

مکان‌یابی دفن زباله‌های شهری با استفاده از تکنیک‌های اطلاعات مکانی و تحلیل سلسله مراتبی: مطالعه موردی شهرستان مراغه

سیداسدالله حجازی^۱

چکیده

عدم مدیریت در دفع بهداشتی زباله نشانه‌ای از فقدان برنامه‌ریزی و عدم توجه به مسایل مختلف زیست محیطی است. با رشد سریع مناطق شهری جایگاه‌های دفع ناکافی به‌نظر آمده و اثر مستقیمی بر روی هزینه‌ها در محل‌های دور افتاده و کوچک دارد. لذا با این رویکرد هدف از تحقیق حاضر، مکان‌یابی دفع زباله‌های شهری شهرستان مراغه با موقع ریاضی $46^{\circ}07'$ تا $46^{\circ}43'33''$ طول شرقی و $37^{\circ}00'52''$ تا $38^{\circ}44'$ عرض شمالی است. این شهرستان با وجود جمعیت بالای آن فاقد مرکزی بهداشتی جهت دفع زباله‌های شهری می‌باشد و این مسأله برای ساکنان این شهرستان مشکلات زیست محیطی عدیده‌ای را به‌وجود آورده است. به این منظور با استفاده از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی و با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای و عملیات میدانی و نمونه‌برداری از منطقه مورد مطالعه، متغیرهای متعددی در راستای انتخاب بهترین مکان برای دفع بهداشتی زباله‌های شهری مورد ارزیابی قرار گرفت. از این‌رو، برای هر یک از معیارهای مورد بررسی نقشه با فرمت رستری در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه شد. تمامی معیارها به‌صورت دوه‌دویی با هم مورد مقایسه قرار گرفت و در نهایت با استفاده از محیط GIS و روش AHP نقشه مکان‌های مستعد دفع زباله‌های شهری برای منطقه مورد مطالعه تهیه شد. نتایج تحلیل در ۵ طبقه از بسیار بالا تا بسیار ضعیف کلاس‌بندی شد. مساحت طبقه بهترین مکان استخراج شده در حدود ۲۹۷۲ هکتار که معادل ۱/۳۶ درصد از شهرستان مراغه می‌باشد را در برمی‌گیرد. و در نهایت این‌که با توجه به عملیات میدانی انجام شده و مطابقت با نقشه استخراج شده در محیط GIS، مساعدترین منطقه در نزدیکی روستای آغچه کهل و به فاصله ۱۵ کیلومتری از شهر مراغه انتخاب شد که در اولویت بهینه پژوهشگر می‌باشد.

واژگان کلیدی: شهرستان مراغه، مکان‌یابی، زباله، GIS & AHP.

بیان مسأله

رویکردهای جدید برای طراحی، برنامه‌ریزی و مدیریت مناطق شهری به آگاهی ما از علت‌ها، گاه‌شناسی (شرح وقایع به ترتیب زمانی) و تأثیرات فرایند شهرسازی و عوامل مشتق از آن‌ها وابسته خواهد بود (Klostermann, 1999; Longley et al, 2001). شرایط نگران‌کننده ازدحام جمعیت، کوچک شدن خانه‌ها، زیرسازی‌های غیرمتعارف و نامناسب، افزایش مشکلات بوم‌شناختی و اقلیم‌شناختی شهری، و موضوعات امنیت شهری به بیشتر از آنچه نیاز برای مدیریت و برنامه‌ریزی مناطق شهری است تأکید دارند (O'Meara, 1999). انتخاب مکان مناسب دفن زباله در مناطق شهری موضوع بسیار مهمی در روند برنامه‌ریزی شهری است. به این علت که تأثیر عظیمی در اقتصاد، اکولوژی و سلامت زیست محیطی مناطق دارد (Charnpratheep, et al, 1997). عدم مدیریت در دفع بهداشتی زباله نشانه‌ای از فقدان برنامه‌ریزی و عدم توجه به مسایل مختلف زیست محیطی است. با رشد سریع مناطق شهری جایگاه‌های دفع ناکافی به‌نظر آمده و اثر مستقیمی بر روی هزینه‌ها در محل‌های دور افتاده و کوچک دارد.

مکان‌یابی دفن زباله‌های شهری فرایندی پیچیده است که شامل پارامترهای اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی، فنی هم‌چنین قوانین دولتی می‌شود. همین‌طور، نیازمند پردازش حجم عظیمی از داده‌های فضایی است. انواعی از تکنیک‌های مکان‌یابی دفن زباله برای این هدف توسعه یافته است. بعضی از آن‌ها از سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده می‌کنند (Siddiqui, et al, 1996). به‌عنوان مثال، لین و کادو^۲ در سال ۱۹۹۸ یک مدل فضایی میکس بهینه‌سازی شده را بر پایه داده‌های وکتوری برای تصمیم‌گیری در راستای یافتن موقعیت مناسب در داخل یک منطقه جغرافیایی معین توسعه دادند. برای ارزیابی یک موضوع با معیارهای متعدد، AHP^۳ یکی از گسترده‌ترین روش‌ها برای حل کاربردی مشکلات MCDM^۴ شد (Cheng, 1997; Akash et al, 1999; Chan et al, 2000).

2- Lin and Kado

3- Analytical Hierarchy Process

4- Multi-Criteria Decision Analysis

دیگر محققان استفاده از تحلیل معیارهای چندمتغیره (Vaillancourt, 2002; Kao, 1996) و با GIS (Kontos & Komilis, 2005) را پیشنهاد کردند. همچنین استفاده از تکنولوژی هوش مصنوعی، سیستم‌های متخصص (Expert)، در برنامه‌ریزی و مدیریت زباله‌های جامد مفید مطرح شد (Al Jarrah, 2006; Charnpratheep, et al, 1997).

در پژوهش حاضر شهرستان مراغه جهت بررسی و انتخاب مکان مناسب دفع زباله با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، به‌عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد. علت انتخاب شهرستان مراغه، فقدان منطقه‌ای بهینه برای دفع زباله، با رشد سریع جمعیت و توسعه ناشی از آن و مشکلات حاد زیست محیطی می‌باشد.

ضرورت انجام تحقیق

رشد شتابان شهری در دهه‌های اخیر به‌گونه‌ای انجام گرفته که متناسب با آن فضای شهری و زیرساخت‌های مورد نیاز شهرها تجهیز نشده است. عمده‌ترین اثری که رشد شتاب‌آلود شهرها در پی داشته، درهم‌ریزی نظام توزیع خدمات و نیز نارسایی توزیع خدمات است که به‌طور کلی در تمام شهرهای ایران به‌چشم می‌خورد. این موضوع در شهرستان مراغه به صورت حاد، در مورد مدیریت پسماندهای شهری جلوه کرده و منجر به ایجاد مشکلات زیست محیطی عدیده‌ای در این شهرستان شده است و همچنین سیمای شهر را به صورت نامطلوبی چشم خراش نموده است. لذا اهمیت انتخاب مکان از موضوعات مهم و اساسی در مدیریت پسماندها در شهرستان مراغه می‌باشد. با این ضرورت به‌کارگیری تکنیک‌های جدید بر پایه سیستم اطلاعات جغرافیایی برای حل مسایل مکانی جهت سهولت و دقت کار الزامی می‌باشد.

