

مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و

فرایند تحلیل سلسله مراتبی: مطالعه موردی شهر زرین دشت شیراز

علیرضا ایلدرومی، دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

حمید نوری، استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

رضا میرزایی*، استادیار پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

لیلا دیانت، کارشناس ارشد محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

E-mail*: rezamirzaei57@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۲۷ - پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۱۹

چکیده

امروزه دفن مواد زائد جامد با رعایت مسائل محیط زیستی از ضروریات طرح‌های توسعه شهری است. از طرف دیگر مکان‌یابی و یافتن مکان بهینه یکی از مهمترین جنبه‌های مدیریت مواد زائد است. در این میان دانش ژئومورفولوژی با توجه به ماهیت خود در رابطه با بررسی تحول عوارض سطح زمین می‌تواند نقش مهمی در مکان‌یابی محل مناسب دفن زباله داشته باشد. در این پژوهش سعی شده تا با بررسی معیارهای ژئومورفیک و سایر عوامل تاثیرگذار مانند محیط‌زیستی، اقتصادی، اجتماعی منطقه و با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مکان یابی بهینه برای دفن زباله شهر زرین دشت شیراز انجام داد. در این پژوهش ابتدا معیارهای مهم (شیب، شبکه‌ی راه‌ها، شبکه‌ی هیدروگرافی، ژئومورفولوژی، زمین شناسی، نقشه‌ی خاک) در مکان‌یابی دفن زباله بر اساس ویژگی‌های منطقه شناسایی و پس از وزن‌دهی در AHP به‌عنوان ورودی به پایگاه داده‌های مکانی GIS انتقال داده شدند. در نهایت چهار منطقه مناسب، در ارتباط با هدف تحقیق تعیین و اولویت‌بندی گردیدند. با مقایسه و ارزیابی بر اساس وزن‌دهی پارامترها، چهار مکان دفن بهداشتی مشخص و ارزیابی شدند. بررسی‌های میدانی و تحلیل نقشه‌های GIS نشان داد که مکان شماره یک به دلایل ژئومورفیکی در مقایسه با دیگر مکان‌ها مناسب‌تر است.

واژه‌های کلیدی: پسماند، مکان‌یابی، تحلیل سلسله مراتبی، ژئومورفولوژی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، زرین دشت شیراز.

۱- مقدمه

زیستی را به دنبال داشته است (عبدلی، ۱۳۷۹). بنابراین با گذشت زمان و توسعه‌یافتگی بیشتر جوامع، نیاز به مدیریت هرچه بیشتر پسماند امری ضروری است (Komilis et al., 1999). یکی از روش‌های متداول و کاربردی جهت دفع مواد زائد، روش دفن بهداشتی است. دفن بهداشتی عبارت است از روشی که در آن زباله در

رشد بی‌رویه جمعیت، توسعه شهرنشینی، ظهور فناوری‌های جدید و تغییرات حاصل شده در عادات، الگوی مصرف و محدودیت در استفاده از منابع طبیعی علاوه بر به‌وجود آوردن انواع مشکلات پیچیده در کیفیت زندگی انسان، موجب بروز انواع ناسازگاری‌های اجتماعی، اقتصادی و در نهایت نابسامانی‌های محیط

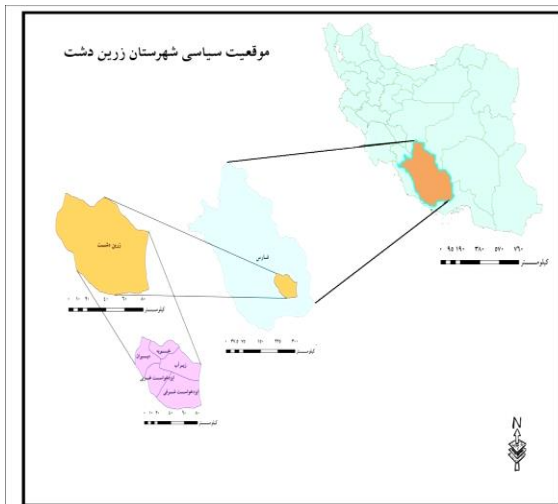
لازم جهت احداث سایت دفن زباله‌های خطرناک شناسایی شد که می‌بایست با در نظر گرفتن معیارهای مناسب هر کدام از نواحی، بازدید صحرایی و ارزیابی محیط‌زیستی مناسب‌ترین مکان را جهت دفن پسماند خطرناک از بین مکان‌های منتخب انتخاب نمود (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۰). نیکنامی و حافظی مقدس (۱۳۸۹) طی تحقیقی به مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری در شهر گلپایگان با بررسی عواملی از قبیل مناطق حفاظت شده، زمین‌شناسی، توپوگرافی، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، نفوذپذیری، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، راه‌ها و مناطق مسکونی پرداخته‌اند. بر اساس نتایج این تحقیق پنج منطقه مناسب جهت احداث لندفیل مشخص شد.

Yang و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهشی به بررسی پنج محل دفن مواد زائد جامد که به‌طور تصادفی در استان جیانگسو با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و فناوری سنجش از دور پرداختند. آنالیز مکانی موقعیت محل‌های دفن با توجه به فاصله آنها از منابع آب، زیر ساخت‌های حساس و شرایط زیست محیطی بر طبق مقررات موجود برای چهار محل از پنج محل دفن نامناسب ارزیابی شد. در نهایت نتایج به‌دست آمده ضرورت ارزشیابی جدی موقعیت مکانی محل‌های دفن مواد زائد جامد با توجه به معیارهای محیط‌زیستی و بهداشت عمومی را نمایان ساخت. Sumathi و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی با استفاده از آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره و آنالیز همپوشانی به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی به انتخاب یک محل دفن مواد زائد جامد جدید پرداختند. سیستم پیشنهادی در این پژوهش می‌تواند با اطلاعات جدید در مورد مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد تطبیق داده شده و به روز رسانی شود. فاکتورهای مختلفی در فرآیند مکان‌یابی مورد توجه قرار گرفتند که عبارت بودند از زمین‌شناسی، منابع آب،

لایه‌های مناسب روی زمین پخش شده و سپس به خوبی فشرده می‌گردد. عمق لایه‌های فشرده نباید از دو و نیم متر تجاوز کند ضمن اینکه لایه‌های فشرده شده با خاک به ضخامت ۱۵ سانتی‌متر و به‌طور روزانه پوشانده می‌شود. پوشش روزانه لایه‌ها از مزاحمت ناشی از پراکندگی مواد، تکثیر ناقلین و حشرات، ایجاد بو و آتش‌سوزی جلوگیری می‌کند. پس از تکمیل لایه‌ها، سلول‌های دفن به ضخامت ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متر با خاک فشرده شده پوشانده می‌شوند. در انتخاب محل دفن می‌بایست الزامات و قوانین دولتی رعایت شده و انتخاب باید با کمترین آثار منفی اجتماعی، بهداشتی، اقتصادی و محیط‌زیستی همراه باشد (Siddiqui et al., 1996). عملیات تعیین نهایی محل مناسب جهت دفن پسماند در دو مرحله مکان‌یابی صحیح محل دفن پسماند و تعیین محدوده و مساحت مورد نیاز انجام می‌گیرد. چیت سازان و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از قابلیت‌های ابزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به تعیین مکان مناسب جهت دفن پسماند شهر رامهرمز پرداخته‌اند. در این مطالعه معیارها و ضوابط انتخاب مکان‌های مناسب برای دفن بهداشتی پسماندها مانند خصوصیات زمین‌شناسی، راه‌های دسترسی، نقشه شیب، گسل‌ها، نقشه کاربری اراضی، فاصله از مراکز شهری و روستایی، نقشه خاک منطقه، نقشه شبکه هیدروگرافی و آب‌های زیر زمینی شناسایی گردیدند.

اسکندری (۱۳۹۰) با استفاده از تحلیل چند متغیره و GIS به مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک در شهر انارک واقع در استان اصفهان پرداخته است. در نهایت پس از تلفیق و وزن‌دهی ۹ لایه اطلاعاتی به روش AHP و با کمک نرم افزار GIS نقشه نهایی جهت دفن زباله‌های خطرناک در چهار دسته بسیار مناسب، مناسب، متوسط و نامناسب تهیه گردید. مناطق نامناسب تا مناسب حذف و در نهایت ۹ منطقه بسیار مناسب با در نظر گرفتن مساحت

متوالی با روند شمال غرب- جنوب شرق و دشت‌های وسیع می‌باشد (شکل ۱). متوسط بارندگی سالانه بر اساس آمار سی ساله ۲۳۲/۴ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت نیز ۲۲/۷ می‌باشد. بیشترین نزولات جوی در ماه‌های دی و بهمن نازل می‌شود. وجود پنج گنبد نمکی محدودیت‌های فراوانی در منطقه ایجاد نموده است. شهرستان زرین دشت نیز دارای آب و هوای گرم و خشک می‌باشد. جهت باد غالب، جهت شمال و شمال غربی که تقریباً ۱۰ درصد از کل باد وزیده شده با سرعت ۵/۵۶ تا ۱۱/۱۲ کیلومتر در ساعت و تقریباً ۶ درصد از کل بادها با سرعت بیشتر از ۱۲ کیلومتر در ساعت متعلق به جهت شمال و شمال غربی است (شایان، ۱۳۹۲).



