خاک لایه پوششی برای سنگ بستر محسوب می‌شود که هر قدر غیر قابل نفوذتر باشد، از ورود آب به داخل زمین بیشتر جلوگیری می‌کند. بهترین خاک پوششی، مخلوطی از خاک با دانه‌بندی درشت و ریز می‌باشد (نیکنامی و حافظی مقدس، ۱۳۸۹: ۵۷). در شکل (۱) انواع خاک‌های منطقه مورد مطالعه بر اساس میزان نفوذپذیری به چهار گروه تقسیم‌بندی شده‌اند.

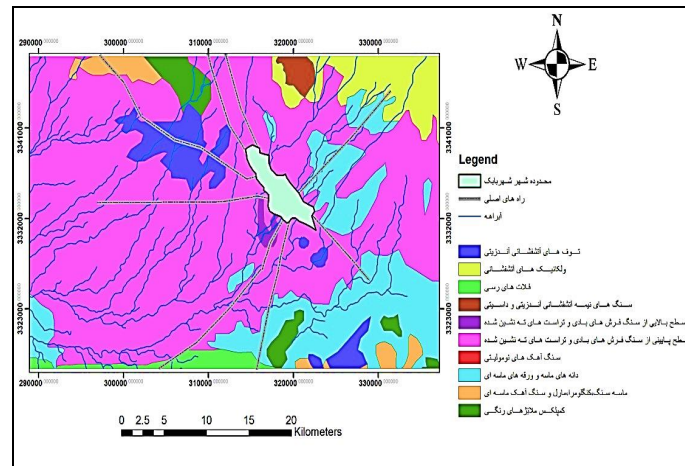


شکل ۱- نقشه خاک‌شناسی رده‌بندی شده محدودۀ مورد مطالعه

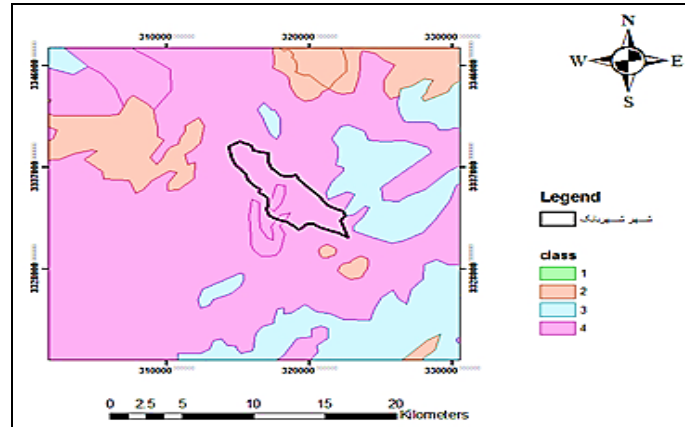
۳-۲- تحلیل زمین‌شناسی منطقه

در مورد زمین‌شناسی، باید سنگ بستر محل دفن، یکپارچه و فاقد شکستگی و درز و شکاف باشد. سنگ بسترهای آذرین می‌توانند این خصوصیت را دارا باشند (سالواتو، ۱۹۹۲). منطقه مورد مطالعه بر اساس تقسیمات اشتوکلین (۱۹۶۸) و نبوی (۱۳۵۵) در زون ایران مرکزی و مجموعه ماگمایی ارومیه - دختر واقع شده است. در این واحد قدیمی‌ترین سنگ‌های دگرگون شده (پرکامبرین) تا آتشفشان‌های فعال و نیمه‌فعال امروزی وجود دارد. عمده ترکیب لیتولوژی منطقه مورد مطالعه را مجموعه‌های آذرین و رسوبی تشکیل می‌دهند. قدیمی‌ترین نهشته‌های این منطقه را رسوبات فلیش‌گونه سنوماین - ترونین در بخش شمالی دشت تشکیل می‌دهند که در آنها، آهک‌هایی با لایه‌بندی ظریف و ساختمان‌های رسوبی مختلف دیده می‌شوند (شکل ۲). در شکل (۳) سنگ‌های منطقه مورد مطالعه بر اساس میزان یکپارچگی و میزان درز و شکاف به چهار

گروه تقسیم‌بندی شده‌اند. تأثیر محیط زمین‌شناختی و معیارهای زمین‌شناختی دفن بهداشتی زباله، توسط بنت و دوایل (۱۹۹۷: ۱۱۲) و پیپکین و همکاران (۲۰۱۱: ۲۰۱) مورد بررسی قرار گرفته است.



شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی شهر بایک (مأخذ: دیمتریجویچ و همکاران، ۱۹۷۱)



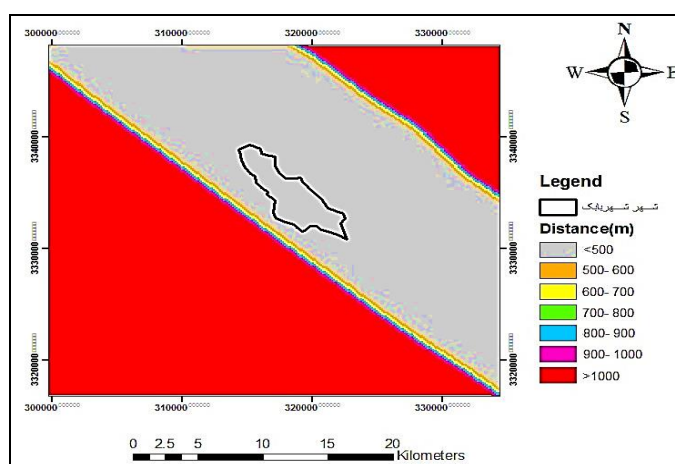
شکل ۳- نقشه لیتولوژی (جنس سنگ) رده‌بندی شده محدوده مورد مطالعه

(در مورد رده‌ها به جدول ۲ مراجعه شود)

۳-۳- تحلیل فاصله از گسل

در مکان‌یابی محل دفن زباله، می‌بایست از محدوده گسل‌ها اجتناب کرد. گسل‌ها علاوه بر اینکه در پهنه گسلی، موجب افزایش تراوایی سنگ بستر می‌شوند، به علت ناپایداری‌هایی که ممکن است به وجود آورند، جزو مناطق ممنوعه قرار می‌گیرند.