فرضیات تحقیق

مکان‌های فعلی دفع زباله‌های شهری از نظر علمی فاقد هرگونه ارزش است.
مناطق با خاک‌های شور و سطح پایین آب‌های زیرزمینی مستعد دفن زباله است.

پیشینه تحقیق

در سال‌های اخیر مدل‌هایی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) با قابلیت ارایه اطلاعات مکانی دقیق توسعه یافته‌اند که این توسعه به‌نوبه خود منجر به بروز مشکلات محاسباتی سنگینی شده است. فرایند مکان‌یابی با استفاده از GIS، شامل مراحل است که برای دستیابی به نتایج قابل اطمینان، اجرای آن‌ها اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. در این مسیر تاکنون کوشش‌های زیادی در زمینه مکان‌یابی و مخصوصاً محل دفن مواد زاید جامد با استفاده از ابزار GIS در سطح جهان انجام شده است که در ادامه به‌صورت مختصر به برخی از آنها پرداخته شده است.

خورشید دوست و عادل (۱۳۸۸)، در مقاله‌ای تحت عنوان «کاربرد عوامل ژئومورفیک در مکان‌یابی دفن زباله‌های شهری (مطالعه موردی شهر بناب)» معتقد هستند که با تأکید بر معیارهای ژئومورفولوژی و سایر معیارهای تاثیرگذار (زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی) و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌توان بهترین مکان را برای دفع بهداشتی زباله‌های شهری مشخص نمود. لذا با استفاده از نقشه‌های رقومی و با استفاده از GIS و روش تحلیل فضایی برای شهر بناب ۹ منطقه را برای دفع بهداشتی زباله‌های شهری مشخص نمودند.

پناهنده و همکاران (۱۳۸۸)، در مقاله‌ای تحت عنوان «کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در مکان‌یابی جایگاه دفن پسماند شهر سمنان» از فاکتورهای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی برای پهنه‌بندی استفاده نموده و هر یک از فاکتورها را به‌صورت نقشه‌های معیار با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی رتبه‌بندی کردند. در نهایت محدوده مورد مطالعه را به پهنه‌هایی در غالب نامناسب، مناسب و بسیار مناسب تفکیک نمودند.

فرجی سبکبار و همکاران (۱۳۸۹)، در مقاله‌ای تحت عنوان «مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله روستایی با استفاده از مدل فرایند شبکه‌ای تحلیل (ANP): مطالعه موردی نواحی روستایی شهرستان قوچان» از چند معیار (اجتماعی، اقتصادی، محیطی و فنی) برای

انتخاب محل مناسب دفن زباله استفاده کردند. فرجی سبکیار و همکاران روش مذکور را در مکان‌یابی دفن زباله بعد از تحلیل و کنترل زمینی رضایت بخش معرفی کرده و مناطق با ضخامت خاک زیاد را نسبت به مناطق کم‌عمق‌تر، مناطقی با استطاعت بالاتر مطرح نمودند.

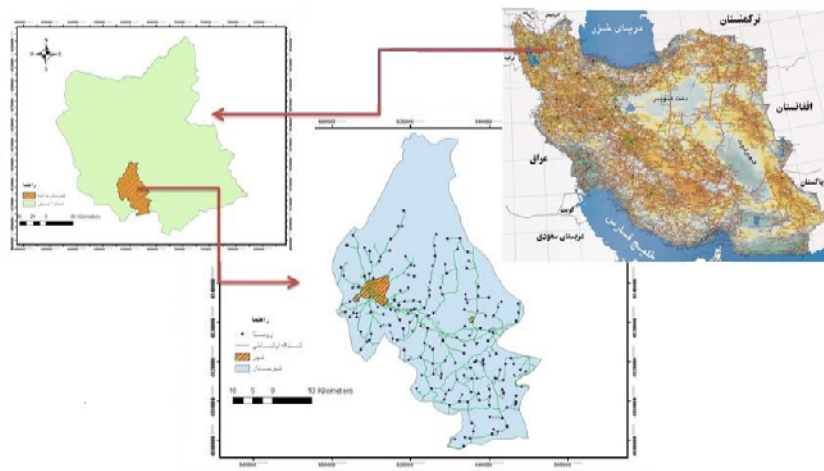
سیدیکیو و همکاران (۱۹۹۶)، در مقاله‌ای تحت عنوان «مکان‌یابی دفن زباله با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی»، روش AHP مکانی را برای مکان‌یابی محل دفن تحت GIS ارایه داده‌اند. آن‌ها از چهار معیار اصلی نزدیکی به شهر، مراکز جمعیتی، نوع کاربری زمین و محدودیت خاک در مکان‌یابی محل دفن برای منطقه کلیولند از اوکلاهما استفاده کرده‌اند.

چن و کائو (۱۹۹۷)، با استفاده از مجموعه‌های فازی ضمن انجام مطالعه موردی برای مکان‌یابی محل دفن، به‌ترتیب برای ایجاد نقشه‌های سطح آب زیرزمینی و کاربرد مدل «عمق تا آب‌های زیرزمینی»، دستاوردهای GIS را ارایه و بررسی نمودند.

زامارانو و همکاران (۲۰۰۸)، در مقاله‌ای تحت عنوان «ارزیابی مکان دفن زباله‌های شهری در جنوب اسپانیا با استفاده از GIS» با به‌کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی و عوامل محیطی، موقعیت دفن زباله‌های شهری را با ۵ مولفه آب سطحی، آب زیرزمینی، اتمسفر، خاک و سلامتی انسان مورد ارزیابی قرار داده و بر وسعت مکان و دیگر عوامل منطقی در کاهش اثرات منفی بر محیط تأکید نموده‌اند.

معرفی منطقه مورد مطالعه

موقعیت جغرافیایی شهرستان مراغه در $37^{\circ} 00' 52''$ تا $37^{\circ} 44' 35''$ عرض شمالی و $46^{\circ} 07' 43'' 33''$ درجه طول شرقی واقع است. مرکز این شهرستان (مراغه) در حدود ۶/۵۴ درصد از کل جمعیت استان آذربایجان شرقی را به‌خود اختصاص داده است. از این تعداد جمعیت ۸۴۲۱۶ نفر در ۱۷۷ روستاها و ۱۵۱۴۸۶ نفر در شهرها ساکن می‌باشند (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۵).