شکل ۱. موقعیت سیاسی استان فارس (اداره منابع طبیعی شهرستان زرین‌دشت)

کاربری زمین، مناطق حساس، کیفیت هوا و کیفیت آب زیر زمینی. نتایج نشان داد استفاده از این سیستم در مکان‌های مختلف مؤثر بودن عوامل را در فرآیند مکان‌یابی دفن مواد زائد مشخص می‌سازد (Sumathi et al., 2007). Cao و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهشی یک روش تصمیم‌گیری چند منظوره وزنی نامساوی را برای انتخاب محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد به‌کار بردند. فاکتورهای بررسی شده در این تحقیق شامل اندازه و ظرفیت محل دفن، نفوذپذیری، متوسط اختلاف ارتفاع بین سطح آب زیرزمینی و کف گودال محل دفن، اثر مهندسی و طراحی محل دفن بر مناطق مسکونی اطراف، فاصله تا منابع و ذخایر آب بودند. با ترکیب این معیارها، اهداف و وزن معیارها مشخص شدند. در این پژوهش نشان داده شد که روش مورد نظر، یک راه‌کار مفید، مستدل و علمی برای انتخاب محل دفن مواد زائد جامد بوده و قابلیت اجرای گسترده در مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد دارا می‌باشد. هدف از انجام پژوهش حاضر اولویت‌بندی مکان‌های مناسب و نیز شناسایی و معرفی بهترین مکان برای دفن بهداشتی و پایدار زباله‌های شهر زرین دشت با استفاده از روش AHP و بهره‌گیری از فاکتورهای ژئومورفیک، محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی می‌باشد.

۲- روش‌ها

۲-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه

شهرستان زرین دشت از شمال و شرق به شهرستان داراب، از شمال غرب به شهرستان فسا، از غرب به شهرستان جهرم و از جنوب به شهرستان لار محدود می‌باشد. در جنوب شرقی استان فارس با وسعت ۵۰۶۷/۴ کیلومتر مربع واقع و ۴ درصد از مساحت استان فارس را به خود اختصاص داده است. شهرستان زرین دشت در پهنه‌چین خورده زاگرس واقع شده و دارای چین‌های

۲-۲- روش پژوهش

در ابتدا پس از ثبت موقعیت منطقه، اطلاعات مورد نیاز مکانی و توصیفی شامل تهیه نقشه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، تبدیل نقشه‌ها و فراخوانی در محیط GIS جمع‌آوری و ورود داده‌های توصیفی شامل اطلاعات نقشه‌های مورد نیاز و اتصال داده‌های توصیفی و ژئومورفیک جهت تهیه لایه‌هایی مثل، سکونت‌گاه‌ها، راه‌ها، شهر، چاه‌های آب،

گردید. سطرها نشان دهنده ارجحیت نسبی بر ستون‌ها هستند و قطرها دارای ارزش برابر یا عدد ۱ می‌باشد. هنگامی که ارجحیت معیار اول بر معیار دوم مشخص گردید ارجحیت معیار دوم بر معیار اول معکوس خواهد شد. در روش مقایسه زوجی برای به دست آوردن وزن نهایی معیارها می‌توان از روش‌های مختلفی همچون نرمالیزه کردن، حداقل مربعات معمولی، حداقل مربعات لگاریتمی، بردار ویژه و روش‌های تقریبی استفاده نمود. بر اساس محاسبه‌های انجام گرفته، نرخ ناسازگاری تمام ماتریس‌ها کمتر از ۰/۱ بوده و بنابراین ماتریس‌ها سازگار می‌باشند. وزن برداری ردیفی از روش میانگین هندسی عددی به دست آمد بدین ترتیب مثلاً وزن معیار "جاده خاکی" برابر خواهد بود با:

$$\text{Eigenvector} = \sqrt[n]{A1.A2.A3.A4}$$

برای محاسبه وزن معیارها از نرم‌افزار Expert choice که از نرم‌افزارهای کاربردی سیستم AHP می‌باشد، استفاده شد. وزن همه معیارها و زیرمعیارها از روش ذکر شده محاسبه گردید. یک شاخص شایستگی محل دفن پسماند یا مناسب بودن هر سلول برای این هدف با استفاده از میزان توافق وزن‌های ارجحیت نسبی معیارها (RIWs) در هر سطح ساختار سلسله مراتبی تعیین گردید. برای محاسبه وزن نهایی هر معیار، وزن‌های ارجحیت نسبی نرمال شدند. نرمالسازی داده‌ها، فاکتورها را در یک مقیاس متداول بین ۰ و ۱ فراهم می‌نماید. برای نرمالسازی داده از روش‌های مختلفی می‌توان استفاده کرد. در این تحقیق وزن ارجحیت نسبی هر معیار بر مجموع وزن‌های همان ستون استفاده شده است. در ادامه شاخص مناسب برای همه سلول‌های رستری به صورت همزمان با استفاده از عملیات جبری نقشه‌ها در محیط GIS مشخص شدند. این شاخص برگرفته از روش جمع وزنی در ماتریس توماس ال ساعتی بوده، ولی در محیط GIS بر

آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی، کاربری اراضی، جهت باد غالب، گسل، نوع سازند زمین‌شناسی، جنس خاک و شیب انجام شد. در فرآیند تحلیل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری (AHP) هدف اصلی انتخاب مکان مناسب برای دفن پسماند می‌باشد. تعدادی از معیارهای تصمیم‌گیری در انتخاب مکان مناسب برای احداث محل دفن پسماند شامل عوامل انسانی، هیدرولوژی، عوامل محیط‌زیستی، ژئولوژی و ژئومورفولوژی می‌باشند. معیارهای بالا به‌عنوان معیارهای سطح اول سطوح بررسی بوده که هر کدام دارای زیرمعیارهایی می‌باشند. در این پژوهش معیارها به صورت سلسله مراتبی و یا خوشه‌ای طبقه‌بندی شدند. هدف اصلی در بالاترین سطح و معیارهای بعدی در سطوح دوم و سوم قرار گرفتند و مقادیر وزنی آخرین سطح معیارها به‌عنوان ارزش سلول‌های لایه‌های اطلاعاتی در GIS وارد شدند. سپس وزن معیارها تعیین و با مقایسه دو دویی و تعیین ارجحیت معیارها به همدیگر نسبت به یک سطح بالاتر تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی عوامل ژئومورفیک انجام شده است.

جدول ۱. جدول یا ماتریس میزان ارجحیت نسبی معیارها در مقایسه زوجی (Saaty, 1980)

درجه ارجحیت	اهمیت نسبی یک معیار نسبت به معیار دیگر در مقایسه زوجی
۱	اهمیت برابر دو معیار
۳	ارجحیت متوسط
۵	ارجحیت قوی
۷	ارجحیت بسیار قوی
۹	ارجحیت بسیار شدید
۲، ۴، ۶، ۸	ارجحیت‌های میانی اعداد فرد

در تحقیق حاضر برای محاسبه وزن معیارها با استفاده از جداول مقایسه زوجی معیارها و تعیین ارجحیت نسبی عوامل نسبت به یگدیگر و نرمال کردن آنها استفاده

Analyse)، نقشه‌ها با دقت 1×1 m به نقشه‌های رستری یا شبکه‌ای تبدیل می‌گردند. دلیل انتخاب این ابعاد به واسطه سهولت در تحلیل‌های فراوانی مساحت است که هر پیکسل یا سلول شبکه ۱ متر مربع را نشان می‌دهد. سپس برای هر لایه، وزن مربوطه با استفاده از فرمول شاخص شایستگی تا سطح دوم محاسبه می‌گردند و به لایه تخصیص داده می‌شوند. حاصل عملیات انجام شده لایه‌هایی است که هر سلول آن یک وزن جهت شایستگی انتخاب محل دفن پسماند را داراست و حاصل جمع تمام این لایه‌ها مجموع وزن‌های شایستگی برای انتخاب محل دفن پسماند را نشان می‌دهد و هرچه قدر این عدد بزرگتر باشد آن مکان برای دفن مواد زائد مناسب‌تر است. برای برنامه‌ریزی صحیح جهت مدیریت پسماند این شهر ضروری است که جمعیت آن حداقل برای ۲۰ سال آینده پیش‌بینی شود تا مکان پیشنهادی، گنجایش جمعیت افزوده‌شده تا ۲۰ سال آینده را داشته باشد. برای پیش‌بینی جمعیت می‌توان از اطلاعات آماری کشور یا منطقه استفاده کرد و اگر این اطلاعات موجود نباشد می‌توان از روش‌های پیش‌بینی ریاضی یا ترسیمی براساس اطلاعات جمعیتی گذشته استفاده نمود. بنابراین با در نظر گرفتن نرخ رشد جمعیت شهر زرین‌دشت و با توجه به توضیحات ارائه شده، برای برآورد جمعیت آینده شهر زرین‌دشت، خواهیم داشت:

$$Pt = po (1 + r)^t$$

Pt = جمعیت سال مورد نظر

Po = جمعیت سال اول

r = درصد نرخ رشد جمعیت

t = تعداد سال‌های سپری شده از سال مبدا

در محاسبه پیش‌بینی جمعیت شهر زرین‌دشت با توجه به نرخ رشد جمعیت منطقه طی سال‌های (۱۳۸۵-۱۳۹۰) که ۱/۳ درصد می‌باشد، پیش‌بینی جمعیت برای سال ۱۴۱۳ منطقه انجام شد.