در منطقه مورد مطالعه، زون گسلی دهشیر- بافت به طول ۳۵۰ کیلومتر از زیر شهرباک عبور می‌کند. در واقع، به وجود آمدن شهرباک ناشی از تأثیر همین زون می‌باشد. زیرا با مسدود کردن مسیر حرکت آب‌های زیرزمینی و تجمع آنها در بالادست و رسیدن آنها به سطح زمین، محل مناسبی برای سکونت بشر فراهم آمده است. این گسل از جنوب ناین شروع شده و با روند شمال، شمال غرب-جنوب، جنوب شرق به «چاگوه» در منطقه سیرجان ختم می‌شود (بربریان، ۱۹۷۷). (شکل ۴)

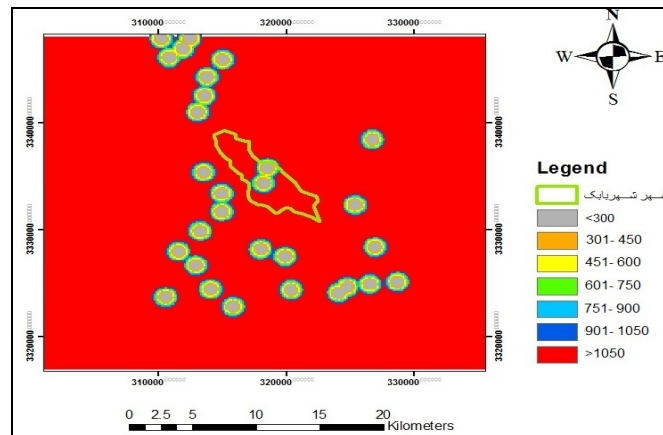


شکل ۴- نقشه حریم زون گسلی محدوده مورد مطالعه

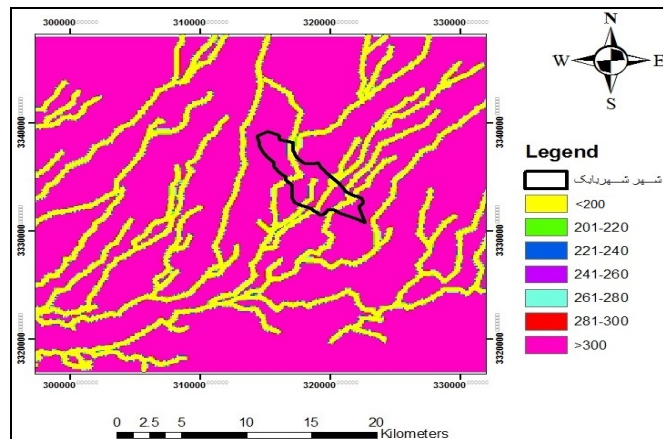
۳-۴- تحلیل هیدرولوژی و هیدروژئولوژی منطقه

سطح ایستایی آب‌های زیرزمینی در مناطق دفن نباید بالا باشد. همچنین این مناطق باید فاصله کافی از آب‌های سطحی و زیرزمینی مورد استفاده برای شرب (شکل ۵) داشته باشند. در مورد آبراهه‌ها، به دلیل اینکه امکان پخش مواد زائد توسط سیل وجود دارد، سایت دفن باید فاصله کافی داشته باشد. (شکل ۶)

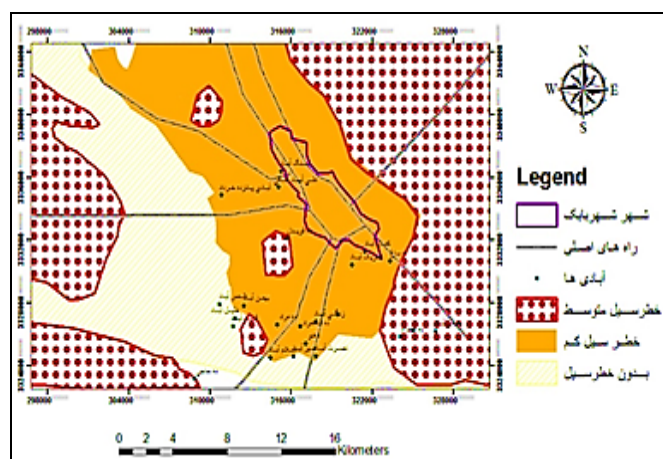
یکی دیگر از عوامل مهم در انتخاب محل دفن، سیل‌خیزی منطقه می‌باشد. در مناطق با پتانسیل سیل‌خیزی بالا خطر انتشار آلودگی به محیط اطراف افزایش می‌یابد. بنابراین باید به شناسایی مناطق با پتانسیل سیل‌خیزی بالا پرداخت و از احداث لندفیل در آنها اجتناب شود (نیکنامی و حافظی مقدس، ۱۳۸۹: ۵۷). در این مطالعه با تفسیر عکس‌های هوایی، مشاهدات و بررسی‌های صحرائی، نقشه پهنه‌بندی خطر سیل تهیه گردید. (شکل ۷)



