کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی
سال سوم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۳۹٤
تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۱۸ تاریخ تأیید نهایی: ۱۳۹۳/۰٦/۰۲
صص: ۱٤۳-۱۱۹

مکان‌یابی دفن زباله در شهر زابل با استفاده از روش AHP

خدارحم بزی*، دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه گلستان، ایران
صدیقه سرگلزایی، دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه زابل، ایران

چکیده

شهر زابل با دارا بودن جمیعتی بیش از ۱۳۰ هزار نفر و قرار گرفتن در مسیر وزش بادهای ۱۲۰روزه و مهاجرت‌های زیاد روستایی در زمینه مکان‌یابی و مدیریت زباله با مشکلات عدیده‌ای روبرو است. در این پژوهش سعی شده است تا مکانی متناسب با معیارهای استاندارد برای جمع‌آوری و دفع زباله در شهر زابل تعیین شود. برای این کار از نرم‌افزار Arc GIS و مدل تحلیل سلسله مراتبی AHPاستفاده شده است. فرآیند تحلیل سسله مراتبی (AHP) یکی از گسترده‌ترین ابزارهای تصمیم‌گیری چند معیاره است. در فرآیند مکان‌یابی با استفاده از روش AHP، بعد از تعیین سطوح سلسله مراتبی شامل هدف، معیارها، زیرمعیارها و گزینه (مکان مورد نظر) مقایسه زوجی بین مجموعه‌ها برای وزن‌دهی انجام می‌شود. محل فعلی دفن زباله در شهر زابل متناسب به معیارهای استاندارد نیست. عمده‌ترین مشکل این منطقه، نزدیک بودن به چاه‌نیمه چهارم می‌باشد و به همین دلیل ممکن است سبب بروز مشکلات بهداشتی و زیست‌محیطی شود. نتایج تحقیق حاکی از این است که بهترین پهنه انتخابی برای دفن زباله در پایین دست منطقه دفع کنونی واقع شده است. این پهنه از نظر احداث مکان برای دفع زباله کاملاً مناسب است. عمق آب زیرزمینی بیش از ۷۰ متر می‌باشد. فاصله از شهر حدود ۳۰ – ۳۵ کیلومتر و فاصله از راه‌های ارتباطی ۷ کیلومتر است، همچنین به دلیل دور بودن از شهر قیمت زمین در این منطقه ارزان می‌باشد.

کلمات کلیدی: شرایط اقلیمی، مدیریت زباله، زابل

* – نویسنده مسئول: Email: kh.bazi@yahoo.com

مقدمه

افزایش سریع جمیعت، توسعه صنایع و پیشرفت فن‌آوری‌های روز و در نتیجه ازدیاد مواد زائد باعث ایجاد بحران جدی در جوامع شهری شده است. دفع مواد زائد شهرها، یکی از مشکلات عمده و پرهزینه اغلب شهرداری‌ها است که اگر برای جمع‌آوری و دفع آن، مدیریت و برنامه‌ریزی دقیقی صورت نگیرد، جامعه شهری با مشکلات زیادی روبه رو خواهد شد. یکی از مسائل مهم در مدیریت بهینه مواد زاید، انتخاب مکان مناسب برای جمع آوری و دفن آن است. به منظور انتخاب یک مکان مناسب برای دفن زباله باید تمامی عوامل متأثر از احداث محل دفن در منطقه را به طور کامل بشناسیم تا بتوانیم مکان‌هایی را انتخاب کنیم که کم‌ترین آثار سوء زیست محیطی را برای انسان و سایر موجودات زنده به همراه داشته باشد. در حقیقت، محل مورد نظر باید در جایی باشد که باعث آلودگی منابع آب‌های سطحی و زیر زمینی نگردد، زمین کافی و نسبتاً مسطح با خاک غیر قابل استفاده موجود باشد، تأثیر منفی بر چشم انداز و اکولوژی منطقه نداشته باشد. وزش باد، بو و آلودگی آن را به فضای شهر انتقال ندهد، قابلیت دسترسی، پایین بودن ارزش زمین، عدم تجاوز به حریم شهرهای دیگر نیز از جمله عواملی هستند که در انتخاب این نوع مکان‌ها نقش دارند (پاداش، ۱۳۸۵).

استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و پردازش آن در نرم افزار GIS، از جمله روش‌های نوین و علمی در جهت مکان‌یابی دفن زباله است (درویش صفت، ۱۳۸۳: ۱۱۷). امروزه سیستم اطلاعات جغرافیایی این امکان را برای جغرافی‌دانان و برنامه‌ریزان امور شهری فراهم آورده تا با گردآوری و تحلیل اطلاعات جغرافیایی بتوانند مکان مناسبی برای دفن بهداشتی مواد زاید شهری با توجه به متغیرهایی که به آن اشاره شد، انتخاب کنند (Natesan, 2008). از طرف دیگر AHP، یکی از گسترده‌ترین ابزارهای تصمیم گیری چند معیاره است (Omkarprasad, 2004). انتخاب مکان بهینه دفع زباله که یکی از مهم‌ترین پیامدهای مدیریت مواد زاید است، نیاز به تصمیم گیری چند معیاره دارد (Onut, 2007). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP، روشی است منطقی، قوی و ساده

که برای تصمیم‌گیری در شرایطی کـه معیارهـای تصـمیم‌گیـری متضـاد، انتخـاب بـین گزینه‌ها را با مشکل مواجه می‌سازند، مورد استفاده قـرار مـی‌گیـرد (Bertolini, 2006). مهم‌ترین هدف این تحقیق عبارت از مکان‌یابی دفن زباله در شهر زابل با استفاده از نرم افزارGIS و مدل تحلیل سلسله مراتبی یا AHP می باشد.

ویلیام هندریکس و دیوید بیوکلی در سال ۱۹۹۲ با در نظر گرفتن شش متغیر جنس خاک، عمق سنگ مـادر، کـاربری زمـین، فاصـله از آب‌هـای سـطحی، عمـق آب‌هـای زیرزمینی و سطح ارتفاعی، مکان مناسب برای دفن بهداشتی زباله‌های ناحیه مَـد ایالـت ورمونت آمریکا شناسایی کردند (Viliam, 1992). سنر بازاک برای مکان‌یابی محل دفن زباله از روش‌های AHP و SAW برای معیارهای ارتفاع، مناطق مسکونی، جاده، مناطق مرطوب، فرودگاه، زیرساخت‌ها، شیب، زمین شناسی، کاربری اراضـی، جلگـه سـیلابی، آکیفرآب‌های سطحی استفاده کرد (Sener, 2006). عمر الجـراح و هـانی ابولقـداس در سال ۲۰۰۶ به کمک پانزده لایه اطلاعاتی مانند جنس خاک، فاصله از راه‌های دسترسی، قیمت زمین و غیره اقدام به مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری عمان کردند (Omar, 2006).

