دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی

سال دوازدهم، شماره‌ی ۴۰
زمستان ۱۳۹۱، صفحات ۱۳۳-۱۱۶

زهره هادیانی[۱]
محسن احدنژاد روشتی[۲]
شمس‌اله کاظمی‌زاد[۳]
امیر شاه‌علی[٤]

مکان‌یابی مراکز دفن پسماندهای جامد شهری با استفاده از منطق فازی در محیط GIS مطالعه‌ی موردی: شهر زنجان

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۲/۱۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۰۷/۱۹

چکیده

در شهر زنجان با توجه به بالا بودن نرخ رشد جمعیت و توسعه فیزیکی شهر، روزانه ۲۷۰ تن پسماند جامد با ترکیبات متفاوت وارد چرخه‌ی زیستی این شهر می‌شود. مکان فعلی دفن پسماندها نیز در محلی نامناسب در جنوب غربی شهر در منطقه مهترچای قرار دارد. علاوه بر آن روش دفع و دفن زباله‌ها نیز در آن مرکز غیراصولی بوده و موجبات آلودگی منابع حیاتی از قبیل هوا، آب، خاک و چشم‌انداز شده است. از سوی دیگر اختلال در زندگی روزانه ساکنانی که در مجاورت مکان‌های دفع زباله قرار دارند لزوم مکان‌یابی محل جدید برای دفن مواد زاید را ضروری می‌سازد. در پژوهش حاضر با استفاده از منطق فازی[۵] برای تعیین ارزش و وزن معیارهای مختلف مؤثر در

۱- استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه سیستان و بلوچستان. E-mail: zvcall@gmail.com
۲- استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه زنجان.
۳- کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه سیستان و بلوچستان.
٤- کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۵. Fuzzy logic

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مکان‌یابی محل دفن پسماند جامد شهری زنجان در محیط GIS[٦] به طراحی یک مدل جهت انتخاب محل دفن پرداخته شده و پارامترهای مورد استفاده از قبیل؛ شیب، توپوگرافی، خطوط گسل، فاصله از سکونتگاه‌ها و مراکز جمعیتی، فاصله از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، فاصله از جاده‌های دسترسی، نوع خاک و سنگ‌ها، کاربری اراضی منطقه و قابلیت اراضی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و در نهایت پس از همپوشانی لایه‌ها سه مکان به صورت کاملاً مناسب، مناسب و نسبتاً مناسب شناسایی گردید. که پس از ارزیابی‌های به عمل آمده از همپوشانی لایه‌های وزن‌دهی شده گزینه کاملاً مناسب واقع در ۳۵ کیلومتری شمال غربی زنجان در مسیر جاده خلخال به عنوان مرکز دفع بهداشتی پسماندهای جامد شهر زنجان انتخاب گردید. نتایج حاصل از تحلیل، مورد کنترل زمینی قرار گرفت و تا حدود زیادی رضایت‌بخش می‌باشد.

کلید واژه‌ها: پسماندهای جامد شهری، مکان‌یابی، منطق فازی، GIS، شهر زنجان.

مقدمه

اگر چه دفن آخرین گزینه در سلسله مراتب مدیریت پسماندهای جامد شهری است (Magrinho et al, ۲۰۰٦; ۱٤۷۷-۱٤۸۹)؛ اما در کشورهای در حال توسعه دفن یک روش معمول مدیریت پسماندهای جامد شهری می‌باشد (More et al, ۲۰۰٦; ٤۳٥-٤٥٦) در ایران نیز دفن به عنوان سهل‌الوصول‌ترین و ارزان‌ترین گزینه‌ی مدیریت مواد زاید همواره مورد توجه بوده است. تقریباً تمامی مراکز جمعیتی و صنعتی بزرگ در کشور، دارای محل‌هایی برای دفع پسماندهای تولیدی خود هستند، اما به علت عدم وجود قوانین و مقررات محدود کننده در مورد نحوه‌ی ساخت و بهره‌برداری، این محل‌ها در عمل به صورت گودهای کنترل نشده زباله درآمده‌اند (عبدلی و غیاثی‌نژاد، ۱۳۸٥: ۱۰). بنابراین، این واقعیت که نظام مدیریت پسماندهای شهری ایران در شرایط بحرانی و به دور از وضعیت مطلوب قرار دارد، بر کسی پوشیده نیست (عبدلی، ۱۳۷۹: ۱٥۰). مسأله‌ی مذکور هنگامی پیچیده و بغرنج می‌شود که آثار منفی و زیانبار آن در ارتباط با سایر نظام‌های موجود شهری، از جمله نظام زیست محیطی آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد. یکی از مهم‌ترین مراحل مطالعاتی به موازات طراحی مدفن زباله، عوامل مکان‌یابی و یافتن محل مناسب دفن زباله است. معیارهای متعددی در انتخاب محل دفن زباله دخالت دارند که هر کدام از اهمیت خاصی برخوردارند و محدودیت‌هایی را نیز در انتخاب ایجاد می‌کنند. هدف نهایی این معیارها یافتن محلی است که کمترین آثار سوء زیست محیطی را بر محیط طبیعی اطراف دفن و منطقه مدفن داشته باشد (پوراحمد و همکاران، ۱۳۸٦: ۳۱). شهر زنجان که در زمره‌ی شهرهای

٦. Geographic Information System

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

میانی کشور محسوب می‌شود، با مشکل دفن بهداشتی پسماندهای جامد شهری گریبانگیر است که توجه به این امر را ضروری می‌سازد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که جمعیت شهر زنجان طی نیم سده‌ی (۸۵-۱۳۳۵) با رشد بالایی مواجه بوده است. به گونه‌ای که جمعیت شهر در سال ۱۳۳۵ برابر با ٤٧١٥٩ نفر بوده که با رشدی معادل ٤/٦١ درصد به ۲۸۲۵۸۳ نفر در سال ۱۳۷۵ و ۳٤۹۳۱۷ نفر در سال ۱۳۸۵ رسیده است. نرخ رشد جمعیت دهه (۸۵-۱۳۷۵) پیرو روند رشد جمعیت در کل کشور به ۲/۱٤ درصد کاهش یافته است (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۵). مطالعات انجام گرفته، نشان می‌دهد که در شهر زنجان روزانه ۲۷۰ تن زباله تولید می‌شود و به طور متوسط هر شهروند زنجانی روزانه ۰/۷۷ کیلوگرم و سالانه ۲۸۱ کیلوگرم زباله وارد چرخه‌ی زیستی این شهر می‌کند که به ۹۸۵۳۱/۵ تن در سال می‌رسد (سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری زنجان، ۱۳۸۵). با توجه به اینکه مواد زاید به هنگام دفن به ۲۰ درصد حجم اولیه‌ی خود کاهش می‌یابند و هر مترمکعب آن با ٤٥٠ کیلوگرم وزن به حجم ۰/۲ مترمکعب تبدیل خواهد شد (پوراحمد و همکاران، ۱۳۸٦: ۳۲). در آن صورت اگر روزانه ۲۷۰ تن زباله در لایه‌ای از خاک به ضخامت ٤ متر دفن شود، در سال ۱۳۸۵ به فضایی در حدود ۱۰۹/۵ هکتار نیاز داشته که این مساحت در افق ۲۰ ساله‌ی ۱٤۰۵ برابر با ۱۸۱/٤ هکتار خواهد شد. مکان دفن فعلی پسماندهای جامد شهر زنجان در ۱۵ کیلومتری جنوب غربی شهر در کنار رودخانه‌ی مهترچای واقع شده است. به نظر می‌رسد محل کنونی دفن پسماند علاوه بر تکمیل ظرفیت از موقعیت محیطی کاملاً نامناسبی بهره گرفته و آثار و آلودگی‌های زیست محیطی آن نه فقط در شرایط فعلی پدیدار شده، بلکه در آینده نزدیک نیز آثار منفی خود را بیشتر نشان داده و توسعه پایدار ناحیه مهترچای را با بحران مواجه خواهد ساخت. نزدیکی محل کنونی دفن به رودخانه و سد در حال احداث در منطقه (با کاربری گردشگری)، فاصله کم از محدوده‌ی قانونی شهر، قرارگیری در مسیر توسعه فیزیکی شهری، آلودگی چشم‌انداز و منظر شهری، جمعیت رو به تزاید، نیاز به فضای وسیع‌تر برای دفن پسماندها و اتمام عمر مفید محل دفن کنونی در آینده نزدیک لزوم مکان‌یابی محلی جدید را ضروری می‌سازد. هدف از انجام پژوهش حاضر، انتخاب مکان یا مکان‌های مناسب برای دفن بهداشتی پسماندهای جامد شهری زنجان است. مکان‌یابی بهینه و اصولی دفن بهداشتی پسماندهای جامد بدون در نظر گرفتن معیارهای طبیعی، اجتماعی، اقتصادی امری اجتناب ناپذیر است. این امر مستلزم در نظر گرفتن عوامل متعددی می‌باشد. با توجه به گستردگی و پیچیدگی عوامل مؤثر در مکان‌یابی، ضرورت دارد تا از فناوری‌های اطلاعات مکانی GIS استفاده شود که در طی آن انواع متغیرهای محیطی با استفاده از تکنیک منطق فازی تلفیق و ترکیب شده و مکان مناسب انتخاب خواهد شد.