شکل ۵- نقشه حریم چاه‌های محدوده مورد مطالعه



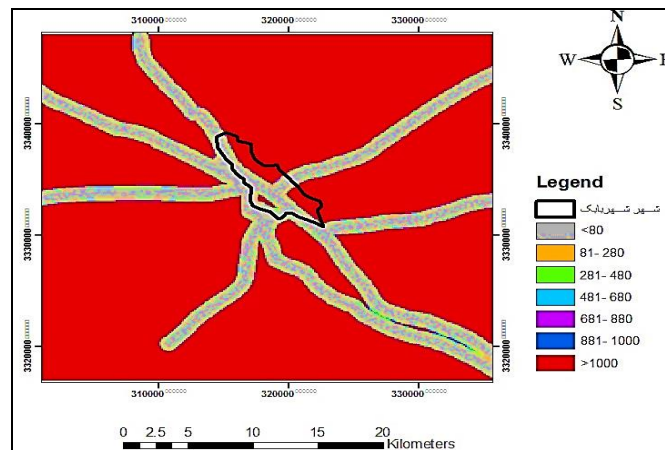
شکل ۶- نقشه حریم آبراهه‌های محدوده مورد مطالعه



شکل ۷- نقشه پهنه‌بندی خطر سیل در محدوده مورد مطالعه

۳-۵- تحلیل فاصله از راه‌های قابل دسترسی

فاصله از راه، از چندین منظر قابل بررسی است. نخست از نظر زیبایی و حفظ بهداشت و سلامت شهروندان باید از احداث لندفیل در مجاورت راه‌ها اجتناب کرد. از طرف دیگر، به منظور رعایت معیارهای زیست‌محیطی و جلوگیری از لطمه خوردن به زیبایی محیط، لازم است محل دفن پسماندها، حریم مشخص تا راه‌های دسترسی داشته باشند. همچنین به منظور کاهش هزینه حمل و نقل و زمان، لندفیل‌ها نباید فاصله زیادی تا راه‌ها داشته باشند (نیکنامی و حافظی مقدس، ۱۳۸۹: ۵۷). در این پژوهش حریم راه‌ها از حداقل ۵۰۰ متر تا بیش از ۷۵۰ متر در نظر گرفته شده است. (شکل ۸)

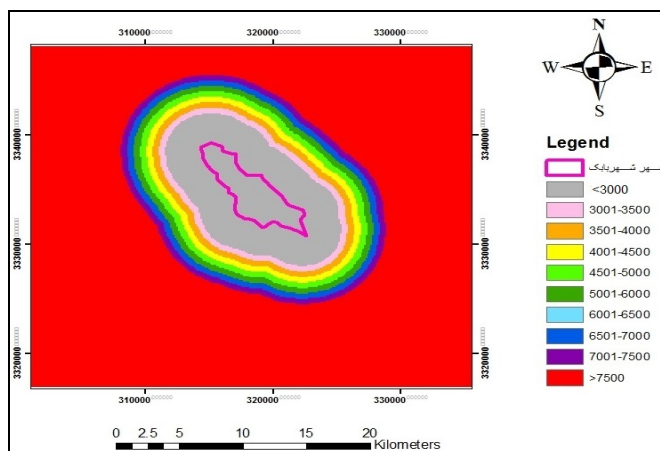


شکل ۸- نقشه حریم راه‌های دسترسی محدوده مورد مطالعه

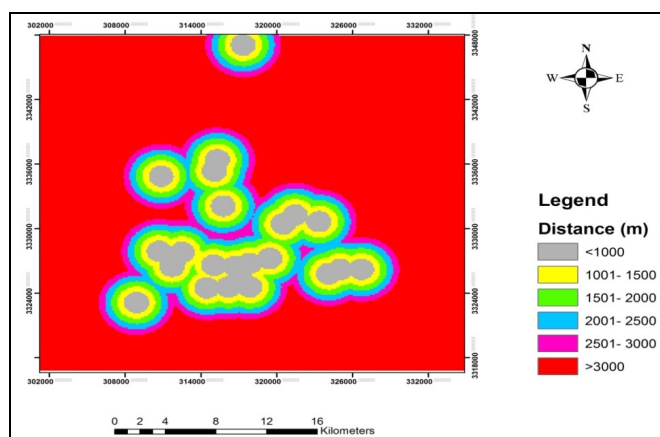
۳-۶- تحلیل کاربری اراضی

ارزش تملک زمین، تابع نوع کاربری آن می‌باشد. همچنین نوع و شدت آلودگی، رابطه مستقیم با کاربری دارد. لذا باید قبل از احداث لندفیل در منطقه، به شناخت کاربری‌های مختلف در آن پرداخت.