$$p1413 = p90(1 + r)^{23}$$

علوم و مهندسی محیط زیست- سال دوم- شماره ۴- پاییز ۱۳۹۴

ماتریس توماس ال ساعتی بوده، ولی در محیط GIS بر لایه‌ها اعمال می‌شود و از طریق زیر محاسبه می‌گردد:
این شاخص به وسیله حاصلضرب وزن نسبی معیارهای (RIWs) ارزش سلول‌ها (پایین ترین سطح ساختار) در وزن نسبی معیارهای RIWs سطح بالاتر معیار قبلی در ساختار سلسله مراتبی محاسبه می‌شود و به عبارتی جمع ارزش‌های همه عناصر یک گروه، ضرب در مجموع به دست آمده آنها در مرحله قبل، در وزن فاکتورهای سطوح بالاتر RIWs و این کار تا رسیدن به سطح ۲ ساختار ادامه می‌یابد.

به عنوان مثال معادله مربوطه برای ساختار ۴ سطحی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

SI: شاخص شایستگی وزنی

$$SI = \sum_i^{N_2} \left[RIW_i^2 * \sum_j^{N_{3i}} (RIW_{ij}^3) . RIW_{ijk}^4 \right]$$

N_2 : تعداد معیارهای سطح دوم؛

N_{3i} : تعداد زیرمعیارهای سطح سوم که بصورت مستقیم در ارتباط با معیار i ام سطح دوم می‌باشند؛

RIW_i^2 : وزن نسبی معیار i ام سطح ۲؛

RIW_{ij}^3 : وزن نسبی زیرمعیارهای j سطح ۳ از معیار i ام سطح دوم.

در ادامه وزن‌دهی لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS بر طبق شاخص‌های وزنی انتخاب شده حاصل از AHP برای معیارها (ترکیب AHP و GIS برای حصول AHP فضایی) انجام می‌گیرد. این مرحله که بخشی از مرحله قبل محسوب می‌گردد، نحوه به‌کارگیری AHP و GIS را با یکدیگر نشان می‌دهد. در این مرحله وزن‌های مستخرج از AHP به لایه‌های اطلاعاتی تخصیص داده می‌شود. برای محاسبه‌های کمی، نقشه‌های مورد استفاده باید از حالت برداری به حالت رستری تبدیل شوند. برای این کار در محیط نرم افزار ArcView و با استفاده از Extention های الحاقی این نرم افزار به نام (Spatial

حالت غیر متراکم ۳۲۰ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد. همچنین بیشینه چگالی پسماندهای دفن شده در مدفن‌های بهداشتی در حالت ایده‌آل حدود ۹۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب (Pichtel, 2005) می‌باشد (در مدفن‌های بهداشتی، پسماندها به صورت متراکم دفن می‌شوند). بنابراین چگالی پسماندها در حالت متراکم در زمین‌دشت تقریباً برابر حالت ایده‌آل و حدود ۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب در نظر گرفته شد. میزان پسماند تولیدی در این شهر برای ۲۰ سال به قرار زیر خواهد بود:

$$18000 \text{ (kg)} \times 365 \text{ (day)} \times 20 \text{ (year)} = 131400000 \text{ (kg / 20 year)}$$

$$131400000 \text{ (kg)} / 800 \text{ (kg / m}^3\text{)} = 164250 \text{ m}^3$$

حجم پسماند تولیدی در عرض ۲۰ سال در حالت متراکم، در صورتی که عمق محل دفن ۴ متر در نظر گرفته شود، ابعاد حدودی مدفن به صورت زیر خواهد بود:

$$164250 \text{ (m}^3\text{)} / 4 \text{ (m)} = 41062 \text{ m}^2 \approx 4.1 \text{ (h)} \approx 200 \text{ (m)} \times 200 \text{ (m)}$$

۳-۳- برآورد میزان شیرابه تولیدی از پسماندهای

شهری زمین‌دشت

برای محاسبه شیرابه تولیدی در محل دفن، با توجه به چگالی و حجم و وزن پسماندها و همچنین روابط ریاضی موجود محاسبات زیر انجام گرفته است. با توجه به مطالعات موجود در شهرداری زمین‌دشت، درصد رطوبت پسماندهای فسادپذیر برابر ۵۲/۳٪ در نظر گرفته شده است و همچنین با در نظر قرار دادن این مطلب که ۶۸/۲٪ پسماندها را مواد فسادپذیر تشکیل می‌دهد و با توجه به تولید میانگین روزانه ۱۸ تن پسماند در این شهر، میزان رطوبت به قرار زیر خواهد بود:

$$p1413 = 20509 \quad (1 + \%1.3)^{23}$$

$$p1413 = 27603$$

طبق محاسبات فوق جمعیت زرین دشت در سال ۱۴۱۳ برابر با ۲۷۶۰۳ نفر خواهد شد.

۳- نتایج

۳-۱- سرانه تولید پسماند در شهر زرین دشت

در حال حاضر، میزان پسماند تولید در شهر زرین دشت به طور متوسط روزانه ۱۸۰۰۰ کیلوگرم می‌باشد. حداقل فضای مورد نیاز جهت دفن بهداشتی پسماندها، دارا بودن ظرفیت دفن تا ۱۰ سال آینده است، ولی محل دفن مطلوب باید تا ۲۰ سال ظرفیت داشته باشد. با توجه به اینکه جمعیت شهر زرین دشت ۲۱۳۱۹ نفر است، سرانه تولید پسماند در این شهر حدود ۸۴۰ گرم در روز برآورد می‌شود. با در نظر گرفتن ضریب رشد ۱/۲ درصدی تولید پسماند (آمار موجود در شهرداری زرین دشت) سرانه پسماند تولیدی شهر زرین دشت در سال ۱۴۱۳ حدود ۹۳۵ گرم در روز خواهد بود. یکی از مراحل اولیه شناخت منطقه مطالعاتی، بررسی ترکیب فیزیکی پسماندهای شهر زرین دشت بود که نتایج آن در جدول ۲ به نمایش درآمده است.

۳-۲- برآورد ظرفیت مورد نیاز محل دفن

با توجه به اینکه میانگین تولید پسماند در شهر زرین دشت ۱۸ تن در روز است، حجم مورد نیاز محل دفن که تا ۲۰ سال ظرفیت داشته باشد را می‌توان به روش زیر به دست آورد. چگالی پسماند تولیدی در این شهر در

جدول ۲. برآورد ترکیب فیزیکی پسماندها در شهر زرین دشت و استخراج درصد پسماند خشک و تر

درصد مواد فسادپذیر	درصد کاغذ و مقوا	درصد پلاستیک لاستیک	درصد منسوجات	درصد فلزات	درصد شیشه	درصد چوب	متوسط چگالی (kg/m ³)
۶۸/۰۲	۱۲/۶۸	۸/۳۰	۳/۵۰	۱/۳۰	۲/۸۴	۰/۱۶	۳۲۰

زیرین دشت = حجم پسماند تولید شده به صورت مترام در روز \times متوسط حجم آب قابل نگهداری در حالت مترام = $22/5 \times 0/3 = 6/75 \text{ m}^3/\text{day}$

با توجه به اینکه حجم آب درون پسماند شهر زیرین دشت برابر ۶ متر مکعب در روز و کمتر از حجم آب قابل نگهداری در حالت مترام (۶/۷۵ متر مکعب در روز) است، هیچ‌گونه شیرابه اضافی در پسماندهای این شهر در حالت مترام نیز تولید نمی‌شود. بنابراین تاثیر عامل میزان شیرابه اضافی تولیدی در فرایند مکان‌یابی از میان می‌رود. با توجه به اینکه علاوه بر زمین مورد نیاز برای دفن، مقداری فضا نیز جهت زیرساخت و تسهیلات لازم است، بنابراین مساحت کل زمین مورد نیاز طبق نظر کارشناسان مربوطه به شرح زیر خواهد بود:

- محل دفن پسماند به مساحت تقریبی ۴ هکتار؛
- فضای اداری و پشتیبانی و نظارت به مساحت تقریبی ۱۰۰۰ متر مربع؛
- فضای سبز حاشیه منطقه دفن به مساحت تقریبی ۲۰۰۰ متر؛
- بنابراین برای دفن پسماندهای ۲۰ سال آینده شهر زیرین-دشت، زمینی به مساحت تقریبی ۴/۵ هکتار مورد نیاز است.