موضوعی که در این زمینه مطرح می‌شود این است که چگونه و با چه روشی می‌توان مکان مناسب برای دفن بهداشتی زباله تعیین کرد. در ادبیات مکان‌یابی روش‌های متعددی برای پیدا کردن مکان مناسب ارائه شده است

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

(فرجی سبکبار و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۲۹). به عقیده نگارندگان، تمام روش‌های مکانی را از نظر فضایی می‌توان به دو دسته‌ی مدل‌های گسسته فضایی و مدل‌های پیوسته فضایی تقسیم کرد: روش‌های گسسته فضایی آن دسته از روش‌هایی هستند که در آن تعداد گزینه‌ها مشخص می‌باشد و از بین آن‌ها یک یا چند گزینه انتخاب می‌شود؛ مانند تعیین مکان درمانگاه در روستاهای یک دهستان. در این حالت بر اساس مجموعه‌ای از معیارها، روستای مناسب برای احداث درمانگاه انتخاب خواهد شد. در اجرا، برای مکان‌یابی، ماتریس تصمیم ساخته می‌شود که در ستون، معیارها و در سطر، گزینه‌ها یا همان روستاها قرار می‌گیرند. در مقابل در روش‌های پیوسته فضایی کل فضا به صورت یکپارچه در نظر گرفته می‌شود و از قبل هیچ گزینه مشخصی وجود ندارد و معمولاً تعداد گزینه‌ها نامحدود و نامعین می‌باشد. در این روش نمی‌توان گزینه‌ای را از قبل تعیین کرد و برای حل مسأله معمولاً ماتریس تصمیم ساخته نمی‌شود، زیرا تعداد سطرهای آن نامحدود و نامعین می‌باشد. با توجه به اینکه در محدوده‌ی مورد مطالعه در این پژوهش، برای مکان‌یابی محل جدید، هیچ گزینه مشخصی برای دفن پسماندهای جامد شهری زنجان وجود ندارد؛ در این صورت از روش پیوسته فضایی برای مکان‌یابی استفاده شده است.

پیشینه‌ی تحقیق

مکان‌یابی محل مناسب برای دفن پسماندهای جامد شهری از ضروریات طرح‌های توسعه‌ی شهری است به طوری که در ایالت کبک کانادا و ایالات چاتانوگا، واشنگتن، برتلند، ماساچوست آمریکا مدیریت و مکان‌یابی صحیح محل دفن پسماندهای جامد به عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه‌ی پایدار محسوب می‌شود و انجمن معتبر برنامه‌ریزی امریکا آن را از اهداف مهم برنامه‌های کوتاه و بلند مدت ایالات کالیفرنیا، سیاتل، چاتانوگا، واشنگتن، ماساچوست برای رسیدن به پایداری در قرن ۲۱ عنوان می‌کند (پوراحمد و همکاران، ۱۳۸٦: ۳۱). در ایران، مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری غالباً در طرح‌های جامع شهری انجام گرفته، اما باید توجه کرد که دید سیستماتیک و محیطی موضوع کاملاً کم‌رنگ بوده و فقط با تکیه بر یک یا چند شاخص محل دفن مشخص می‌شود. تاکنون کوشش‌هایی در زمینه مکان‌یابی محل دفع پسماندهای جامد با استفاده از ابزار GIS در سطح جهان انجام گرفته است، بررسی و نتایج مطالعات در سطح جهان نشان می‌دهد:

سیدیکو و همکارانش (۱۹۹٦) در مطالعه‌ای از روش AHP[۷] برای مکان‌یابی محل دفن با استفاده از GIS استفاده کرده‌اند. در روش ارائه شده امکان طبقه‌بندی سلسله مراتبی معیارها، وزن‌دهی و مرتب نمودن گزینه‌ها بررسی و ارائه شده است که چهار معیار (نزدیکی به شهر، مراکز جمعیتی، نوع کاربرد زمین و محدودیت خاک) در مکان‌یابی محل

۷. Analytic Hierarchy Process

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

دفن برای منطقه کلیولند از اوکلاهاما مد نظر بوده است. لین و همکارانش (۱۹۹٦) برای اجتناب از ایجاد خطا در روش (SAW)[۸] به هنگام تلفیق و اعمال وزن‌های مختلف معیارها با امتیازات مختلف معلوم، با استفاده از منطق فازی در GIS اقدام به ارائه‌ی یک روش وزن‌دهی متحرک نمودند که در آن سطحی از مقادیر نهایی قابل قبول برای تلفیق لایه‌های مختلف پیشنهاد و ضریب اصلاح وزن‌های معیار تعریف گشته است. در این مطالعه هشت معیار (توسعه شهری، ارضی سیل‌گیر، اراضی حفاظت شده طبیعی و اکولوژیکی، فاصله تا رودخانه‌ها، شیب زمین، هزینه زمین، فاصله تا شبکه راه‌ها و تراکم جمعیتی) را در نظر گرفته‌اند. فوکوموتو و فوجیشی (۱۹۹۷، ٦٥) معیارهای لازم را برای انتخاب محل دفن پسماندهای جامد در کشوری با خصوصیات کوهستانی، زلزله‌خیز و پر جمعیت ارائه کرده‌اند. واتالیس و مانولدیس (۲۰۰۲، ٥٦-٤٩) یک سیستم چند معیاره خبره را برای مکان‌یابی محل دفن پیشنهاد نمودند و برای مکان‌یابی از معیارهای محیطی، اقتصادی و عملیاتی - فنی استفاده کردند. سنر (۲۰۰٦، ۳۸۸-۳۷٦) برای مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد از روش‌های AHP و SAW براساس معیارهای ارتفاع، مناطق مسکونی، جاده، مناطق مرطوب، فرودگاه، زیرساخت‌ها، شیب، زمین شناسی، کاربری اراضی، جلگه سیلابی، آکیفر، آب‌های سطحی استفاده کرد. چانگ و داویلا (۲۰۰٦، ٦۷۲-٦٥٤) در یک تحقیق مدلی برای ارزیابی مکان‌یابی و مسیریابی جهت مدیریت پسماندهای جامد ارائه دادند. ایلماز و اتماکا (۲۰۰٦، ٦۷۷-٦۱۹) در مقاله‌ای اشاره می‌کنند که زمین‌شناسی نقش ممتازی در انتخاب مکان دفن پسماندها جامد داشته و به مطالعه نحوه ارزیابی ویژگی‌های محیطی بر اساس زمین‌شناسی، هیدروژئولوژی و مهندسی زمین‌شناسی در شهر سیواس می‌پردازند. همچنین، مضمون بولتن شماره ۳۹ انجمن بین‌المللی زمین‌شناسی نیز مربوط به ارزیابی محل‌های دفن پسماندهای جامد از دیدگاه زمین‌شناسی مهندسی است. در این بولتن بر ویژگی‌های زمین‌شناسی هیدروژئولوژی، آلودگی آب‌های سطحی و زیر سطحی، ثبات و پایداری تأکید می‌شود (Langer, ۱۹۹۸: ۳۹). از پژوهش‌های انجام شده در زمینه‌ی چگونگی دفع پسماندهای جامد شهری در ایران پژوهشی با عنوان «سیستم مدیریت مواد زاید جامد شهری و روش‌های کنترل آن" به سال ۱۳۷۲ توسط محمدعلی عبدلی انجام گرفته، وی در این پژوهش تولید زباله، جابجایی در محل تولید، جمع‌آوری مواد، حمل و نقل، پردازش و بازیافت، روش‌های مختلف دفع، دفن بهداشتی، آماده‌سازی محل دفن و ... را بررسی و ارزیابی کرده است. این مؤلف در سال ۱۳۷۹ با چاپ مجموعه‌ی سه جلدی مدیریت مواد زاید جامد شهری در جهان و ایران مباحث ذکر شده را در شهرهای ایران مورد بررسی قرارداد (عبدلی، ۱۳۷۲). در سال ۱۳۸۰ حیدرزاده در اثر با ارزش خود با عنوان معیارهای مکان‌یابی محل دفن مواد زاید جامد شهری، مجموعه عوامل مؤثر

۸. Simple Additive Weighting

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

در مکان یابی را جمع‌آوری و با توجه به وضعیت کنونی این اماکن در ایران و ارزیابی آن، معیارهای جدیدی را ارائه کرد.

در زمینه‌ی مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری زنجان، هیچ گونه مطالعه‌ای صورت نگرفته است، لذا پژوهش حاضر تقریباً جزء اولین مطالعات صورت گرفته در این زمینه برای شهر زنجان می‌باشد. در این مطالعه با استفاده از برخی عوامل مؤثر در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهر زنجان با استفاده از GIS به طراحی یک مدل جهت انتخاب مکان دفن پسماندهای جامد پرداخته شده و پارامترهای مورد استفاده با استفاده از منطق فازی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و در نهایت نقشه مناسب جهت دفن پسماندهای جامد شهر زنجان بدست آمده است.