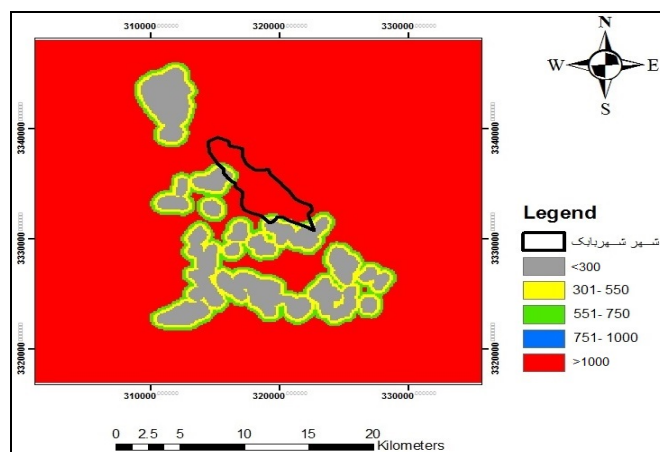
با توجه به اهمیت اقتصادی و ارتباطی فرودگاه‌ها، حریم آنها در این مکان‌یابی می‌بایست طبق استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست، رعایت شود. از طرف دیگر، در صورت عدم رعایت حریم فرودگاه، زباله‌های موجود، پرنده‌گان را جذب کرده و پرواز پرنده‌گان در اطراف فرودگاه، باعث ایجاد خطر برای هواپیماهای در حال فرود یا در حال پرواز می‌شود (نقدی‌نسب، ۱۳۹۰). در شکل‌های (۹ الف-ب و ۱۰)، به ترتیب حریم مناطق مسکونی و کشاورزی محدوده مورد مطالعه مشخص گردید.



شکل ۹-الف- نقشه حریم مناطق مسکونی (شهری) در محدوده مورد مطالعه



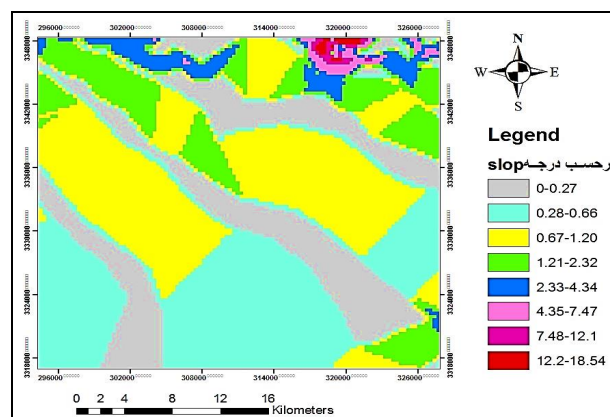
شکل ۹-ب- نقشه حریم مناطق مسکونی (روستایی) در محدوده مورد مطالعه



شکل ۱۰- نقشه حریم مناطق کشاورزی در محدوده مورد مطالعه

۳-۷- تحلیل شکل زمین

توپوگرافی محلّ دفن بر نوع عملیات و روش دفن، طراحی زهکشی‌ها و نوع تجهیزات مورد نیاز تأثیر دارد. معمولاً مناطق برجسته‌تر (مناطقی که سیل‌گیر نیستند) و با شیب کم، در صورت داشتن سایر شرایط مثل نفوذناپذیر بودن خاک، مناسب‌ترین مکان‌ها هستند. طبق مقررات سازمان حفاظت محیط زیست، شیب محلّ دفن زباله نباید بیش از ۴۰ درصد (۳۶ درجه) باشد (نقدی‌نسب، ۱۳۹۰). منطقه مورد مطالعه بر اساس میزان شیب، به هشت گروه تقسیم بندی شده است. (شکل ۱۱)



شکل ۱۱- نقشه طبقه‌بندی شیب محدوده مورد مطالعه

۳-۸- تحلیل فاصله محلّ جمع‌آوری زباله (شهر) تا مرکز دفن

طبیعی است که محلّ دفن که دوام آن حداقل ۱۵ تا ۲۰ سال برآورد می‌شود، نباید در مسیر توسعه آتی شهر قرار گیرد (در حال حاضر، جهت توسعه شهر به سمت شمال می‌باشد). از سوی دیگر به منظور کاهش هزینه حمل و نقل، زمان و سایر مشکلات ناشی از دوری مسافت، تا حد امکان باید سعی شود که محلّ دفن در مکان نزدیک‌تری واقع گردد. با توجه به این نکات و نیز کمبود زمین مناسب، استاندارد مشخصی برای فاصله محل دفن از شهر وجود ندارد. اما عموماً، حداقل فاصله را ۲ تا ۳ کیلومتر در نظر می‌گیرند و فواصل حدود ۱۰-۲۰ کیلومتر به عنوان حد نهایی برآورد شده است. شایان ذکر است که اگر بتوان به جای استفاده از کامیون‌های کوچک، از طریق متراکم نمودن زباله و بکارگیری کامیون‌های بزرگتر، حجم زباله بیشتری را با یکبار حمل انتقال داد، مسافت نقش کم‌رنگ‌تری را ایفا خواهد کرد (حیدرزاده، ۱۳۸۰: ۷۱).

۳-۹- تحلیل پارامترهای توصیفی

شامل پارامترهایی است که یا خود توصیفی بوده یا به دلیل کمبود اطلاعات، قابلیت تبدیل به نقشه ندارند. اهم آنها عبارتند از:

۳-۹-۱- جهت آب زیرزمینی

نقشه جهت حرکت آب زیرزمینی به دلیل نفوذ احتمالی شیرابه حاصل از دفن زباله به آب‌های زیر زمینی از اهمیت زیادی برخوردار است (بال، ۲۰۰۵: ۳۰۱). جهت آب زیرزمینی در اطراف شهر بابک به تبعیت از توپوگرافی منطقه، شمال به جنوب است. لذا محل دفن زباله، می‌بایست در پایین دست جریان آب قرار گیرد.