۳-۴- ماتریس‌های وزن‌دهی در مدل AHP

در این پژوهش بر اساس اعمال نظر کارشناسان مربوطه، ماتریس‌ها به صورت زیر برای عوامل در سطوح مختلف مشخص شد. تعیین مقادیر در ماتریس‌ها بر اساس جدول توماس ال ساعتی و ارزشی که هر عامل در مکان‌یابی دارد و بنا به نظرات نرمال شده آرای گردآوری شده از کارشناسان زیربیط تهیه گردیده است. پس از وارد کردن این ماتریس در نرم افزار Expert Choice، وزن‌ها تعیین شدند. ماتریس‌های مربوط به سطوح مختلف در جدول‌های ۳ و ۴ ارائه گردیده است.

میزان رطوبت خارج شده از پسماندهای شهر زیرین دشت در هر روز = درصد مواد فسادپذیر موجود در زباله \times درصد میزان رطوبت مواد فسادپذیر \times میزان زباله تولیدی در روز (kg)

$18000 \times 0/5230 \times 0/6802 = 6364 \text{ k/day} \approx 6 \text{ m}^3/\text{day}$
حجم پسماند تولید شده به صورت غیرمترام برابر خواهد بود با:

$320 = 56/25 \text{ m}^3/\text{day}$ (چگالی پسماند در حالت غیر مترام) / $18000 =$ حجم پسماند تولید شده به صورت غیرمترام

همچنین طبق بررسی‌های به عمل آمده مشخص شد که میزان متوسط آب قابل نگهداری در پسماندها در حالت غیر مترام بین ۵۰ تا ۶۰ درصد (Pitchel, 2005) و در حالت مترام نیز بین ۲۴ تا ۳۵ درصد می باشد (Vaidya, 2002). این اعداد نشان می‌دهند که پسماند در حالت غیر مترام بین ۰/۵ تا ۰/۶ و در حالت مترام بین ۰/۲۴ تا ۰/۳۵ حجم آب را در خود نگه می‌دارد. بنابراین در حالت غیر مترام برای محاسبه حجم آب قابل نگهداری در پسماند زیرین دشت می‌توان نوشت:

حجم آب قابل نگهداری در پسماندهای غیر مترام شهر زیرین دشت = $0/55$ (متوسط حجم آب قابل نگهداری در حالت غیر مترام) $\times 30/937 = 56/25 \text{ M}^3/\text{day}$

با توجه به اینکه حجم آب درون پسماند شهر زیرین دشت برابر ۶ مترمکعب در روز است و کمتر از حجم آب قابل نگهداری (۳۰ مترمکعب در روز) است، بدیهی است که هیچ‌گونه شیرابه اضافه‌ای در پسماندهای این شهر در حالت غیر مترام تولید نمی‌شود. همچنین در حالت مترام:

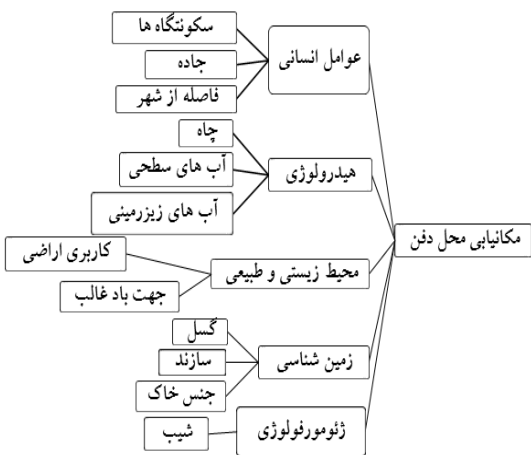
حجم پسماند تولید شده به صورت مترام = چگالی پسماند در حالت مترام (m^3/kg) / میزان پسماند تولید شده $(\text{kg/day}) = 18000/800 = 22/5 \text{ m}^3/\text{day}$
حجم آب قابل نگهداری در پسماندهای مترام شهر

۳-۵- وزن‌دهی زیرمعیارها

با مشخص شدن معیارهای اصلی، لایه‌های مرتبط با آن‌ها تهیه و وزن‌دهی و نقشه‌های خروجی تهیه گردید. ابتدا باید برای تک‌تک لایه‌ها با استفاده از **Spatial Analysis** یک **Distance** تهیه نمود. قبل از اعمال تابع **Distance** برای منطقه مورد مطالعه باید یک ماسک تعریف کرد. قبل از اعمال تابع **Distance** برای منطقه مورد مطالعه باید یک ماسک تعریف کرد. در مورد لایه‌هایی مثل شیب و کاربری اراضی نیاز به تهیه **Distance** نیست و به ترتیب بر اساس شیب‌های مورد نظر و نوع کاربری طبقه‌بندی و وزن‌دهی می‌شوند.

جدول ۵. وزن‌های معیارهای سطح اول مکان‌یابی محل دفن، تعیین شده توسط نرم‌افزار **Expert choice**

عوامل انسانی	هیدرولوژی	محیط زیستی و طبیعی	زمین شناسی	ژئومورفولوژی
۰/۵۱۳	۰/۲۶۱	۰/۱۲۹	۰/۰۶۳	۰/۰۳۳



شکل ۲. ساختار سلسله مراتبی معیارها و زیرمعیارهای مکان‌یابی

محل دفن پسماند

جدول ۶. وزن‌های معیارهای سطح دوم مکان‌یابی محل دفن، تعیین شده توسط نرم‌افزار **Expert choice**

چاه	شهر	سکونت‌گاه	کاربری اراضی	آب‌های سطحی	شیب	زمین شناسی	گسل	خاک	راه
۰/۲۳۶	۰/۲۳۶	۰/۱۴۲	۰/۱۲۴	۰/۰۸۶	۰/۰۵۷	۰/۰۴۸	۰/۰۳۱	۰/۰۲۶	۰/۰۱۴

جدول ۳. ماتریس معیارهای مکان‌یابی محل دفن پسماند

(سطح اول)

ژئومورفولوژی	زمین شناسی	زیست محیطی	هیدرولوژی	انسانی	شاخص
۹	۷	۵	۳	۱	انسانی
۷	۵	۳	۱		هیدرولوژی
۵	۳	۱			زیست محیطی
۳	۱				زمین شناسی
۱					ژئومورفولوژی

جدول ۴. ماتریس معیارهای مکان‌یابی محل دفن پسماند

(سطح دوم)

نمونه	آب	شهر	روستا	کاربری اراضی	رود	شیب	زمین شناسی	گسل	خاک	جاده
۷	۵	۵	۳	۳	۴	۴	۴	۵	۵	۱
۸	۶	۶	۴	۴	۴	۵	۶	۶	۶	۱
۶	۵	۵	۲	۲	۳	۴	۴	۵	۵	۱
۷	۵	۵	۱	۱	۳	۴	۴	۵	۵	۱
۶	۴	۴			۱	۳	۴	۴	۴	۱
۶	۴	۴				۱	۲	۳	۴	۱
۷	۳	۳					۱	۳	۳	۱
۵	۲	۱						۱	۲	۱
۴	۱								۱	۱
۱										۱

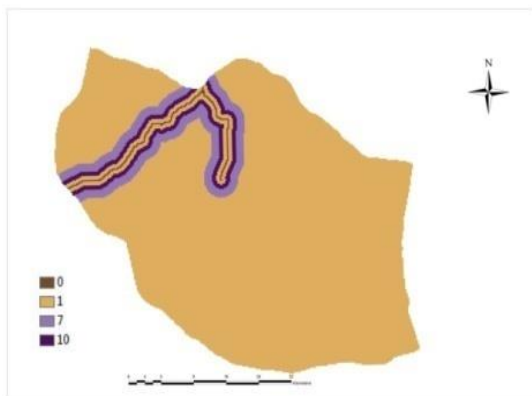
نمودار درختی مربوط به معیارها و زیر معیارها که دید کلی و جامعی را برای کاربر ایجاد می‌کند در شکل ۲ نمایش داده شده است. امتیازات و ارزش‌های تعیین شده توسط نرم‌افزار به شرح جدول‌های ۵ و ۶ است. این ضرایب و وزن‌ها با توجه ماتریس تهیه شده در مرحله قبل حاصل گردیده است.

مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی ...

توجه به ممنوعیت اعلام شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست که حریمی به فاصله ۳۰۰ متر را تعیین نموده‌اند، کلاسه‌بندی این معیار طبق نظرات کارشناسی براساس جدول ۸ انجام شده است که نتایج در شکل ۳ قابل مشاهده می‌باشد.

جدول ۸. امتیاز دهی فاصله از جاده

فواصل	۳۰۰-۰	۱۰۰۰-۳۰۰	۲۰۰۰-۱۰۰۰	۴۰۰۰-۲۰۰۰	>۴۰۰۰
امتیاز	۰	۱	۱۰	۷	۱



شکل ۳. وزن‌دهی فاصله از جاده

۳-۱-۵-۳- فاصله از شهر

فاصله از شهر به‌عنوان مرکز جمع‌آوری پسماند دارای اهمیت می‌باشد. این فاصله بهتر است بیشتر از حریم قانونی شهر مورد مطالعه نباشد. حریم شهر فاصله‌ای بین ۱۵ تا ۲۰ کیلومتری محدوده مسکونی شهر می‌باشد. بهتر است محل دفن پسماند با رعایت فاصله محدودیت حریم شهر در محلی باشد که در حمل و نقل زباله از نظر اقتصادی نیز مقرون‌به‌صرفه باشد.

با توجه به ممنوعیت اعلام شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست که حریمی به فاصله پنج کیلومتر را تعیین نموده‌اند کلاسه‌بندی این معیار مطابق نظرات کارشناسی به‌صورت جدول ۹ انجام شده است که نتایج در شکل ۴ نمایش داده شده است.

سپس با توجه به فاصله، دوری و نزدیکی آن معیار به منطقه مورد مطالعه جهت احداث محل دفن، لایه‌های حاصل از اجرای تابع Distance مطابق نظرات کارشناسی طبقه‌بندی و وزن‌دهی شد. در زیر به شرح این موضوع به صورت مجزا برای هر لایه پرداخته شده است.

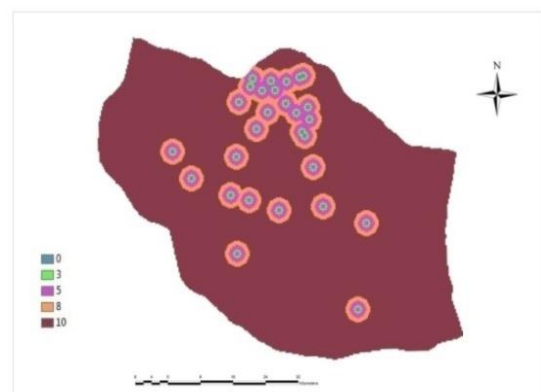
۳-۵-۱- معیارهای انسانی

۳-۵-۱-۱- فاصله از سکونت‌گاه‌ها

برای تهیه نقشه مربوط به مراکز جمعیتی، مراکزی با جمعیت زیر ۲۰ خانوار حذف گردید. طبق مصوب سازمان حفاظت محیط زیست، حداقل فاصله از این مراکز باید ۵۰۰ متر باشد. بنابراین با توجه این محدوده بافر، طبقه‌بندی و وزن‌دهی برای این منابع به‌صورت جدول ۷ صورت گرفت و نقشه مربوط به این وزن‌دهی در شکل ۲ نمایش داده شده است.

جدول ۷. امتیازدهی فاصله از مراکز جمعیتی

فواصل	۱۵۰۰-۰	۲۰۰۰-۱۵۰۰	۲۵۰۰-۲۰۰۰	۳۰۰۰-۲۵۰۰	>۳۰۰۰
امتیاز	۰	۳	۵	۸	۱۰



شکل ۲. وزن‌دهی فاصله از سکونت‌گاه

۳-۵-۱-۲- فاصله از راه‌ها

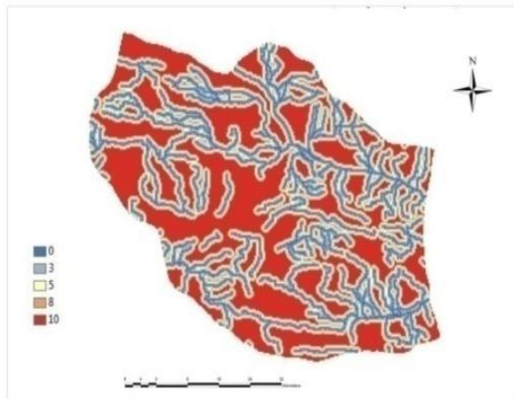
فاصله از جاده برای محل دفن پسماند به دلیل سهولت حمل و نقل و رفت و آمد کارکنان دارای اهمیت است. با

۳-۲-۲-۲- فاصله از آب‌های سطحی

این لایه در این فرایند اهمیت چندانی ندارد. اما به دلیل بارش‌های احتمالی باید حریم آن‌ها در نظر گرفته شود. طبق مصوبه سازمان حفاظت محیط زیست کمترین فاصله از این مراکز باید ۳۰۰ متر باشد. بنابراین با توجه به این محدوده، طبقه‌بندی و وزن‌دهی برای این منابع براساس جدول ۱۱ صورت گرفت و نتایج حاصل از آن در شکل ۶ ارائه شده است.

جدول ۱۱. امتیازدهی به فاصله از آب‌های سطحی

فاصله (m)	۳۰۰-۰	۶۰۰-۳۰۰	۹۰۰-۶۰۰	۱۱۰۰-۹۰۰	>۱۱۰۰
امتیاز	۰	۳	۵	۸	۱۰



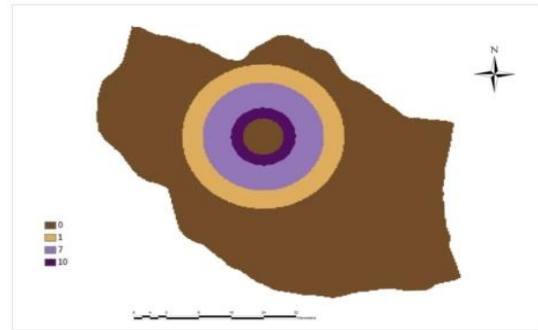
شکل ۶. وزن‌دهی فاصله از آب‌های سطحی

۳-۲-۲-۳- عمق آب‌های زیرزمینی

بر اساس اطلاعات موجود در اداره آب شهرستان، عمق آب‌های زیرزمینی در محدوده شهرستان بیشتر از ۶۵ متر می‌باشد و از آنجا که طبق مصوب سازمان حفاظت محیط زیست عمق بیشتر از ۶۵ متر برای مکان‌یابی محل دفن پسماند مناسب است، برای سهولت در کار و پرهیز از استفاده از معیارهای کم‌اهمیت و مناسب بودن تمام سطح شهرستان، این لایه در این مطالعه وزن‌دهی نگردید.

جدول ۹. امتیازدهی فاصله از شهر

فاصله (km)	۵-۰	۸-۵	۱۵-۸	۲۰-۱۵	>۲۰
امتیاز	۰	۱۰	۷	۱	۰



شکل ۴. وزن‌دهی فاصله از شهر

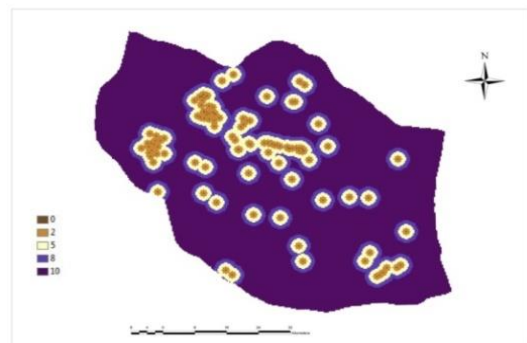
۳-۲-۵-۲- معیار هیدرولوژی

۳-۲-۵-۳- فاصله از چاه

طبق مصوب سازمان حفاظت محیط زیست، حداقل فاصله از چاه‌های آب باید ۳۰۰ متر باشد. بنابراین وزن‌دهی برای این منابع به صورت جدول ۱۰ صورت گرفت و نتایج در شکل ۵ نمایش داده شده است.

جدول ۱۰. امتیازدهی بر اساس فاصله از چاه

فاصله (m)	۳۰۰-۰	۱۰۰۰-۳۰۰	۲۰۰۰-۱۰۰۰	۳۰۰۰-۲۰۰۰	>۳۰۰۰
امتیاز	۰	۲	۵	۸	۱۰



شکل ۵. وزن‌دهی فاصله از چاه‌های آب

مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی ...