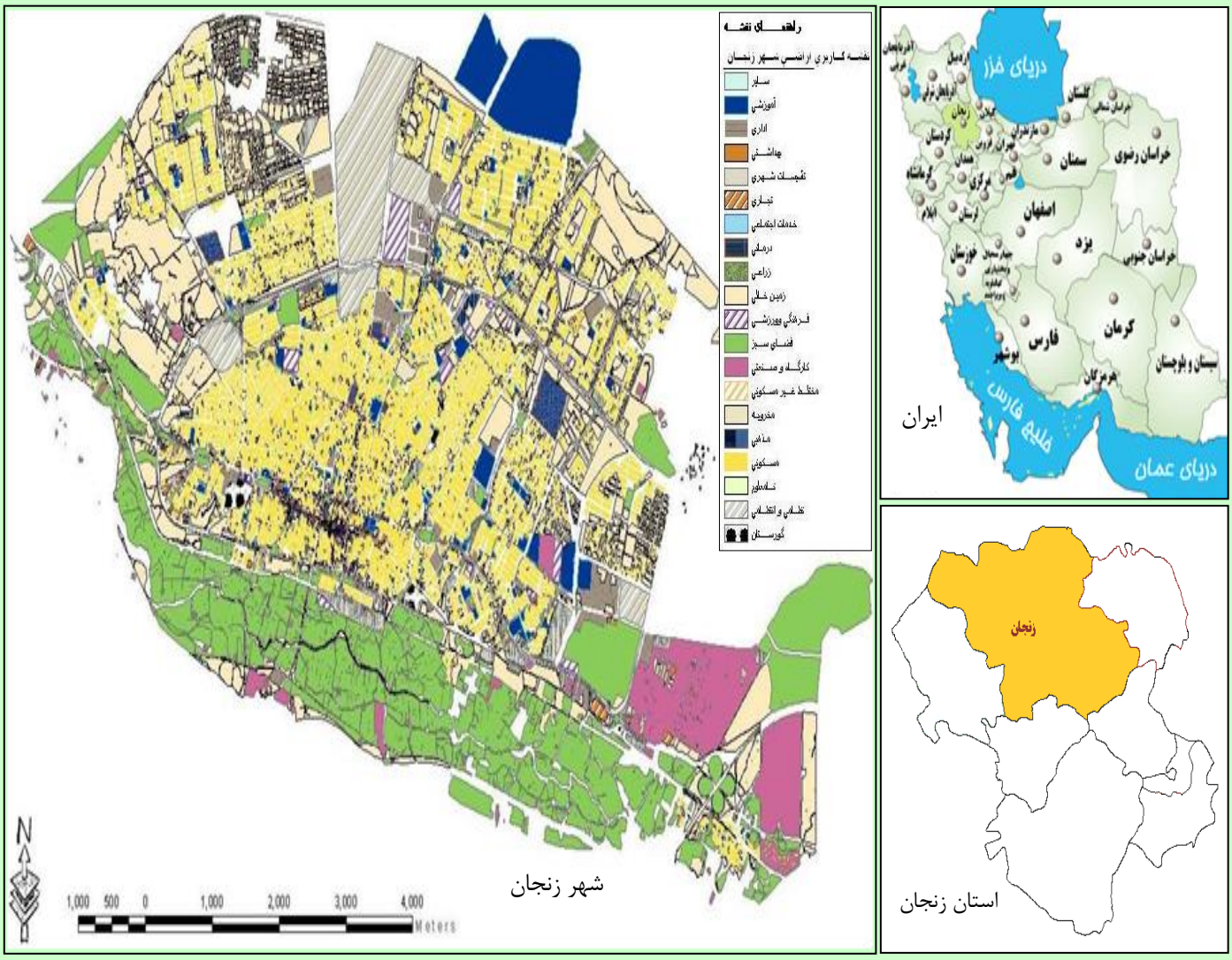
داده‌های تحقیق

در فرایند مکان‌یابی اراضی مناسب برای محل دفن پسماندهای جامد، مدل مفهومی و متغیرهای مؤثر در مدل، مثل شبکه‌ی ارتباطی و حریم‌های آن، زیرساخت‌ها و تجهیزات، تراکم و سرانه‌ها، تولید، مصرف، بازیافت و... شناسایی و بعد از تعریف ۱۰ لایه‌ی اطلاعاتی از قبیل؛ شیب زمین، توپوگرافی، جنس خاک و سنگ‌ها، گسل موانع توسعه، فاصله از سکونتگاه‌ها و مراکز جمعیتی، فاصله از منابع آب‌های سطحی و زیر زمینی، فاصله از جاده‌های دسترسی، کاربری اراضی منطقه، قابلیت و محدودیت اراضی و ... تعریف و تبیین شده است. آماده‌سازی این لایه‌ها در قالب ساخت توپولوژی، تصحیح و ویرایش، تصحیح هندسی تصاویر و نقشه‌ها و ... انجام گرفته و بعد از تعریف، روش مناسب ترکیب و شناسایی توابع ترکیب لایه‌ها انجام گرفته و بعد از تحلیل جدولی بانک‌های اطلاعاتی ادغام شده، مکان مورد نظر شناسایی و ارزیابی شده است.

محدوده‌ی مورد مطالعه

موقعیت جغرافیایی شهر زنجان منطبق بر '۱۴ °۴۸ تا '۴۴ °۴۸ طول شرقی و '۳۴ °۳۶ تا '۴۶ °۳۶ عرض شمالی می‌باشد. این شهر بر سر راه تهران – تبریز در ارتفاع ۱۶۳۳ متر از سطح دریا در میان مجموعه‌ای از ارتفاعات در سمت شمال، شمال شرق، جنوب و جنوب غربی قرار گرفته است. در جنوب شهر زنجان رودخانه‌ای با همین نام جریان دارد (شکل ۱) (مهندسان مشاور آمایش، ۱۳۸۳: ٤). جمعیت شهر زنجان در اولین سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۳۵ برابر با ٤۷۱۵۹ نفر بوده که با رشدی معادل ٤/٦۱ درصد به ۳٤۹۳۱۷ نفر در سال ۱۳۸۵ بالغ گردیده است که ۳٤٪ جمعیت استان را به خود اختصاص داده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۵).

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۱: موقعیت شهر زنجان در استان زنجان و ایران

وضعیت کنونی پسماندها

ساکنان شهر زنجان روزانه حدود ۲۷۰ تن پسماند جامد تولید می‌کنند. متوسط سرانه برای هر نفر تقریباً ۰/۷۷ کیلوگرم می‌باشد (سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری زنجان، ۱۳۸۵) که از متوسط سرانه ۰/٦٤ کیلوگرم ایران (حسنوند و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۱) بیشتر است. در شهر زنجان پسماندهای خانگی و تجاری به صورت تفکیک نشده جمع‌آوری شده و همراه با پسماندهای دفع می‌گردند. میزان پسماندهای بیمارستانی و پسماندهای صنعتی تولید شده در شهر زنجان نیز به ترتیب ۳/۳ و ۲/۵ تن می‌باشد (سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری زنجان، ۱۳۸۵). برای جمع‌آوری و دفع این میزان پسماند، شهرداری زنجان با بهره‌گیری از نیروی انسانی زیاد، ماشین‌آلات مدرن و قدیمی، اقدام به دفع پسماندها از سطح شهر زنجان می‌نماید. عملیات حمل و نقل پسماندهای جامد در شهر زنجان

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

به خاطر مشترک بودن وسایط نقلیه، معمولاً تفکیک نشده می‌باشد؛ در نتیجه نمی‌توان حد و مرز کاملاً مشخصی برای هر یک از ترکیبات تشکیل دهنده پسماندها تعیین نمود. روش‌های مورد استفاده در شهر زنجان برای دفع پسماندهای زاید جامد شامل؛ ۲۰٪ روش مکانیزه، ۳۰٪ روش نیمه مکانیزه و ۵۰٪ روش سنتی است (سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری زنجان، ۱۳۸۵).