۳-۹-۲- زیبایی و پذیرش از سوی مردم

مکان دفن زباله باید تا حد امکان به دور از مناطق مسکونی بوده تا هم بر زیبایی منطقه تأثیر نگذارد و هم اعتراض عموم مردم را به دنبال نداشته باشد. موارد اعتراض مردم عموماً شامل ایجاد بوی نامطبوع، آتش‌سوزی، وجود حشرات، پرندگان و حیوانات، پراکندگی زباله‌های سبک، سر و صدا، گرد و غبار و کاهش قیمت املاک اطراف است (حیدرزاده، ۱۳۸۰: ۷۱). از این رو سایت انتخاب شده برای دفن زباله باید فاصله کافی از آبادی‌ها داشته باشد.

۳-۹-۳- جهات باد غالب منطقه

جهت باد غالب شهر بابک به ترتیب شمال، غرب، و جنوب غرب می‌باشد که باید از دفن زباله در مکان‌های بالادست جهت باد (شمال، غرب و جنوب غرب) اجتناب کرد. لذا با توجه به این موارد و با توجه به جهت جریان آب زیرزمینی از شمال به جنوب، مناسب‌ترین محل دفن زباله در جنوب شرق شهر پیشنهاد می‌شود. سایت انتخابی شامل این موارد می‌شود و در پایین دست جهت باد قرار گرفته است.

۳-۹-۴- میزان بارش

از دیگر پارامترهای مهم آب و هوایی جهت دفن زباله، توجه به میزان بارش منطقه است. اگر محل مورد نظر دارای شیب تند و خاک قابل فرسایش باشد، باران شدید می‌تواند خسارت زیادی به بار آورد. در مناطق با فرسایش‌پذیری بالا، محل دفن باید مسطح و دارای شیب کم باشد (حیدرزاده، ۱۳۸۰).

بر اساس تقسیم‌بندی کوپن، شهریارک در اقلیم بیابانی قرار دارد. زمستان‌های کمی سرد و تابستان‌های گرم و میزان بارندگی کم از خصوصیات این ناحیه می‌باشد. لذا در اینجا، دما و بارش در مکان‌یابی محل دفن زباله محدودیت‌زا نیستند.

۳-۱۰- تهیه نقشه‌های فاکتور

بعد از استخراج داده‌ها از منابع مختلف، لازم است از این داده‌ها، نقشه‌های فاکتور تهیه شود. آماده‌سازی نقشه‌های فاکتور مشتمل بر دو مرحله پردازش و وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی است. میزان بافر و امتیاز فازی که به هر فاصله داده شده، در جدول (۲) آمده است.

جدول ۲- میزان بافر و امتیاز فازی داده شده به هر معیار

چاههای آب		آبراهه	
درجه عضویت فازی	فاصله (متر)	درجه عضویت فازی	فاصله (متر)
۰/۱	<۳۰۰	۰/۱	<۲۰۰
۰/۲	۳۰۰-۴۵۰	۰/۲	۲۰۰-۲۲۰
۰/۳	۴۵۰-۶۰۰	۰/۳	۲۲۰-۲۴۰
۰/۴	۶۰۰-۷۵۰	۰/۴	۲۴۰-۲۶۰
۰/۵	۷۵۰-۹۰۰	۰/۵	۲۶۰-۲۸۰
۰/۶	۹۰۰-۱۰۵۰	۰/۶	۲۸۰-۳۰۰
۰/۷	>۱۰۵۰	۰/۷	>۳۰۰
راهها (۱)		گسل	
درجه عضویت فازی	فاصله (متر)	درجه عضویت فازی	فاصله (متر)
۰/۱	<۸۰	۰/۱	<۵۰۰
۰/۲	۸۰-۲۸۰	۰/۲	۵۰۰-۶۰۰
۰/۳	۲۸۰-۴۸۰	۰/۳	۶۰۰-۷۰۰
۰/۴	۴۸۰-۶۸۰	۰/۴	۷۰۰-۸۰۰
۰/۵	۶۸۰-۸۸۰	۰/۵	۸۰۰-۹۰۰
۰/۶	۸۸۰-۱۰۰۰	۰/۶	۹۰۰-۱۰۰۰
۰/۷	>۱۰۰۰	۰/۷	>۱۰۰۰
مناطق مسکونی		مناطق کشاورزی	
درجه عضویت فازی	فاصله (متر)	درجه عضویت فازی	فاصله (متر)
۰/۱	<۳۰۰۰	۰/۱	<۳۰۰
۰/۲	۳۰۰۰-۳۵۰۰	۰/۲	۳۰۰-۵۵۰
۰/۳	۳۵۰۰-۴۰۰۰	۰/۳	۵۵۰-۷۵۰