ساکر و سوماتی در سال ۲۰۰۸ با به کارگیری چهارده لایه اطلاعـاتی، مناسـب‌تـرین مکان را برای پسماندهای جامد شـهری کرامانـدال هندوسـتان انتخـاب کـرده‌انـد. ایـن محققان به عواملی مانند: جهت شیب، جهت باد، تجهیزات شهری، اکولـوژی طبیعـی و آثار باستانی توجه داشته‌اند (Sakar, 2006). دریـابـاری در سـال ۱۳۸۶ در مقالـه‌ای بـا عنوان «مدیریت زباله‌های شهری و بیمارستانی شهرستان سمنان» بـه ایـن نتیجـه دسـت یافت که مجموع زباله تولیدی توسـط بیمارسـتان‌هـای شهرسـتان سـمنان ۷۶۰ تـا ۸۵۰ کیلوگرم در روز است که توسط زباله سـوزهای بیمارسـتان‌هـای امیرالمـونین و تـأمین اجتماعی معدوم می‌گردد (دریاباری، ۱۳۸۶: ۸۷). پوراحمد و همکـاران در سـال ۱۳۸۶ در مقاله‌ای تحت عنوان «استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS برای مکان‌یابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی: بابلسر)» با استفاده از داده‌های چون فاصله از محـدوده قـانونی

شهر، فاصله از گسل‌های منطقه، جهت باد، خاک شناسی و از طریق مدل‌های مختلف تلفیق اطلاعات و نقشه‌ها، مکان‌های مناسب برای دفن بهداشتی مواد زاید مکان‌گزینی کردند (پوراحمد، ۱۳۸٦: ۳۲). در سال ۱۳۸۸ خورشید دوست و عادلی در تحقیقی تحت عنوان «استفاده از فرآیند سلسله مراتبی برای یافتن مکان بهینه دفن زباله مطالعه موردی: شهر بناب» به این نتیجه رسیدند که مکان شماره ٤ (از بین ۵ مکان منتخب) با در نظر گرفتن مجموعه معیارها و وزن‌دهی به عنوان بهترین مکان دفن انتخاب شده است (خورشید دوست و عادلی، ۱۳۸۸: ۲۱). نوانبخش و نعیمی در سال ۱۳۹۰ در مقاله‌ای تحت عنوان «تبیین عوامل اجتماعی موثر بر جلب مشارکت شهروندان در تفکیک و جمع‌آوری زباله‌های خانگی، مطالعه موردی منطقه ۱۳ شهرداری تهران» به این نتایج دست یافتند که بین سن، وضعیت تأهل و میزان مشارکت شهروندان، رابطه معناداری وجود دارد. همچنین بین جنس، سطح تحصیلات، نحوه آموزش، رضایت از خدمات شهری، اعتماد اجتماعی و میزان مشارکت چنین رابطه‌ایی مشهود است (نوانبخش،۱۳۹۰: ۱۹).در سال ۱۳۹۰ علی اکبری و جمال لیوانی، در تحقیقی تحت عنوان «مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله‌های جامد شهری با استفاده از روش AHP، مطالعه موردی: شهر بهشهر» محل مناسب برای دفن بهداشتی زباله‌های شهری را در دو جایگاه مکان‌یابی و پیشنهاد کرده است. یکی اراضی شمال کلاک با مساحت ۲۰ هکتار و دیگری اراضی شمال رکاوند با ۳٦ مساحت انتخاب شده‌اند (علی اکبری و جمال لیوانی،۱۳۹۰: ۹۵). دیدگاه‌های مکان‌یابی دفع زباله را می‌توان به سه دسته زیر تقسیم کرد:

دیدگاه مبتنی بر روش حداقل‌کردن هزینه

مهم‌ترین مدلی که در مورد مکان‌یابی و با تأکید بر حداقل‌کردن هزینه معرفی شده، مدل آلفرد وبر در اوایل قرن بیستم است. تمرکز اصلی مدل بر حداقل‌کردن هزینه حمل و نقل نهادها و مواد اولیه تولید و همچنین حمل کالا و یا محصول تولید شده به بازار

است (صباغ کرمانی، ۱۳۸۰: ٤٢). علاوه بر هزینه‌های حمل و نقل، وبر معتقد است مکان تحت تأثیر سه نوع دیگر هزینه قرار می‌گیرد. اول، هزینه کار نیرو است که بر حسب فضا تغییر می‌یابد و به مکان وابسته است. دوم، هزینه‌هایی است که عمدتاً مستقل از مکانند، یعنی امکان دارد از لحاظ تولیدکنندگان و سهیم‌شدن آنان در کل هزینه‌های بازارداری و تحقیق، امتیازاتی به دست آید و یا تهیه کنندگان را تشویق کند در کالای معینی تخصص حاصل کنند. سوم، ممکن است در کشوری کمک‌های مالی (یارانه) یا وضع مالیات سبب تنوع فضایی هزینه‌ها شود. وبر در تجزیه و تحلیل مکانی عمل‌آوری منبع، هزینه‌های غیر حملی را با هزینه حمل و نقل ترکیب می‌کند (هاگت، ۱۳۷۹: ۲۹۹).

دیدگاه مبتنی بر روش تجزیه و تحلیل ناحیه در دسترس یا شعاع عملکرد

در این دیدگاه بیشترین تاکید بر تقاضا و بازار است و حداکثر کردن درآمد مدنظر می‌باشد. آگوست لوش معتقد بود افزایش تقاضا می‌تواند باعث بالارفتن قیمت و کاهش تقاضای بازار شود و اصولاً یکی از دلایل عدم موفقیت یک فعالیت را مکان نامناسب آن به شمار می‌آورد. در این دیدگاه هرچه از مکان تولید (یا محل بنگاه) دور می‌شویم، هزینه تمام شده کالا به علت بعد مسافت برای مصرف‌کننده بیشتر می‌شود و بنابراین تقاضا کمتر خواهد شد (جعفرکریمی، ۱۳۸۲: ۱۰).

دیدگاه مبتنی بر روش کسب سود

از مهم‌ترین نظریه‌پردازان این دیدگاه والترایزاد و گرین هارت است. در واقع این دیدگاه، نتیجه منطقی دو دیدگاه بالاست. در این دیدگاه، هدف، یافتن مکانی است که بیشترین تفاوت بین هزینه کل و درآمد کل را داشته باشد که در نتیجه سود بیشتری از بازار به دست می‌آید (حق شناس، ۱۳٦۷: ۱۳۰).

با توجه به دیدگاه‌های فوق در مدل‌های مکان‌یابی چنین برمی‌آید که از نظر تاریخی در همه مدل‌ها تاکید به روی هزینه، حمل‌ونقل، فاصله و به طور کلی افزایش سود

است، اما باید دانست در مجموع هیچ نظریه جامعی که بتواند تمامی تصمیمات مکـانی یک شهر را توجیه کند، وجود ندارد و نوع مهمی از فعالیت‌هایی که در شهرها به وقوع می‌پیوندد، در رابطه با مکان تسهیلات عمومی است که نمی‌تواند بر اسـاس یـک مـدل پیشینه‌سازی سود، مورد تحلیل قرار گیرد، چون تسهیلات عمومی بر حسب معیار سـود اقتصادی مکان‌یابی نمی‌شوند، بلکه بر اسـاس معیارهـایی چـون کمینـه کـردن زمـان و مسافتی که در دسترسی به این گونه خدمات باید طی شود، بیشینه‌کردن حد اسـتفاده از تسهیلات عمومی و کمینه‌کردن هزینه تأمین تسهیلاتی که باید سطح مشخصی از کیفیت را داشته باشند، مورد تحلیل قرار گرفته و مکان‌یابی می‌شوند (جعفرکریمی، ۱۳۸۲: ۱۱).