محل کنونی جمع‌آوری و دفن پسماندهای جامد شهر زنجان در ۱۷ کیلومتری جنوب غربی این شهر در کنار رودخانه‌ی مهترچایی قرار دارد. تا هنگام انجام این مطالعه، تأسیسات و تجهیزات بازیافتی در شهر زنجان نصب و راه‌اندازی نشده است. دستگاه زباله سوز برای سوزاندن پسماندهای شهری بکار گرفته نشده است، فقط برای کاهش حجم پسماندهای تجمع یافته، بعضی مواقع توسط شهرداری سوزانده می‌شود. پسماندهای جامد به صورت سطحی دفن می‌شوند و اکثر مواقع، شهرداری در هنگام مدفون‌سازی آن‌ها با لایه‌های خاک اصول بهداشتی را رعایت نمی‌کند. ابزار و تجهیزاتی که در محل دفن پسماندها جامد استفاده می‌شود لودر و بولدوزر می‌باشد، که از لودر برای پخش پسماندها در سطح زمین و از بولدوزر جهت متراکم نمودن پسماندها با خاک پوششی استفاده می‌شود. جایگاه دفن پسماندها نیز توسط فنس‌های سیمی محصور گردیده است تا از پراکندگی پلاستیک و کاغذ و ورود افراد متفرقه که به بازیافت غیر قانونی و جمع‌آوری زایدات مخصوص می‌پردازند، جلوگیری نماید. در واقع تنها عملیات مدیریتی که در اینجا انجام می‌شود شامل جابجایی پسماندها و فشرده کردن نسبی آن‌ها توسط لودر می‌باشد. روش کنونی دفن پسماندهای جامد شهر زنجان مشکلات بسیاری را به همراه دارد؛ بوی نامطبوع، پراکندگی نایلون‌ها و کاغذها در اطراف جایگاه، تجمع سگ‌های ولگرد در محل، افزایش موش و سایر حشرات موذی، جمع شدن شیرابه و همچنین بوی تعفن ناشی از تخمیر و آتش سوزی‌های خودبخودی در محل برخی مشکلات دفع و دفن پسماندها در این محل می‌باشد. علاوه بر این، جایگاه دفن از لحاظ زیست محیطی نیز کیفیت بسیار پایینی داشته و موجبات آلودگی منابع حیاتی از قبیل خاک و آب می‌شود. زیرا با توجه به عمق نسبتاً کم سطح آب‌های زیرزمینی و نوع خاک و نهشته‌های سطحی در بعضی از مراکز دفن، امکان نفوذ شیرابه به آب‌های زیر زمینی که هنوز منبع مهم تأمین آب شرب زنجان می‌باشد، وجود دارد. همچنین موجب اختلال در زندگی روزانه ساکنانی است که در مجاورت مکان دفن پسماندها سکونت دارند؛ به طوری که باعث آزار و اذیت ساکنان روستای مهتر در نزدیکی محل دفن شده است. لازم به ذکر است که این مسائل و همچنین بحث مالکیت مکان دفن، مشکل آلودگی رودخانه همجوار مکان دفن و سایر آلودگی‌ها صورت گرفته، مواردی هستند که ساکنان روستا نسبت به آن شکایت دارند. بروز این مشکلات لزوم مکان‌یابی مکان جدید برای دفن پسماندهای جامد شهر زنجان را ضروری می‌سازد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

در انتخاب مکان مناسب برای دفن بهداشتی پسماندهای جامد باید دقت کافی داشت. زیرا مکان‌یابی نامناسب برای محل دفن در مراحل بعدی مشکلات عدیده‌ی اقتصادی، عملیاتی، اجتماعی و زیست محیطی را برای مدیریت در پی می‌آورد (سعیدنیا، ۱۳۸۲: ۷۱). در این زمینه، دستورالعمل‌های متعددی به وسیله سازمان‌های مرتبط در سطح بین‌المللی ارائه شده است که هر یک با توجه به شرایط محلی رهنمودهایی را برای مکان‌یابی ارائه کرده‌اند. اداره خدمات عمومی گوام[۹] مجموعه دستورالعمل و گزارش کاملی از فرآیند و عوامل مؤثر در انتخاب سایت‌های محل دفن ارائه کرده است. در این دستورالعمل معیارهایی که برای انتخاب محل دفن باید در نظر گرفته شود، عبارتند از:

الف- حفظ منابع آب: آکیفر، جلگه‌های سیلابی، آب‌های زیرزمینی، فاصله از منابع آب آشامیدنی، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، زمین‌های مرطوب و کیفیت آب؛

ب- زمین شناسی: سنگ بستر، مواد قرضه، محدوده‌ی گسل، مناطق تحت تأثیر زمین لرزه، خاک، توپوگرافی، مناطق ناپایدار؛

ج- محیط سایت: کیفیت هوا، منابع حیات وحش، گونه‌های آبزی، منابع تاریخی، باستانی، منابع زیستی، زیرساخت‌های پشتیبان، جهت باد؛

د- حمل و نقل: دسترسی به راه، نزدیکی به منبع زباله، ترافیک جاده‌ای؛

ه- کاربری اراضی: نوع کاربری، مساحت و دسترسی، زیبایی شناسی، امنیت پرواز، حریم در دسترس، کاربری اراضی سازگار، مالکیت، زیرساخت‌های در دسترس (Guam Department of Public Works, ۲۰۰۵: ۲۳٤).

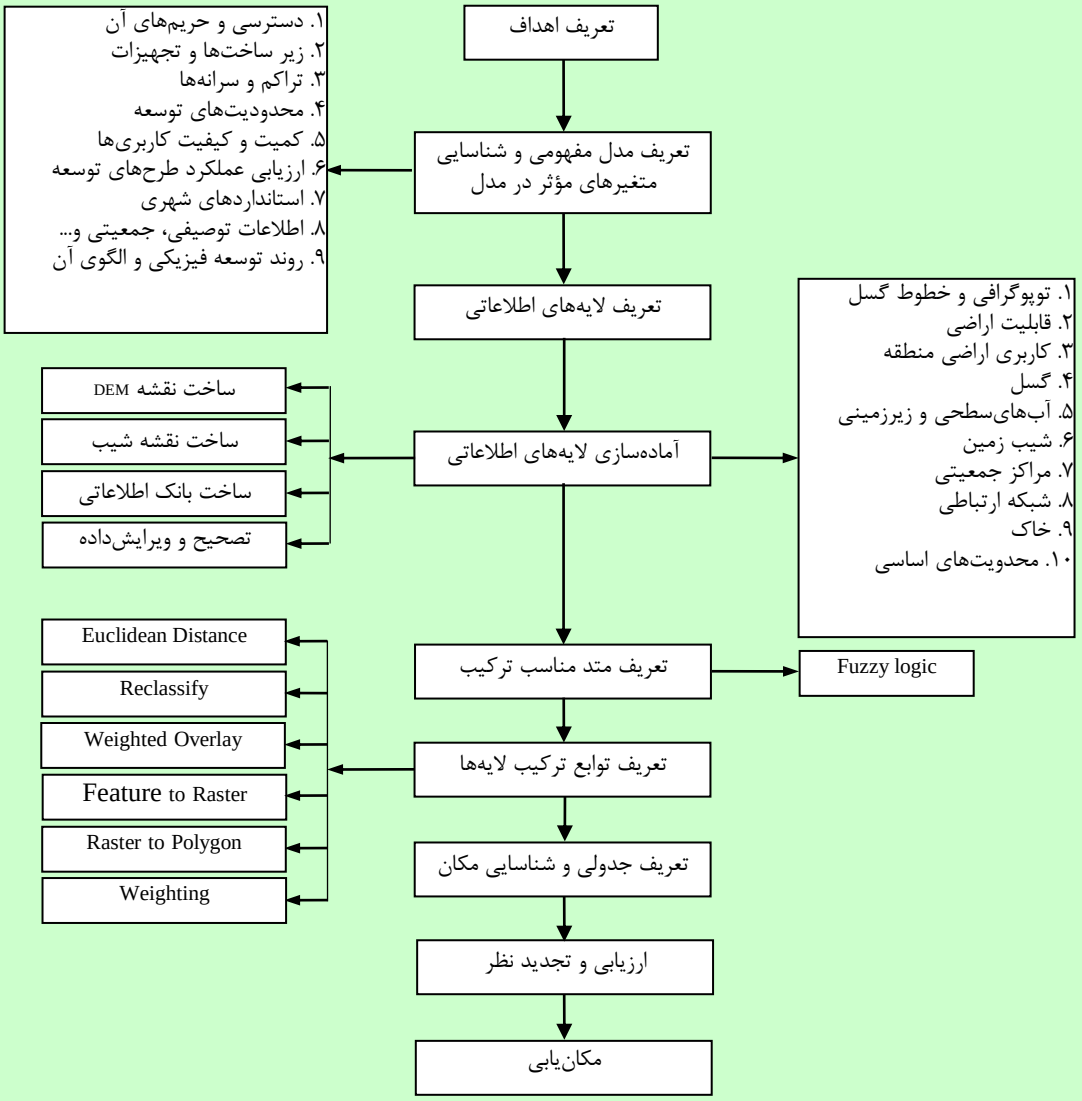
مواد و روش‌ها

۱- انتخاب نرم افزارها و نقشه‌های مورد نیاز جهت انجام عملیات مکان‌یابی

فرایند مکان‌یابی در محیط GIS شامل پیش عملیات و عملیات متعددی است. در اولین گام معیارها و محدودیت‌های مورد نظر به صورت لایه‌های نقشه انتخاب و آماده‌سازی می‌شوند و سپس در محیط GIS پردازش می‌گردند. در مورد شهر زنجان از نقشه‌های با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰، ۱/۱۰۰۰۰۰ و ۱/۵۰۰۰۰ استفاده شده است. از آنجایی که فرایند مکان‌یابی تحت مدل رستری قابل اجرا است، نرم‌افزاری جهت انجام این فرآیند مناسب می‌باشد که هم تحت مدل رستری فعال باشد و هم قابلیت‌های استفاده از قواعد تصمیم‌گیری را داشته باشد. از این نظر با توجه به اینکه نرم‌افزار ArcGIS دارای قابلیت‌های وسیعی در این زمینه بوده و پایه رستری دارد، به عنوان نرم‌افزار اصلی عملیات انتخاب شده است: (شکل ۲)، الگوریتم مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهر زنجان را نشان می‌دهد.