۰/۴	۴۰۰۰-۴۵۰۰	۰/۴	۷۵۰-۱۰۰۰
۰/۵	۴۵۰۰-۵۰۰۰	۰/۵	>۱۰۰۰
۰/۶	۵۰۰۰-۵۵۰۰	شیب (درجه)	
۰/۷	۵۵۰۰-۶۰۰۰	درجه عضویت فازی	شیب (درجه)
۰/۸	۶۰۰۰-۶۵۰۰	۰/۸	۰-۰/۲۷
۰/۹	۶۵۰۰-۷۰۰۰	۰/۷	۰/۲۸-۰/۶۶
۱	>۷۰۰۰	۰/۶	۰/۶۷-۱/۲۰
	روستاهها	۰/۵	۱/۲۱-۲/۳۲
	فاصله (متر)	۰/۴	۲/۳۳-۴/۳۴
۰/۱	<۱۰۰۰	۰/۳	۴/۳۵-۷/۴۷
۰/۲	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۰/۲	۷/۴۸-۱۲/۱
۰/۳	۱۵۰۰-۲۰۰۰	۰/۱	۱۲/۲-۱۸/۵۴
۰/۴	۲۰۰۰-۲۵۰۰		
۰/۵	۲۵۰۰-۳۰۰۰		
۰/۶	>۳۰۰۰		
امتیاز فازی	زمین شناسی		
۰/۴	سطوح رسی		
۰/۳	توفهای آتشفشانی آندزیتی		
۰/۲	ماسه سنگ، کنگلومرا، مارل، آهک های ماسه ای		
۰/۱	سنگ آهک نومولیتی، سنگ فرش های بادی، سنگ آهک پلاژیکی، چرت های رادیولاریت، شیل، سنگ های رسوبی انوسن و تکنونیک به هم ریخته		
امتیاز فازی	خاک شناسی		
۰/۴	لیتوسل آهکی		
۰/۳	خاک های شور قلیایی		
۰/۲	سیروزم و ریگوسل		
۰/۱	سیروزم		

۱۱-۳- تلفیق و وزندهی داده ها بر اساس روش انتخابی و تهیه نقشه خروجی

در این تحقیق، از دو روش هم پوشانی بولین و منطق فازی استفاده شده است. در مدل بولین وزندهی بر اساس یک (مناسب) و صفر (نامناسب) است. بنابراین نقشه نهایی فقط به دو قسمت مناسب و نامناسب تقسیم می شود. منطق فازی یکی از پیشرفته ترین روش هایی است که برای طبقه بندی و تلفیق داده به کار می رود. عضویت

در روش منطق فازی بر روی یک مقیاس گروه‌بندی شده از «یک» (عضویت کامل) تا «صفر» (عدم عضویت) بیان می‌شود. کلاس‌های هر نقشه می‌توانند با مقادیر عضویت فازی در جدول خصوصیت‌ها همراه شوند.

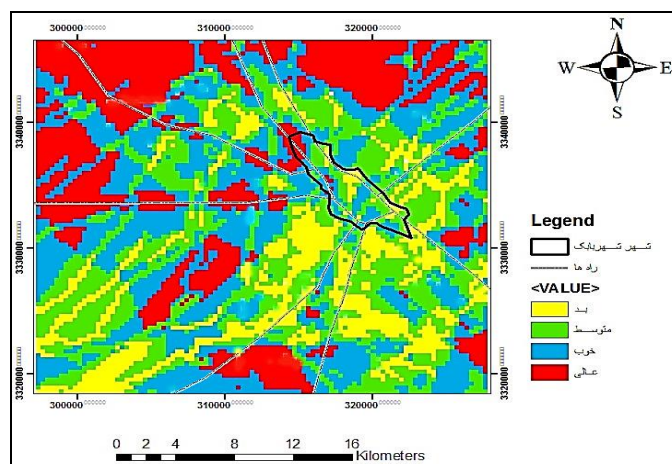
همان‌طور که اشاره شد، مقادیر عضویت فازی باید در محدود مقادیر (یک و صفر) قرار گیرند. اما هیچ مانع و محدودیت عملی در مورد انتخاب مقادیر عضویت فازی وجود ندارد. عضویت در منطق فازی به صورت‌های مختلفی بیان می‌شود و باید در انتخاب آن دقت فراوان نمود.

عضویت در منطق فازی به تجربه کارشناس و شناخت وی از منطقه مورد مطالعه بستگی دارد و هر کسی بر اساس تجربه خود، آن را انتخاب می‌کند (بونهام کارتر، ۱۹۹۴: ۴۰۵). نتایج حاصل از هر دو روش در مبحث بعدی آورده شده است.

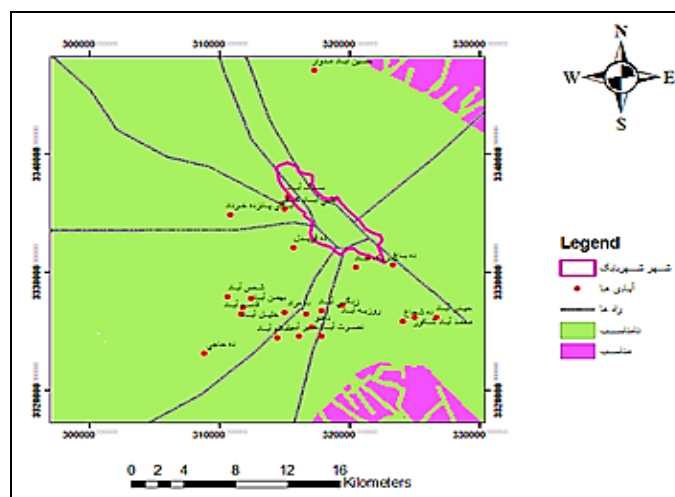
در روش هم‌پوشانی بولین به دلیل صفر و یک بودن نقشه‌ها، تعداد مناطق مطلوب بدست آمده برای دفن کم می‌باشد (آرنوف، ۱۹۸۹: ۳۰۴). برای انجام این نوع تلفیق پس از رستری کردن لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از Raster Calculator، در نرم‌افزار ArcMAP، توسط عملگر AND(&)، لایه‌های مختلف با توجه به شرطی که برای هر معیار در نظر گرفته شد، با هم تلفیق شدند. در شکل (۱۲)، محدوده‌های مناسب با استفاده از روش بولین نشان داده شده‌اند. همان‌طور که مشخص است، مناطق مناسب برای دفن زباله با رنگ بنفش (تُن تیره) و مناطق نامناسب با رنگ سبز (تُن روشن) مشخص شده‌اند.