مواد و روش‌ها

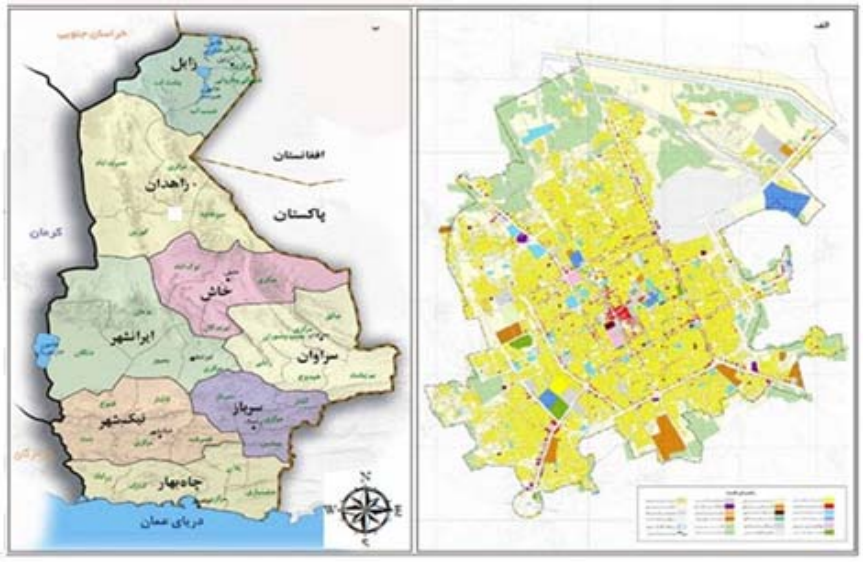
روش تحقیق و مراحل آن

تحلیل و بررسی مکان یـابی دفـن زبالـه در شـهر زابـل در قالـب روش تحلیلـی و توصیفی و جمع آوری اطلاعات و داده‌ها مبتنی بـر اطلاعـات کتابخانـه‌ای و مطالعـات میدانی بوده است. در بخش کتابخانه‌ای مبانی و سابقه مطالعاتی موضـوع بررسـی شـده است. در مطالعات میدانی، ابتدا آسیب‌شناسی محل دفن مواد زاید جامد شهری در شهر زابل مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس به تحلیل وضعیت کمّی و کیفی مواد زاید جامد شهری در این شهر پرداخته می‌شود. سرانجام بـرای تعیـین محـل مناسـب بـرای دفـن زباله‌های شهری محدوده ۳۵ کیلومتری شـهر زابـل انتخـاب مـی‌گـردد. در مرحلـه اول مناطق ممنوعه که در این محدوده وجود داشتند، شناسایی و حـذف گردیـد. سـپس بـا استفاده از نقشه‌هـای توپـوگرافی، زمـین‌شناسـی و تصـاویرمـاهواره‌ای منطقـه، ۸ لایـه اطلاعاتی از عوامل موثر بر مکان‌یابی تهیه شد. این لایـه‌هـا عبارتنـد از: زمـین شناسـی، عمق آب زیر زمینی، فاصله از شبکه راه‌ها و حریم شهر، نواحی سیلابی، خـاک منطقـه، شیب و توپوگرافی، قیمت زمین و جهـت وزش بـاد. لایـه‌هـای تهیـه شـده در محـیط ArcGIS مورد پردازش و تحلیل فضایی قرار گرفتند. جهت وزن‌دهی و تعیـین اهمیـت

نسبی هر یک از لایه‌های اطلاعاتی برای مکان‌یابی محل دفن زباله از روش AHP و نرم‌افزار EC (ExportChoice) استفاده شد. در نهایت با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و بر اساس چهار معیار اصلی عوامل اقتصادی، ژئومورفولوژی، هیدرولوژی – ژئوهیدرولوژی و دسترسی، اولویت‌های اول (بسیار مناسب)، دوم (مناسب) و سوم (نسبتاً مناسب) به عنوان مکان‌های دفن زباله شناسایی و معرفی شدند.

محدوده و قلمرو پژوهش

شهر زابل، مرکز شهرستان زابل است که در مختصات جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی و ٦١ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی در مرکز منطقه سیستان قرار گرفته است. وسعت شهر زابل برابر ۲۰۸٤ هکتار است که ۰/۱۳ درصد از وسعت شهرستان را در بر می‌گیرد. زابل در فاصله زمینی ۲۱٦ کیلومتر از زاهدان، مرکز استان سیستان و بلوچستان قرار دارد (مهندسین مشاور طاش، ۱۳۸۵).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی زابل، طرح جامع: ۱۳۸۵

روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یا AHP

روش AHP یا فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در سال ۱۹۸۰ توسط غربال ساعتی[۲] ارائه شد. این روش با شناسایی و اولویت‌بندی عناصر تصمیم‌گیری شروع می‌شود. این عناصر شامل هدف‌ها، معیارها یا مشخصه‌ها و گزینه‌های احتمالی است که در اولویت‌بندی به کار گرفته می‌شوند (Bowen,1993).

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است؛ زیرا این تکنیک امکان در نظر گرفتن معیارهای کمّی و کیفی در مسأله را دارد. این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها را دارد. علاوه بر آن بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌کند. همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم گیری چندمعیاره است. روش AHP، بر اساس تجزیه مسائل پیچیده به نظم سلسله مراتبی استوار است و در رأس آن هدف کلی قرار دارد. در سطوح بعدی معیارها و زیرمعیارها قرار می‌گیرند و در پایین‌ترین رده سلسله مراتب، تصمیمات یا گزینه‌های مختلف تعریف می‌شود (قدسی پور، ۱۳۸۵: ۵). به کارگیری فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مستلزم چهار قدم عمده زیر می‌باشد:

مدل‌سازی

در این قدم، مسأله و هدف تصمیم‌گیری به صورت سلسله مراتبی از عناصر تصمیم که با هم در ارتباط هستند، درآورده می‌شود. عناصر تصمیم شامل «شاخص‌های تصمیم گیری» و « گزینه‌های تصمیم» می‌باشد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، نیازمند شکستن یک مسأله با چندین شاخص به سلسله مراتبی از سطوح است. سطح بالا، بیانگر هدف اصلی فرآیند تصمیم‌گیری است. سطح دوم، نشان دهنده شاخص‌های عمده و اساسی

2- aaty

(که ممکن است به شاخص‌های فرعی و جزئی‌تر در سطح بعدی شکسته شود) می‌باشد. سطح آخر گزینه‌های تصمیم را ارائه می‌کند.

قضاوت ترجیحی (مقایسات زوجی)

انجام مقایسه‌هایی بین گزینه‌های مختلف تصمیم، بر اساس هر شاخص و قضاوت در مورد اهمیت شاخص تصمیم با انجام مقایسه‌های زوجی.

بعد از طراحی سلسله مراتب مسأله تصمیم، تصمیم‌گیرنده می‌بایست مجموعه ماتریس‌هایی که به طور عددی اهمیت یا ارجحیت نسبی شاخص‌ها را نسبت به یکدیگر و هر گزینه تصمیم را با توجه به شاخص‌ها نسبت به سایر گزینه‌ها اندازه‌گیری می‌نماید، ایجاد کند. این کار با انجام مقایسات دو به دو بین عناصر تصمیم (مقایسه زوجی) و از طریق تخصیص امتیازات عددی که نشان‌دهنده ارجحیت یا اهمیت بین دو عنصر تصمیم است، صورت می‌گیرد. برای انجام این کار معمولاً از مقایسه گزینه‌ها با شاخص‌های i ام نسبت به گزینه‌ها یا شاخص‌های j ام استفاده می‌شود.

محاسبات وزن های نسبی

تعیین وزن «عناصر تصمیم» نسبت به هم، از طریق مجموعه‌ای از محاسبات عددی.

قدم بعدی در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، انجام محاسبات لازم برای تعیین اولویت هر یک از عناصر تصمیم با استفاده از اطلاعات ماتریس‌های مقایسات زوجی است. خلاصه عملیات ریاضی در این مرحله به صورت زیر است: مجموع اعداد هر ستون از ماتریس زوجی را محاسبه کرده، سپس هر عنصر ستون را بر مجموع اعداد آن ستون تقسیم می‌کنیم. ماتریس جدیدی که بدین صورت به دست می‌آید، «ماتریس مقایسات نرمال شده» نامیده می‌شود. میانگین اعداد هر سطر از ماتریس مقایسات نرمال شده را محاسبه می‌کنیم. این میانگین وزن نسبی عناصر تصمیم با سطرهای ماتریس را ارائه می‌کند.