شکل (۱) موقعیت جغرافیایی شهرستان مراغه

مواد و روش‌ها

روش تحقیق پژوهش حاضر، توصیفی-تحلیلی و شیوه جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات اسنادی و مطالعات میدانی است هم‌چنین، مدل‌سازی در سیستم اطلاعات جغرافیایی بر پایه اطلاعات و اسناد و با استفاده از روش AHP می‌باشد. در این تحقیق، برای جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، بازیابی، بهنگام‌سازی، تلفیق، تجزیه و تحلیل، نمایش و کاربرد داده‌های مکان مرجع از سیستم اطلاعات جغرافیایی و در راستای تحلیل و طبقه‌بندی از تحلیل سلسله مراتبی AHP در محیط GIS استفاده شده است. عمدتاً فرآیند سلسله‌مراتبی تحلیلی (AHP) که توسط ساعتی در سال ۱۹۸۰ ارائه شده و بر مبنای سه اصل تجزیه، قضاوت تطبیقی و سنتز اولویت‌ها است، در این تحقیق عملیاتی شده است. در راستای آزمون روش AHP از روش مقایسه‌های دوتایی استفاده شده است. این روش از پیچیدگی مفهومی تصمیم‌گیری به‌طور قابل توجهی می‌کاهد، زیرا تنها دو مؤلفه در یک زمان بررسی می‌گردند. این روش در سه مرحله انجام می‌شود: الف) تهیه ماتریس مقایسه در هر سلسله مراتب، که از بالا آغاز شده و به پایین ادامه می‌یابد؛ ب) محاسبه وزن‌های هر عنصر سلسله مراتب؛ ج) تخمین نسبت

توافق. باید تأکید کرد که فرآیند این سه مرحله از روشی پیروی می‌کند که برای تخمین وزن‌های اهمیت برای ارزیابی معیارها که بیشتر بیان گردید. تنها تفاوت در این است که معیارها با عناصر یک سطح مشخص از سلسله مراتب جایگزین گشته‌اند. بنابراین اگر فرض کنیم که سلسله مراتب شامل هدف اصلی، اهداف، صفات و گزینه‌ها است، این روش برای سه سطح اهداف، صفات و گزینه‌ها انجام می‌شود. هر مرتبه مقایسه‌های دوتایی برای تخمین اهمیت نسبی هر عنصر در یک سطح ویژه با رعایت عناصر سطح بالاتر ایجاد می‌شود. یکی از فرضیات اساسی AHP این است که تصمیم‌گیران در مقادیر و قضاوت‌هایشان در رابطه با گزینه‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری سازگار هستند. نکته قابل توجه این که روش مقایسه دوتایی فقط برای یک تعداد نسبتاً کم عناصر در هر سطح سلسله مراتب تصمیم‌گیری قابل استفاده است. بنابراین، فقط می‌تواند برای مسایل شامل تعداد نسبتاً کم گزینه‌ها به کار گرفته شود. وقتی تعداد زیادی گزینه بررسی می‌شوند، روش AHP در سطح خاتمه می‌یابد و وزن‌های صفت به لایه‌های نقشه صفت تخصیص داده شده و در محیط GIS پردازش می‌گردند. به این روش AHP مکانی اطلاق می‌شود. در پژوهش حاضر، از روش الحاقی ماریونی در محیط GIS برای ارزیابی مناطق مستعد فرآیندهای دامنه‌ای استفاده شده است.

در بسیاری از مدل‌سازی‌ها و اهدافی که به منظور مکان‌یابی و پهنه‌بندی در سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام می‌گیرد عملیات انطباق یا قرار دادن لایه‌ها بر روی یکدیگر به عنوان یکی از مراحل اصلی در مکان‌یابی صورت می‌پذیرد. با توجه به نوع هدف در همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی لازم است که به میزان و ضریب اهمیت هر لایه نسبت به سایر لایه‌ها توجه شود تا در هنگام جمع نمودن لایه، ضریب اهمیت هر لایه مشخص و ترتیب اثر داده شود. به منظور تسهیل در همپوشانی لایه‌ها با در نظر گرفتن ضریب اهمیت لایه‌ها و محاسبه ضریب سازگاری می‌توان از برنامه‌ی جانبی AHP در نرم‌افزار Arc GIS استفاده کرد. با استفاده از این برنامه که در سال ۲۰۰۵ میلادی به صورت یک برنامه جانبی توسط ماریونی^۵ ارائه شده، دیگر نیازی به استفاده از اکستنشن Export Choice نمی‌باشد.

این برنامه با توجه به ماتریس مقایسات دوجه‌دویی که می‌توان در GIS تشکیل داد، ضریب اهمیت هر یک از زیرمعیارها را محاسبه و با اعمال ضریب آنها، با زیر معیارهای دیگر همپوشانی کرده و در نهایت در محیط GIS، نقشه‌هایی در قالب رستر تولید نمود.

در تحقیق حاضر، با توجه به معیارهای به‌کار گرفته شده (کاربری اراضی، زمین‌شناسی، شیب، واحدهای توپوگرافی، آب‌های زیرزمینی، رودخانه، شهر، روستا، جاده و خاک) استطاعت اراضی در دفن بهداشتی زباله‌های شهری برای منطقه مورد مطالعه با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مشخص و مناطق بهینه دفن بهداشتی تحت فرایند مشروح ذیل شناسایی و طبقه‌بندی می‌گردند:

الف) انتخاب معیارهایی مؤثر برای ارزیابی مکانی در راستای انتخاب مکان بهینه دفن بهداشتی زباله‌های شهری (شکل ۲).



شکل (۲) نمودار سلسله مراتبی دفن زباله برای شهرستان مراغه

- ب) استخراج نقشه‌های منطقه مورد مطالعه از تصاویر ماهواره‌ای^۶ و نقشه‌های پایه در دسترس^۷.
 ج) ایجاد نقشه‌های معیار در محیط GIS با استفاده از تکنیک اطلاعات مکانی.
 د) تعیین ارزش هر یک از نقشه‌های معیار با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی.
 و) تلفیق نقشه‌های ارزش‌گذاری شده در محیط GIS و اکستشن AHP و استخراج نقشه نهایی.

۶- تصویر ماهواره SPOT در سال ۲۰۰۵

۷- نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، نقشه شبکه راه‌ها، نقشه روستاها

یافته‌ها و بحث

مکان‌یابی مناسب و صحیح دفن زباله، مؤثرترین و مهم‌ترین قدم برای ایجاد و توسعه یک برنامه‌ریزی در آتیه شهرها است. به‌طوری که انجام ارزیابی زیست محیطی، ژئومورفولوژیکی، زمین‌شناسی، هیدرولوژی، اقلیم و اقتصاد شهری در مورد تعیین محل دفن بهداشتی الزامی می‌باشد. لذا در پژوهش حاضر، با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی معیارهای مؤثر برای تحلیل و انتخاب مکان مناسب دفن زباله‌های شهری شهرستان مراغه مورد بررسی قرار گرفت که به‌صورت کامل شرح آن در زیر آمده است.