در روش فازی، برای تلفیق لایه‌ها پس از طبقه‌بندی مجدد هر لایه، با توجه به اهمیت لایه‌ها، امتیاز فازی اختصاص داده شد. پس از تهیه نقشه‌های فازی، با استفاده از عملگر گامای فازی و توسط نرم‌افزار ArcMAP، مناطق با اعداد فازی متفاوت، تقسیم‌بندی شدند. علت انتخاب عملگر گامای فازی، جامع‌تر بودن آن نسبت به سایر عملگرها می‌باشد. هر چه این عدد بالاتر باشد، منطقه مطلوب‌تر است (بونهام کارتر، ۱۳۷۸).

شکل (۱۳) نقشه نهایی حاصل از این نوع تلفیق را نشان می‌دهد. منطقه مورد مطالعه بر اساس روش فازی از نظر دفن زباله به چهار گروه عالی تا بد تقسیم‌بندی گردید.

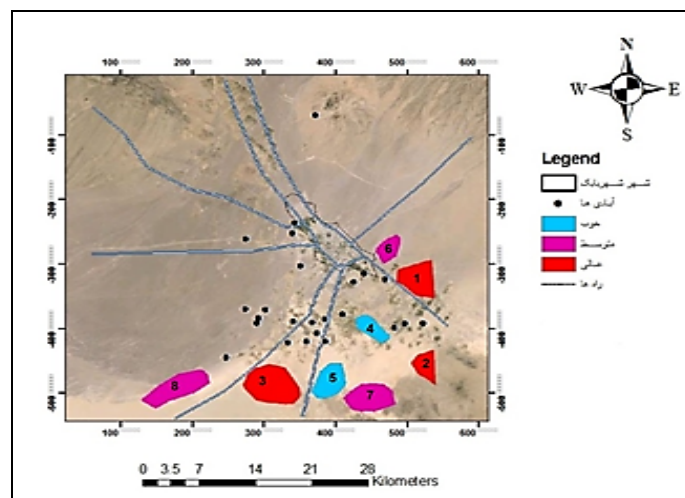


شکل ۱۲- مناطق مطلوب برای دفن بهداشتی زباله بر اساس روش فازی



شکل ۱۳- مناطق مطلوب برای دفن بهداشتی زباله بر اساس روش هم پوشانی بولین

با توجه به جهت آب زیرزمینی و همچنین جهات بادهای غالب، مناطق شمال، غرب، جنوب غرب و شمال شرق شهر برای دفن زباله مناسب نمی باشند. لذا تنها جنوب شرق شهر برای دفن زباله مناسب خواهد بود. از بین سایت های انتخابی، سایت شماره یک به لحاظ منطق فازی در دسته بندی عالی قرار می گیرد. همچنین نسبت به سایر سایت ها به جاده نزدیک می باشد که مشکل حمل و نقل زباله ها را ندارد و بیش از حد نیز به شهر نزدیک نیست و از طرفی بیش از حد دور هم نیست که مشکل حمل و زمان انتقال زباله ها را داشته باشد. این سایت در پایین دست جهت باد و در پایین دست جهت جریان آب زیرزمینی قرار دارد که از این نظر نیز مشکل ساز نمی باشد.



شکل ۱۴- مطلوب‌ترین مناطق پیشنهادی جهت دفن زباله با استفاده از مدل فازی

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به وجود مشکلاتی که محلّ فعلی دفن زباله شهرباک به وجود آورده، همچنین با توجه به افزایش جمعیت شهرباک در آینده‌ای نزدیک، مکان‌یابی محلّ جدید دفن زباله در این شهر ضروری به نظر می‌رسد. بر همین اساس، برای شهرباک مکان‌یابی به دو روش مبتنی بر منطق فازی و بولین صورت گرفت که نتایج آن، هم‌پوشانی خوبی با هم نشان دادند. با در نظر گرفتن تمامی ضوابط و استانداردهای لازم، سایت‌های مناسب برای دفن شناسایی گردید. از میان سایت‌های انتخابی، سایت شماره یک نسبت به سایر سایت‌ها مناسب‌تر است. این سایت در پنج کیلومتری جنوب‌شرقی شهرباک قرار دارد. یکی از محاسن این سایت، فاصله مناسب آن تا شهرباک است که عمل تجهیز آن را آسان‌تر می‌کند. از طرف دیگر، تعداد آبادی‌های نزدیک به این سایت نیز کم می‌باشد.