ادغام وزن‌های نسبی

به منظور رتبه‌بندی گزینه‌های تصمیم، در این مرحله بایستی وزن نسبی هر عنصر را در وزن عناصر بالاتر ضرب کرد تا وزن نهایی آن به دست آید. با انجام این مرحله برای هر گزینه، مقدار وزن نهایی به دست می‌آید. پس از وزن‌دهی، عناصر ناسازگاری آن محاسبه شد تا قابل قبول بودن وزن‌های به دست آمده مشخص شود.

نتایج و بحث

آسیب شناسی محل فعلی دفن زباله

تالاب هامون در صورتی که مملو از آب باشد، با قطع ورودی هیرمند، به دلیل سرعت زیاد تبخیر (٤ متر در سال) در کمتر از یک سال، بی‌آب می‌شود. به همین علت چاه‌نیمه‌ها که گودال‌های طبیعی و از مصب‌های رودخانه هیرمند هستند، بسیار حائز اهمیتند. با توجه به این که محل دفن مواد زاید جامد شهری در شهر زابل در نزدیکی چاه‌نیمه‌ها به ویژه چاه‌نیمه چهارم است که تنها منبع تأمین آب شرب شهرهای زاهدان و زابل به حساب می‌آیند و به صورت روباز هستند، امکان آلودگی این منابع از طریق شیرابه وجود دارد. شایان ذکر است با توجه به بادخیز بودن منطقه امکان آلودگی این منابع مضاعف می‌گردد. از طرف دیگر ذرات آلوده خاک توسط باد جابه‌جا شده و علاوه بر تهدید کیفیت آب چاه نیمه‌ها، در روزهای طوفانی به علت پخش گرد و غبار در هوا موجب مسمویت انسان‌ها از طریق تنفس می‌گردند.

وضعیت کمّی و کیفی پسماندهای شهری در شهر زابل

برآورد کمّیت پسماندهای شهری شهر زابل

یکی از مهم‌ترین عوامل موثر در حجم پسماندهای تولیدی در جوامع مختلف می‌توان به موقعیت جغرافیایی، فصول سال، عادات غذایی و وضعیت اقتصادی مردم، قوانین موجود و همچنین طرز تلقی مردم اشاره کرد. حجم پسماندهای شهری تابعی از سرانه تولید پسماند و میزان رشد سالانه جمعیت می‌باشد. طبق طرح انجام شده در سال

۱۳۸۷، سرانه تولید پسماند برای هرنفر در شهر زابل ۸۷٦ گرم در روز بوده است (مطالعات بیوکمپوست سیستان، ۱۳۸۷).

برآورد کیفی پسماندهای شهری شهر زابل

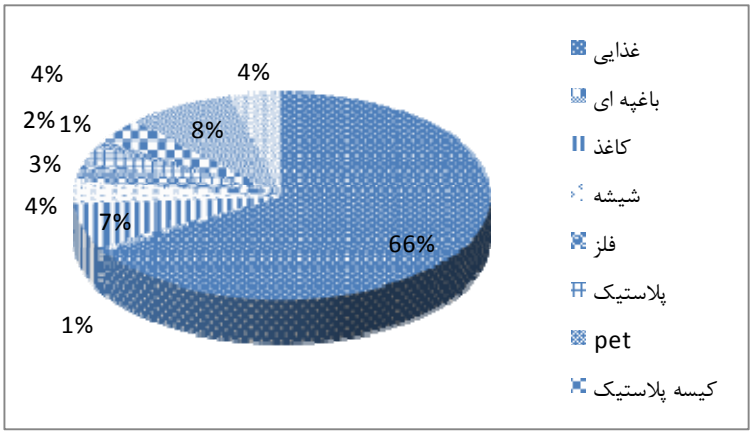
به منظور کسب اطلاعات در مورد کیفیت مواد زاید شهری، آنالیز فیزیکی در یک دوره دو ماهه انجام شده است (مطالعات طرح بیوکمپوست منطقه سیستان، ۱۳۸۷). نتایج حاصل از تفکیک پسماندهای شهری در جدول (۵-٤) قابل مشاهده است.

جدول ۱. تفکیک زباله های جامد شهری در شهر زابل

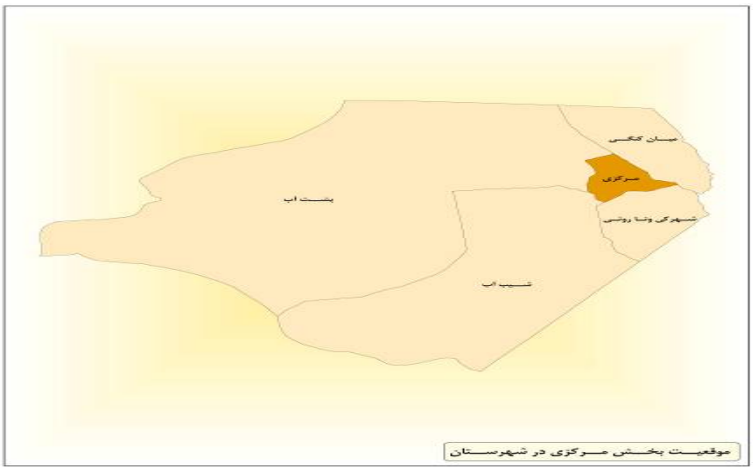
نوع مواد		درصد تربیکات (آنالیز)
پسماند آلی	غذایی	٦۵/۵
	باغچه ای	۰/۸
پسماند خشک بازیافتی	کاغذ، مقوا و روزنامه	۷
	شیشه	۳/٤
	فلز	۳
	پلاستیک	۲/٤
	Pet	۱/۱
پسماند غیر بازیافتی (پردازشی)	کیسه پلاستیک	۳/٦
	سایر موارد	۸/۳
	خاکروبه و سنگ	٤
جمع		۱۰۰

مطالعات طرح بیوکمپوست منطقه سیستان، ۱۳۷۸

محدوده مورد مطالعه برای مکان‌یابی دفن زباله، فاصله ۳۵ کیلومتری شهر زابل است.



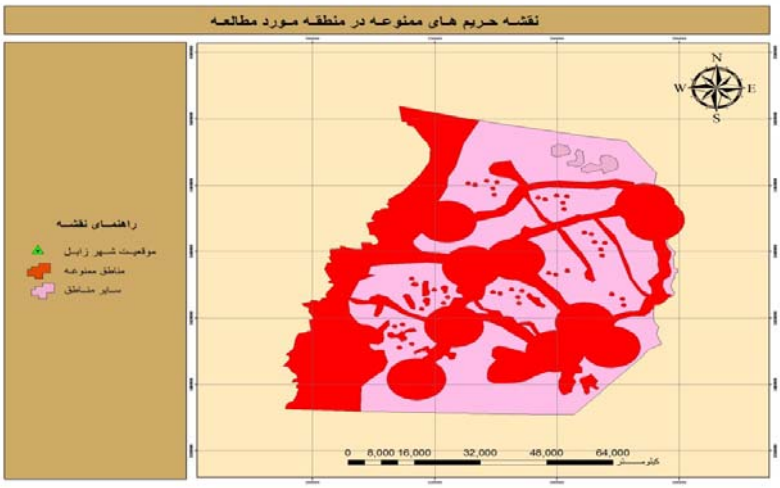
شکل ۲. نمودار تفکیک شده مواد زائد شهر زابل



شکل ۳. موقعیت بخش مرکزی (شهر زابل) در شهرستان زابل، طرح جامع، ۱۳۸۵

شناسایی و حذف مناطق ممنوعه

به منظور حفظ سلامت آب، خاک و جلوگیری از صدمات مدفن، باید از برخی مکان‌ها از قبیل مراکز مسکونی، مناطق حفاظت‌شده طبیعی و باستانی، راه‌ها و جاده‌ها، منابع آب زیرزمینی و سطحی و گسل‌ها اجتناب گردد. بعد از بررسی‌های انجام شده، این مناطق در محدوده مورد مطالعه، شناسایی و حذف گردید (شکل ٤).