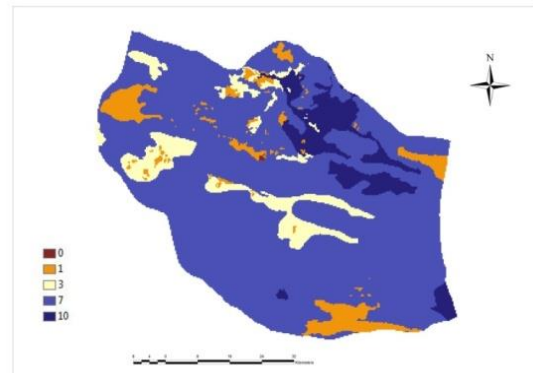
۳-۵-۳- معیار محیط زیستی

۳-۵-۳-۱- کاربری اراضی

پس از بررسی و تعیین کاربری‌های منطقه مورد مطالعه با توجه به اهمیت هر نوع کاربری برای احداث محل دفن طبقه‌بندی و وزن‌دهی گردید (جدول ۱۲) و نتایج حاصله در شکل ۷ نشان داده شده است.

جدول ۱۲. امتیازدهی کاربری اراضی

نوع کاربری	سکونت‌گاه	آبی، باغ‌داری	اراضی کشاورزی	مراغ	کشاورزی دام و مراغ	مراغ قنبر	زمین‌های هموار یا پوشش و سنگی	زمین‌های بدون پوشش و شورزار	زمین‌های باتر و
امتیاز	۰	۱	۱	۴	۷	۷	۱	۱۰	۱۰



شکل ۷. وزن‌دهی کاربری اراضی

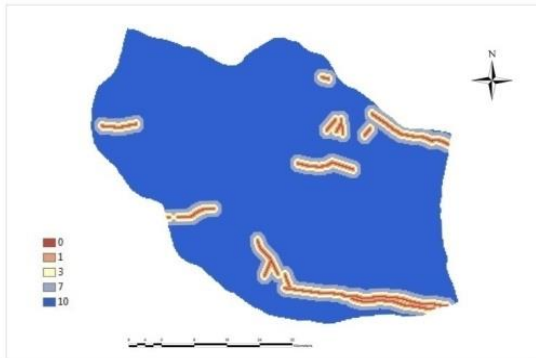
۳-۵-۳-۲- معیار زمین‌شناسی

۳-۵-۳-۲-۱- فاصله از گسل

گسل‌ها از جمله عوامل مهم در تعیین محل دفن پسماند مناسب می‌باشند که باید در فرایند مکان‌یابی مورد توجه قرار گیرند. پس از تهیه و ویرایش نقشه مورد نظر و تعیین حریم ممنوعه آن که طبق مصوب سازمان حفاظت محیط زیست ۱۵۰ متر ذکر شده است، لایه فاصله از گسل بر اساس جدول ۱۳ طبقه‌بندی و امتیازدهی و نتایج حاصله در شکل ۸ نشان داده شده است.

جدول ۱۳. امتیازدهی فاصله از گسل

فواصل (m)	۱۵۰-۰	۵۰۰-۱۵۰	۱۰۰۰-۵۰۰	۲۰۰۰-۱۰۰۰	>۲۰۰۰
امتیاز	۰	۱	۳	۷	۱۰



۳-۵-۳-۲-۲- سازندهای زمین‌شناسی

سازندهای زمین‌شناسی از جمله عوامل مهم در مکان‌یابی و تعیین محل دفن پسماند مناسب می‌باشند. پس از تهیه و ویرایش نقشه مورد نظر و لایه سازندهای زمین‌شناسی به صورت جدول ۱۴ طبقه‌بندی و امتیازدهی گردید و نتایج حاصله در شکل ۹ نشان داده شده است. امتیازدهی این لایه براساس خصوصیت و جنس هر سازند انجام شده است.

جدول ۱۴. امتیازدهی سازندهای زمین‌شناسی

نوع سازند	هرمز	آغاچاری	بختیاری و آسماری	گچساران و میشان
امتیاز	۰	۳	۷	۱۰

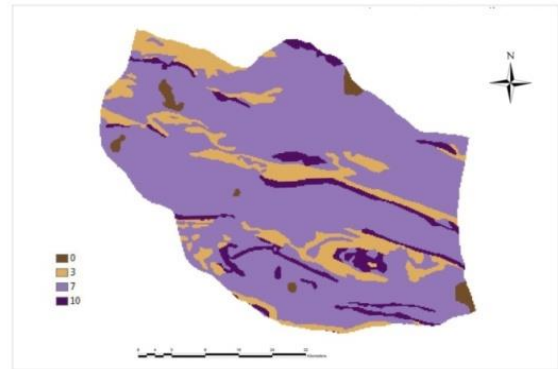
۳-۵-۳-۳- جهت باد غالب

محل دفن پسماند نباید در مسیر باد غالب منطقه واقع شود زیرا آلودگی به درون شهر منتقل می‌شود. در منطقه مورد مطالعه جهت باد غالب به سمت شمال‌غرب می‌باشد بنابراین باید مناطقی که در مسیر این باد به سمت شهر قرار دارند از گزینه‌های مناسب جهت احداث، حذف گردند.

در صورت وجود لایه پهنه‌بندی باد، می‌توان مانند سایر لایه‌ها آن را کلاسه‌بندی و وزن‌دهی نمود. در این پژوهش به علت عدم وجود این لایه، مناطقی که در جهت این باد واقع شده‌اند نامناسب تلقی شد.

جدول ۱۵. امتیازدهی به عامل خاک

نوع خاک	امتیاز	بافت رسی و قابلیت نفوذ کم، خاک عمیق خاک عمیق با بافت سنگین و شور	خاک نیمه عمیق با بافت رس و سنگریزه	خاک کم عمیق با بافت سنگ و مواد آهکی و لس سیلتی	دشت سیلابی با خاکهای خیلی کم عمیق و سنگ بستر نفوذپذیر و کنگلومرا	سنگریزه‌های تله‌ای با بافت سنگین تا متوسط و مواد آهکی و آبرفت‌های عهد حاضر با نفوذپذیری بالا
	۱۰	۵	۳	۱	۰	



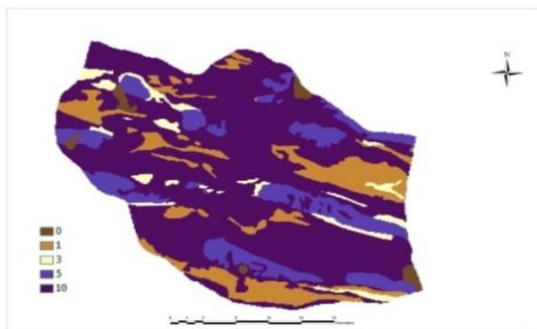
شکل ۹. وزن‌دهی سازندهای زمین‌شناسی

۳-۴-۵- جنس خاک

دانه‌بندی خاک منطقه که در واقع ترکیبی از ذرات شن، رس و سیلت است در انتخاب محل دفن بسیار مهم می‌باشد. هر چه درصد شن در ساختار خاک منطقه بیشتر باشد، میزان نفوذپذیری آن بیشتر و در مقابل افزایش رس در خاک نه تنها از میزان نفوذپذیری آن می‌کاهد بلکه به علت وجود کلوئیدها به نحو موثرتری در مبادلات کاتیونی شرکت جسته و زمینه‌ساز پدیده‌ی فیلتراسیون جریان سیالی می‌گردد.

اگر محل دفن بهداشتی در بالای سطح آب‌های زیرزمینی باشد و فاصله بین محل دفن و سطح آب زیرزمینی از جنس سیلت، شن و صخره‌های ترک‌دار تشکیل شده باشد، احتمال خطر آلودگی شدید اندک است زیرا شیرابه هنگام عبور از صخره‌های ترک‌دار به طور طبیعی فیلتر می‌شود.

به علاوه آلاینده‌ها فقط در صخره‌های ترک‌دار پخش خواهند شد. حال اگر پسماندهای شهری در زمین شنی دفن شوند و در زیر این لایه صخره‌های آهکی شیب‌دار قرار داشته باشد، امکان آلودگی شدید آب‌های زیرزمینی وجود دارد (عبدلی، ۱۳۷۲). با توجه به اهمیت این موضوع برای احداث محل دفن، به صورت جدول ۱۵ طبقه‌بندی و وزن‌دهی گردید و نتایج حاصله در شکل ۱۰ نشان داده شده است.