معیارهای مکان‌یابی دفع بهداشتی زباله در شهرستان مراغه

رودخانه‌ها: برای جلوگیری از آلودگی آب‌های سطحی فاصله ۵۰۰ متر از آب‌های سطحی تعیین شد. به‌طوری که برای فاصله ۵۰۰ متری از این سطوح (امتیاز ۱) و به فاصله ۱ کیلومتر از سطوح مذکور (امتیاز ۲) و مطابق با آن برای فاصله ۱/۵ کیلومتری (امتیاز ۳)، به فاصله ۲ کیلومتری (امتیاز ۴) و به فاصله بیش‌تر از ۲ کیلومتر (امتیاز ۵) در نظر گرفته شد (Guiqin, etal, 2009)، (شکل ۳).

شبکه ارتباطی: در این معیار فاصله از شبکه ارتباطی ارزش می‌باشد و با توجه به فاصله‌ای ۵۰۰ متری امتیاز نزولی به آن تعلق می‌گیرد به‌صورتی که امتیاز از شبکه ارتباطی تا فاصله ۵۰۰ متری (امتیاز ۵) و (امتیاز ۴) برای فاصله ۱ کیلومتری، (امتیاز ۳) برای ۱/۵ کیلومتری، (امتیاز ۲) برای ۲ کیلومتری و (امتیاز ۱) برای فواصل بیش‌تر از ۲۰۰۰ متری تعلق می‌گیرد (حیدرزاده، ۱۳۸۰)، (شکل ۴).

آب‌های زیرزمینی: موقعیت دفن زباله نباید در جایی باشد که سطح آب‌های زیرزمینی بالا باشد. به این علت که خطر آلودگی این آب‌ها را بالا می‌برد. در این پژوهش استطاعت آلاینده‌گی آب‌ها به ۵ طبقه نسبت به سطح این آب‌ها و نفوذپذیری آن‌ها تهیه و به ۵ طبقه ارزش‌گذاری شد به‌طوری که بالاترین امتیاز (امتیاز ۵) برای زمین‌های با آب‌های زیر زمینی با عمقی بیش از ۳۰/۵ متر، ۳۰/۵ تا ۲۲/۹ بسیار خوب (امتیاز ۴)، ۲۲/۹ تا ۱۵/۲ متر خوب

(امتیاز ۳)، ۱۵/۲ تا ۹/۱ متر متوسط (امتیاز ۲) و کمتر از آن نسبتاً بد و بد (امتیاز ۱) می‌باشد (WWW.Landfilldev.com)، (شکل ۵).

خاک‌شناسی: دانه‌بندی خاک منطقه که در واقع ترکیبی از ذرات رس، شن و سیلت است در انتخاب محل دفن بسیار مهم می‌باشد؛ زیرا نسبت به درصد ذرات سه‌گانه مذکور تعیین‌کننده ویژگی تراوایی خاک به شمار می‌آید. همچنین با توجه به ارزش کشاورزی خاک‌ها نقشه ارزش خاک‌شناسی برای این منطقه مورد مطالعه تهیه شد و بالاترین امتیاز (۵) به خاک‌های شور، و کم‌ترین امتیاز (۱) به خاک‌های استپی قهوه‌ای داده شد و برای خاک‌های لیتوسل نیمه‌مرطوب (امتیاز ۳) و خاک‌های غیرنمکی (امتیاز ۴) و خاک‌های آبرفتی (امتیاز ۲) اطلاق گردید (شمسایی فرد، ۱۳۸۲)، (شکل ۶).

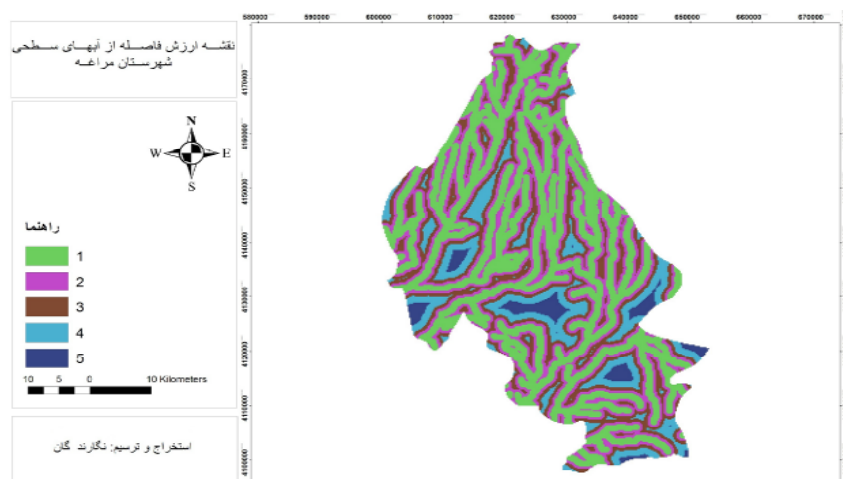
زمین‌شناسی: در بررسی مشخصات سنگ بستر توجه به مواردی نظیر جنس، ضخامت، محل گسل و ترک‌خوردگی‌ها می‌تواند آگاهی‌های لازم را در مورد نفوذ شیرابه و مسافت نفوذ و در نتیجه میزان تصفیه بیولوژیکی و شیمیایی شیرابه در اختیار برنامه‌ریز قرار دهد لذا در تحقیق حاضر با توجه به نوع و ضخامت سنگ بستر، نقشه ارزش‌گذاری با توجه به نوع سنگ‌ها و ضخامت آن‌ها و سنگ‌های بینابین (از نظر نفوذپذیری) تهیه شد به‌طوری که برای منطقه مورد مطالعه سنگ‌های آهکی حداقل امتیاز (۱) و سنگ‌های دیوریتی و آندزیتی و بازالتی (امتیاز ۲) و ریولیت و سنگ‌های دگرگونی (امتیاز ۳) و برای انواع ماسه سنگ و کنگلومرا (امتیاز ۴) و حداکثر (امتیاز ۵) برای سنگ‌های رسی در این مطالعه داده شد (شمسایی فرد، ۱۳۸۲)، (شکل ۷).

کاربری زمین: مناطق مسکونی، منابع آبی، زمین‌های کشاورزی آبی، زمین‌های کشاورزی دیم و زمین‌های مرتع - بایر در این عامل به ترتیب بیشتری امتیاز را می‌گیرند. به‌طوری که برای مناطق مسکونی کمترین (امتیاز ۱) و زمین‌های بایر بیش‌ترین امتیاز (امتیاز ۵) را در مکان‌یابی دفن زباله به‌خود اختصاص دادند و به‌ترتیب برای مراتع (امتیاز ۴) برای مراکز صنعتی (امتیاز ۳) و برای مناطق توریستی (امتیاز ۲) در نظر گرفته شد (Guiqin, et al, 2009)، (شکل ۸).