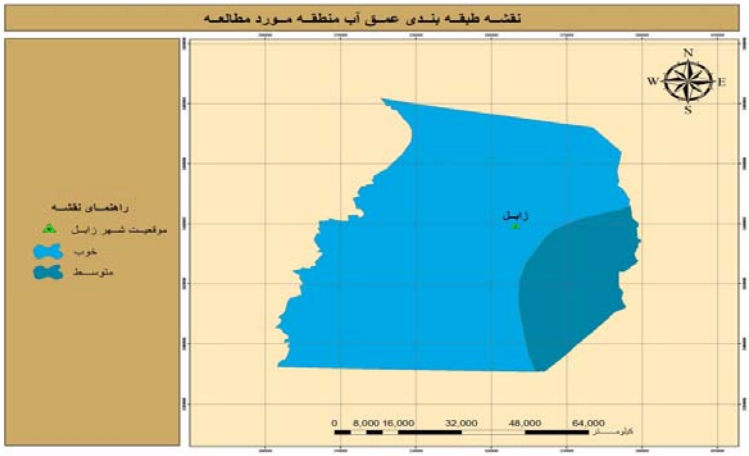
شکل ٤. حریم‌های ممنوعه در منطقه مورد مطالعه، محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۱

پس از تهیه لایه حریم‌های ممنوعه لایه‌های اطلاعاتی انتخاب می‌گردند. در این تحقیق از اطلاعات و نقشه‌های عمق آب زیرزمینی، توپوگرافی (شیب)، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، نواحی سیلابی، فاصله از خطوط ارتباطی و شهر، نقشه کاربری‌اراضی و جهت وزش باد استفاده شده است.

نقشه‌های فوق در محیط GIS رقومی شده و به صورت لایه‌های اطلاعاتی مجزا مورد استفاده قرار گرفته است که در ادامه بعضی از این نقشه‌ها نشان داده می‌شود.

طبقه‌بندی عمق آب زیرزمینی

به دلیل امکان نفوذ شیرابه در طی سالیان دفن و پس از بسته‌شدن مدفن به آب زیرزمینی، پارامتر عمق آب زیرزمینی حائز اهمیت است. نامناسب‌ترین موقعیت جهت احداث مدفن در شرایطی است که خط ایستابی آب‌های زیرزمینی نزدیک به کف سلول بوده و شیرابه با آب در تماس نباشد. شکل (۵) طبقه‌بندی عمق آب زیرزمینی دشت سیستان را نشان می‌دهد.



شکل ۵. طبقه‌بندی عمق آب منطقه مورد مطالعه، محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۲

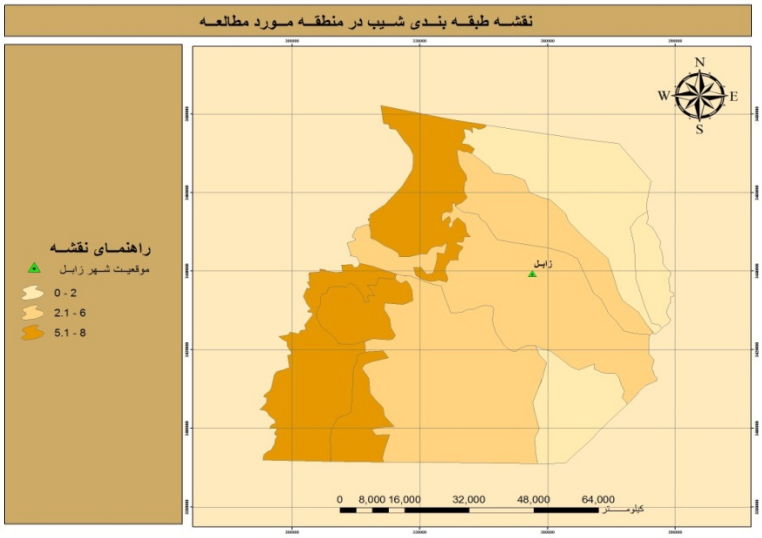
شیب زمین منطقه مورد مطالعه

از مهم‌ترین عوامل در مکان‌یابی، شیب منطقه می‌باشد. در خصوص شیب مناسب احداث مدفن نظرات متفاوتی وجود دارد. بالا رفتن شیب منجربه ایجاد هزینه‌های بالا برای ساخت مدفن و دشواری نقل و انتقال گردیده و از سوی دیگر به دلیل سرعت بالای حرکت آب و به ویژه شیرابه، احتمال خطراتی از قبیل لغزش و فرسایش بالاتر خواهد بود. به منظور تهیه نقشه شیب منطقه، در این بخش از نقشه توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه استفاده شده است. شکل (٦) نشان‌دهنده طبقه‌بندی شیب دشت سیستان می‌باشد.

زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

در بحث سنگ‌شناسی، هدف انتخاب سنگ بستر با نفوذپذیری پایین و حداقل درز و شکاف به منظور ایجاد کمترین اثرات زیست‌محیطی بر روی آب و خاک منطقه و کمترین نشت و نفوذ شیرابه به محیط اطراف می‌باشد. سنگ بستر از لحاظ مبدأ و منشأ به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند: سنگ‌های رسوبی، آذرین و دگرگونی. سنگ‌های

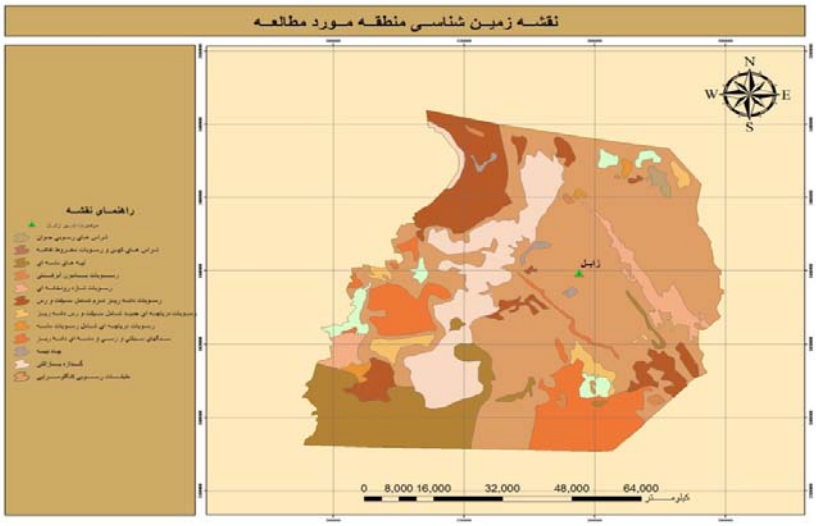
رسوبی برای ذخیره آب‌های زیر زمینی قابلیت بالایی دارند و با اینکه سهم این سنگ‌ها در ساختمان پوسته بسیار کم است (حدود ۵ درصد)، نزدیک به ۹۵ درصد از آب‌های زیرزمینی را در خود جای داده‌اند. از طرف دیگر سنگ‌های آذرین، یکپارچه و متراکم و دارای قابلیت نفوذ کمی هستند. در این مرحله از نقشه‌های زمین‌شناسی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ دریاچه هامون، سازمان زمین‌شناسی کشور استفاده گردید. بررسی نقشه زمین‌شناسی منطقه سیستان، نشان‌دهنده آن است که با توجه به اینکه جنس لایه‌ها از رس و سیلت رسی می‌باشد، از نظر محل دفن هیچ‌گونه محدودیتی ندارد.