۹. Guam

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



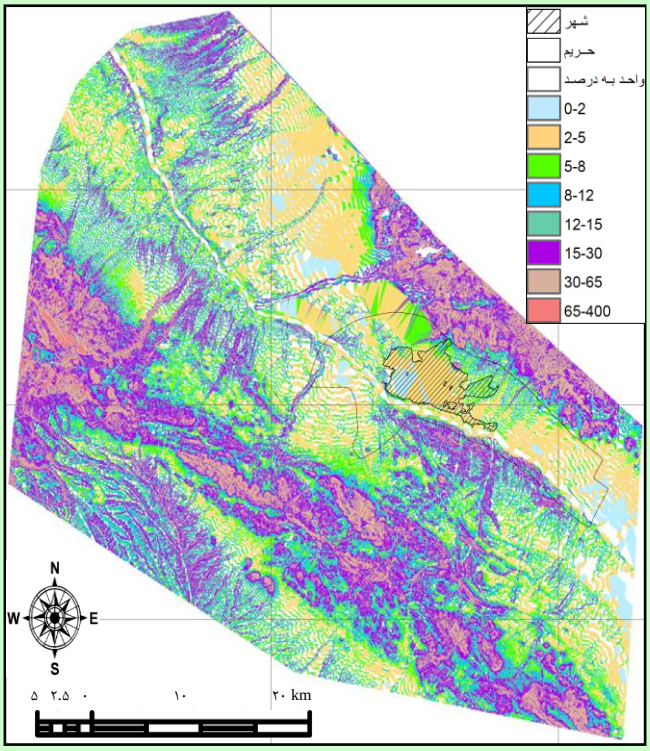
شکل ۲: الگوریتم مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهر زنجان

مأخذ: (نگارندگان، ۱۳۸۸)

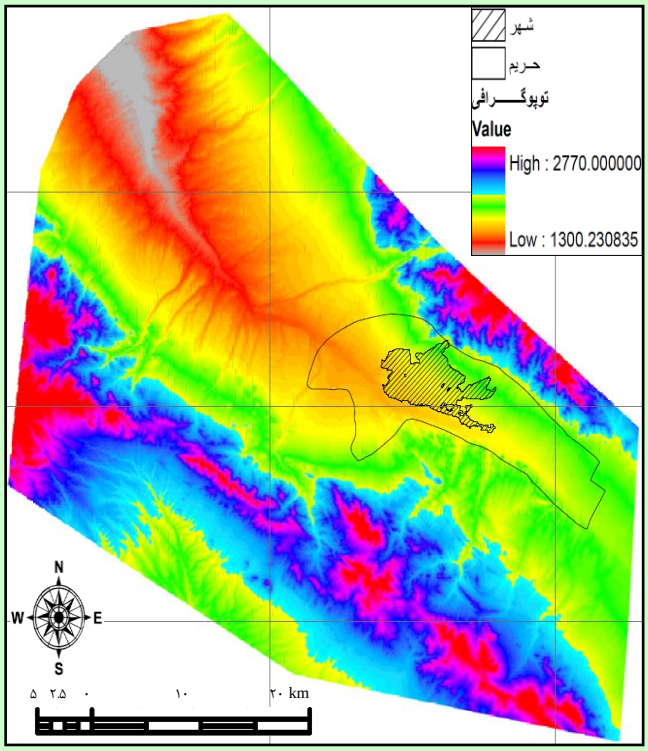
نقشه‌های در دسترس برای شهر زنجان حاوی لایه‌های مختلف اطلاعاتی بود که از این میان، ده لایه برای عملیات مکان‌یابی محل دفن مواد زاید انتخاب گردید. این لایه‌ها عبارتند از:

شیب زمین‌های منطقه (شکل ۳)؛ خطوط توپوگرافی و نقاط ارتفاعی منطقه (شکل ٤)؛ پوشش گیاهی منطقه (شکل ۵)؛ کاربری اراضی مناطق کشاورزی و زراعی منطقه (شکل ٦)؛ جنس خاک منطقه (شکل ۷)؛ محدودیت‌های اساسی در منطقه (شکل ۸)؛ سکونتگاه‌ها و مراکز جمعیتی (شهری و روستایی) منطقه (شکل ۹)؛ قابلیت اراضی منطقه (شکل ۱۰)؛ منابع آب‌های سطحی (رودخانه و دریاچه) و آب‌های زیرزمینی (چاه و قنات) منطقه (شکل ۱۱)؛ جاده‌های دسترسی و شبکه ارتباطی و خطوط گسل منطقه (شکل ۱۲)؛

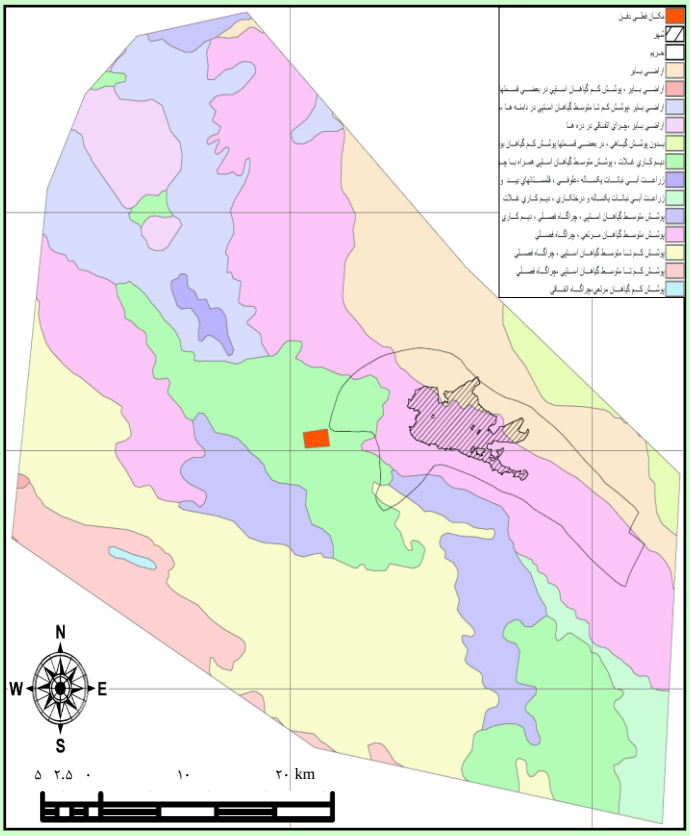
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



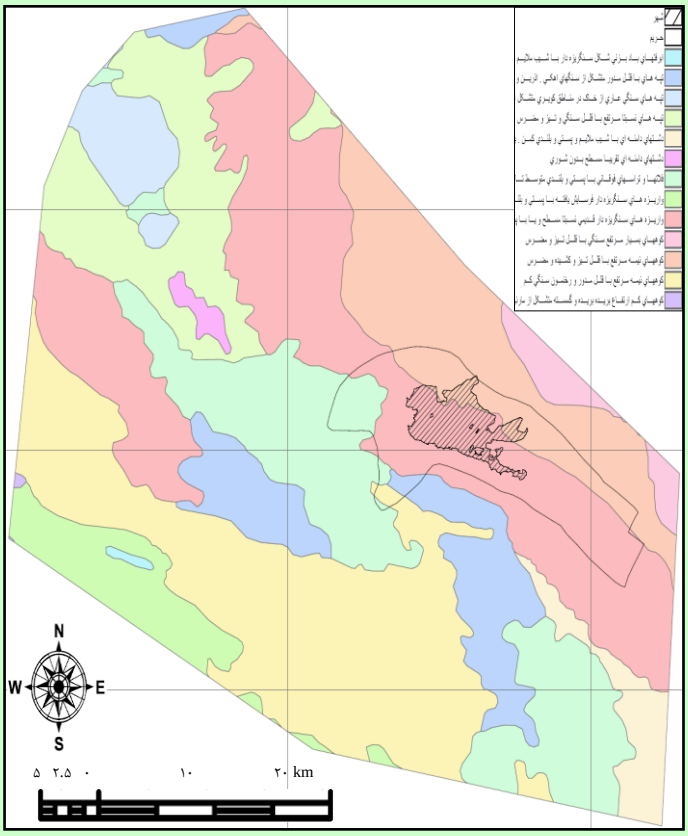
شکل ۳: شیب منطقه مورد مطالعه و پیرامون آن