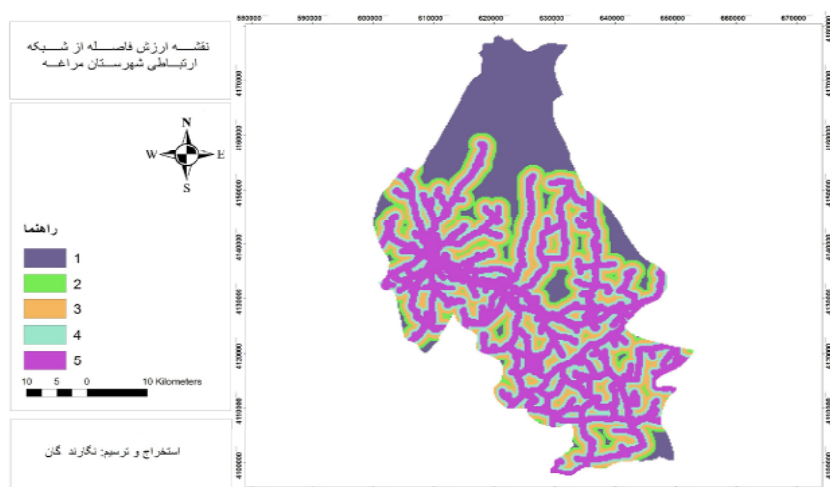
فاصله از روستاها و شهرها: در این معیار فاصله از روستاها و شهرها معیار تهیه نقشه بوده است. به‌طوری که کم‌ترین امتیاز (۱) به فاصله روستا تا ۵۰۰ متری آن و بیش‌ترین امتیاز (۵) به فاصله بیش از ۲ کیلومتری از روستاها تعلق می‌گیرد. و به فواصل ۱۰۰۰ متری (امتیاز ۲)، فاصله ۱۵۰۰ متری (امتیاز ۳) و به فاصله ۲ کیلومتری (امتیاز ۴) داده شد. برای شهرها نیز فواصل بیش از ۸ تا ۲۰ کیلومتر بیش‌ترین (امتیاز ۵) و برای فواصل کم‌تر از ۲ کیلومتر حداقل (امتیاز ۱) در نظر گرفته شد و برای فواصل بیش از ۲۰ کیلومتر (امتیاز ۲)، و (امتیاز ۳) برای فاصله ۳ تا ۵ کیلومتر و به فاصله ۵ تا ۸ کیلومتری امتیاز ۴ در اختصاص داده شد به‌طوری که تمامی فواصل و امتیازها برای شهرستان مراغه به لحاظ وسعت آن تعدیل شده‌اند (Guiqin et al, 2009)، (اشکال ۹ و ۱۰).

شیب: شیب اراضی سطحی زمین از مهم‌ترین عوامل در ارزیابی مکان‌های دفن زباله می‌باشد. نقشه شیب از روی توپوگرافی منطقه استخراج و در ۵ کلاس طبقه‌بندی شد. به طوری که بالاترین امتیاز (امتیاز ۵) به شیب‌های ۰-۱۰ درصد و کم‌ترین امتیاز (امتیاز ۱) به شیب‌های بالای ۴۰ درصد داده شد. همچنین برای شیب‌های ۱۰ تا ۱۵ درصد (امتیاز ۴)، (امتیاز ۳) برای شیب ۱۵ تا ۲۰ درصد و (امتیاز ۲) برای شیب‌های ۲۰ تا ۴۰ درصد اطلاق گردید (Guiqin, et al, 2009)، (شکل ۱۱).

واحدهای توپوگرافی: مناطق پست و گود مثل دره‌های تنگ، باتلاق‌ها و گودال‌ها یا حفرة‌های معادن متروکه، از نظر توپوگرافی بسیار مناسب هستند. در بحث ارتفاع بیش‌تر مسایل اقتصادی از نظر دسترسی به جاده‌ها، زهکشی و سیل‌گیری، فضای بیش‌تر دفن زباله مطرح است. لذا در تحقیق حاضر، برای عامل ارتفاع، مناطق پست‌تر (امتیاز ۵) اولویت بیشتری را نسبت به مناطق مرتفع صعب‌العبور (امتیاز ۱) دارا می‌باشد، برای مناطق معدنی متروک و گودال‌ها (امتیاز ۴)، و (امتیاز ۳) برای فلات‌ها، (امتیاز ۲) برای اراضی تپه ماهوری در نظر گرفته شده است (شکل ۱۲).



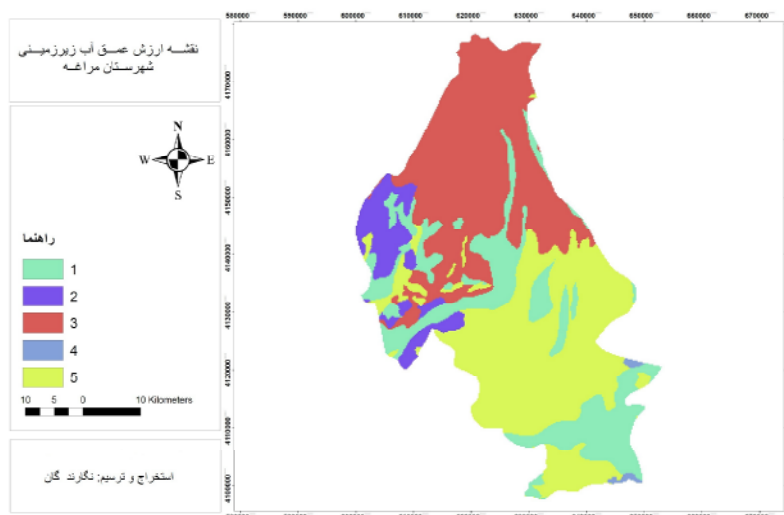
شکل (۳) استطاعت اراضی شهرستان مراغه در دفن بهداشتی زباله در ارتباط با آبراهه‌های اصلی^۸



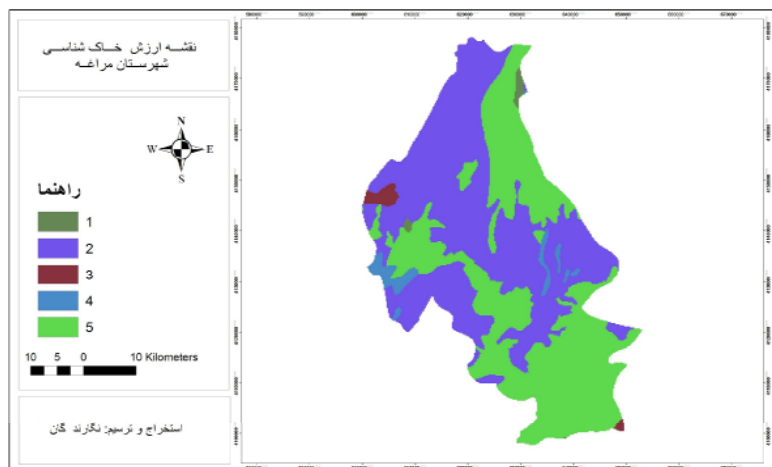
شکل (۴) استطاعت اراضی شهرستان مراغه در دفن بهداشتی زباله در ارتباط شبکه ارتباطی^۹

۸- برگرفته از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ محدوده مورد مطالعه تحت GIS

۹- نقشه شبکه راه‌های استان با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ استان آذربایجان شرقی