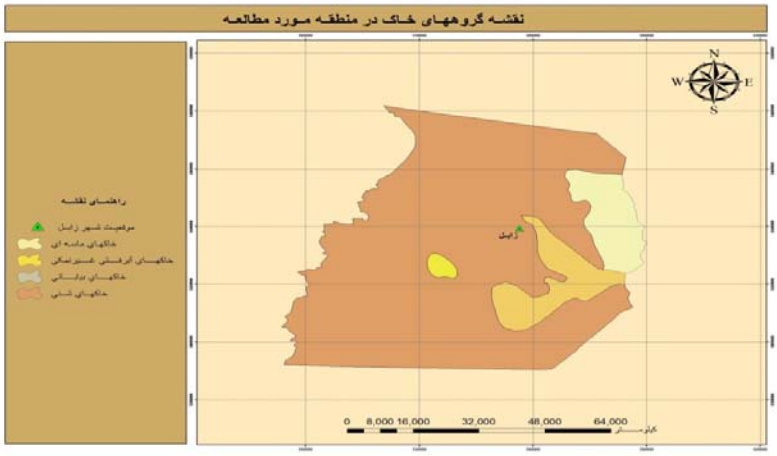
شکل ٦. طبقه‌بندی شیب در منطقه مورد مطالعه، منابع آب و خاک شهر زابل، ۱۳۹۲

خاک منطقه مورد مطالعه

بافت خاک، سرعت تراوش شیرابه، میزان جذب آلاینده و نیز نفوذ آب‌های سطحی به داخل مدفن را کنترل می‌کند. از این رو این پارامتر در گزینش ساختگاه مناسب اهمیت زیادی دارد. شکل (۸) طبقه بندی خاک منطقه را نشان می‌دهد.



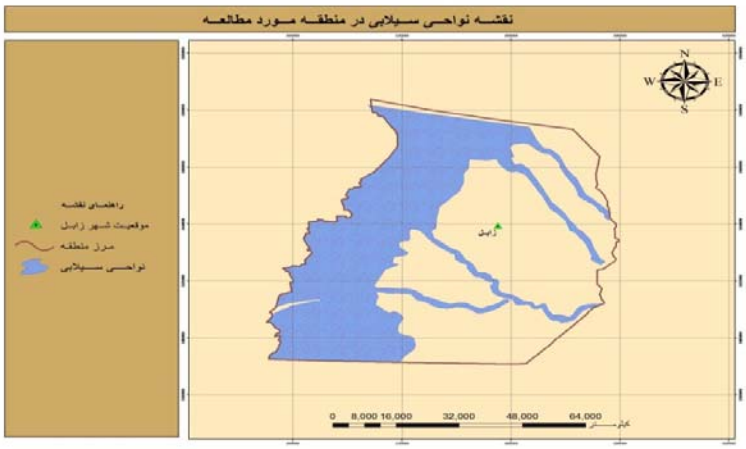
شکل ۷. زمین شناسی منطقه مورد مطالعه، منابع آب و خاک شهر زابل، ۱۳۹۲



شکل ۸. گروه‌های خاک منطقه مورد مطالعه، منابع آب و خاک شهر زابل، ۱۳۹۲

نواحی سیلابی منطقه مورد مطالعه

از جمله پارامترهای موثر در مکان‌یابی محل دفن پسماند، سیل‌خیزی منطقه است. محل دفن زباله باید خارج از دشت‌های سیل‌گیر با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله باشد.



شکل ۹. نواحی سیلابی در منطقه مورد مطالعه، منابع آب و خاک شهر زابل، ۱۳۹۱

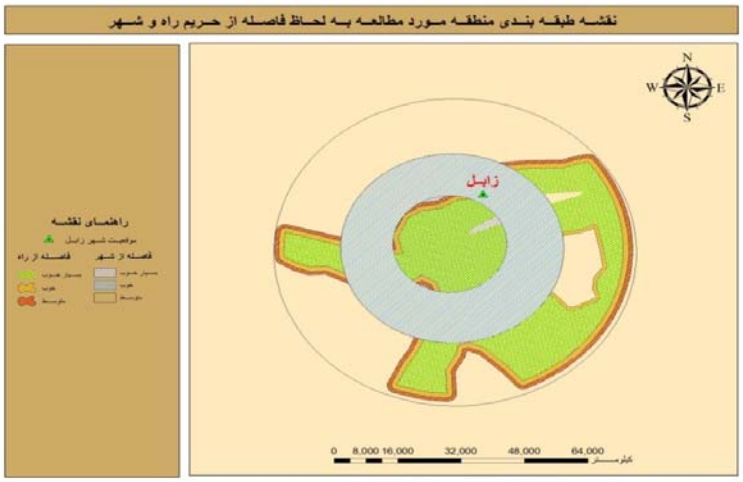
فاصله از حریم شهر و راههای منطقه مورد مطالعه

فاصله از شهر

در ارتباط با فاصله از شهر، طبیعی است که به منظور جلوگیری از به خطر افتادن سلامتی انسان‌ها و بهداشت محیط، محل دفن همواره باید در خارج از شهر و دور از مراکز جمعیتی قرار گیرد و با توجه به عمر محل دفن که حداقل ۱۵ – ۲۰ سال برآورد شده است، محل دفن نباید در مسیر توسعه آتی شهر قرار گیرد. از طرف دیگر به منظور کاهش هزینه‌ها و زمان حمل‌ونقل، حتی المقدور باید در مکان نزدیک‌تری نسبت به محل تولید قرار گیرد.

فاصله از راه‌های دسترسی

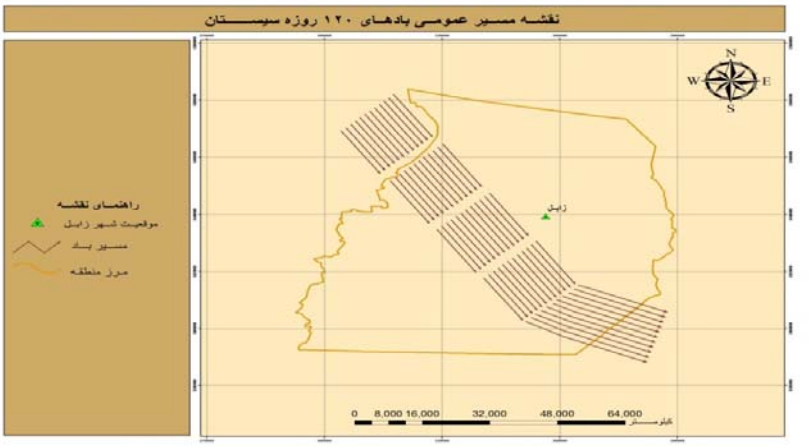
برای دسترسی آسان به محل دفن و رفت‌وآمد ماشین‌آلات و از سوی دیگر حفظ جنبه زیبا شناختی و سلامتی، فاصله مناسب از جاده‌ها می‌بایست رعایت شود. شکل (۱۰) طبقه‌بندی منطقه موردمطالعه را به لحاظ فاصله از راه و شهر را نشان می‌دهند.



شکل ۱۰. طبقه‌بندی منطقه موردمطالعه به لحاظ فاصله از حریم راه وشهر، محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۲

جهت وزش باد در منطقه مورد مطالعه

جهت وزش باد نقش بسیارمهمی در تصمیم‌گیری محل دفن به خصوص در مناطق بادخیز دارد و محل دفن نباید در بالادست جریان غالب بادهای منطقه نسبت به مناطق مسکونی باشد (صمدی و همکاران، ۱۳۸٦: ۸).