شکل ٤: توپوگرافی محدوده شهر زنجان و حوزه فراگیر شهر زنجان

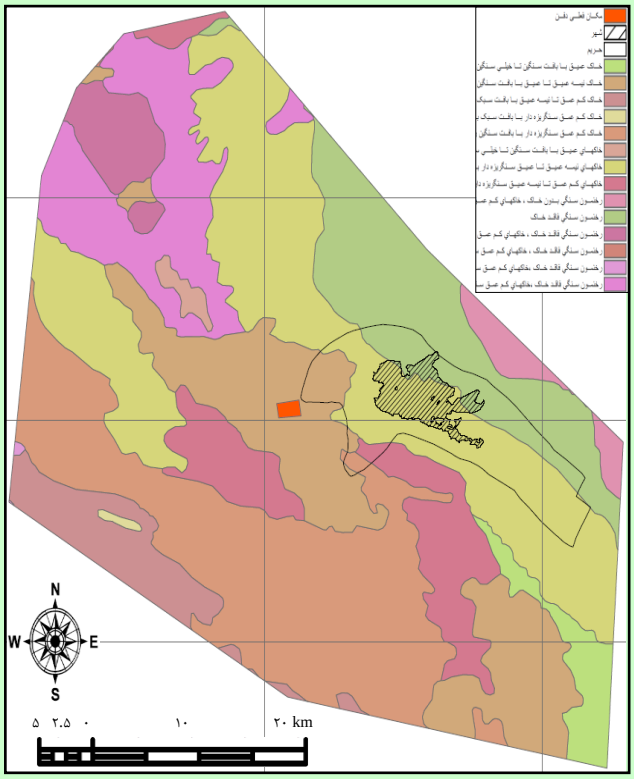


شکل ۵: گیاهان طبیعی و استفاده عمده از اراضی موجود منطقه

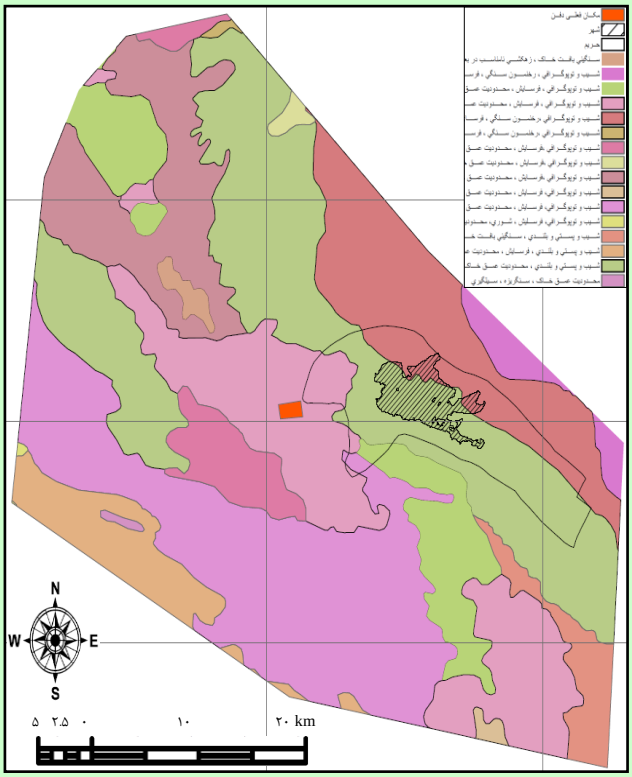


شکل ٦: مشخصات واحدهای اراضی منطقه

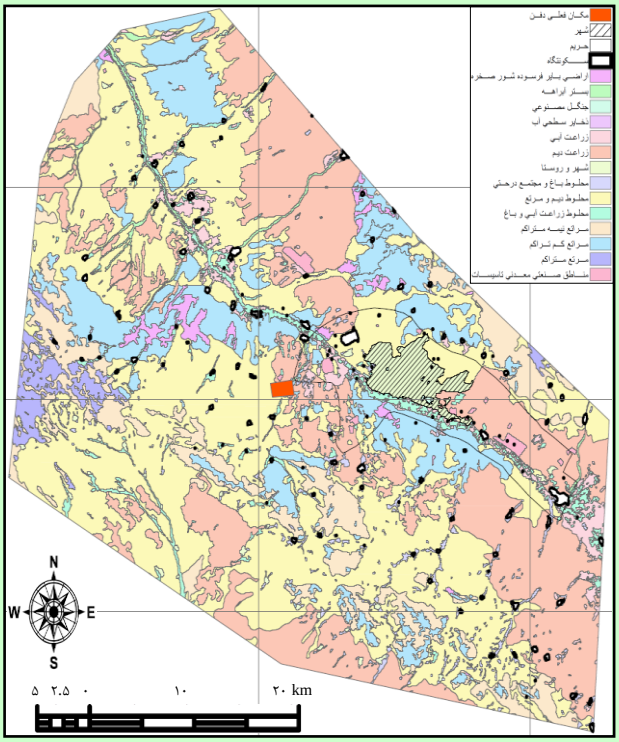
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



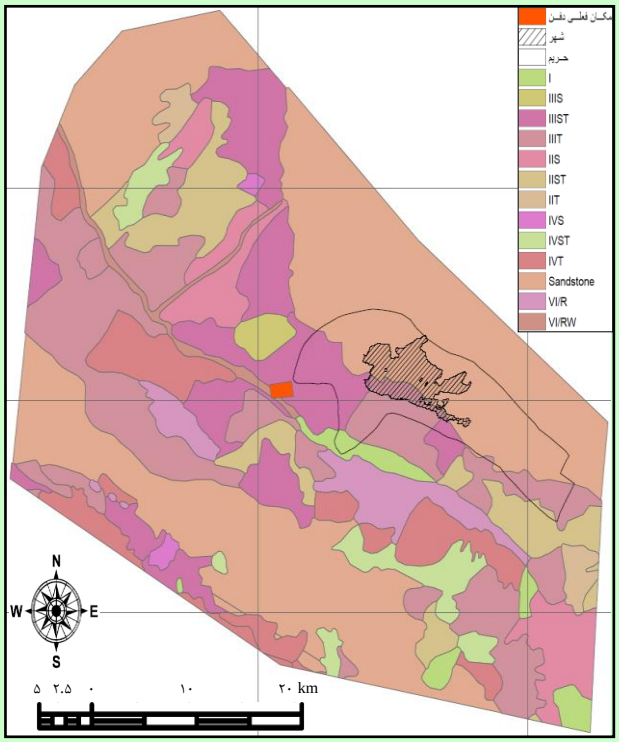
شکل ۷: مشخصات خاک‌های منطقه و طبقه‌بندی آنها



شکل ۸: محدودیت‌های اساسی اراضی منطقه مورد مطالعه

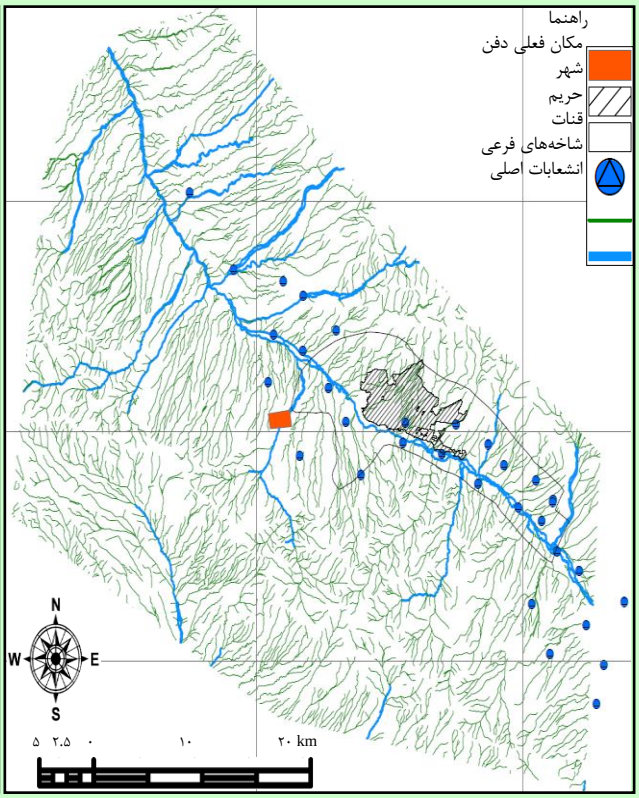


شکل ۹: سکونتگاه‌های و مراکز جمعیتی منطقه

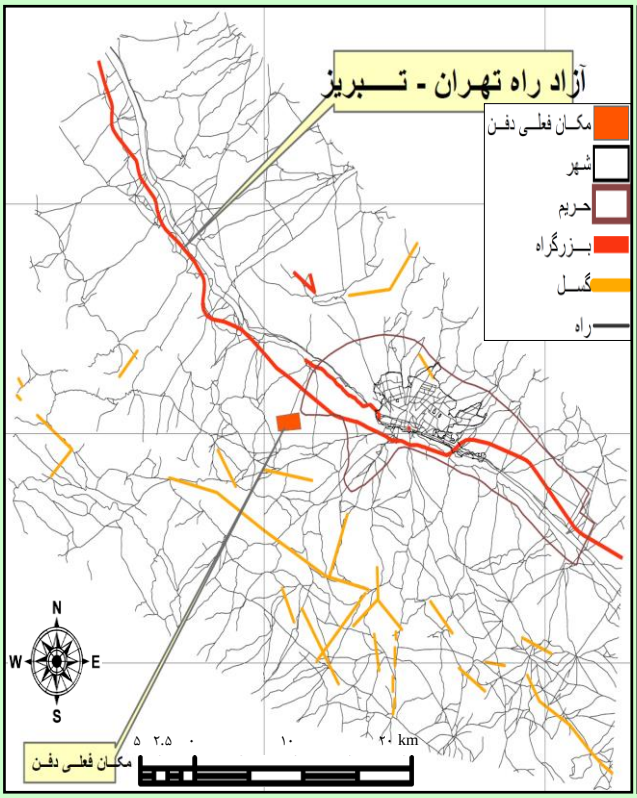


شکل ۱۰: محدودیت زراعی اراضی منطقه و حوضه آبگیر شهر

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۱۱: هیدرولوژی آب‌های سطحی، و زیرزمینی منطقه