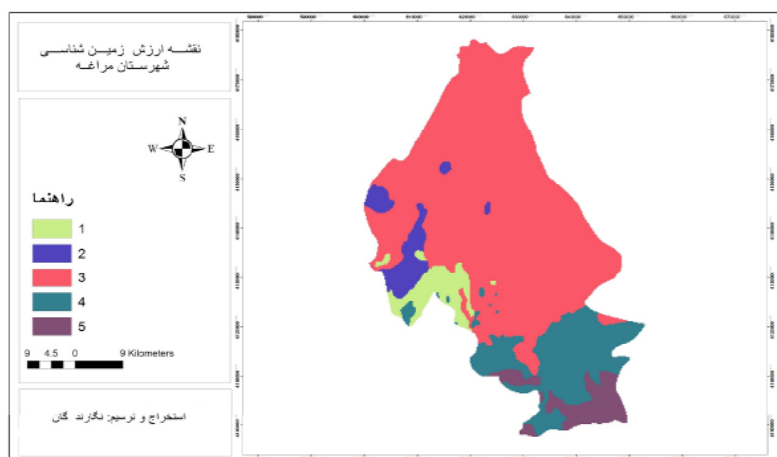
شکل (۵) استطاعت اراضی شهرستان مراغه در دفن بهداشتی زباله در ارتباط با عمق آب‌های زیر زمینی^{۱۰}



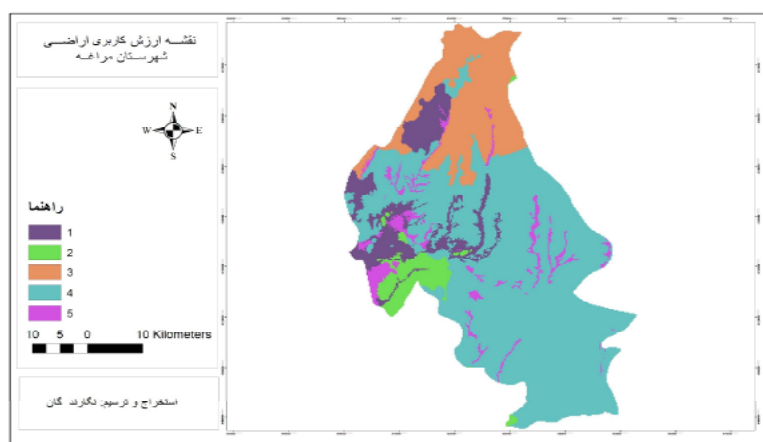
شکل (۶) استطاعت اراضی شهرستان مراغه در دفن بهداشتی زباله در ارتباط با خاک اراضی^{۱۱}

۱۰- برگرفته از مطالعات آب منطقه‌ای استان آذربایجان شرقی و مطالعات میدانی

۱۱- برگرفته از نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ خاکشناسی (سازمان جهاد کشاورزی استان)



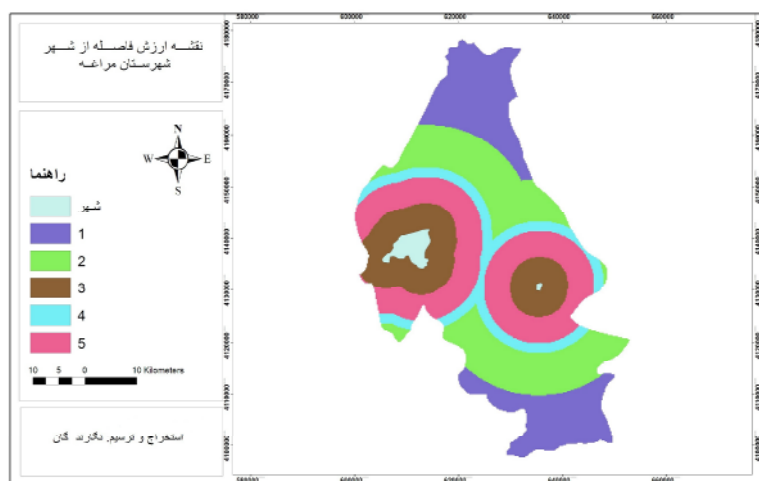
شکل (۷) استطاعت اراضی شهرستان مراغه در دفن بهداشتی زباله در ارتباط با زمین‌شناسی^{۱۲}



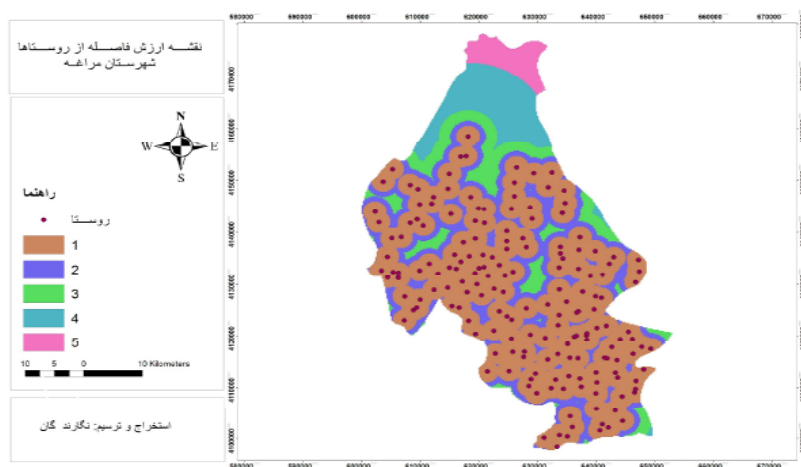
شکل (۸) استطاعت اراضی شهرستان مراغه در دفن بهداشتی زباله در ارتباط با کاربری اراضی^{۱۳}

۱۲- نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه سازمان زمین‌شناسی

۱۳- تصویر ماهواره‌ای ETM 2010



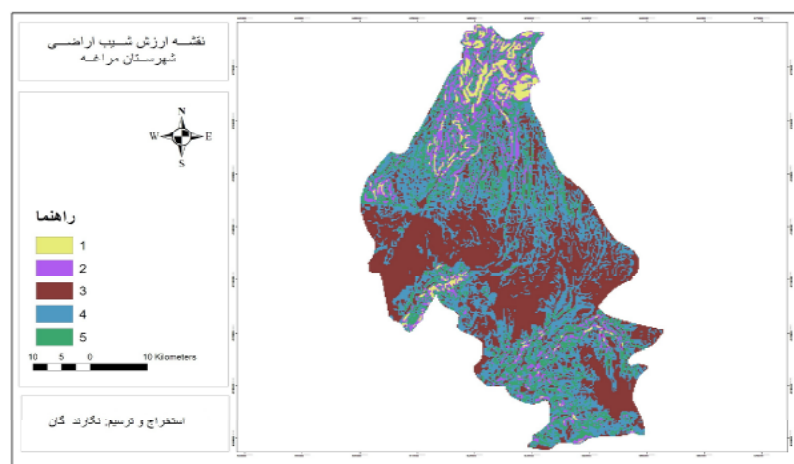
شکل (۹) استطاعت اراضی شهرستان مراغه در دفن بهداشتی زباله در ارتباط با فاصله از شهر^{۱۴}