شکل ۱۱. مسیر عمومی بادهای ۱۲۰ روزه سیستان، محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۲

امتیازدهی به لایه های اطلاعاتی

در این مرحله ابتدا باید اهمیت‌نسبی هریک از معیارها را در مقایسه با یکدیگر تعیین شود و وزن نسبی بر اساس اولویت به پارامترها داده شود. در مرحله بعدی با استفاده از روش AHP به مقایسه دوتایی معیارهای مورد نظر با یکدیگر پرداخته و وزن نسبی پارامترها محاسبه می‌شود. واژه غربال‌کردن که توسط ساعت ارائه شده(جدول شماره۲) بر اساس ارزیابی میزان ارجحیت دو معیار استفاده می‌شود.

جدول ۲. مقیاس بندی ساعتی

مقدار	واژه های غربالی	توصیف
۱	اهمیت مساوی	دو عنصر با توجه به سطح بالاتر دارای اهمیت برابر هستند
۳	اهمیت نسبتاً بیشتر	با توجه به تجربیات هنگام مقایسه عناصر ارزش نسبتاً بیشتری به یک عنصر داده می‌شود.
۵	اهمیت بیشتر	با توجه به تجربیات هنگام مقایسه عناصر ارزش زیادی به یک عنصر داده می‌شود.
۷	خیلی مهم تر	در عمل برتری یک عنصر اثبات شده است
۹	بسیار مهم تر	در میان عناصر بالاترین درجه به یک عنصر داده می‌شود.
۲،٤،٦،۸	–	مقادیر میانه

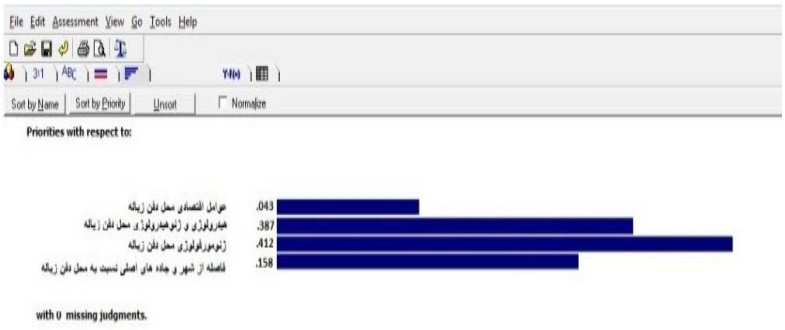
منبع: قدسی پور، ۱۳۸۵

با استفاده از مقیاس غربالی می‌توان به وزن دهی عناصر کمّی و کیفی پرداخت. در این تحقیق برای وزن‌دهی به معیارها از روش میانگین هندسی به دلیل دقت بیشتر استفاده شده است. روش سلسله مراتبی یک روش ساده محاسباتی بر اساس عملیات اصلی بر روی ماتریس است. با ایجاد سلسله مراتب و پردازش گام به گام و ساخت ماتریس‌های مقایسه‌ای در سطوح مختلف سلسله مراتب، بردار ویژه آن را محاسبه کرده و با ترکیب بردارها ضرایب‌وزنی گزینه‌های مختلف محاسبه می‌شوند.

جدول ۳ . تهیه جدول تعیین ضریب اهمیت برای معیارها

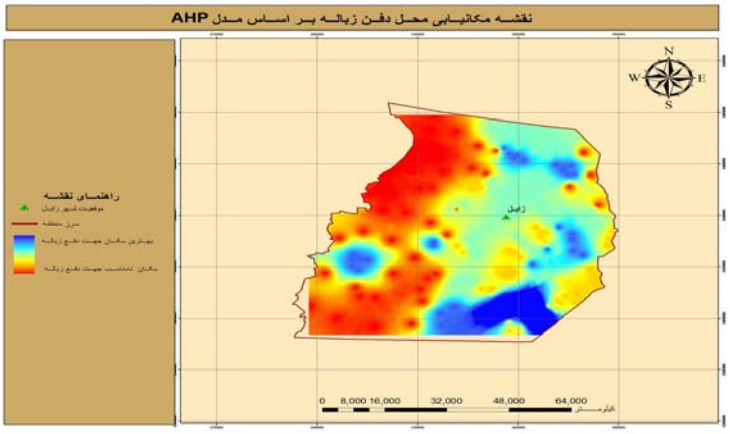
شرح	عوامل اقتصادی	زمین شناسی و خاک شناسی محل دفن	هیدرولوژی و هیدروژئولوژی محل دفن	دسترسی به راه ها و جاده های اصلی	میانگین هندسی	ضریب اهمیت
عوامل اقتصادی	۱	۱/۹	۱/۷	۱/۵	۰/۲۳۷٤	۰/۰٤۳
ژئومورفولوژی	۹	۱	۱	۳	۲/۲۷۹۵	۰/٤۱۲۹
هیدرولوژی و هیدروژئولوژی	۷	۱	۱	۳	۲/۱٤۹۷	۰/۳۸۷۷۰
دسترسی	۵	۱/۳	۱/۳	۱	۰/۸٦۳۳	۰/۱۵٦٤
					۵/۵۲۰۹	۱

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۲



شکل ۱۲. اهمیت وزنی هر یک از معیارها، محاسبات نگارنگان، ۱۳۹۲

پس از آنکه امتیاز نهایی هر گزینه مشخص گردید و وزن‌دهی شدند، تمام لایه‌های وزن‌دهی شده با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS همپوشانی شدند و نقشه پهنه‌بندی اولویت‌های مکان دفن مشخص گردید. بنابراین با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و بر اساس ٤ معیار اقتصادی، ژئومورفولوژی، هیدرولوژی، ژئوهیدرولوژی و دسترسی، اولویت اول (بسیار مناسب)، دوم (مناسب) و سوم (نسبتاً مناسب) به عنوان جایگاه‌های دفن زباله به ترتیب در محدوده مورد مطالعه شناسایی شدند (شکل ١٤-٤).



شکل ۱۳. نقشه مکان‌یابی محل دفن زباله بر اساس مدل AHP، محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۲

همانطور که مشاهده می‌کنید، نتایج حاصل از مکان‌یابی دفع زباله در شهر زابل به روش AHP حاکی از آن است که بهترین پهنه برای دفع زباله واقع در پایین دست منطقه دفع کنونی (جنوب شرق شهر جدید رامشار) می‌باشد. پهنه پیشنهادی از نظر احداث مکانی برای دفع زباله کاملاً مناسب است. عمق آب زیرزمینی بیش از ۷۰ متر می‌باشد. فاصله از شهر حدود ۳۰ – ۳۵ کیلومتر و فاصله از راه‌های ارتباطی ۷ کیلومتر می‌باشد. با توجه به باد خیزبودن منطقه، تمام مکان‌ها تحت‌الشعاع باد قرار می‌گیرد، البته قطعات سبک در این منطقه با وزش باد به سمت چاه نیمه‌ها هدایت نمی‌شوند. پهنه با

اولویت مناسب، محل دفن کنونی است. عمده‌ترین مشکل این منطقه نزدیک بودن به چاه‌نیمه چهارم می‌باشد و به همین دلیل ممکن است سبب بروز مشکلات بهداشتی و زیست‌محیطی شود که البته با اقدامات طراحی، مهندسی و مدیریت مکان در هنگام بهره‌برداری از محل می‌توان از بروز این مشکلات جلوگیری کرد.