فهرست منابع

- ۱- امور مطالعات منابع آب استان کرمان. (۱۳۸۸). گزارش مطالعات منابع آب زیرزمینی دشت شهربابک.
- ۲- بنائی، محمدحسن. (۱۳۷۹). نقشه منابع و استعداد خاک‌های ایران (مقیاس ۱:۰۰۰۰۰۰) (در شش برگه). تهران: مؤسسه تحقیقات خاک و آب وزارت جهاد کشاورزی.
- ۳- بونهام کارتر، جی اف. (۱۳۷۸). سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی برای دانش‌پژوهان علوم زمین. ترجمه گروه اطلاعات زمین مرجع سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران.
- ۴- پورامین، افسانه. (۱۳۹۱). بررسی شرایط و مسائل زمین‌شناسی شهری زاهدان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS). پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- ۵- جهاننداری، اشکان. (۱۳۹۳). بررسی مسائل زمین‌شناسی شهری شیراز با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- ۶- حبیبی، کاظم. کوهساری، علی. (۱۳۸۵). مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از تلفیق منطق فازی و مدل تحلیل سلسله مراتبی در محیط GIS. مجموعه مقالات کنفرانس محیط زیست و توسعه پایدار شهری (با تأکید بر شهرهای شمال کشور). ساری: دانشگاه مازندران.
- ۷- حیدری، مهدی. (۱۳۹۰). بررسی شرایط و مسائل زمین‌شناسی شهری جیرفت با کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS). پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- ۸- درویش‌صفت، علی. شکری، علی. (۱۳۸۳). ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط زیست با سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS). تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- ۹- ذکاوت‌بخش، فرزانه (۱۳۹۲). بررسی مسائل زمین شهری جهرم با کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS). پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- ۱۰- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح. (۱۳۸۱). فرهنگ جغرافیایی آبادی‌های استان کرمان (جلد دهم: شهرستان شهربابک). تهران: انتشارات سپهر.
- ۱۱- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمان. (۱۳۸۵). سیمای استان کرمان و شهرستان‌ها.
- ۱۲- شریفیان، نادیا. (۱۳۹۱). مکان‌یابی سایت دفن زباله شهر فسا با استفاده از نرم‌افزار GIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید باهنر کرمان.

- ۱۳- عبدلی، محمد. (۱۳۷۲). مدیریت دفع و بازیافت مواد زائد جامد شهری در ایران. تهران: انتشارات سازمان شهرداری‌ها.
- ۱۴- فنائی، ابراهیم. (۱۳۸۵). مقدمه‌ای بر مدیریت مواد زائد جامد. تهران: انتشارات مهد تمدن.
- ۱۵- فنائی، ابراهیم. آل‌شیخ، علی‌اصغر. (۱۳۸۸). مکان‌یابی دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: شهر گیوی). فصلنامه علوم محیطی، دوره ۶، شماره ۳، صفحات ۱۵۸-۱۴۵.
- ۱۶- مجلسی، منیره. دامن‌افشان، حجت. (۱۳۸۸). مکان‌یابی دفن پسماندهای شهری شهرستان دزفول با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران، تهران: دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.
- ۱۷- مخدوم، مجید. درویش‌صفت، علی‌اصغر. جعفرزاده، هورفر. مخدوم، عبدالرضا. (۱۳۹۰). ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط زیست با سامانه اطلاعات جغرافیایی. چاپ پنجم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۸- نبوی، محمد. (۱۳۵۵). دیپاچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران. تهران: نشر سازمان زمین‌شناسی کشور.
- ۱۹- نقدی‌نسب، مریم. (۱۳۹۰). بکارگیری روش‌های سلسله مراتبی، فازی و بولین در مکان‌یابی دفن زباله (مطالعه موردی: شهر کرمان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی زیست محیطی دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- ۲۰- نیکنامی، مریم. حافظی مقدس، نجمه. (۱۳۸۹). مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری گلپایگان با استفاده از GIS. فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، سال ۶، شماره ۱، صفحات ۵۷-۶۶.
- 21- Alanbari, M., Al-Ansari, N., Jasim, H., (2014). **GIS and Multicriteria Decision Analysis for Lndfill Site Selection in Al-Hashimiah Qadaa**. Natural Science. No.6, pp:282-304.
- 22- Aronof, S., (1989). **Geographic Information Systems: A management perspective**. WDL Publications.
- 23- Ball, J., (2005). **Landfill Site Selection**. Tenth International Waste Management Symposium s.m margherita di pula, Cagliari. Italy 3-7 October.
- 24- Benneett, M., Doyle, P., (1997). **Environmental Geology: Geology and the Human Environment**. Johnwiley.
- 25- Berberian, M., (1977). **Against the Rigidity of the Lut Block**. G.S.I, Rep, No.40, pp:203-227.

- 26- Dimitrijevic, M.D., Dimitrijevic, M.N., Djordjevic, M., (1971). **Geological Map of Iran, Sheet No.7050 (shahrebabak), (Scale,1:100000)**. Geological Survey of Iran.
- 27- Hendrix, W., Buckley, D., (1992). **Use of GIS for selection of sites for land application of sewage waste**. Journal of soil and water conservation.
- 28- Karbanda., (1990). **Waste management, Gower, England**.
- 29- Pipkin, B.W., Trent, D.D., Hazlett, R., Bierman, P., **Geology and the Environment**. 6 th edition, Brooks/cole Cengage Learning.
- 30- Salvato. J.A., (1992). **Environmental Engineering and Sanitation**. 4th ed, John Wiley and son's, Newyork, USA.
- 31- Sener, S., Sener, E., Nas, B., Karaguzel, R., (2003). **Combining AHP with GIS for Landfill Site selection: A case study in the Leeke Beyshir catchment area (Konya, Turkey)**.
- 32- Stocklin, J., (1968). **Structural History and Tectonics of Iran: a review**. American Association of Petroleum Geologists Bulletin. No.52, pp:1229-1258.
- 33- Vastava, S., Nathavat, A., (2003). **Selection of potential waste disposal sites around Ranchi Urban complex using remote Sensing and GIS techniques**. Urban Planning Map, Asia conference.
- 34- William, H., Buckley, D., (1992). **Use of GIS For Selection of Sites for Land Application of Sewage Waste**. Journal of Soil and Water Conservation. No.47(3), pp:271-275.