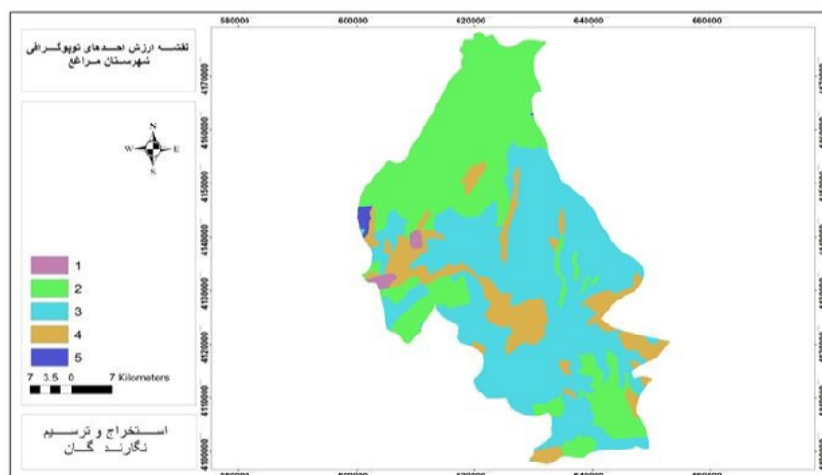
شکل (۱۰) استطاعت اراضی شهرستان مراغه در دفن بهداشتی زباله در ارتباط با فاصله از روستاها^{۱۵}

۱۴- نقشه پراکندگی شهرهای استان آذربایجان شرقی ۱:۲۵۰۰۰۰

۱۵- نقشه پراکندگی روستاها استان آذربایجان شرقی ۱:۲۵۰۰۰۰



شکل (۱۱) استطاعت اراضی شهرستان مراغه در دفن بهداشتی زباله در ارتباط با شیب اراضی^{۱۶}

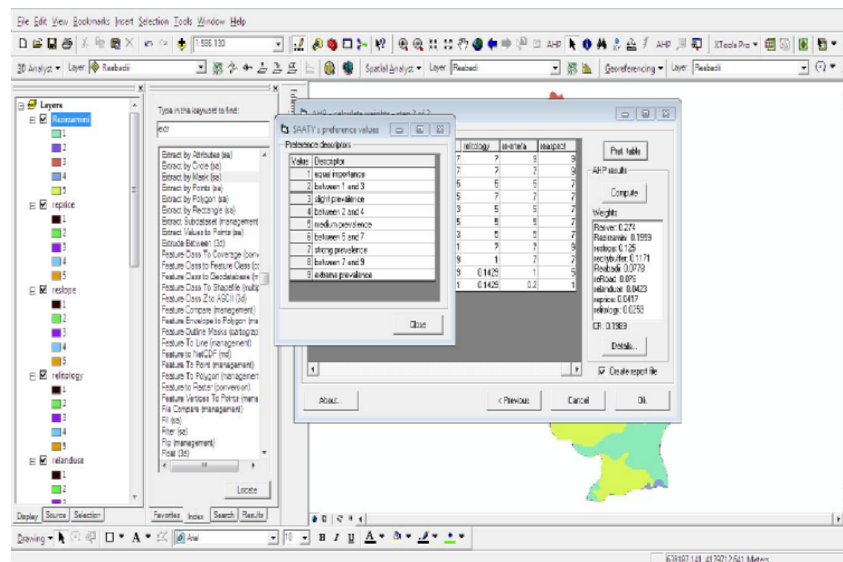


شکل (۱۲) استطاعت اراضی شهرستان مراغه در دفن بهداشتی زباله در ارتباط با واحدهای توپوگرافی

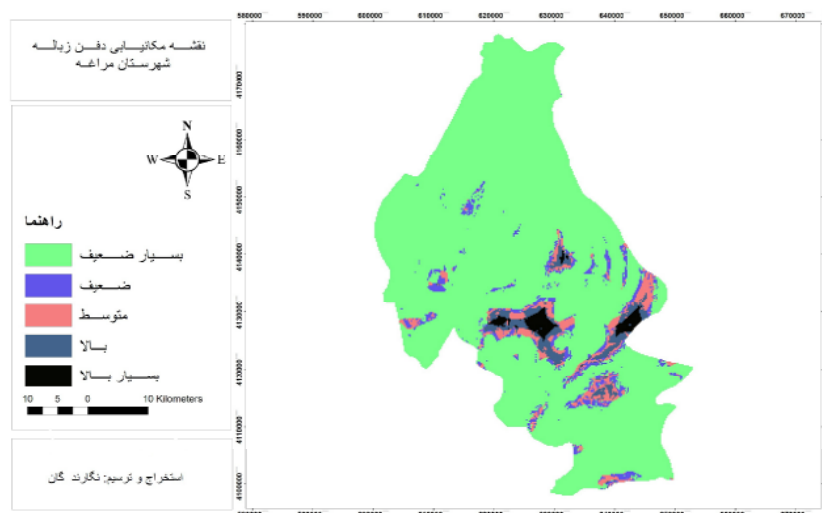
۱۶- نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ محدوده مورد مطالعه

نتیجه‌گیری

منطقه مورد مطالعه به وسعت ۲۱۹۱ کیلومتر مربع در جنوب استان آذربایجان شرقی انتخاب شد. هدف از اجرای تحقیق حاضر، مکان‌یابی دفن زباله‌های شهری برای شهرستان مراغه است. داده‌های خام وارد محیط GIS شد و سیستم تصویر WGS-1984-Project ← UTM-Zone-38N با سیستم متریک UTM برای تمامی لایه‌ها انتخاب شد. در ابتدا ۱۰ لایه شامل خاک، آبراهه‌های اصلی، شیب، واحدهای توپوگرافی، زمین‌شناسی، شهر و روستا، آب‌های زیرزمینی، شبکه ارتباطی و کاربری زمین ایجاد و سپس با استفاده از روش تکنیک مکانی (Spatial Analyst) ارزش دهی انجام پذیرفت. و بعد با بهره‌گیری از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، بر اساس اولویت مکان‌یابی دفن زباله مقایسه دوجه دویی بر روی معیارها انجام و وزن نهایی هر لایه استخراج و بر اساس وزن‌های هر یک از معیارهای ارزیابی شده (تصویر شماره ۱) نقشه نهایی (نقشه شماره ۱۳) در محیط GIS از لایه‌های ایجاد شده استخراج گردید. در این پژوهش، بالاترین وزن به آبراهه‌های اصلی و پایین‌ترین وزن برای واحدهای توپوگرافی اختصاص داده شده است. نقشه حاصل در فرمت رستر ذخیره شده است و در نهایت نقشه نهایی در ۵ کلاس طبقه‌بندی شد و مساحت هر یک از بالاترین حد تا پایین‌ترین حد مطلوب مکان دفن زباله‌های شهری مشخص و استنتاج شد (جدول ۱).