شکل ١٤. محل دفن زباله فعلی در شهر زابل

نتیجه‌گیری

با توجه به تأثیر مخرب پسماندها و زباله‌های شهری بر محیط زیست از جمله آلودگی آب خصوصاً آب‌های سطحی و زیرزمینی، آلودگی منظر و غیره یک پژوهش کل نگر و جامع لازم است تا بتوان با در نظر گرفتن همه جوانب و رعایت اصول زیست‌محیطی بهترین مکان را برای دفن زباله تعیین کنیم. انتخاب مکان بهینه نیاز به تصمیم‌گیری چند معیاره دارد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) روشی است منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد، انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد، مورد استفاده قرار می‌گیرد (Bertolin, 2006). از این رو در پژوهش حاضر سعی شده برای مکان‌یابی دفن زباله در شهر زابل از این مدل استفاده شود. برای این‌کار ابتدا محدوده ۳۵ کیلومتری شهر زابل در نظر گرفته شده است. سپس با استفاده از نقشه‌های پایه، لایه‌های اطلاعاتی از عوامل موثر در مکان‌یابی تهیه شد و در محیط Arc GIS مورد پردازش و تحلیل قرار

گرفت. در ادامه با مدل فرآیند سلسله‌مراتبی یا AHP و نرم‌افزار Expert Choice هر کدام از لایه‌ها وزن‌دهی شد و وزن‌های نهایی هر کدام از معیارها به دست آمد. نتایج آزمون فرضیه اول، با اطلاعات به دست آمده از مدل AHP، سه اولویت، اولویت اول (بسیارمناسب)، اولویت دوم (مناسب) و اولویت سوم (نسبتاً مناسب) به عنوان مکان‌های دفن زباله شناسایی شدند. بهترین پهنه انتخابی برای دفن زباله در پایین دست منطقه دفع کنونی واقع می‌باشد. این پهنه از نظر احداث مکان برای دفع زباله کاملاً مناسب است. عمق آب زیرزمینی بیش از ۷۰ متر می‌باشد. فاصله از شهر حدود ۳۰ – ۳۵ کیلومتر و فاصله از راه‌های ارتباطی ۷ کیلومتر است. و همچنین به دلیل دور بودن از شهر قیمت زمین در این منطقه ارزان است. پهنه با اولویت مناسب، محل دفن کنونی زباله است. تنها مشکل این منطقه نزدیک بودن به چاه نیمه چهارم می‌باشد و به همین دلیل ممکن است باعث بروز مشکلات زیست‌محیطی گردد.در نهایت با توجه به نتایج تحقیق پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد.

۱–با توجه به شرایط خاص منطقه (باد خیز بودن، کمبود منابع آبی و غیره) به نظر می‌رسد در این شهر پارامترهای زیست محیطی و مهندسی باید بیشتر از پارامترهای اقتصادی مدنظر قرار گیرد.

۲–چنانچه محل دفن کنونی همچنان مورد استفاده قرار گیرد، باید موارد زیر مدنظر قرار گیرد تا تهدیدی برای چاه نیمه شماره ٤ محسوب نگردد.

۳–در محل دفن،نیاز به خاکریزی ترانشه‌های دفن قدیمی، فنس کشی و درختکاری محدوده است.

٤–به صورت روزانه پس از هر مرحله سطح پسماند با خاک پوشانده شود و پس از پر شدن، روکش نهایی با خاک رس و شن دار انجام گیرد و این لایه از لایه‌های قبلی ضخیم‌تر در نظر گرفته شود.

۵–به جای استفاده از ترانشه‌های نامنظم، ترانشه‌هایی با عمق و عرض مشخص به گونه‌ای که طول آن در جهت عمود بر باد غالب باشد، حفر گردد.

منابع

پاداش، امین (۱۳۸۵) استراتژی محلی مدیریت مواد زاید و پسماندها (مطالعه موردی کشورهای انگلیس و آلمان)، سومین همایش ملی مدیریت پسماند و جایگاه آن در برنامه ریزی، ۲۰ صفحه.

پور احمد، احمد، کیومرث حبیبی، محمد زهرایی، سجاد نظری و سعید عدلی، (۱۳۸٦) استفاده از الگوریتم های فازی و GIS برای مکان یابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی: بابلسر)، فصلنامه محیط شناسی، سال سی و سوم، شماره ٤۲، صفحات ۳۱ – ٤۲.

خورشید دوست، علی محمد و زهرا عادلی، (۱۳۸۸) استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای یافتن مکان بهینه دفن زباله (مطالعه موردی: شهر بناب)، مجله محیط شناسی، سال سی و پنجم، شماره ۵، تابستان، از صفحه ۳۳ تا صفحه ٤٦.

دریاباری، سید جمال (۱۳۸٦) مدیریت زباله های شهری و بیمارستانی شهرستان سمنان، مجله فضای جغرافیایی، سال هفتم، شماره ۱۹، صفحات ۸۷ – ۱۰۷.

درویش صفت، علی اصغر(۱۳۸۳) استفاده از GIS برای تعیین محل مناسب دفن زباله در مناطق خشک، مجله بیابان، شماره ۱ ، جلد ۵، صفحه ۲۳۸ – ۲۲۷.

علی اکبری، اسماعیل و آتنا جمال لیوانی، (۱۳۹۰) مکان یابی محل دفن بهداشتی زباله های جامد شهری با استفاده ازروش AHP، مطالعه موردی: شهر بهشهر، فصلنامه علمی – پژوهشی انجمن جغرافیای ایران، سال نهم، شماره ۲۰، صفحات ۹۵– ۱۱۱.

قدسی پور،حسین (۱۳۸۵) فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۳۲٦.

مهندس مشاور سروآب (۱۳۷۸) مطالعات طرح بیوکمپوست منطقه سیستان، ۱۳۷۸

مهندس مشاور طاش (۱۳۸۵) طرح جامع شهر زابل، سازمان مسکن و شهرسازی استان سیستان و بلوچستان.

هاگت، پیتر؛ (۱۳۷۹) جغرافیا ترکیبی نـو، متـرجم: شـاپور گـودرزی نـژاد، سـازمان مطالعه و تدوین کتاب علوم انسانیدانشگاهها (سمت). ٤٣٢ صفحه.

نوانبخش، مهرداد و معصومه نعیمی، (۱۳۹۰) تبیین عوامل اجتماعی موثر بـر جلـب مشارکت شهروندان در تفکیک و جمع آوری زباله های خانگی، مطالعه موردی: منطقـه ۱۳ شهرداری تهران، فصلنامه مطالعات شهری، زمستان ۱۳۹۰، صفحه ۱۹ – ٤١.

Bertollini, M. (2006). Application of the AHP methodology in making a proposal for apublic work contract, 17 January. .

John, Bennet. (2005). Solid waste collections department, city of Rome annual report.

Natesan, Usha. Sarkar, Chinmoy. (2008). GIS-based approach for optimized siting ofmunicipal solid waste landfill: *waste management*,28, 2146 - 2160

Omar, Al-Jarrah. Hani Abu-Qdais. (2006). Municipal solid waste landfill siting usingintelligent system waste management,26, 266 – 306.

Omkarprasad, Vaidya.Sushil,Kumar.(2004).Analytic hierarchy process: Anoverview of applications, *European Journal of operational research*, 1-29.

Onut, semih. Selin, Soner. Transhipment site selection using the AHP and TOPSIS approaches under FAZZY, *Emerloy conversion and management*. 384-394.

Sener, Bazak.(2006). Landfill site selection by using geographic informationsystems,*environmental geology*. Vol. 49. No.3.

Viliam, Hendrix. Biokli, david(1992)Combining GIS with Fuzzy multicriteria decision making for landfill siting in a fast growing urban: region *Journal of Environmental Management* ,87, 139 – 153. Positioning waste in Zabol city with using AHP