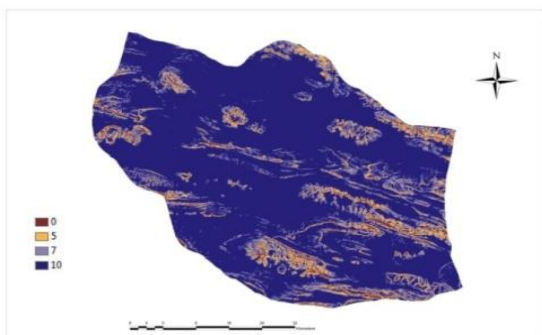
شکل ۱۰. وزن‌دهی نوع خاک

۳-۵-۵- معیار ژئومورفولوژی

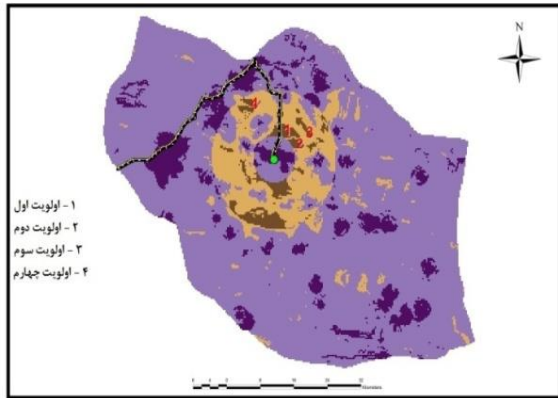
پس از تهیه نقشه توپوگرافی، از روی آن نقشه TIN و با استفاده از منوی Surface Analysis و تابع Slope، از TIN نقشه شیب تهیه شد. کلاسه‌بندی و امتیازدهی نقشه شیب مطابق جدول شماره ۱۶ انجام شد.

جدول ۱۶. امتیازدهی شیب

شیب (درجه)	۸-۰	۱۵-۸	۳۰-۱۵	>۳۰
امتیاز	۱۰	۷	۲	۰



شکل ۱۱. وزن‌دهی شیب

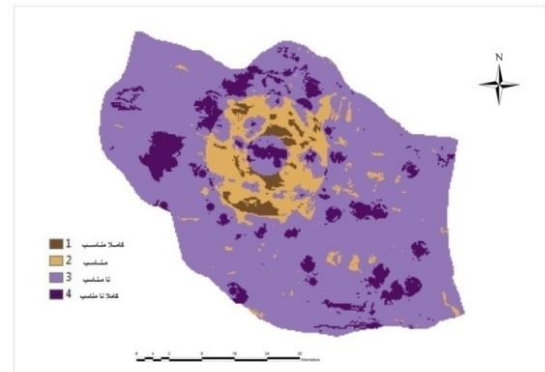


شکل ۱۳. اولویت‌بندی مناطق مناسب جهت دفن پسماند

۴- بحث

آمار نشان می‌دهد که در خصوص دفن بهداشتی زباله در ایران توجه کمتری شده است و بیشتر فعالیت‌ها در جهت دفن و دپوی غیر بهداشتی زباله در زمین بدون در نظر گرفتن عواقب انسانی-اجتماعی و محیط زیستی بوده است. در شهر زرین دشت نیز روزانه در حدود ۱۸ تن زباله تولید می‌شود که بدون در نظر گرفتن عوامل اساسی و تاثیر گذار در انتخاب محل مناسب دفن صدمات جبران ناپذیری در محیط به بار آورده است. در نتیجه مکانیابی محل دفن بهداشتی زباله نیاز انجام مطالعات و مدیریت صحیح بوده و بدون در نظر گرفتن معیارهای موثر در انتخاب مکان دفن ممکن است اثرات محیط زیستی و انسانی جبران ناپذیری به بار آورد. در نتیجه با توجه به دخالت عوامل بسیار زیاد در انتخاب مکان مناسب دفن، راهکارهای موثر و دقیق باید مورد بررسی قرار گیرد. در این مطالعه روش تحلیل سلسله مراتبی در تلفیق با GIS برای انتخاب مکان مناسب دفن با کمترین اثرات زیانبار مورد استفاده قرار گرفت. ارزیابی اولیه در این تحقیق نشان داد که با توجه به ترکیبات زباله در شهر زرین دشت و نیز حجم تولیدی روزانه آن، بازیافت در محل زباله باید در درجه اول اولویت قرار گیرد. اصولاً ترکیب فیزیکی پسماندها تاثیر به‌سزایی در برنامه‌ریزی و مدیریت آن‌ها

پس از مشخص شدن این طبقات و وزن‌ها، باید لایه‌های Reclass شده فوق را در ضرایب حاصل از فرایند تحلیل سلسله مراتبی که با استفاده از نرم‌افزار Expert choice تهیه شده ضرب نمود تا وزن هر لایه در نتیجه نهایی، لحاظ شود و مکان‌های مناسب تعیین گردد. پس از اعمال ضرایب باید لایه‌های وزن‌دار شده را با هم همپوشانی نمود که این عمل با Calculation گرفتن از لایه امکان‌پذیر است. در نهایت پس از همپوشانی تمام لایه‌ها، مکان‌های مناسب جهت احداث محل دفن پسماند مشخص گردید (شکل ۱۲).



شکل ۱۲. نقشه‌ی طبقه‌بندی مکان‌های مناسب جهت دفن پسماند

بر اساس طبقه بندی ارائه شده در شکل ۱۲ ابتدا با در نظر داشتن مساحت مورد نیاز جهت احداث محل دفن که برابر ۴/۵ هکتار بود.

سایت‌های دارای مساحت کمتر از این حد نادیده گرفته شدند و نیز با در نظر داشتن جهت باد غالب که شمال-غربی و شمالی، سایت‌های واقع در محدوده جنوب شرقی و جنوب شهرستان که در مسیر موافق باد به سمت شهر بودند نادیده گرفته شد. با توجه به این موارد و نیز فاکتور نزدیکی به جاده‌ی اصلی و نیز نزدیکی به شهر به-عنوان مرکز جمع‌آوری زباله، مناطق مناسب جهت دفن پسماند شناسایی و در شکل ۱۳ به ترتیب اولویت نمایش داده شده‌اند.

انتخاب محل دفن با توجه به شرایط اقلیمی و نیز ویژگیهای منطقه از مکانی به مکان دیگر متفاوت خواهد بود. خورشید دوست و همکاران (۱۳۸۸) معیار ژئومورفولوژی را به عنوان مهمترین عامل در انتخاب محل دفن در شهر بناب معرفی نمودند. در حالیکه معیار فاصله از گسل و سپس فاصله از مناطق مسکونی را مهمترین عامل در انتخاب محل دفن در شهر سمنان بوده است (پناهنده و همکاران، ۱۳۸۸). در روش سلسله مراتبی که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت مبنای تمام محاسبات بر اساس نظر کارشناسان می باشد. در نتیجه روش مذکور دارای انعطاف پذیری بیشتری بوده و معیارهایی را که از نظر کارشناسی از اهمیت بالاتری برخوردار هستند با همان درجه اهمیت در انتخاب محل دفن مورد ارزیابی قرار می گیرند (مهتابی اوغانی و همکاران، ۱۳۹۲). همچنین نتیجه تحقیق نشان داد که روش سلسله مراتبی این قابلیت را دارا بوده که با لایه‌های نقشه‌های منطقه ادغام شود. این روش این امکان را فراهم می آورد که انتخاب محل دفن به گزینه‌های خاصی محدود نمی شود. در واقع تمامی سلول‌های رستری موجود در قلمرو مورد مطالعه مورد نظر مورد سنجش قرار گرفته و با توجه به معیارهای مورد تحقیق مکان مناسب برای دفن بهداشتی زباله انتخاب خواهد گردید.

۵- جمع بندی و نتیجه گیری

آمار وضعیت دفع پسماندها در ایران نشان می‌دهد که تاکنون به امر بازیافت توجه کمتری شده و بیشتر دفن زباله در زمین و به صورت غیربهداشتی و روباز است. یک چرخه صحیح مدیریت پسماند شامل عناصر کاهش تولید، جمع‌آوری، حمل و نقل، پردازش، بازیافت و دفع از نقطه تولید تا محل دفن می‌باشد که برای هر یک از مراحل فوق نیازمند برنامه‌ریزی و طراحی دقیق است. این

دارد. در مناطقی که درصد پسماند تر بالاتر است، برنامه‌ریزی باید بیشتر بر روی فرآیندهای حذف شیرابه و جلوگیری از انتشار آن به آب‌های زیرزمینی متمرکز شود، در حالی که در مناطق با درصد پسماند خشک بالاتر، مدیریت پسماند، بیشتر بر کاهش حجم فیزیکی و یا طراحی فرآیندهای بازیافت متمرکز می‌شود (فتائی و آل شیخ، ۱۳۸۸). با توجه به مطالعات اولیه و نیز نتایج بدست آمده از تحقیق باید عنوان نمود که قبل از هر عمل در دفن زباله تلاش‌ها باید در راستای کاهش حجم زباله تولیدی باشد. یکی از اولویتهای در این خصوص تفکیک زباله در مبداء بوده که علاوه بر کاهش قابل ملاحظه حجم زباله تولید شده، زباله از شیرابی کمتری برخوردار خواهد بود. این امر به نوبه خود بسیاری از مشکلات دفن زباله را مرتفع خواهد نمود.