شکل (۱۳) فرایند تحلیل سلسله مراتبی استخراج نقشه نهایی



شکل (۱۴) استطاعت اراضی شهرستان مراغه برای دفن زباله‌های شهری

جدول (۱) ساحت و درجه استطاعت مکان‌های دفن زباله‌های شهری شهرستان مراغه

کلاس	مساحت به هکتار	مساحت به درصد
بسیار بالا	۲۹۷۲/۹۴	۱/۳۶
بالا	۵۸۷۸/۶	۲/۶۹
متوسط	۸۸۱۶/۸۶	۴/۰۴
ضعیف	۹۳۹۹/۷۷	۴/۳۱
بسیار ضعیف	۱۹۰۸۴۱/۱۸	۸۷/۵۷
جمع	۲۱۷۹۰۹/۳۶	۱۰۰

مساحت هر یک از کلاس‌ها بعد از تبدیل لایه رستری به لایه برداری، با استفاده از Xtools استخراج و بر اساس جدول شماره ۱ مساحت هر طبقه معین شد. با توجه به نقشه نهایی، منطقه‌ای با تناسب بسیار بالا با مساحتی بالغ بر ۲۹۷۲ هکتار به‌عنوان بهترین مکان برای دفن بهداشتی زباله‌های شهری شهرستان مراغه مشخص شده است. با توجه به عملیات میدانی انجام شده و مطابقت با نقشه استخراج شده در محیط GIS، مساعدترین منطقه در حوالی روستای آغچه‌کهل و به فاصله ۱۵ کیلومتری از شهر مراغه انتخاب و معرفی شده است. با توجه به این که مکان فعلی دفن زباله در فاصله ۲ کیلومتری از شهر مراغه قرار دارد، از لحاظ استانداردها و معیارهای جهانی مقبول نیست. به‌طوری‌که مکان فعلی دفن زباله از نظر ارزش منطقه‌ای، در مجاورت منطقه‌ی توریستی چکان واقع شده و بهتر است به مکان معرفی شده در تحقیق حاضر منقل شود. همچنین، ظرفیت مکان فعلی از انباشت زباله اشباع است. در حالی که مکان‌های فعلی انتخاب شده در نقشه مکان‌یابی همراه با بررسی میدانی دور از مراکز مسکونی، تفریحی و توریستی قرار دارد و از لحاظ ناهمواری و ارزش زمین، دوری از آب‌های سطحی و زیرزمینی و دیگر پارامترهای آورده شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و با توجه به نتایج مکتسبه ظرفیت مکفی برای حداقل ۲۰ سال دفن زباله برای شهرستان مراغه را دارا است.

منابع

- پناهنده، محمد و همکاران ارسطو، بهروز، قویدل، آریامن و فاطمه قنبری (۱۳۸۸)، «کاربرد روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) در مکان‌یابی جایگاه دفن پسماند شهر سمنان»، *مجله سلامت محیط، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران*، دوره دوم، شماره چهارم.
- حیدرزاده، نیما (۱۳۸۰)، «مکان‌یابی محل دفن مواد زاید جامد شهری با استفاده از GIS برای شهر تهران»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
- خورشیددوست، علی‌محمد و عادل، زهرا (۱۳۸۸)، «کاربرد عوامل ژئومورفیک در مکان‌یابی دفن زباله‌های شهری، (مطالعه موردی شهر بناب)»، *فصلنامه جغرافیای طبیعی*، سال دوم، شماره ۵.
- شمسایی فرد، خدامراد (۱۳۸۲)، «مکان‌یابی محل دفن بهداشتی مواد زاید جامد شهری با استفاده از GIS (مطالعه موردی شهر بروجرد)»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
- فرجی سبکبار، حسنعلی و همکاران (۱۳۸۹)، «مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله روستایی با استفاده از مدل فرآیند شبکه‌ای تحلیل (ANP): مطالعه موردی نواحی روستایی شهرستان قوچان»، *فصلنامه مدرس علوم انسانی*، دوره ۱۴، شماره ۱.
- Akash, B.A., Mamlook, R., Mohsen, M.S., (1999), "Multi-criteria selection of electric power plants using analytical hierarchy process". *Electric Power Systems Research*, Vol. 52, PP: 29-35.
- Al Jaraah, O. (2006), "Municipal solid waste landfill siting using intelligent system", *Waste Management*, Vol. 26, No. 3, PP: 299-306.
- Chan, F.T.S., Chan, M.H., Tang, N.K.H., (2000), "Evaluation methodologies for technology selection", *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 107, PP: 330-337.
- Charnpratheep, K., Zhou, Q., Garner, B (1997), "Preliminary landfill site screening using fuzzy geographic information systems", *Waste Management and Research*, Vol.15, PP: 197-215.
- Chen, W, and Kao, J (1997), "Fuzzy DRASTIC for landfill siting", proceeding of international conference on solid waste technology and management, Part 1 (of 2).

- Cheng, C.H., (1997), "Evaluating naval tactical systems by fuzzy AHP based on the grade value of membership function". *European Journal of Operational Research*, Vol. 96, PP: 343-350.
- Guiqin, W., and et al (2009), "Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: A case study in Beijing, China", *Journal of Environmental Management*, Vol. 90, PP: 2414-2421.
- Kao, J.J (1996), "Multifactor spatial analysis for landfill siting", *Journal of Environmental Engineering*, Vol.122, No.10, PP: 902-908.
- Klostermann, R.E (1999), "The "what if?" collaborative planning support system", *Environment and Planning, B, Planning and Design*, Vol. 26, PP: 393-408.
- Kontos, T.D., Komilis, D.P., Halvadakis, C.P., (2005), Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology, *Waste Manage*, Vol. 25, PP: 818-832.
- Lin, H and Kado, J (1998), "A vector-based spatial model for landfill siting", *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 58, PP: 3-14
- Longley, P.A., et al (2001), "Remote sensing and urban analysis: a research agenda. In: Donnay, J.P., Barnsley, M.J., Longley, P.A. (Eds.)", *Remote Sensing and Urban Analysis*, Taylor & Francis, London, PP: 245-258.
- O'Meara, M (1999), "Reinventing cities for people and the planet", Washington, DC, World watch Institute, 68 pp./<http://www.worldwatch.org/pubs/paper/147/S> (Access: September 2003).
- Siddiqui, M.Z; Evert, J.W; Vieux, B.E; (1996), "Landfill siting using geographic information system: a demonstration, *Journal of environmental engineering*, Vol. 122, No. 6, PP: 515-523.
- Vaillancourt, P. (2002), "Environment site evaluation of waste management facilities embedded into EUGENE model: A multicriteria approach", *European Journal of Operation Research*, Vol. 139, PP: 436-448.
- Zamorano, M. & et al (2008), "Evaluating of a municipal landfill site in Southern Spain with GIS-aided methodology", *Journal of Hazardous Material*, Vol. 160, PP: 473-481.
- [WWW.landfilldev.com/;](http://WWW.landfilldev.com/)"landfill.