شکل ۱۲: راه‌های ارتباطی و گسل‌های منطقه مورد مطالعه

۲- استاندارد نمودن نقشه‌های معیار با استفاده از منطق فازی

همان گونه که پیش‌تر تصریح گردید، برای ورود به عملیات مکان‌یابی و قبل از ادغام نقشه‌ها، لازم است تمامی لایه‌های مورد استفاده از اعداد و مقادیر معیار ارائه شده استاندارد گردند. این موضوع بدان معنی است که کلیه لایه‌های مورد استفاده به مقیاسی تبدیل گردند که با استفاده از قواعد تصمیم‌گیری قابلیت ادغام داشته باشند. برای این کار منطق فازی را می‌توان بکار گرفت. در روش منطق فازی هر نقطه از زمین‌های مورد نظر با گرفتن یک مقدار عضویت مشخص (با استفاده از مقادیر آستانه مختلف و توابع عضویت فازی) میزانی از مقبولیت را برای استفاده به منظور دفن پسماندهای جامد، مشخص می‌سازد. بدین معنا که مقدار عضویت بالاتر، مرغوبیت بیشتر و مقدار عضویت پایین‌تر، مرغوبیت پایین‌تر را نشان می‌دهد. البته لازم به ذکر است که برای نقشه‌های محدودیت روش منطق فازی اعمال نگردید. نقشه‌های محدودیت، زمین‌هایی را معرفی می‌کنند که از لحاظ قانونی و یا زیست محیطی به هیچ وجه قابلیت استفاده برای دفن را ندارند. از آنجایی که در مورد اول در کشور ما منعی در قوانین دیده نمی‌شود[۱۰]. فقط مورد دوم باقی می‌ماند.

۱۰- به طور کلی در زمینه‌ی پسماندهای جامد و دفن آن قوانین در کشور بسیار محدودند. به‌طوری‌که هیچ‌گونه دستورالعمل مدون و ابلاغ شده‌ای در هیچ یک از سازمان‌های مسوول برای مکان‌یابی محل دفن وجود ندارد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

۳- ایجاد نقشه‌های محدودیت

بر اساس معیارهای بررسی شده و همچنین جهت پایین‌آوردن حجم لایه‌های اضافی در میان لایه‌های برگزیده، چهار لایه را می‌توان به صورت نقشه محدودیت مشخص نمود. این لایه‌ها عبارتند از خطوط گسل، نواحی زلزله‌خیز، نواحی در معرض بادهای غالب (بادهای غالب در زنجان طبق آمار حاصل از ایستگاه هواشناسی زنجان عمدتاً از جنوب غرب، جنوب شرق و شرق می‌وزند) و نواحی سیل‌گیر.

بدین معنا که در محدوده مورد بررسی اراضی که در محیط چهار مورد فوق قرار می‌گیرند، بدون انجام بررسی‌های اضافی از نقشه‌ها حذف می‌گردند. این مرحله غربان نمودن اولیه نام دارد.

٤- استاندارد نمودن نقشه‌های فازی

در منطق فازی هیچ قطعیتی وجود ندارد که بتوان بر اساس آن یک ناحیه را کاملاً مناسب یا کاملاً نامناسب دانست. بدین معنا که هر ناحیه‌ای بسته به میزانی که معیار تحت بررسی را رعایت می‌نماید دارای مقدار عضویتی است که نمایانگر میزان مرغوبیت آن زمین است. یعنی هر منطقه یا پیکسل دارای مقدار عضویت بالاتر، مرغوب‌تر خواهد بود. مقیاس معمولی برای استفاده در منطق فازی مقیاسی بین صفر و یک است. لیکن از آنجایی که طیف رنگ‌ها در رایانه بیش از ۲۵٦ طیف نخواهد بود، می‌توان به جای مقیاس بین ۱-۰ از مقیاس ۲۵۵-۰ استفاده نمود، که در این مقیاس اعداد نزدیکتر به ۲۵۵ مرغوبیت بیشتر را نشان می‌دهد. این کار بر اساس معیارهای مکان‌یابی و انجام آزمون‌های لازم برای کلیه توابع موجود در نرم افزار ArcGIS امکان‌پذیر می‌باشد. در این قسمت هر یک از لایه‌ها جداگانه با توجه به موقعیت منطقه مورد مطالعه و معیارهای مکان‌یابی استاندارد شده و برای استفاده در مرحله بعد آماده گردیده است.

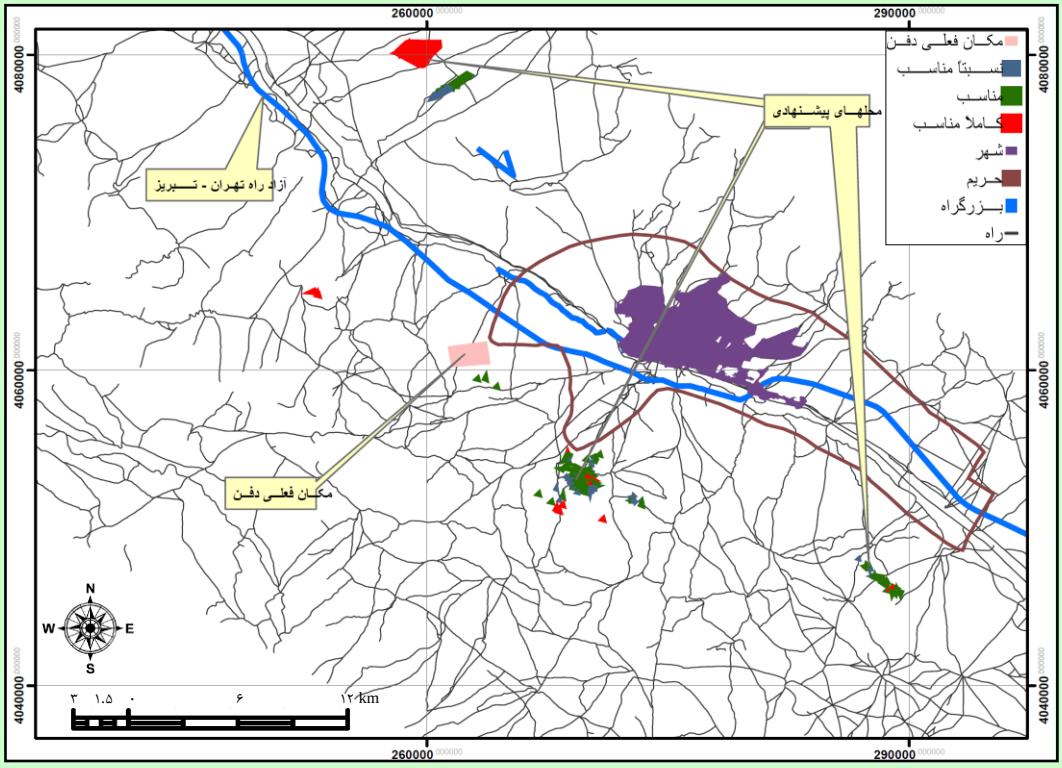
۵- تلفیق لایه‌ها، مقایسه گزینه‌های انتخابی مکان‌یابی و انتخاب گزینه برتر

پس از استاندارد نمودن نقشه‌ها (Reclassify) مرحله‌ی تلفیق لایه‌های مورد استفاده به منظور دسترسی به مکان مناسب دفن پسماندها آغاز می‌شود. نخست با استفاده از Weight Overlay نقشه‌های بدست آمده از مرحله‌ی قبلی، مجدداً وزن‌دهی شده و تمام نقشه‌ها به نقشه‌ی واحدی تبدیل می‌شوند که نشان دهنده محل‌های مکان‌یابی شده، می‌باشد. در این مرحله با فعال نمودن گزینه Edit در مدل Weight Overlay تأثیر هر یک از نقشه‌های بدست آمده بر اساس میزان تأثیر آن‌ها در مکان‌یابی تعیین می‌گردد. به طوری که مجموع وزن تأثیر لایه‌های مورد مطالعه باید عدد ۱۰۰ باشد و سرانجام نقشه نهایی تهیه می‌شود.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

در قسمت Layer نقشه‌ی حاصل از Weight Overlay با ارزش‌های ۱ تا ۹ که در وزن‌دهی استفاده شده، مشخص می‌شوند و نقشه بدست آمده از Overlay در سه کلاس کاملاً مطلوب، نسبتاً مطلوب و مطلوب طبقه‌بندی شده است. ارزش ۹ نشان دهنده‌ی بهترین ارزش بوده و برای دفن پسماندهای جامد دارای بهترین شرایط می‌باشد؛ لذا به عنوان کاملاً مطلوب تعیین می‌گردد. مزیت این مرحله حذف نقاطی است که دارای ارزش کاذب هستند. پس از اینکه به صورت لایه مشخص شدند با استفاده از ماژول Raster to Polygon به Vector تبدیل می‌شود. سرانجام لایه به صورت سه ارزش کاملاً مناسب، نسبتاً مناسب، مناسب نشان داده می‌شود. در تصمیم‌گیری به منظور انتخاب گزینه برتر از بین گزینه‌های انتخابی مکان‌یابی از روش غربال کردن منطقه‌ای و محلی استفاده شده است. و گزینه برتر واقع در ۳۵ کیلومتری شمال غربی زنجان در مسیر جاده خلخال به عنوان مرکز دفن بهداشتی پسماندهای جامد شهری زنجان انتخاب گردید (شکل ۱۳).

.



شکل ۱۳: نواحی سه‌گانه مکان‌یابی شده و موقعیت شهر زنجان نسبت به آن

بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر با در نظر گرفتن محدوده‌ای به شعاع ۴۰ کیلومتر در اطراف محدوده قانونی شهر زنجان از روش منطق فازی برای تعیین ارزش و وزن معیارهای مختلف برای مکان یابی محل دفن پسماندهای جامد که نیاز آتی شهر زنجان را حداقل در ۲۰ سال آینده پاسخ دهد، استفاده شد. لایه‌های مختلف اطلاعاتی با یکدیگر تلفیق شدند و

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مناطق مناسب و نامناسب برای دفن پسماندهای جامد مشخص شدند. نقشه نهایی پهنه‌های مختلف را از نظر قابلیت ایجاد مرکز دفن نشان می‌دهد. که به علت نزدیکی مناطق به یکدیگر امکان ادغام وجود دارد و بدین ترتیب زمینه‌ی تأسیسات و تجهیزات وابسته جهت بازیافت و کارخانه کمپوست را نیز فراهم می‌سازد. در نهایت، پس از ارزیابی‌های به عمل آمده و همپوشانی لایه‌های وزن دهی شده گزینه برتر واقع در ۳۵ کیلومتری شمال غربی زنجان در مسیر جاده خلخال به عنوان مرکز دفع بهداشتی پسماندهای جامد شهری زنجان انتخاب گردید. زیرا در این مکان برای دفن پسماندهای جامد، بسیاری از پارامترهای محیطی در وضعیتی کاملاً مناسب می‌باشد و امکان سرمایه‌گذاری کنونی و آتی در این قسمت وجود دارد. بر اساس شواهد موجود مکان‌هایی به عنوان نامناسب تعیین شده‌اند که به طور عمده بر روی دشت‌های حاصلخیز و با نفوذپذیری بالا هستند و مناطق خوب به طور عمده در تپه ماهورها که ضخامت خاک بیشتر بوده و از مراکز جمعیتی و نیز زمین‌های مناسب کشاورزی، مناطق حساس دور هستند، تعیین شده است. نتایج حاصل از تحلیل، مورد کنترل زمینی قرار گرفت و تا حدود زیادی رضایت‌بخش می‌باشد. به هر حال، هر روشی ضمن آن که دارای مزایایی می‌باشد، محدودیت‌هایی نیز دارد و برای مشخص شدن آن در تحقیقات بعدی نتایج این روش با سایر روش‌ها باید مقایسه شود. همچنین هر چه تعداد معیارها و شاخص‌ها کامل‌تر و دقیق‌تر انتخاب شود، نتایج بهتری به دنبال خواهد داشت که به طور حتم نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه دارد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

منابع

۱. پوراحمد، احمد؛ حبیبی، کیومرث؛ محمد زهرایی، سجاد و سعید نظری عدلی. (۱۳۸٦)، «استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS برای مکان‌یابی تجهیزات شهری (مطالعه‌ی موردی: محل دفن زباله‌ی شهر بابلسر)»، ***مجله‌ی محیط شناسی***، شماره ٤۲، صص ٤۲-۳۱.

۲. حسنوند، محمد صادق؛ نبی‌زاده، رامین و محسن حیدری. (۱۳۸۷)، «آنالیز پسماندهای جامد شهری در ایران»، ***مجله سلامت و محیط***، فصلنامه انجمن علمی بهداشت محیط ایران، شماره ۱، صص ۱۸-۹.

۳. حیدرزاده، نیما. (۱۳۸۰)، «***معیارهای مکانیابی محل دفن مواد زاید جامد*** شهری»، تهران، انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور.

٤. سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری زنجان. (۱۳۸۵)، «آمار و اطلاعات مربوط به میزان مواد زاید جامدی شهری زنجان و چگونگی دفع و دفن آن»، شهرداری زنجان.

۵. سعیدنیا احمد. (۱۳۸۲)، «کتاب سبز شهرداری»، جلد ۷، مواد زاید جامد شهری، تهران، انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور.

٦. عبدلی محمد علی. (۱۳۷۹)، «***مدیریت دفع و بازیافت مواد زاید جامد شهری در ایران***»، تهران، انتشارات سازمان شهردارهای کشور.

۷. عبدلی، محمد علی و حسین غیاثی‌نژاد. (۱۳۸۵)، «راهبردی در استخراج مقررات مربوط به حداقل‌های مورد نیاز در مورد پوشش کف محل‌های دفن مواد زاید جامد در کشور»، ***مجله محیط‌شناسی***، شماره ٤۰. صص ۱۸-۹.

۸. عبدلی، محمدعلی. (۱۳۷۲)، «***سیستم مدیریت مواد زاید جامد شهری و روش‌های کنترل آن***»، تهران، انتشارات سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران.

۹. فرجی سبکبار، حسنعلی؛ سلمانی، محمد؛ فریدونی، فاطمه؛ کریم‌زاده، حسین و حسن رحیمی. (۱۳۸۹)، «مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله روستایی با استفاده از مدل فرایند شبکه‌ای تحلیل (ANP)، مطالعه‌ی موردی نواحی روستایی شهرستان قوچان»، ***فصلنامه مدرس علوم انسانی***، شماره ۱، صص ۱٤۹-۱۲۷.

۱۰. مرکز آمار ایران. (۱۳۸۵)، «سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵ شهرستان زنجان».

۱۱. مهندسان مشاور آمایش. (۱۳۸۳)، «بازنگری طرح تفصیلی شهر زنجان»، زنجان، سازمان مسکن و شهرسازی استان زنجان.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

۱۲. Chang, N.B., Davila, E., (۲۰۰٦); "Siting and Routing Assessment for Solid Waste Management under Uncertainty Using the Grey Mini-Max Regret Criterion", ***Environmental Management***, ۳۸: ٦٥٤-٦٧٢.

۱۳. Fukumoto T., Funeichi, T., (۱۹۹۷); "Methodology for Planning Landfill Sites in Japan", ۹۷, ٦th International Congress of Municipal Solid Waste Manegment, USA.

۱٤. Guam Department of Public Works. (۲۰۰٥); "Preliminary Site Selection Report; Environmental Impact Statement for the Siting of a Municipal Solid Waste Landfill Facility", Guam.

۱٥. Langer, M., (۱۹۸۹); "Waste Disposal in the Federal Republic of Germany: Concepts, Criteria, Scientific Investigations", ***Bulletin of Engineering Geology and the Environment***, ۱: ٥۳-٥۸.

۱٦. Lin, H., Kao, J., Lee, K., Hwang, H., (۱۹۹٦); "Fuzzy GIS Assisted Land Fill Sitting Analysis Proceeding", International Conference on Solid Waste Technology and Management, china.

۱۷. Magrinho, A., Didelet, F., Semiao, V., (۲۰۰٦); "Municipal Solid Waste Disposal in Portugal", ***Waste Management***, ۲٦: ۱٤۷۷-۱٤۸۹.

۱۸. Mor, S., Ravindra, K., Dahiya, R.P., Chandra, A., (۲۰۰٦); "Leachate Characterization and Assessment of Groundwater Pollution Near Municipal Solid Waste Landfill Site. Environment Monitoring and Assessment, ۱۱۸: ٤۳٥-٤٥٦.

۱۹. Sener, B., (۲۰۰٦); "Landfill Site Selection by Using Geographic Information Systems", ***Environmental Geology***, ۳: ۳۷٦-۳۸۸.

۲۰. Siddiqui, M. Z., Everett, J. W., Vieux, B. E., (۱۹۹٦), "Landfill Sitting Using Geographical Information Systems: a Demonstration", ***Journal of Environmental Engineering***, ASCE ۱۲۲: ٥۱٥–٥۲۳.

۲۱. Vatalis, K., Manoliadis, O., (۲۰۰۲); "A Two-Level Multi Criteria DSS for Landfill Site Selection Using GIS: Case Study in Western Macedonia, Greece", ***Journal of Geographic Information and Decision Analysis***, ۱: ٤۹-٥٦.

۲۲. Yilmaz, A., Atmaca, E., (۲۰۰٦); "Environmental Geological Assessment of a Solid Waste Disposal Site: a Case Study in Sivas; Turkey", ***Environmental Geology***, ۳: ٦۱۹-٦۷۷.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]