با توجه به نتایج بدست آمده از وزن دهی به معیارهای مطالعه و نیز نقشه‌های خروجی مبتنی بر وزن دهی، چهار منطقه در سطح شهرستان برای دفن بهداشتی زباله شناسایی شده اند. این مناطق با در نظر گرفتن مجموعه ای از معیارها انتخاب گردیدند که هر کدام از آنها تاثیر از کم تا زیاد بر انتخاب مکان مناسب دفن دارند. با مقایسه نتایج به دست آمده از این تحقیق، در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، اولویت بندی گزینه‌ها بر مبنای معیارها و وزن آن‌ها بوده مقایسه زوجی بین گزینه‌ها در خصوص هر معیار صورت می‌گیرد. در نهایت با تلفیق وزن‌های عناصر سطوح پایین با عناصر سطوح بالایی، وزن شاخص و گزینه‌ها به دست می‌آید و در نهایت گزینه‌ای که بیشترین وزن را دارد بیشترین تاثیر را در انتخاب محل دفن خواهد داشت. بر اساس نتایج، معیار عوامل انسانی و هیدرولوژی بیشترین وزن را به خود اختصاص داده و در اولویت بندی محل دفن سهم بیشتری دارند. همچنین با در نظر گرفتن زیرمعیارها، معیار چاه و شهر بیشترین تاثیر را در انتخاب محل دفن داشتند. لازم بذکر است که

نظر آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی دارای حداقل خطر برای سلامتی عمومی، حداقل تاثیرات محیط زیستی از لحاظ بوی نامطبوع، سر و صدا و گرد و غبار، حداقل تاثیرات محیط زیست طبیعی را از لحاظ زمین‌های کشاورزی، حداقل هزینه اقتصادی را به لحاظ انتقال و ارسال مواد زاید، هزینه کلی و گنجایش عمر، دارا هستند. همچنین نتایج حاصله از مقایسه و ارزیابی وزن‌دهی پارامترها و بررسی‌های میدانی و تحلیل نقشه ارائه شده در شکل ۱۳ نشان داد که مکان شماره یک به دلایل ژئومورفیکی در مقایسه با دیگر مکان‌ها مناسب‌تر است.

۵- فهرست مراجع

- ارباب، پریناز و منوری، سید مسعود، (۱۳۸۴) "ارزشیابی زیست محیطی محل‌های دفن پسماندهای شهری استان تهران"، مجله علوم محیطی، دوره ۲، شماره ۸.

- اسکندری، رویا، حافظی مقدس، ناصر، قاسمی، حبیب‌الله و مراد آبادی، احسان، (۱۳۹۰) "مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک با استفاده از GIS و تحلیل چند متغیره (MCDM) در ایران مرکزی"، هفتمین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه صنعتی شاهرود.

- پناهنده، محمد، ارسطو، بهروز، قویدل، آریامن و فاطمه، قنبری، (۱۳۸۸) "کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در مکان‌یابی جایگاه دفن پسماند شهر سمنان"، فصلنامه سلامت و محیط، دوره دوم، شماره ۴.

- چیت‌سازان، منوچهر، دهقانی، فاطمه، راست‌منش، فاطمه و میرزایی، سید یحیی، (۱۳۹۲) "مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری با استفاده از فناوری‌های اطلاعات مکانی و منطق فازی- تحلیل سلسله مراتبی

تحقیق آخرین مرحله از مراحل شش‌گانه فوق که شامل دفن بهداشتی است را مورد بررسی قرار داده و با تمرکز بر روی اولین گام از این فرایند که شامل انتخاب مدفن مناسب می‌باشد، مناطق دارای ویژگی‌های لازم جهت امحای پسماندهای شهر زرین‌دشت را شناسایی و معرفی نماید. با توجه به نتایج برای مکان‌یابی محل دفن پسماند پارامترهای مختلفی مورد استفاده قرار گرفته است که در هر یک از این تحقیقات با توجه به نوع منطقه، اولویت وزن‌دهی به پارامترها متفاوت بوده است. مناطقی که دارای عمق آب زیرزمینی کم بوده‌اند، به این معیار و نیز جنس خاک و سنگ بستر، به دلیل تاثیر آن بر آب‌های زیرزمینی وزن بیشتری داده شده است. اما در تحقیق حاضر، به دلیل زیاد بودن عمق آب‌های زیرزمینی، این پارامتر در تلفیق لایه‌ها دارای ارجحیت چندانی نبود. مناطقی که دارای میزان بارندگی زیادی بوده‌اند، به پارامترهای آب سطحی وزن بیشتری داده‌اند و نیز به دلیل تاثیر بارش بر حجم شیرابه تولید شده از پسماند به این امر نیز توجه شده است. اما در تحقیق حاضر به دلیل قرار گرفتن منطقه در ناحیه‌ی گرم و خشک و میزان بارش اندک، به پارامتر آب سطحی وزن کمتری داده شده اما به دلیل وجود چاه‌های آب و اینکه تنها منبع آب در دسترس شهر بوده، بیشترین وزن تعلق گرفته است. در مقایسه با برخی تحقیقات، این تحقیق وزن بیشتری به سکونت‌گاه‌ها و مراکز جمعیتی داده، چرا که ایجاد محل دفن در نزدیکی روستاها باعث ایجاد شرایط محیط بد در این مکان‌ها شده و زمینه مهاجرت هرچه بیشتر روستائیان را فراهم می‌آورد. نتایج حاصله از بررسی عوامل موثر بیانگر چهار منطقه مشخص جهت دفن پسماندهای شهر زرین شهر است. این مکان‌های مختلف در شمال و شمال شرق و شمال غرب زرین‌دشت واقع شده و مناطقی هستند که واجد ویژگی‌های لازم جهت دفن بهداشتی پسماندها می‌باشند. به‌علاوه نتایج نشان داد که مناطق مورد نظر از

شهری (مطالعه موردی: انتخاب محل دفن پسماند شهری کرج)، مجله سلامت و محیط، دوره ۶، شماره ۳.

- نیکنامی، مرضیه و حافظی مقدس، ناصر، (۱۳۸۹) "مکان یابی محل دفن زباله‌های شهری در شهر گلپایگان با استفاده از سیستم GIS"، فصلنامه زمین شناسی کاربردی، سال ۶، شماره ۱.

-Cao, L. W., Cheng, Y. H., Zhang, J., Zhou, X. Z., Lian, C. X., (2006) "Application of Gray situation Decision Making Theory in site selection of a waste sanitary land fill", Journal of china University of Mining and Technology, Vol. 16, No. 4, pp. 393-398.

- Komilis, D. P., Ham, R. K., Stemann, R., (1999) "The effect of municipal solid waste pretreatment on landfill behavior: a literature review", Waste Management and Research, Vol. 17, pp. 10-19.

- Pichtel, J., (2005) "Waste Management Practices", Taylor & Francis Group, Florida. Pp. 93-98.

- Siddiqui, M. Z., Everett, J. W., Vieux, B. E., (1996) "Landfill sitting using geographical information systems: a demonstration", Environmental Engineering, Vol.122, No. 6, pp. 515-523.

- Saaty, T. L., (1980) "The Analytic Hierarchy Process", McGraw-Hill, New York.

- Sumathi, V. R., Natesan, U., Sarkar, C., (2007) "GIS- based approach for optimized siting of municipal solid waste landfill", Journal of waste management, Vol. 28, No. 11, pp. 2146-2160.

- Yang, K., Zhou, X.N., Yan, W. A., Hang, D. R., Steinmann, P., (2008) "Land fills in Jiangsu province, china, and potential threats for public health", Journal of waste management, Vol. 28, No. 12, pp. 2750-2757.

"Fuzzy-AHP"، مجله سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، دوره ۴، شماره ۱.

- خورشید دوست، علی محمد و زهرا، عادل، (۱۳۸۸) "استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای یافتن مکان بهینه دفن زباله شهر (مطالعه موردی شهر بناب"، مجله محیط‌شناسی، سال ۳۵، شماره ۵۰.

- شایان، محسن، (۱۳۹۲) "بررسی نقش کشاورزی بر توسعه روستایی"، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه اصفهان.

- عبدلی، محمدعلی، (۱۳۷۲) "سیستم مدیریت مواد زائد جامد شهری و روش‌های کنترل آن"، سازمان بازیافت و تبدیل مواد.

- عبدلی، محمدعلی، (۱۳۷۹) "مدیریت دفع و بازیافت مواد زائد جامد شهری ایران"، تهران، مرکز مطالعات برنامه ریزی شهری وزارت کشور، انتشارات سازمان شهرداری‌ها.

- فتائی، ابراهیم و آل‌شبیخ، علی، (۱۳۸۸) "مکان‌یابی دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی، شهر گیوی"، مجله علوم محیطی، شماره سوم.

- مهتابی اوغانی، مرضیه، نجفی، اکبر و یونسی، حبیب الله، (۱۳۹۲) "مقایسه دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای