

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده: علوم زمین

گروه: آب‌شناسی و زمین‌شناسی زیست‌محیطی

مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری در شهر گرمسار

دانشجو: فوزیه شاکری

اساتید راهنما:

دکتر ناصر حافظی مقدس

دکتر بهناز دهرآزما

استاد مشاور:

دکتر علی‌رضا جعفری‌راد

پایان‌نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

دی ماه ۱۳۹۲



دانشگاه صنعتی شاهرود

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۶)

باسمه تعالی

شماره:

تاریخ:

ویرایش:

فرم صورت جلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) نتیجه ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم فوزیه شاکری رشته زمین شناسی گرایش زیست محیطی تحت عنوان مکان یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری در شهر گرمسار که در تاریخ ۱۳۹۲/۱۰/۱۵ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه : ۱۸.۷۵ امتیاز) دفاع مجدد مردود

۲- بسیار خوب (۱۸ - ۱۸/۹۹)

۱- عالی (۱۹ - ۲۰)

۴- قابل قبول (۱۴ - ۱۵/۹۹)

۳- خوب (۱۶ - ۱۷/۹۹)

۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- اساتید راهنما	دکتر ناصر حافظی مقدس	دانشیار	
	دکتر بهناز دهرآزما	دانشیار	
۲- استاد مشاور	دکتر علی رضا جعفری راد	استادیار	
۳- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر عزیزالله طاهری	استاد تمام	
۴- استاد ممتحن	دکتر غلامحسین کرمی	دانشیار	
۵- استاد ممتحن	دکتر پرویز امیدی	استادیار	

رئیس دانشکده: دکتر غلامحسین کرمی امضاء

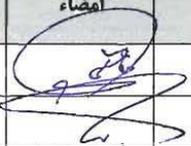
دانشگاه صنعتی شاهرود

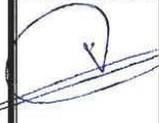
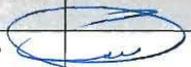
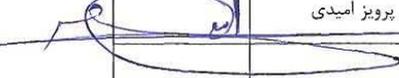
دانشکده: علوم زمین

گروه: آب شناسی و زمین شناسی زیست محیطی

پایان نامه کارشناسی ارشد خانم فوزیه شاکری
تحت عنوان: مکان یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری در شهر گرمسار

در تاریخ ۹۲/۱۰/۱۵ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه بسیار خوب مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	دکتر علی رضا جعفری راد		دکتر ناصر حافظی مقدس
			دکتر بهناز دهرآزما

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	دکتر عزیزالله طاهری		دکتر غلامحسین کرمی
			دکتر پرویز امید

تقدیم بہ

صاحبان علم و فضیلت

پاسکزاری

خداوند بزرگ را شاکرم که فرصت شناخت آیتی دیگر از آیات بیکرانش را بر من ارزانی داشت و مجال عنایت فرمود تا بار دیگر در راه تحصیل علم و دانش قدم بردارم.

بر خود لازم می‌دانم مراتب سپاس و شکر را تقدیم آنانی نمایم که از بذل راهنمایی‌های دقیق خود، در جهت پربارتر شدن این پژوهش‌ها دینگ نوزیدند:

در ابتدا صمیمانه‌ترین سپاس‌ها و شکرها را تقدیم می‌کنم به اساتید راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر ناصر حافظی مقدس و سرکار خانم دکتر بهناز دهر آزما که کوه علم خویش را به زیور کجالات انسانی آراسته‌اند و با مهربانی و دانش خود، مرا به ماورای نادانسته‌هایم رهنمون ساختند. همچنین از استاد مشاور کرامی ام جناب آقای دکتر علی رضا جعفری را که با تواضع و فروتنی همراهی و حمایت ایشان را هیچ‌گاه از بنده دینگ نکرده‌ام شکر و پاسکزاری را دارم.

از تمام اساتید محترم دانشکده علوم زمین به خصوص اساتید گرایش زیست محیطی آقایان دکتر کریمی، دکتر قشلاقی، دکتر جعفری و دکتر آقاجانی و خانم دکتر فرحانی کمال شکر را دارم. همچنین از زحمات ارزنده خانم دکتر اعظم قزبی صمیمانه پاسکزارم. از کارشناسان دانشکده علوم زمین آقایان مهندس خانعلی زاده و مهندس میرباقری و خانم مهندس فارسی و مهندس سعیدی بسیار پاسکزارم.

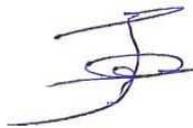
از خواهر عزیزم رحیمه شاکری و برادر فداکار و مهربانم علی رضا شاکری که در بسیاری از شرایط سخت همراه بنده بودند و در تمام مراحل زندگی مشوق و پشتیبانم بودند صمیمانه پاسکزارم.

در پایان از دوستان خنوم خانم ماییم حیات الغیب، فریده حیدرپور، زهرا آتش سودا، مرجان عبدالمی، سعیده دستان، رقیه بردبار، بهار شاهرادی، سارا آذری، زینب اهنری، زهره ابراهیمی، مهین اسماعیلی، شمان آذریچکان و زکیه کانه‌چی که در طی دوران تحصیل و انجام این تحقیق مایه دلگرمی ام بوده‌اند صمیمانه پاسکزارم و برایشان آرزوی بهترین‌ها را دارم.

تعهد نامه

اینجانب فوزیه شاکری دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته زمین‌شناسی زیست‌محیطی دانشکده علوم زمین دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری در شهر گرمسار تحت راهنمایی دکتر ناصر حافظی مقدس و دکتر بهناز دهرآزما متعهد می‌شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .



تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

تولید مواد زاید یکی از مهمترین منابع تهدید کننده محیط زیست است. در حال حاضر برای مقابله با این مشکل، دفن بهداشتی پسماند به عنوان روشی کاربردی در تمام کشورهای جهان پذیرفته شده است. انتخاب مکان مناسب برای دفن زباله یک مشکل عمده در مدیریت مواد زاید است. فرایند مکان‌یابی به عوامل متعدد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی بستگی دارد. در مطالعه حاضر به منظور انتخاب مکان مناسب برای دفن زباله‌های جامد شهری در شهر گرمسار، معیارهای بسیاری از قبیل هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، سنگ‌شناسی، بافت خاک، کاربری اراضی، ژئومرفولوژی، شیب زمین، لرزه‌خیزی، فاصله از گسل، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از مناطق حفاظت شده زیست‌محیطی، جهت باد، فاصله از شبکه راه‌ها و غیره در نظر گرفته شده است. در این مطالعه برای مدیریت و نمایش داده‌های مکانی از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) بهره گرفته شد. تمام لایه‌های اطلاعاتی معیارها با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS کلاسه‌بندی شد. سپس برای وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید. با تلفیق نتایج حاصل از سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی منطقه مورد مطالعه از نظر مستعد بودن برای دفن زباله به چهار گروه (نامناسب، نسبتاً مناسب، مناسب و بسیار مناسب) پهنه‌بندی شد. از بین مناطق بسیار مناسب با توجه به مساحت مورد نیاز ۱۱ پهنه برای دفن زباله مناسب تشخیص داده شد. سپس با در نظر گرفتن برخی از پارامترها، پهنه‌های منتخب مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت از بین این مناطق دو پهنه انتخاب شد. با انجام مطالعات میدانی اثرات زیست‌محیطی احتمالی که بر اثر احداث لندفیل در این دو پهنه ایجاد می‌شود با استفاده از ماتریس لئوپولد مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل از ارزیابی، پهنه‌ای که دارای امتیاز بیشتر بود به عنوان مناسب‌ترین محل برای دفن زباله معرفی گردید.

کلمات کلیدی: مکان‌یابی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، ماتریس لئوپولد

لیست مقالات استخراج شده از پایان نامه

- کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در مکان‌یابی محل دفن مواد زاید جامد شهری در شهر گرمسار، هشتمین همایش انجمن زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، آبان ۱۳۹۲.
- ارزیابی اثرات زیست‌محیطی (EIA) مناطق پیشنهادی جهت دفن زباله‌های جامد شهری در شهر گرمسار، هفدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه شهید بهشتی، آبان ۱۳۹۲.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: کلیات
۲-۱	۱-۱- مقدمه
۲-۱	۲-۱- بیان مسئله
۳-۱	۳-۱- ضرورت انجام تحقیق
۴-۱	۴-۱- اهداف و روش تحقیق
۵-۱	۵-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه
۶-۱	۶-۱- راه‌های دسترسی به منطقه
۶-۱	۷-۱- ساختار پایان‌نامه
۹	فصل دوم: پارامترها و روش‌های مکان‌یابی محل دفن زباله
۱۰-۲	۱-۲- مقدمه
۱۰-۲	۲-۲- تعاریف و طبقه‌بندی مواد زاید جامد
۱۱-۲-۲	۱-۲-۲-۱- مواد زاید شهری
۱۱-۲-۲	۱-۲-۲-۱- ضایعات خانگی
۱۲-۲-۲	۲-۲-۲-۱- زایدات ساختمانی
۱۲-۲-۲	۳-۲-۲-۱- زایدات متفرقه
۱۲-۲-۲	۴-۲-۲-۱- زایدات حاصل از واحدهای تصفیه
۱۲-۲-۲	۵-۲-۲-۱- زایدات کشاورزی
۱۳-۲-۲	۶-۲-۲-۱- زایدات بیمارستانی
۱۴-۲-۲	۲-۲-۲-۲- مواد زاید صنعتی
۱۴-۲-۲	۳-۲-۲-۲- مواد زاید خطرناک
۱۴-۳-۲	۳-۲- معیارها و عوامل موثر در مکان‌یابی محل دفن زباله
۱۴-۳-۲	۱-۳-۲- معیار زیست‌محیطی
۱۴-۳-۲	۱-۳-۲-۱- زمین‌شناسی
۱۶-۳-۲	۲-۳-۲-۱- هیدرولوژی و هیدروژئولوژی
۱۸-۳-۲	۳-۳-۲-۱- خاک‌شناسی

۱۹	..... مناطق حفاظت شده زیست محیطی
۱۹	..... معیار اقتصادی
۱۹	..... ژئومرفولوژی
۲۰	..... کاربری اراضی
۲۱	..... نزدیکی به مراکز تولید زباله
۲۱	..... فاصله از جاده
۲۱	..... فاصله از خطوط انتقال نیرو
۲۲	..... نزدیکی به منابع قرضه
۲۲	..... قیمت زمین
۲۲	..... فاصله از فرودگاه
۲۲	..... معیار اجتماعی
۲۲	..... فاصله از مناطق شهری و روستایی
۲۳	..... مقبولیت عام
۲۳	..... ایجاد ترافیک
۲۳	..... جهت باد
۲۴	..... سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)
۲۴	..... مدل های تلفیق و تحلیل داده های مکانی
۲۴	..... مدل منطق بولین (Boolean Logic Model)
۲۵	..... مدل همپوشانی شاخص وزنی (Weighted Index Overlay Model)
۲۵	..... مدل منطق فازی (Fuzzy Logic Model)
۲۶	..... مدل AHP
۳۰	..... ارزیابی اثرات زیست محیطی (EIA)
۳۲	..... مروری بر مطالعات پیشین در خصوص مکان یابی محل دفن زباله
۳۹	..... فصل سوم: اختصاصات منطقه مطالعاتی
۴۰	..... مقدمه
۴۰	..... خصوصیات محیط اجتماعی شهرستان گرمسار
۴۰	..... میزان و نرخ رشد جمعیت
۴۱	..... ویژگی های اقتصادی

- ۳-۳- ویژگی‌های اقلیمی..... ۴۳
- ۳-۳-۱- دمای هوا..... ۴۳
- ۳-۳-۲- بارندگی..... ۴۴
- ۳-۳-۳- تبخیر و تعرق..... ۴۵
- ۳-۳-۴- رطوبت نسبی هوا..... ۴۵
- ۳-۳-۵- باد..... ۴۶
- ۳-۴- پوشش گیاهی..... ۴۶
- ۳-۵- ریخت‌شناسی..... ۴۷
- ۳-۶- زمین‌شناسی..... ۴۷
- ۳-۶-۱- چینه‌شناسی..... ۴۸
- ۳-۶-۱-۱- سازند قرمز زیرین (الیگوسن)..... ۴۸
- ۳-۶-۱-۲- سازند قم (الیگوسن - میوسن)..... ۴۹
- ۳-۶-۱-۳- سازند قرمز بالایی (میوسن)..... ۵۰
- ۳-۶-۱-۴- سازند هزاردره (پلیوسن - پلیستوسن)..... ۵۰
- ۳-۶-۱-۵- نهشته‌های کواترنری..... ۵۱
- ۳-۶-۲- زمین‌شناسی ساختمانی..... ۵۱
- الف- گسل‌های راندگی..... ۵۲
- ب) گسل‌های امتداد لغز..... ۵۴
- ۳-۷- هیدرولوژی و هیدروژئولوژی..... ۵۸
- ۳-۷-۱- آب‌های سطحی..... ۵۸
- ۳-۷-۲- آب‌های زیرزمینی..... ۵۸
- ۳-۸- وضعیت موجود پسماند جامد شهری در شهر گرمسار..... ۶۱
- ۳-۹- بررسی کمیت و کیفیت پسماند جامد شهری..... ۶۴
- ۳-۹-۱- برآورد کمیت پسماند جامد شهری..... ۶۴
- ۳-۹-۲- کیفیت پسماند جامد شهری..... ۶۵
- فصل چهارم: مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری..... ۶۷
- ۴-۱- مقدمه..... ۶۸
- ۴-۲- پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه از لحاظ مستعد بودن برای دفن پسماند..... ۶۸

- ۶۹-۲-۴-۱ شناسایی و حذف مناطق ممنوعه.....
- ۷۱-۲-۴-۲ طبقه‌بندی لایه اطلاعاتی معیارها.....
- ۷۱ - سنگ‌شناسی.....
- ۷۲ - زمین ریخت‌شناسی.....
- ۷۳ - شیب منطقه.....
- ۷۴ - بافت خاک.....
- ۷۶ - کاربری اراضی.....
- ۷۷ - کیفیت آب زیرزمینی.....
- ۷۸ - سطح آب زیرزمینی.....
- ۷۹ - فاصله از رودخانه اصلی و فرعی.....
- ۸۱ - فاصله از مناطق شهری.....
- ۸۳ - فاصله از جاده اصلی.....
- ۸۴ - فاصله از خطوط انتقال نیرو.....
- ۸۵ - فاصله از گسل.....
- ۸۶ - لرزه‌خیزی.....
- ۸۷ - اختلاف ارتفاع نسبت به شهر.....
- ۸۸ - دسترسی به منابع قرضه.....
- ۸۹ - جهت باد غالب.....
- ۹۰-۲-۴-۳ تعیین اهمیت معیارها و وزن‌دهی معیارها با استفاده از روش AHP.....
- ۹۵-۲-۴-۴ همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی.....
- ۹۷-۲-۴-۵ پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه.....
- ۱۰۰-۴-۳ انتخاب پهنه‌های مناسب.....
- ۱۰۲-۴-۴ بازدید صحرایی از پهنه‌های منتخب.....
- ۱۰۲-۴-۴-۱ پهنه ۲.....
- ۱۰۳-۴-۴-۲ پهنه ۸.....
- ۱۰۵-۴-۵ ارزیابی اثرات زیست‌محیطی پهنه‌های منتخب.....
- ۱۰۵-۴-۵-۱ فاکتورهای زیست‌محیطی.....
- ۱۰۶-۴-۵-۱-۱ محیط فیزیکی.....
- ۱۰۷-۴-۵-۱-۲ محیط بیولوژیکی.....

۱۰۸.....	۴-۵-۱-۳- محیط اجتماعی و اقتصادی.....
۱۰۹.....	۴-۵-۲- نحوه تکمیل ماتریس ارزیابی اثرات متقابل لئوپولد.....
۱۱۲.....	۴-۵-۳- نتایج ارزیابی اثرات زیست‌محیطی.....
۱۱۲.....	۴-۵-۴- اقدامات اصلاحی.....
۱۱۵.....	فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات.....
۱۱۶.....	۵-۱- نتیجه‌گیری.....
۱۱۸.....	۵-۲- پیشنهادات.....
۱۱۹.....	منابع.....

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و راه‌های دسترسی به آن ۷
- شکل ۱-۲- ساختار کلی از یک سلسله مراتبی ۲۷
- شکل ۱-۳- گلباد منطقه مورد مطالعه ۴۶
- شکل ۲-۳- نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه ۵۶
- شکل ۳-۳- ستون چینه‌شناسی منطقه مورد مطالعه ۵۷
- شکل ۴-۳- موقعیت چاه، چشمه و قنات در منطقه مورد مطالعه ۶۰
- شکل ۵-۳- نقشه منحنی‌های هم‌عمق آب زیرزمینی شهر گرمسار ۶۰
- شکل ۶-۳- موقعیت محل کنونی دفن زباله در شهر گرمسار ۶۲
- شکل ۷-۳- تصاویری از محل کنونی دفن زباله در شهر گرمسار ۶۳
- شکل ۱-۴- نقشه حریم اعمال شده برای معیارهای حذفی ۷۰
- شکل ۲-۴- نقشه مناطق ممنوعه ۷۰
- شکل ۳-۴- نقشه توصیفی سنگ‌شناسی منطقه مورد مطالعه ۷۲
- شکل ۴-۴- نقشه توصیفی ریخت‌شناسی منطقه ۷۳
- شکل ۵-۴- نقشه توصیفی شیب ۷۴
- شکل ۶-۴- نقشه توصیفی بافت خاک ۷۵
- شکل ۷-۴- نقشه توصیفی کاربری اراضی ۷۶
- شکل ۸-۴- نقشه توصیفی کیفیت آب زیرزمینی ۷۸
- شکل ۹-۴- نقشه توصیفی سطح آب زیرزمینی ۷۹
- شکل ۱۰-۴- نقشه توصیفی فاصله از رودخانه اصلی ۸۰
- شکل ۱۱-۴- نقشه توصیفی فاصله از رودخانه فرعی ۸۱
- شکل ۱۲-۴- نقشه توصیفی فاصله از مناطق شهری ۸۲
- شکل ۱۳-۴- نقشه توصیفی فاصله از جاده اصلی ۸۳
- شکل ۱۴-۴- نقشه توصیفی فاصله از خطوط انتقال نیرو ۸۴
- شکل ۱۵-۴- نقشه توصیفی فاصله از گسل ۸۵
- شکل ۱۶-۴- نقشه توصیفی شدت لرزه‌خیزی ۸۶
- شکل ۱۷-۴- نقشه توصیفی اختلاف ارتفاع نسبت به شهر ۸۷
- شکل ۱۸-۴- نقشه توصیفی منطقه از نظر دسترسی به منابع قرضه ۸۸
- شکل ۱۹-۴- نقشه توصیفی جهت باد ۸۹

- شکل ۴-۲۰- نمودار وزن‌دهی رده‌های مربوط به معیارهای مختلف مکان‌یابی محل دفن زباله..... ۹۲
- شکل ۴-۲۱- نمودار وزن‌دهی رده‌های مربوط به معیار لرزه‌خیزی..... ۹۲
- شکل ۴-۲۲- نمودار وزن‌دهی رده‌های مربوط به معیارهای جهت باد و دسترسی به منابع قرضه..... ۹۳
- شکل ۴-۲۳- همپوشانی لایه‌ها در محیط GIS..... ۹۶
- شکل ۴-۲۴- نقشه حاصل از همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی و حذف مناطق ممنوعه..... ۹۷
- شکل ۴-۲۵- نمودار کلاس‌بندی امتیازات نهایی به روش هم‌امتیاز..... ۹۸
- شکل ۴-۲۶- نمودار کلاس‌بندی امتیازات نهایی به روش هم‌مساحت..... ۹۸
- شکل ۴-۲۷- پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه از نظر مستعد بودن برای دفن زباله..... ۹۹
- شکل ۴-۲۸- پهنه‌های مناسب برای دفن زباله..... ۱۰۰
- شکل ۴-۲۹- نمایی از پهنه ۲..... ۱۰۳
- شکل ۴-۳۰- نمایی از پهنه ۸..... ۱۰۴

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۲- مقادیر اهمیت برای مقایسه زوجی..... ۲۸
- جدول ۱-۳- تقسیمات کشوری در شهرستان گرمسار..... ۴۱
- جدول ۲-۳- تغییرات جمعیت نقاط شهری، نقاط روستایی و شهرستان گرمسار..... ۴۱
- جدول ۳-۳- توزیع اراضی (زراعی، آیش و باغات) داخل شبکه آبیاری زهکشی..... ۴۲
- جدول ۴-۳- مشخصات ایستگاه هواشناسی شهرستان گرمسار..... ۴۳
- جدول ۵-۳- میانگین بارندگی ماهانه ایستگاه سینوپتیک گرمسار..... ۴۴
- جدول ۶-۳- میانگین تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه در ایستگاه گرمسار..... ۴۵
- جدول ۷-۳- متوسط رطوبت نسبی بر حسب درصد در ایستگاه گرمسار..... ۴۵
- جدول ۸-۳- مجموع جمعیت، میزان و حجم زباله تولید شده در ۲۵ سال آینده..... ۶۵
- جدول ۹-۳- درصد مواد تشکیل دهنده زباله‌های شهری، شهر گرمسار به تفکیک فصول..... ۶۶
- جدول ۱-۴- حریم‌های اعمال شده برای معیارهای حذفی..... ۶۹
- جدول ۲-۴- نحوه طبقه‌بندی منطقه مورد مطالعه بر اساس سنگ‌شناسی..... ۷۱
- جدول ۳-۴- نحوه طبقه‌بندی منطقه بر اساس ریخت‌شناسی..... ۷۲
- جدول ۴-۴- نحوه طبقه‌بندی شیب..... ۷۳
- جدول ۵-۴- نحوه طبقه‌بندی بافت خاک..... ۷۵
- جدول ۶-۴- نحوه طبقه‌بندی کاربری اراضی..... ۷۶
- جدول ۷-۴- نحوه طبقه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی..... ۷۷
- جدول ۸-۴- نحوه طبقه‌بندی سطح آب زیرزمینی..... ۷۹
- جدول ۹-۴- نحوه طبقه‌بندی فاصله از رودخانه اصلی..... ۸۰
- جدول ۱۰-۴- نحوه طبقه‌بندی فاصله از رودخانه فرعی..... ۸۱
- جدول ۱۱-۴- نحوه طبقه‌بندی فاصله از مناطق شهری..... ۸۲
- جدول ۱۲-۴- نحوه طبقه‌بندی فاصله از جاده اصلی..... ۸۳
- جدول ۱۳-۴- نحوه طبقه‌بندی فاصله از خطوط انتقال نیرو..... ۸۴
- جدول ۱۴-۴- نحوه طبقه‌بندی فاصله از غسل..... ۸۵
- جدول ۱۵-۴- نحوه طبقه‌بندی شدت لرزه‌خیزی..... ۸۶
- جدول ۱۶-۴- نحوه طبقه‌بندی اختلاف ارتفاع نسبت به شهر..... ۸۷
- جدول ۱۷-۴- نحوه طبقه‌بندی منطقه از نظر دسترسی به منابع قرصه..... ۸۸
- جدول ۱۸-۴- نحوه طبقه‌بندی منطقه از لحاظ قرار گرفتن در جهت باد غالب..... ۸۹

- جدول ۴-۱۹- ماتریس مقایسه زوجی معیارها و تعیین وزن نسبی معیارها..... ۹۱
- جدول ۴-۲۰- ماتریس مقایسه زوجی رده‌های مربوط به معیارهای مختلف مکان‌یابی محل دفن زباله..... ۹۲
- جدول ۴-۲۱- ماتریس مقایسه زوجی رده‌های مربوط به معیار لرزه‌خیزی..... ۹۲
- جدول ۴-۲۲- ماتریس مقایسه زوجی رده‌های مربوط به معیارهای جهت باد و دسترسی به منابع قرضه..... ۹۳
- جدول ۴-۲۳- کلاس‌بندی و وزن لایه‌های اطلاعاتی..... ۹۳
- جدول ۴-۲۴- گروه‌بندی امتیازات نهایی به روش هم‌مساحت..... ۹۹
- جدول ۴-۲۵- دلایل حذف برخی از پهنه‌ها..... ۱۰۱
- جدول ۴-۲۶- مشخصات پهنه‌های منتخب..... ۱۰۴
- جدول ۴-۲۷- ارزش‌گذاری شدت اثرات زیست‌محیطی عملیات احداث و بهره‌برداری از لندفیل..... ۱۰۹
- جدول ۴-۲۸- ماتریس لئوپولد پهنه ۲..... ۱۱۰
- جدول ۴-۲۹- ماتریس لئوپولد پهنه ۸..... ۱۱۱
- جدول ۴-۳۰- نتایج حاصل از ماتریس ارزیابی زیست‌محیطی پهنه‌های منتخب..... ۱۱۲

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

گسترش مناطق شهری و رشد جمعیت منجر به تولید حجم زیادی از مواد زاید جامد شده است (Kontos *et al.*, 2005)، این امر یکی از مهمترین منابع تهدیدکننده سلامت و محیط زیست جهانی است (Javaheri *et al.*, 2006). علی‌رغم تلاش‌های بسیاری که در زمینه مدیریت پسماند، برای کاهش مواد زاید در مراحل تولید، بازیافت و تبدیل مواد زاید به مواد قابل استفاده صورت گرفته است، اما با این وجود در تمام این روش‌ها نیز مقداری مواد باقی می‌ماند که باید دفن شود (Sener, 2004). در حال حاضر دفن بهداشتی زباله مقرون به صرفه‌ترین سیستم دفع زباله‌های جامد در بسیاری از کشورهای در حال توسعه است (Nas *et al.*, 2010). عملیات دفن بهداشتی شامل مراحل انتخاب محل، آماده‌سازی محل و اعمال مدیریت صحیح در مرحله بهره‌برداری می‌باشد که هر کدام نیاز به انجام مطالعات و بررسی‌های کاملی دارد (Javaheri *et al.*, 2006). یکی از مشکلات عمده در بحث مدیریت پسماند انتخاب محل مناسب برای دفن پسماند است (Nas *et al.*, 2010). به طور کلی از دیدگاه زیست‌محیطی هدف اصلی از فرایند مکان‌یابی لندفیل، یافتن محلی مناسب است که با دفن بهداشتی پسماندها در این محل، حفظ بهداشت عمومی و کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی فراهم می‌گردد (EPA, 2006).

در این فصل به بیان مسئله، ضرورت انجام تحقیق، اهداف و روش تحقیق، معرفی منطقه مورد مطالعه و ساختار پایان‌نامه پرداخته شده است.

۱-۲- بیان مسئله

در میان تمام فرایندهای درگیر در مدیریت پسماند از جمله جمع‌آوری، حمل و نقل، بازیافت و تلبار کردن زباله در روی زمین می‌توان گفت دفن زباله در محل مناسب یکی از مهمترین مراحل است (Kumar and Hassan, 2013). در جوامع مختلف عملیات دفن زباله سالیان زیادی است که به عنوان رایج‌ترین روش جهت دفع پسماندهای جامد شهری مورد

استفاده قرار می‌گیرد (Komilis *et al.*, 1999).

یکی از مشکلات جدی و در حال رشد در بسیاری از مناطق شهری کمبود زمین برای دفن زباله است (Sener, 2004). زمین از جمله منابع ارزشمند و محدود است که باید هوشمندانه مورد استفاده قرار گیرد (Javaheri *et al.*, 2006). انتخاب مکانی نامناسب برای دفن زباله ممکن است باعث ایجاد اثرات منفی زیست‌محیطی، اقتصادی و اکولوژیکی گردد. بنابراین محل دفن زباله باید با دقت و با در نظر گرفتن مقررات، عوامل و محدودیت‌ها انتخاب شود (Hafezi Moghaddas and Hajizaeh Namaghi, 2011).

در انتخاب محل دفن زباله نیاز به پردازش و بررسی حجم قابل توجهی از اطلاعات مکانی با توجه به پارامترهای مختلف حاکم بر مناسب بودن یک سایت مشاهده می‌شود (Ojha *et al.*, 2007). در این زمینه نرم‌افزار GIS¹ بسیار مفید است. این نرم‌افزار قادر به پردازش و تجزیه و تحلیل حجم زیادی از داده‌ها در مدت زمان کوتاه می‌باشد. از آنجا که همه معیارها در امر مکان‌یابی محل دفن زباله از اهمیت یکسانی برخوردار نیستند لذا در تصمیم‌گیری‌های مربوط به پارامترهای متعدد و متضاد از فرایند تحلیل سلسله مراتبی² (AHP) به عنوان یک ابزار کارآمد جهت تعیین وزن نسبی پارامترها استفاده می‌شود (Kumar and Hassan, 2013).

ارزیابی اثرات زیست‌محیطی³ (EIA) قبل از اجرای هر پروژه، ابزاری بسیار مفید جهت شناسایی و پیش‌بینی پیامدهای یک پروژه بر محیط زیست، سلامت، بهداشت و رفاه جوامع می‌باشد. به طور کلی در تحقیق حاضر سعی بر این است که با تلفیق نتایج حاصل از GIS و روش AHP مکان‌های مناسبی برای دفن پسماندهای جامد شهری در شهر گرمسار انتخاب گردد و بر اساس نتایج حاصل از ارزیابی اثرات زیست‌محیطی احداث لندفیل در پهنه‌های منتخب، این مناطق اولویت‌بندی شود.

¹ Geographical Information System

² Analytical Hierarchy Process

³ Environmental Impact Assessment

۱-۳- ضرورت انجام تحقیق

جمعیت شهر گرمسار در سال ۱۳۹۰ برابر با ۴۵۵۹۶ نفر می‌باشد. در این شهر به طور متوسط روزانه ۴۵ تن زباله شهری تولید می‌شود (گزارش شهرداری گرمسار، ۱۳۹۱). در حال حاضر این زباله‌ها در کوه‌های سردره واقع در ۱۵ کیلومتری شهر گرمسار به صورت سنتی دفن می‌شود. برای کاهش پیامدهای مختلف دفن غیر بهداشتی زباله‌ها بر محیط‌زیست، مکان‌یابی اصولی محل دفن زباله‌های شهر گرمسار ضرورت دارد و با توجه به اینکه تاکنون تحقیق جامعی در این مورد در منطقه انجام نشده است، لذا انجام این تحقیق لازم و ضروری می‌باشد.

۱-۴- اهداف و روش تحقیق

هدف اصلی این تحقیق تعیین مناسب‌ترین محل برای دفن پسماندهای جامد شهری در شهر گرمسار می‌باشد. برای دستیابی به این هدف اصلی، مراحل تحقیق به شرح زیر انجام گرفته است:

- ۱- مطالعه منابع و بررسی جدیدترین روش‌های مکان‌یابی محل دفن پسماندها
- ۲- تعیین معیارها و محدودیت‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی
- ۳- گردآوری داده‌های مورد نیاز از سازمان‌های مختلف (سازمان زمین‌شناسی کشور، سازمان هواشناسی کشور، شهرداری گرمسار، اداره صنایع و معادن استان سمنان، آب منطقه‌ای استان سمنان، اداره منابع طبیعی استان سمنان، استانداری سمنان، سازمان محیط زیست سمنان، اداره جهاد کشاورزی سمنان و غیره) و همچنین استخراج برخی داده‌ها از تصاویر Google Earth و نقشه‌های پایه (نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی گرمسار، نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی سمنان و نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ توپوگرافی تهران و سمنان)
- ۴- آماده‌سازی لایه‌های اطلاعاتی معیارها در محیط GIS
- ۵- شناسایی مناطق ممنوعه
- ۶- رده‌بندی لایه‌های اطلاعاتی معیارها و انتخاب روش وزن‌دهی به پارامترها

۷- همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی

۸- پهنه‌بندی منطقه از نظر مستعد بودن برای دفن زباله و انتخاب چند گزینه مناسب

۹- بازدید صحرایی از گزینه‌های منتخب

۱۰- ارزیابی اثرات زیست‌محیطی گزینه‌های مناسب و اولویت‌بندی آنها بر اساس نتایج حاصل از

ارزیابی و ارائه راهکارهایی برای به حداقل رساندن اثرات زیست‌محیطی احداث لندفیل در پهنه

منتخب

۱۱- جمع‌بندی و تدوین پایان‌نامه

۱-۵- موقعیت منطقه مورد مطالعه

شهرستان گرمسار با مساحت ۹۵۱۲ کیلومتر مربع در محدوده جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۲

درجه و ۵۱ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۳۵ دقیقه عرض شمالی در

غرب استان سمنان واقع شده است. این شهرستان از شمال به استان تهران، از غرب به استان‌های

تهران و قم، از شرق به شهرستان سمنان و از جنوب به استان اصفهان محدود می‌شود. شهرستان

گرمسار دارای سه شهر گرمسار، ایوانکی و آرادان است و مرکز آن، شهر گرمسار می‌باشد. ارتفاع

متوسط شهر گرمسار از سطح دریا ۸۵۶ متر است (سالنامه آماری استان سمنان، ۱۳۸۹).

رودخانه حبله‌رود که از ارتفاعات البرز جنوبی سرچشمه می‌گیرد در محلی به نام بنکوه وارد دشت

گرمسار شده و مخروط‌افکنه بزرگی را به وجود آورده است. این رودخانه به‌صورت پنجه‌ای در

مخروط‌افکنه جریان یافته و در نهایت در کویر جنوبی پخش می‌گردد. شهر گرمسار بر روی این

مخروط‌افکنه واقع شده است (گزارش مهندسین مشاور یکم، ۱۳۸۷). به منظور مکان‌یابی محل دفن

زباله در شهر گرمسار، منطقه مورد مطالعه تا شعاع ۳۰ کیلومتری شهر گرمسار در نظر گرفته شده

است.

۱-۶- راه‌های دسترسی به منطقه

بزرگراه‌های تهران- مشهد و قم-گرمسار، جاده‌های اصلی دسترسی به شهر گرمسار می‌باشند. راه‌آهن تهران- مشهد از گرمسار عبور می‌کند و راه‌آهن تهران-گرگان نیز از گرمسار به سمت شمال تغییر مسیر داده و به فیروزکوه و سپس به استان مازندران وارد می‌شود. در شکل (۱-۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه و راه‌های دسترسی به آن نمایش داده شده است.

۱-۷- ساختار پایان‌نامه

تحقیق حاضر به ترتیب زیر سازمان‌دهی شده است:

فصل اول: کلیات

فصل دوم: تعاریف، مبانی نظری و مروری بر مطالعات پیشین

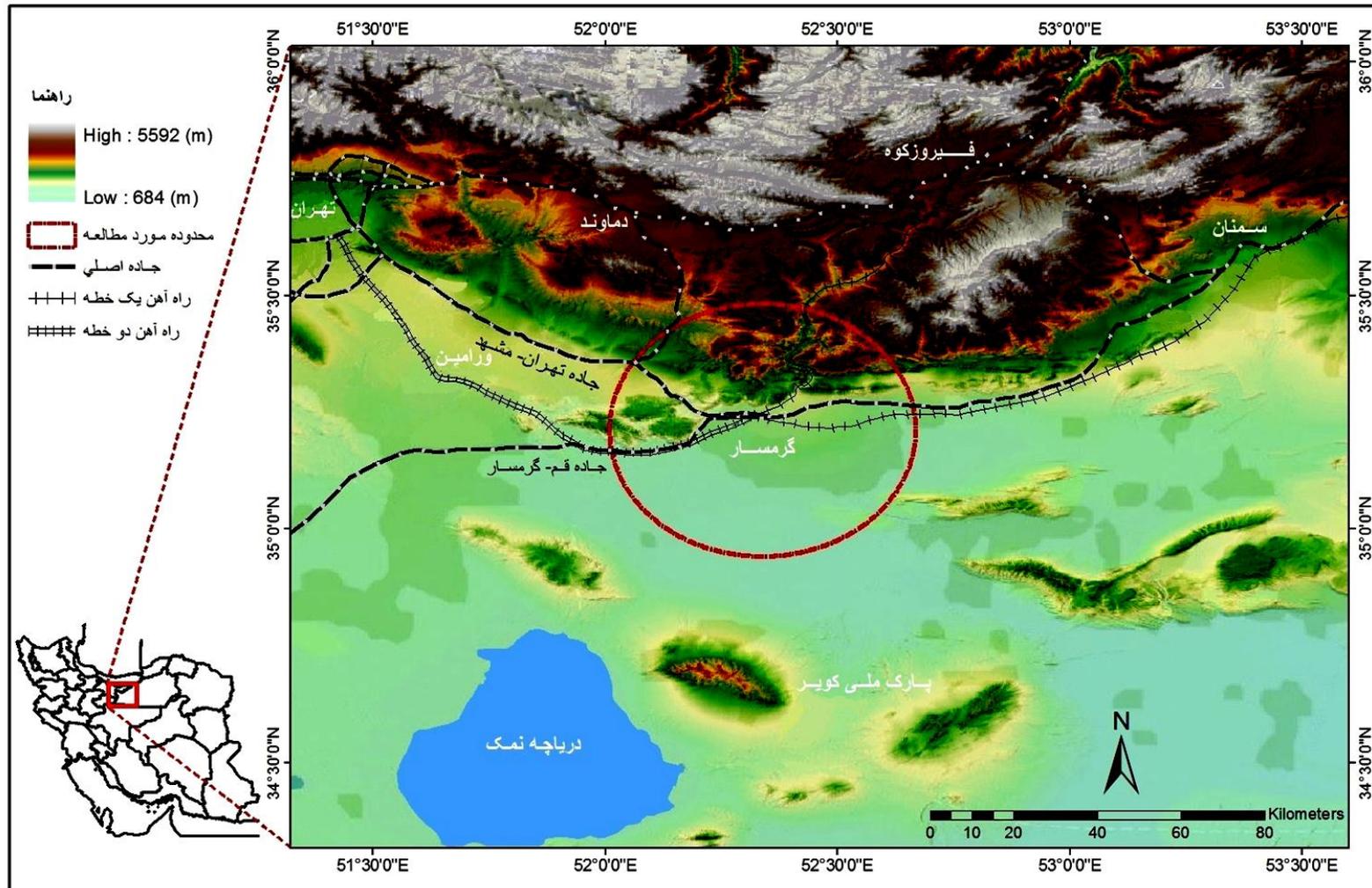
فصل سوم: خصوصیات منطقه مطالعاتی از قبیل: آب و هوا، زمین‌شناسی، خصوصیات پسماند و غیره

فصل چهارم: نتایج مطالعه انجام شده در خصوص مکان‌یابی محل دفن پسماند جامد شهری در شهر

گرمسار و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی پهنه‌های منتخب

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

منابع



شکل ۱-۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه و راه‌های دسترسی به آن

فصل دوم

پارامترها و روش‌های مکان‌یابی

محل دفن زباله

(مروری بر مطالعات پیشین)

۲-۱- مقدمه

سروکار داشتن با زباله‌های جامد شهری مشکلی جدی در تمام کشورها می‌باشد، به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه که در آنها خدمات مدیریت مواد زاید ابتدایی است (Schubeler *et al.*, 1996; Wilson, 2007; Marshall, 2013). سیستم مدیریت مواد زاید شامل کاهش مواد زاید در مبداء، استفاده مجدد، بازیافت و دفع مواد زاید می‌باشد. این فرایند به علت کاهش نابودی منابع طبیعی و صرفه‌جویی غیرمستقیم در انرژی، نقش مهمی در توسعه پایدار بازی می‌کند (Hui *et al.*, 2006). به طور کلی اهداف مدیریت مواد زاید جامد شهری شامل حفظ سلامت انسان و محیط زیست، ارتقای کیفیت محیط زیست (با کنترل آلودگی آب، خاک و هوا)، حصول اطمینان از پایداری اکوسیستم در منطقه شهری، پشتیبانی از توسعه اقتصادی شهر و ایجاد اشتغال و درآمد در بخش خود می‌باشد (Schubeler *et al.*, 1996).

اجرای سیستم مدیریت مواد زاید جامد شهری در هر شهر، به تطابق عملکردهای آن سیستم با ویژگی‌های خاص اجتماعی (آموزش و آگاهی مردم)، اقتصادی (امکان‌سنجی اقتصادی و تکنولوژی)، زیست‌محیطی و سیاسی آن شهر یا کشور مربوطه بستگی دارد (Schubeler *et al.*, 1996; Hui *et al.*, 2006).

مکان‌یابی محل دفن زباله به چالش کشیدن یک جزء از فرایند کلی مدیریت مواد زاید است. برای این منظور در این فصل پس از تعاریف انواع مواد زاید جامد به معرفی معیارها و روش‌های دخیل در انتخاب محل دفن مواد زاید جامد شهری پرداخته و در ادامه به برخی از مطالعاتی که در این زمینه صورت گرفته اشاره شده است.

۲-۲- تعاریف و طبقه‌بندی مواد زاید جامد

عبارت مواد زاید جامد به مجموعه مواد ناشی از فعالیت‌های انسان و حیوان که معمولاً جامد بوده و به

صورت ناخواسته و یا غیرقابل استفاده دور ریخته می‌شوند اطلاق می‌گردد. به طور کلی این مواد به سه دسته مواد زاید شهری، مواد زاید صنعتی و مواد زاید خطرناک تقسیم می‌گردد (عمرانی، ۱۳۷۷).

۲-۲-۱- مواد زاید شهری

مواد زاید جامد شهری زباله‌هایی هستند که در نتیجه فعالیت‌های انجام شده در شهرها ایجاد می‌شوند و شامل ضایعات خانگی، پسماندهای جامد غیرخطرناک صنعتی، تجاری، سازمان‌ها (از جمله بیمارستان‌ها)، زباله‌های خیابان‌ها و غیره می‌باشد. با اینکه ضایعات خطرناک صنعتی و پزشکی جزئی از مواد زاید جامد شهری تعریف نشده‌اند اما معمولاً جدا کردن آنها از مواد زاید جامد شهری بسیار دشوار است، به خصوص هنگامی که منابع آنها کوچک و پراکنده باشد. بنابراین سیستم مدیریت مواد زاید جامد شهری باید با اقدامات ویژه‌ای از ورود این مواد خطرناک به جریان زباله‌ها جلوگیری نماید (Schubeler et al., 1996).

۲-۲-۱-۱- ضایعات خانگی

مجموعه ناهمگنی از مواد مختلف است که شامل زایدات غذایی، ضایعات باغبانی، کاغذ، چوب، پلاستیک، شیشه، پارچه، خاکستر، فلزات و غیره می‌باشد (غضبان، ۱۳۸۱). به طور کلی زباله‌های خانگی شامل دو بخش مواد فسادپذیر و فسادناپذیر است. به قسمت فسادپذیر زباله که معمولاً از زایدات گیاهی و بقایای حیوانات می‌باشد و در مراحل آماده‌سازی، پختن و یا خوردن به دست می‌آید زایدات غذایی اطلاق می‌شود (پوی و همکاران، ۱۳۸۵). کمیت پسماندهای غذایی در طول سال متغیر بوده و در ماه‌های تابستان که مصرف میوه و سبزی بیشتر است به حداکثر می‌رسد. پسماندهای غذایی به دو دلیل دارای اهمیت می‌باشد، از یک سو به دلیل تخمیر و فساد سریع، بوهای نامطبوع تولید کرده و محل مناسبی برای رشد و تکثیر مگس و سایر حشرات و جوندگان است و از سوی دیگر به دلیل قابلیت تهیه کود از آن، حائز اهمیت است. به قسمت فسادناپذیر زباله به جزء خاکستر، آشغال گفته می‌شود (عمرانی، ۱۳۷۷). آشغال را می‌توان به دو بخش قابل اشتعال و غیرقابل اشتعال تقسیم

کرد. عموماً بخش قابل اشتعال از موادی مانند کاغذ، مقوا، پلاستیک، پارچه، لاستیک، چرم، چوب و مواردی از این قبیل تشکیل می‌شود و بخش غیر قابل اشتعال شامل موادی نظیر شیشه، بلور، قوطی‌های حلبی، قوطی‌های آلومینیمی، فلزات آهنی و غیرآهنی می‌باشد (پوی و همکاران، ۱۳۸۵). به موادی که از سوختن چوب، زغال‌سنگ، زغال و سایر مواد سوختنی که برای مقاصد صنعتی، پخت و پز و یا گرم کردن منازل بکار می‌رود تولید می‌شود، خاکستر گفته می‌شود.

به طور کلی مواد فسادپذیر ۷۰ درصد زباله‌های خانگی و مواد فسادناپذیر ۳۰ درصد این زباله‌ها را تشکیل می‌دهد. در ایران قسمت اعظم زباله‌های شهری را زباله خانگی تشکیل می‌دهد.

۲-۱-۲-۲- زایدات ساختمانی

به زایدات حاصل از تخریب ساختمان، تعمیر اماکن مسکونی، تجاری، صنعتی و یا سایر فعالیت‌های ساختمان‌سازی اطلاق می‌شود.

۲-۱-۲-۳- زایدات متفرقه

این قسمت از زباله‌ها شامل مواد حاصل از جاروب کردن خیابان‌ها و معابر، برگ درختان، اجساد حیوانات مرده و موادی که از وسایل نقلیه به جای مانده است می‌باشد (عمرانی، ۱۳۷۷).

۲-۱-۲-۴- زایدات حاصل از واحدهای تصفیه

مواد زاید جامد و نیمه جامد حاصل از آب، فاضلاب و تاسیسات صنعتی تصفیه پساب در این گروه طبقه‌بندی می‌شود (پوی و همکاران، ۱۳۸۵).

۲-۱-۲-۵- زایدات کشاورزی

زباله‌های کشاورزی شامل پسماندهای سموم دفع آفات، کودهای شیمیایی و فضولات حیوانی می‌باشد (حافظی مقدس و غفوری، ۱۳۸۸).

۲-۱-۶- زایدات بیمارستانی

زباله‌های بیمارستانی شامل موادی هستند که با توجه به نوع کار و وظیفه در هر بخش بیمارستانی متفاوت می‌باشند. مثلاً زباله بخش عفونی یا اطاق عمل، با مواد زاید آزمایشگاه یا بخش رادیولوژی تفاوت محسوسی دارد. به طور کلی زباله بخش‌های مختلف بیمارستان‌ها به هفت گروه تقسیم می‌شوند:

الف- زباله‌های معمولی بیمارستان: عموماً شامل زباله‌های مربوط به بسته‌بندی مواد و دیگر زباله‌های پرسنل شاغل در بیمارستان و خوابگاه‌های آن‌هاست.

ب- مواد زاید پاتوبیولوژیکی: شامل بافت‌ها، قسمت‌های مختلف بدن، پنبه‌های آغشته به خون و چرک، مواد دفعی بدن همچون نمونه‌های مدفوع و ادرار و غیره می‌باشد.

ج- مواد زاید رادیواکتیو: شامل جامدات، مایعات و گازها بوده و در برخی از بخش‌ها و آزمایشگاه‌های بیمارستان‌ها وجود دارند که جمع‌آوری و دفع آن‌ها دارای خصوصیات ویژه‌ای است.

د- مواد زاید شیمیایی: شامل جامدات، مایعات و گازهای زاید می‌باشد که به وفور در بیمارستان‌ها وجود دارد. مواد زاید شیمیایی ممکن است خطرناک باشند.

ه- مواد زاید عفونی: این مواد، شامل جرم‌های پاتوژن در غلظت‌های مختلف هستند که می‌توانند به سادگی منجر به بیماری شوند. وسایل آغشته به جرم‌های عفونی در بیمارستان شامل دستکش، وسایل جراحی، روپوش، لباس جراحی، ملحفه و غیره است. این زباله‌ها ۱۰ درصد کل زباله‌های بیمارستانی را تشکیل می‌دهند.

و- مواد زاید دارویی: شامل داروهای پسمانده، داروهای فاسد شده یا مواد شیمیایی هستند که تا حدود زیادی در زباله‌های بیمارستانی وجود دارند.

ز- ظروف مستعمل تحت فشار: اگر برای از بین بردن ظروفی مثل قوطی‌های افشانه، گازهای کپسوله شده و غیره از دستگاه‌های زباله‌سوز استفاده گردد امکان بروز خطر وجود دارد زیرا این ظروف دارای قابلیت انفجار هستند (عمرانی و علوی نخبجوانی، ۱۳۸۶).

۲-۲-۲- مواد زاید صنعتی

این مواد شامل پسماندهای کارخانجات مختلف صنعتی، شیمیایی، خوراکی، محصولات نفتی، پلاستیک‌سازی، چوب‌بری، دارویی و غیره است. برخی از این پسماندها خطرناک می‌باشند (حافظی مقدس و غفوری، ۱۳۸۸).

۲-۲-۳- مواد زاید خطرناک

مواد زاید خطرناک، مواد زاید جامد یا مایعی هستند که به علت کمیت، غلظت و یا کیفیت فیزیکی، شیمیایی و یا بیولوژیکی می‌توانند باعث افزایش میزان مرگ و میر و یا بیماری‌های بسیار جدی شوند (عمرانی، ۱۳۷۷). اگر مواد زاید یکی از ویژگی‌های خطرناک از قبیل قابلیت ایجاد جرقه، خوردگی، میل به واکنش شیمیایی و ایجاد مسمومیت را داشته باشد خطرناک محسوب می‌شود (پوی و همکاران، ۱۳۸۵).

۲-۳- معیارها و عوامل موثر در مکان‌یابی محل دفن زباله

شناسایی مناسب‌ترین محل برای دفن زباله فرایند پیچیده‌ای است و عوامل زیادی در این امر دخیل هستند. به منظور کاهش خطرات بهداشت عمومی، اثرات زیست‌محیطی و هزینه تسهیلات، از میان این عوامل اغلب اثرات معیارهای زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی در نظر گرفته می‌شود (Chang *et al.*, 2008; Gorsevski *et al.*, 2012; Donevska *et al.*, 2012). در ادامه به بررسی این عوامل پرداخته می‌شود.

۲-۳-۱- معیار زیست‌محیطی

۲-۳-۱-۱- زمین‌شناسی

زمین‌شناسی یک منطقه به طور مستقیم نوع خاک ایجاد شده از مواد اولیه، ظرفیت تحمل خاک پی محل دفن زباله و مهاجرت شیرابه را کنترل می‌کند. در واقع نوع سنگ بستر و ساختار آن تعیین

کننده نوع خاک و میزان نفوذپذیری آن است (Sener, 2004). به طور کلی خصوصیات زمین‌شناسی یک حوضه تحت تاثیر واحدهای تکتونیکی می‌باشد. بنابراین واحدهای سنگ‌شناسی و عوارض خطی باید در انتخاب محل لندفیل در نظر گرفته شوند (Sener *et al.*, 2011).

الف- واحدهای سنگ‌شناسی

با توجه به این‌که جنس لایه‌های زمین نفوذپذیری منطقه را کنترل می‌کند این معیار دارای اهمیت می‌باشد. مقایسه نرخ نفوذپذیری سنگها نشان می‌دهد که سنگهای بلورینی که فاقد شکستگی اند میزان بسیار کمی از سیالات را از خود عبور می‌دهند (Sener, 2004) بنابراین این سنگها بهترین سنگ بستر برای احداث لندفیل می‌باشند (اسکندری، ۱۳۹۰). در حالی که ماسه‌سنگها با سیمان‌شدگی ضعیف سیالات را سریعتر از خود عبور می‌دهند. بنابراین مکان‌هایی که به وسیله تشکیلات ماسه‌ای پوشانده شده‌اند، به دلیل نفوذپذیری بالا و وجود آبخوان‌های مناسب به عنوان مناطق نامناسب برای احداث لندفیل در نظر گرفته می‌شوند. همچنین ماسه‌سنگها به دلیل نرخ نفوذپذیری بیشتر نسبت به سایر سنگهای رسوبی (مانند سنگهای آهکی و شیل‌ها)، نامناسب می‌باشند. سنگهای آهکی به دلیل قابلیت حل شدن در pH کم نسبت به شیل‌ها نامناسب‌تر هستند. در صورتی که لایه‌هایی با نفوذپذیری کم مانند تشکیلات رسی و شیلی با محدود کردن حرکت و انتقال سیالات برای محل دفن زباله مناسب هستند (Schwartz, 2001; Sener, 2004; Kontos *et al.*, 2005).

آبرفت‌ها و ذخایر فلیش که از موادی مانند سیلت، ماسه و گراول تشکیل شده‌اند برای محل دفن زباله بسیار نامناسب‌اند (Sener *et al.*, 2011).

ب- زمین‌شناسی ساختمانی

محل دفن زباله نباید در مناطق ناپایدار واقع شود. به طور کلی مناطق ناپایدار از نظر زمین‌شناسی به مناطقی که مستعد فرونشست‌های ناشی از فعالیت‌های معدنی و مناطق کارستی (EPA, 2006) و

همچنین مناطقی که مستعد زمین لرزه و زمین لغزش هستند اطلاق می‌شود. (EPA, 2007).

با توجه به این که شیرابه‌ها به سمت پایین و در جهت شیب لایه‌ها حرکت می‌کنند برای جلوگیری از گسترش شیرابه‌ها محل دفن زباله نباید بر روی محور تاقدیس‌ها و ساختارهای گنبدی شکل قرار گیرند. این در حالی است که ناودیس‌ها و ساختارهای حوضه‌ای شکل بهترین محل برای جمع‌آوری شیرابه می‌باشند. بنابراین این ساختارها به‌خصوص اگر لایه‌های درونی آن نفوذپذیری خیلی کمی داشته باشد برای احداث لندفیل مناسب می‌باشد (Schwartz, 2001).

نواحی گسل‌خورده محل مناسبی جهت دفن پسماندها نیستند. زیرا از یک سوی گسل‌ها (گسل فعال یا غیر فعال) با افزایش نفوذپذیری منطقه، حرکت شیرابه را بیشتر می‌کنند و باعث ایجاد اثرات منفی زیست‌محیطی می‌شوند و از سویی دیگر تجهیزات لندفیل می‌تواند تحت تاثیر حرکات ناشی از زمین‌لرزه تخریب شود و علاوه بر ایجاد اثرات منفی زیست محیطی از نظر اقتصادی نیز باعث ایجاد خسارت شود (اسکندری، ۱۳۹۰).

۲-۳-۱-۲- هیدرولوژی و هیدروژئولوژی

الف- هیدرولوژی

یکی از پارامترهای مهمی که در مکان‌یابی محل دفن زباله باید مورد توجه قرار گیرد وجود آب‌های سطحی (مانند دریاچه‌ها، سدها، بندها، رودخانه‌ها، آبراهه‌ها، کانال‌های آبیاری، مسیل‌ها، مانداب‌ها و غیره) در منطقه می‌باشد. بر طبق دستورالعمل‌های اتحادیه اروپا به علت وجود احتمال خطر آلودگی آب، محل دفن زباله نباید در نزدیکی منابع آب سطحی واقع شود (Donevska *et al.*, 2012).

همچنین برای جلوگیری از قرار گرفتن پسماندها در معرض فرسایش رودخانه‌ها و آبراهه‌های بزرگ، باید حریم مناسبی برای رودخانه‌های مئاندری و غیرمئاندری در نظر گرفته شود (Sener, 2004).

علاوه بر در نظر گرفتن آب‌های سطحی، اندازه حوضه هیدرولوژیکی هم باید برای تعیین محل دفن زباله در نظر گرفته شود، مناطقی که در بالادست حوضه هیدرولوژیکی بزرگ واقع شده‌اند برای دفن

زباله مناسب نیستند زیرا هزینه‌های نسبتاً زیادی برای ساخت سیستم زهکشی در اطراف لندفیل نیاز است (Kontos *et al.*, 2005).

در برخی از مطالعات با توجه به قوانین هر کشور و شرایط منطقه مورد مطالعه حریم مناسبی برای آب‌های سطحی در نظر گرفته شده است که در ذیل به چند مورد اشاره می‌شود:

گیوکین و همکاران (Guiqin *et al.*, 2009) برای انتخاب محل لندفیل در پکن با توجه به قانون مدیریت پسماند چین، فاصله ۵۰۰ متر را برای آب‌های سطحی (دریاچه، تالاب و رودخانه‌های دائمی) در نظر گرفته‌اند.

ناس و همکاران (Nas *et al.*, 2010) با در نظر گرفتن اینکه در شهر چومرا^۱ (واقع در ترکیه) به علت کشت چغندر قند کانال‌های آبیاری زیادی در آنجا ساخته شده است حریم ۱۰۰ متر را برای کانال‌های آبیاری مناسب دانسته‌اند.

سنر و همکاران (Sener *et al.*, 2011) در پژوهش خود برای انتخاب محل دفن زباله در حوضه دریاچه Egirdir ترکیه، با توجه به اینکه این دریاچه یکی از مهمترین منابع آب شیرین ترکیه است، برای حفاظت از آن بر طبق آیین‌نامه مدیریت پسماند ترکیه، فاصله ۱۰۰۰ متر را برای دریاچه در نظر گرفتند.

ب- هیدروژئولوژی

مهمترین عاملی که باید در انتخاب محل دفن زباله مورد توجه قرار گیرد معیار هیدروژئولوژی است (Donevska *et al.*, 2012). آلودگی آب‌های زیرزمینی به وسیله محل دفن زباله به عوامل متعددی از جمله هدایت هیدرولیکی لایه‌های زیرین محل دفن زباله (سنگهای رسی و سازندهای کارستی)، عمق منطقه تهویه، نوع خاک منطقه تهویه و شیب هیدرولیکی آبخوان بستگی دارد (Kontos *et al.*, 2005).

¹ Cumra

- فاصله از چشمه‌ها، قنات‌ها و چاه‌ها

با توجه به اینکه چشمه‌ها محل ظهور آب‌های زیرزمینی در سطح زمین هستند باید حریم مناسبی برای آن در نظر گرفته شود. تعیین حریم برای چشمه‌ها (اعم از چشمه‌های معدنی، آبگرم و غیره) بستگی به عواملی مانند دبی، کیفیت آب و دائمی یا فصلی بودن چشمه‌ها دارد (فتحی، ۱۳۸۶). در صورت نزدیک بودن لندفیل به چاه‌های آب، گازهای سمی و شیرابه تولید شده از لندفیل، آب چاه‌ها را نامناسب می‌کند به همین دلیل باید یک حریم ۳۰۰ متر برای چاه‌های آب اعمال شود (Nas et al., 2010).

- عمق آب زیرزمینی

سطح بالای آب زیرزمینی خطر بیشتری را برای آلودگی آب زیرزمینی ایجاد می‌کند (Sener, 2004). بنابراین با توجه به آلودگی آب زیرزمینی، عمق سطح آب باید به عنوان یک عامل بسیار موثر در مکان‌یابی لندفیل در نظر گرفته شود. به طور کلی مناطقی که عمق سطح آب در آن به اندازه کافی عمیق است به عنوان مناسب‌ترین محل و مناطقی که نسبتاً عمیق و کم عمق هستند به ترتیب به عنوان مناطق نسبتاً مناسب و نامناسب در نظر گرفته می‌شوند (Javaheri et al., 2006; Sener et al., 2011).

- کیفیت آب زیرزمینی

برای حفاظت از منابع آب زیرزمینی محل دفن زباله نباید در مناطقی که دارای آبخوان‌هایی با کیفیت مناسب هستند واقع شود. بنابراین مناطقی که دارای آبخوان‌های بدون کیفیت یا شور هستند برای دفن زباله مناسب می‌باشند (باقر کاظمی، ۱۳۸۸).

۲-۳-۱-۳- خاک‌شناسی

انتقال آلاینده‌ها از محل دفن زباله بستگی به عواملی از قبیل نوع و شدت بارش، جنس خاک و سنگ

بستر، رطوبت خاک، شیب زمین و پوشش گیاهی دارد. هرچه میزان پوشش گیاهی، شیب زمین و رطوبت خاک کمتر و شدت بارش باران آرام و مداوم باشد قدرت نفوذ آب بیشتر می‌شود. همچنین پتانسیل آلوده‌سازی آب‌های زیرزمینی توسط شیرابه بستگی به وضعیت فیزیکی محل دفن و خلل و فرج خاک در منطقه تهویه دارد. حرکت آلاینده‌های شیمیایی شیرابه، به طور کلی سریع‌تر از آلاینده‌های بیولوژیکی است زیرا خاک ماسه‌ای و لای اغلب نظیر یک صافی عمل کرده و آلاینده‌های بیولوژیکی را از شیرابه جدا می‌کنند ولی آلاینده‌های شیمیایی همراه با حرکت شیرابه به خط ایستایی آب رسیده و در آنجا وارد سیستم جریان آب‌های زیرزمینی می‌گردند.

قدرت آلودگی شیرابه، طی عبور از لایه‌های خاک به طور عمودی یا جانبی کاهش می‌یابد. میزان این کاهش به طبیعت منطقه تهویه بستگی دارد و فرایندهای گوناگونی شامل فیلتراسیون، تبادل یونی، جذب و فعالیت‌های میکروبیولوژیکی در این امر دخیل هستند (مجلسی و نوری، ۱۳۷۱).

خاک بهینه برای مکان دفن زباله، باید دارای ویژگی‌هایی از قبیل نفوذپذیری کم، ظرفیت تحمل کافی برای ساخت و ساز، پتانسیل فرسایش پذیری کم، ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و pH بیشتر از ۵ باشد. به طور کلی خاک‌هایی که دارای بافت دانه ریز هستند نسبت به خاک‌های دانه درشت مناسب‌تر می‌باشند (Oweis and Khera, 1998).

۲-۳-۱-۴- مناطق حفاظت شده زیست‌محیطی

مدیریت پسماند جامد نباید باعث تخریب محیط زیست طبیعی، مناطق منحصر به فرد زیست‌محیطی و یا مناظر زیبا و جذاب شود (Kontos et al., 2005).

۲-۳-۲- معیار اقتصادی

۲-۳-۱- ژئومرفولوژی

الف- توپوگرافی

توپوگرافی منطقه یک عامل مهم در انتخاب محل دفن زباله است. نواحی کوهستانی برای محل دفن زباله مناسب نیستند (فتیحی، ۱۳۸۶) در حالی که گودال‌های عمیق مکان‌های مناسبی برای دفن زباله هستند ولی ممکن است در این مناطق رواناب‌های سطحی مشکلاتی را ایجاد کنند. بنابراین در این مناطق باید زهکشی‌ها را طوری طراحی کرد که از ورود آب‌های سطحی به داخل گودال‌ها جلوگیری به عمل آید (شیردل و ابادری، ۱۳۹۰).

تپه‌های مسطح یا کمی شیب‌دار در صورتی که در معرض سیلاب قرار نگیرند، مناسب‌ترین محل برای دفن زباله هستند. اما این مناطق برای کاربری‌های دیگر مانند کشاورزی و مسکونی نیز مناسب هستند و این امر منجر به بالا رفتن قیمت این زمین‌ها می‌شود (Sener, 2004).

ب- شیب زمین

شیب زمین یک عامل بسیار مهم برای تولید رواناب سطحی است. این امر منجر به انتقال آلاینده‌ها از محل دفن زباله به مناطق وسیعی می‌شود. همچنین شیب زمین از این لحاظ دارای اهمیت است که بر هزینه‌های ساخت و ساز لندفیل تاثیر می‌گذارد. به طور مثال دامنه‌های شیب‌دار منجر به بالا رفتن هزینه‌های حفاری می‌شود. به طور کلی مناطقی که دارای شیب بیشتر از ۳۰ درصد هستند نامناسب و مناطقی که دارای شیب کمتر از ۱۰ درصد هستند برای دفن زباله مناسب می‌باشند (Guiqin *et al.*, 2009; Donevska *et al.*, 2012).

۲-۲-۳-۲- کاربری اراضی

در این مبحث هدف حفاظت از مناطق تحت توسعه اقتصادی است که ممکن است تحت تاثیر محل دفن زباله قرار گیرد. به طور کلی به علت وجود فعالیت‌های اقتصادی در زمین‌های کشاورزی، مناطق مسکونی و مناطق دارای جاذبه‌های گردشگری و غیره، این مناطق محل مناسبی برای دفن زباله نیستند (Kontos *et al.*, 2005). البته معیار کاربری اراضی تابع محدودیت‌های قانون نیست و ممکن است با توجه به شرایط منطقه مورد مطالعه متفاوت باشد. به عنوان مثال می‌توان به موارد زیر اشاره

کرد:

گیوکین و همکاران (Guiqin *et al.*, 2009) با توجه به اینکه در شهر پکن کاربری اراضی غالب، زمین‌های کشاورزی است این زمین‌ها را جزء مناطق مناسب برای دفن زباله در نظر گرفته‌اند. در حالی که سندر و همکاران (Sener *et al.*, 2011) در حوضه دریاچه Egirdir ترکیه، زمین‌های زراعی را مکان نامناسبی برای دفن زباله در نظر گرفته‌اند.

۲-۳-۲-۳- نزدیک‌ی به مراکز تولید زباله

یکی از عوامل مهم در مکان‌یابی محل دفن زباله، نزدیکی به مراکز تولید زباله به‌خصوص مناطق مسکونی پرجمعیت است. در واقع این عامل تعیین‌کننده هزینه‌های عملیات دفن است. بنابراین نزدیک بودن محل دفن به مناطق مسکونی هزینه‌های عملیات را کاهش خواهد داد (Donevska *et al.*, 2012). مناطقی که در فاصله بیش از ۳۰ کیلومتری شهر اصلی واقع شده‌اند برای دفن زباله مناسب نیستند (Sener, 2004).

۲-۳-۲-۴- فاصله از جاده

هزینه‌های دسترسی به محل‌های دفن زباله به وجود جاده‌های نزدیک بستگی دارد. اگر نیاز به بازسازی جاده باشد هزینه‌ها افزایش خواهد یافت به همین علت شبکه راه‌ها یکی از فاکتورهای مهم برای انتخاب محل دفن زباله می‌باشد (Sener, 2004). بنابراین به منظور تسهیل در حمل و نقل و کاهش هزینه‌های جانبی، محل دفن زباله باید کمترین فاصله را از شبکه راه‌ها و مراکز تولید پسماند داشته باشد (Javaheri *et al.*, 2006).

۲-۳-۲-۵- فاصله از خطوط انتقال نیرو

یکی از مواردی که باید در مطالعات مربوط به مکان‌یابی رعایت شود، فاصله از خطوط انتقال نیرو، مخابرات و آب است (فتحی، ۱۳۸۶). در هنگام احداث و بهره‌برداری از لندفیل جهت تامین برق مورد

نیاز و همچنین به منظور رفاه کارکنان باید محل لندفیل فاصله کوتاهی تا خطوط انتقال نیرو داشته باشد (نیکنامی و حافظی مقدس، ۱۳۸۹).

۲-۳-۲-۶- نزدیکی به منابع قرضه

هزینه‌های مصالح ساختمانی در طول ساخت و ساز لندفیل (خاک نفوذناپذیر برای کف لندفیل) و عملیات دفن زباله (خاک دانه ریز برای پوشش روزانه زباله‌ها و پوشش نهایی) بستگی به نزدیکی محل دفن به مصالح ساختمانی دارد (Donevska *et al.*, 2012).

۲-۳-۲-۷- قیمت زمین

مالکیت زمین مورد نیاز برای دفن زباله بسیار مهم است. به طور کلی زمین‌هایی که مالکیت عمومی دارند ارزان‌تر از زمین‌هایی هستند که مالکیت خصوصی دارند (Sener, 2004).

۲-۳-۲-۸- فاصله از فرودگاه

در هنگام احداث لندفیل باید به این نکته توجه شود که آیا ایجاد لندفیل در نزدیکی فرودگاه برای هواپیما خطر بالقوه‌ای هست یا خیر، این امر به موقعیت لندفیل نسبت به مسیرهای پرواز هواپیما، ماهیت پسماندهای دفن شده و نوع پرندگانی که انتظار می‌رود در مجاورت لندفیل تجمع یابند بستگی دارد. محل دفنی که فقط یک نوع مواد زاید مانند زباله‌های بی‌اثر در آن قرار می‌گیرد در برابر پسماندهای زیست‌تخریب‌پذیر، خطری برای پرواز هواپیما تلقی نمی‌شود و آن به این دلیل است که زباله‌های بی‌اثر پرندگان را جذب نمی‌کنند (EPA, 2006).

۲-۳-۲-۳- معیار اجتماعی

۲-۳-۲-۱- فاصله از مناطق شهری و روستایی

واقع شدن محل دفن زباله در نزدیکی مناطق شهری و روستایی ممکن است باعث ایجاد اثرات منفی

زیست‌محیطی بر روی جامعه (به دلیل بو، گرد و غبار، سر و صدا و غیره) شود (Donevska *et al.*, 2012).

۲-۳-۳-۲- مقبولیت عام

قبول احداث لندفیل از طرف مردم و زمین‌داران اطراف محل و کسانی که مجبورند از اطراف محل دفن عبور کنند یکی از مواردی است که باید مورد توجه قرار گیرد. محل دفن زباله باید در محل مناسبی قرار گرفته و از طراحی خوبی برخوردار باشد و از نظر زیبا شناختی قابل قبول باشد (شیردل و اباذری، ۱۳۹۰).

۲-۳-۳-۳- ایجاد ترافیک

در طول ساخت و ساز و بهره‌برداری از لندفیل ترافیک ایجاد می‌شود که این می‌تواند باعث ایجاد سر و صدا، ارتعاش، گرد و غبار و انتشار گازهای خروجی از آگزوزها گردد (EPA, 2006). بنابراین از دیدگاه اجتماعی مناطق دفن زباله نباید نزدیک به شبکه راه‌ها باشد (Akbari *et al.*, 2008).

۲-۳-۳-۴- جهت باد

در انتخاب محل دفن زباله باید به عوامل هواشناسی توجه شود. محل دفن زباله به علت اثر بو، نباید در معرض باد غالب قرار داشته باشد. بنابراین مناطق مسطح برای دفن زباله مناسب نیستند زیرا این مناطق از تمام جهات در معرض باد قرار می‌گیرند (Kontos *et al.*, 2005). بدیهی است که تامین تمام شرایط بیان شده در بالا، برای محل دفن زباله عملی نیست، بنابراین بررسی و تجزیه و تحلیل اهمیت معیارها نسبت به هم در انتخاب گزینه برتر عامل تعیین کننده‌ای در انتخاب محل دفن زباله است.

۲-۴- سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

سیستم اطلاعات جغرافیایی، ابزاری قدرتمند در جمع‌آوری، مرتب کردن، ذخیره‌سازی، ادغام، پردازش، تحلیل و نمایش حجم زیادی از داده‌ها می‌باشد (Congalton and Green, 1992; Daneshvar *et al.*, 2005). با توجه به اینکه در نرم‌افزار GIS داده‌ها به صورت رقومی نگهداری می‌شوند لذا از نظر فیزیکی حجم کمتری را نسبت به روش‌های سنتی اشغال می‌کنند. علاوه بر این در این نرم‌افزار با استفاده از توانایی‌های کامپیوتر مقادیر بسیاری از داده‌ها را می‌توان با سرعت زیاد و هزینه نسبتاً کم نگهداری و بازیابی کرد (عظیمی حسینی و همکاران، ۱۳۸۹).

۲-۵- مدل‌های تلفیق و تحلیل داده‌های مکانی

انسان‌ها در زندگی روزمره با مسائل چند معیاره گوناگونی رو به رو می‌شوند و همیشه مجبور به تصمیم‌گیری در این زمینه‌ها هستند. در بعضی موارد نتیجه تصمیم‌گیری به حدی مهم است که بروز خطا ممکن است منجر به ایجاد ضررهای جبران‌ناپذیری شود. از این‌رو لازم است که روش مناسبی برای انتخاب بهینه و تصمیم‌گیری صحیح در نظر گرفته شود (قدسی پور، ۱۳۹۱). با توجه به اینکه معیارها در پروژه مکان‌یابی دارای ارزش یکسانی نمی‌باشند، لذا برای در نظر گرفتن اهمیت معیارها و لحاظ کردن مستقیم آنها در پهنه‌بندی باید معیارها وزن‌دهی شوند. وزن‌دهی به چند طریق مختلف انجام می‌شود که در ادامه به بررسی برخی از این روش‌ها پرداخته می‌شود.

۲-۵-۱- مدل منطق بولین (Boolean Logic Model)

ساده‌ترین مدل شناخته شده در GIS مدلی بر اساس عملیات بولین می‌باشد. در این مدل اساس وزن‌دهی به واحدها در هر لایه اطلاعاتی بر اساس منطق صفر و یک است. عدد صفر فقط برای واحدهای نامناسب و عدد یک برای واحدهای نسبتاً مناسب تا بسیار مناسب در نظر گرفته می‌شود. بنابراین نقشه هر لایه فقط به دو قسمت مناسب (با ارزش یک) و نامناسب (با ارزش صفر) تقسیم

می‌شود. به کمک عملگرهای منطقی (AND, OR, XOR, NOT)، نقشه نهایی از تلفیق نقشه‌های ورودی استخراج می‌شود، واحدهای این نقشه نیز دارای مقادیر صفر و یک می‌باشد (Nas et al., 2010). مدل بولین به دلیل داشتن منطق و محاسبات ساده، اجرای سریع و آسانی دارد ولی با توجه به تاثیر پارامترهای مختلف بر فرایند مکان‌یابی نمی‌توان از این روش به عنوان مدل مناسبی برای ترکیب نقشه‌ها استفاده کرد زیرا در این روش وزن کلیه پارامترها یکسان و برابر واحد فرض می‌شود بنابراین امکان طبقه‌بندی هر پارامتر به کلاس‌های مجزا برای وزن‌دهی به هر کلاس وجود ندارد (عظیمی حسینی و همکاران، ۱۳۸۹).

۲-۵-۲- مدل همپوشانی شاخص وزنی (Weighted Index Overlay Model)

در تحلیل ترکیب داده‌های مکانی مدل همپوشانی شاخص وزنی به عنوان یک روش ساده و مناسب مطرح می‌باشد. با توجه به انعطاف‌پذیری بالای این مدل در ترکیب داده‌ها، مسئله از چارچوب محدود باینری مدل بولین خارج شده و در فضای آزادتری حل می‌شود. در این روش برای تعیین اهمیت نسبی هر پارامتر نسبت به سایر پارامترها، از میزان تاثیرگذاری آنها در امر مکان‌یابی با توجه به نظرات کارشناسی و مطالعات انجام شده، استفاده می‌شود. و مقدار وزن پیکسل‌ها در نقشه خروجی با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$S = \sum_i^n W_i \cdot S_{ij} / \sum_i^n W_i \quad \text{رابطه (۱-۲)}$$

در این رابطه S وزن هر پیکسل در نقشه خروجی، W_i وزن پارامتر i ام و S_{ij} وزن نرمالیزه شده کلاس j ام از نقشه i ام است. این روش در مقایسه با مدل بولین از انعطاف‌پذیری بیشتری در ترکیب نقشه‌های ورودی و رتبه‌بندی نقشه خروجی برخوردار است و به دلیل داشتن ماهیت خطی زمان کوتاه‌تری در اجرای مدل نیازمند است (کارتز، ۱۳۷۹).

۲-۵-۳- مدل منطق فازی (Fuzzy Logic Model)

نظریه مجموعه‌های فازی نخستین بار توسط لطفی‌زاده در سال ۱۹۶۵ مطرح شد (Yuksel and

(Dagdeviren, 2010) بر اساس این مدل وزن‌های داده شده به واحدهای هر لایه نه صفر است و نه یک بلکه بین صفر و یک متغیر است. بنابراین در این مدل هیچ واحدی مناسب مطلق و نامناسب مطلق در نظر گرفته نمی‌شود (Ayag and Ozdemir, 2009).

۲-۵-۴- مدل AHP

فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری معیارهای چندگانه است که برای اولین بار توسط توماس ال ساعتی^۱ در سال ۱۹۸۰ مطرح شده است. در مدل AHP امکان فرموله کردن مسئله به صورت سلسله‌مراتب با در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی وجود دارد. در این فرایند علاوه بر دخالت دادن گزینه‌های مختلف در تصمیم‌گیری، تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها نیز امکان‌پذیر است. این مدل بر مبنای مقایسات زوجی بنا نهاده شده که قضاوت را آسان و دقت محاسبات را افزایش می‌دهد. همچنین یکی از مزایای این روش محاسبه نرخ ناسازگاری بوده که با مشخص شدن آن امکان تجدید نظر در قضاوت‌ها وجود دارد (عظیمی حسینی و همکاران، ۱۳۸۹).

توماس ساعتی چهار اصل زیر را به عنوان اصول فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی بیان نموده و کلیه محاسبات، قوانین و مقررات را بر این اصول بنا نهاده است. این اصول عبارتند از:

۱- شرط معکوسی (Reciprocal Condition): اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر n باشد، ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر $1/n$ خواهد بود.

۲- اصل همگنی (Homogeneity): عنصر A با عنصر B باید همگن و قابل مقایسه باشد. به عبارت دیگر برتری عنصر A بر عنصر B نمی‌تواند بی‌نهایت یا صفر باشد.

۳- اصل وابستگی (Dependency): هر عنصر سلسله‌مراتبی به عنصر سطح بالاتر خود می‌تواند وابسته باشد و به صورت خطی این وابستگی تا بالاترین سطح می‌تواند ادامه داشته باشد.

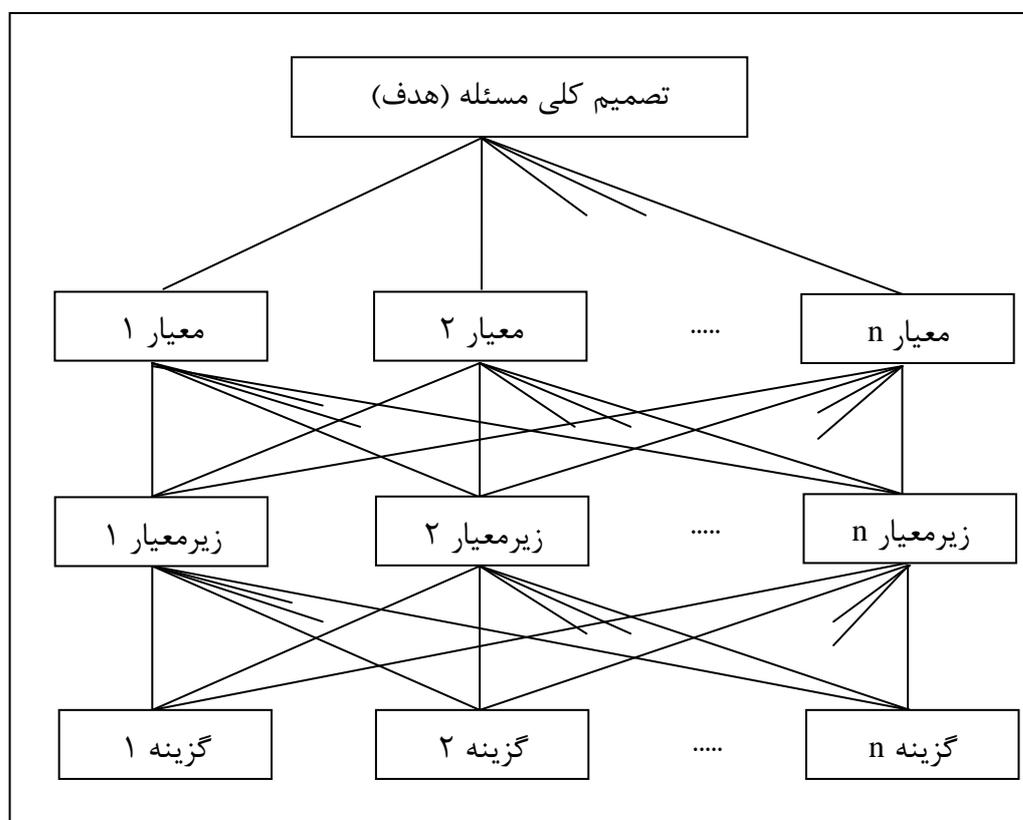
¹ Thomas L. Saaty

۴- اصل انتظارات (Expectations): هرگاه تغییری در ساختمان سلسله مراتبی رخ دهد پروسه ارزیابی باید مجدداً انجام گیرد (قدسی پور، ۱۳۹۱).

فرایند تحلیل سلسله مراتبی شامل مراحل زیر می‌باشد:

الف - ساختن سلسله مراتبی

برای ایجاد درک بهتر از مسئله اولین قدم در فرایند تحلیل سلسله مراتبی نمایش گرافیکی مسئله می‌باشد. در بالاترین سطح سلسله مراتب هدف و در سطوح میانی معیارها و زیرمعیارها و در سطح آخر گزینه‌ها قرار می‌گیرند (شکل ۱-۲). عناصر موجود در هر سطح به ترتیب از سطوح پایین به بالا نسبت به کلیه عناصر مرتبط در سطوح بالاتر ارزیابی می‌شوند. در نهایت بر اساس اهمیت معیارها از شماره ۱ تا ۹ (جدول ۱-۲)، ماتریس مقایسه زوجی تشکیل می‌شود (عظیمی حسینی و همکاران، ۱۳۸۹).



شکل ۱-۲. ساختار کلی از یک سلسله مراتبی (اقتباس از Korpela, 1994)

جدول ۱-۲. مقادیر اهمیت برای مقایسه زوجی (اقتباس از Saaty, 1990)

مقدار اهمیت	ترجیحات یا قضاوت شفاهی
۱	اهمیت یکسان (Equal importance)
۳	اهمیت ضعیف (Weak importance)
۵	اهمیت زیاد (Strong importance)
۷	اهمیت خیلی زیاد (Very strong importance)
۹	اهمیت مطلق (Absolute importance)
۲، ۴، ۶، ۸	ترجیحات بین فواصل فوق

ب- محاسبه وزن

در فرایند تحلیل سلسله مراتبی ابتدا عناصر (معیارها و گزینه‌ها) به صورت زوجی مقایسه شده و ماتریس مقایسه زوجی تشکیل می‌شود. سپس با استفاده از این ماتریس‌ها وزن نسبی معیارها نسبت به هدف و وزن نسبی گزینه‌ها نسبت به معیارها محاسبه می‌گردد.

ماتریس مقایسه زوجی ممکن است سازگار یا ناسازگار باشد. در ماتریس سازگار بین ستون‌های ماتریس همبستگی خطی وجود دارد. به طور مثال اگر ترجیح سیب بر پرتقال برابر دو و ترجیح پرتقال بر موز برابر سه باشد در صورتی که ترجیح سیب بر موز برابر شش باشد ماتریس سازگار و نرخ ناسازگاری برابر صفر است. اما در عمل، قضاوت‌ها و تصمیمات همواره سازگار نیستند و ممکن است در مثال ذکر شده ترجیح سیب بر موز مخالف شش باشد در این صورت ماتریس ناسازگار است. بین ستون‌های ماتریس ناسازگار همبستگی خطی وجود ندارد و نرخ ناسازگاری مخالف صفر می‌باشد.

به طور کلی محاسبه وزن نسبی در ماتریس سازگار ساده است و از نرمال کردن عناصر هر ستون به دست می‌آید. اما برای محاسبه وزن نسبی در ماتریس ناسازگار چندین روش وجود دارد که مهمترین آنها شامل روش حداقل مربعات، روش حداقل مربعات لگاریتمی، روش بردار ویژه و روش تقریبی می‌باشد. از بین این روش‌ها روش بردار ویژه دقیق‌تر می‌باشد (قدسی‌پور، ۱۳۹۱).

وزن نهایی هر گزینه از مجموع حاصلضرب وزن هر معیار در وزن گزینه‌های آن به دست می‌آید. در نهایت با محاسبه مجموع وزن نهایی و تقسیم تک تک وزن نهایی هر گزینه بر مجموع وزن نهایی، وزن نرمال هر گزینه محاسبه و آماده ورود به بانک اطلاعات GIS به منظور تهیه نقشه می‌گردد.

ج - محاسبه نرخ ناسازگاری

در ماتریس‌های ناسازگار بعد از وزن‌دهی و قبل از به‌کارگیری وزن‌ها باید نسبت به سازگاری مقایسات انجام شده اطمینان حاصل شود و نرخ ناسازگاری محاسبه گردد. طبق مراحل زیر می‌توان نرخ ناسازگاری یک ماتریس را محاسبه کرد.

- محاسبه بردار ویژه (λ_{max})

برای به دست آوردن بزرگترین مقدار ویژه (λ_{max}) ابتدا باید ماتریس مقایسه زوجی در بردار وزن ضرب شود، سپس اعداد حاصل بر وزن پارامترهای مربوطه تقسیم گردد و در نهایت از اعداد به دست آمده میانگین گرفته شود.

- محاسبه مقدار شاخص ناسازگاری^۱ (I.I.)

مقدار شاخص ناسازگاری برای ماتریس‌های n بعدی از رابطه (۲-۲) به دست می‌آید.

$$I.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \quad \text{رابطه (۲-۲)}$$

- محاسبه نرخ ناسازگاری^۲ (I.R.)

نرخ ناسازگاری از تقسیم شاخص ناسازگاری بر شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی^۳ (I.I.R.) به دست می‌آید (عظیمی حسینی و همکاران، ۱۳۸۹).

$$I.R. = \frac{I.I.}{I.I.R.} \quad \text{رابطه (۳-۲)}$$

به طور کلی در صورتی که نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ باشد سیستم از سازگاری قابل قبولی برخوردار است در غیر این صورت بهتر است در قضاوت‌ها تجدید نظر شود (Saaty, 2001).

¹ Inconsistency Index

² Inconsistency Ratio

³ Inconsistency Index of Random Matrix

۲-۶- ارزیابی اثرات زیست محیطی (EIA)

ارزیابی اثرات توسعه بر محیط زیست روشی است که برای اطمینان از رعایت ضوابط، معیارها و قوانین زیست‌محیطی در طرح‌های مختلف ابداع شده است (Leknes, 2001; Jay *et al.*, 2007) و هدف اصلی آن پیش‌بینی، شناسایی و تجزیه و تحلیل دقیق کلیه آثار مثبت و منفی طرح بر محیط زیست است (Valve, 1999; Sebastiani, 2001; Toro *et al.*, 2009). روش‌های مختلف و متعددی برای ارزیابی زیست‌محیطی پروژه‌ها وجود دارد که هر یک از آنها با توجه به دانش متخصصین، دسترسی به اطلاعات مورد نیاز، بودجه، زمان و فن‌آوری رایانه‌ای بر اساس قابلیت استفاده از آنها در یک کشور انتخاب می‌شود. مهمترین و رایج‌ترین روش‌های انجام EIA در دنیا شامل چک لیست، ماتریس، روی هم‌گذاری نقشه‌ها و شبکه‌ها است (منوری، ۱۳۸۷). که در زیر به شرح ویژگی‌های این روش‌ها پرداخته شده است.

الف- چک لیست

چک لیست‌ها فهرست جامعی از پارامترهایی را که در فرایند ارزیابی مورد بررسی قرار می‌گیرند، ارائه می‌دهند و به عنوان نخستین روش مورد استفاده در ارزیابی زیست‌محیطی به شمار می‌روند. این لیست‌ها در شکل‌های ساده تا بسیار پیچیده ارائه گردیده‌اند (منوری، ۱۳۸۷). از مزایای چک لیست‌ها می‌توان به استفاده بسیار آسان و ارتقای سطح فکر افراد نسبت به مجموعه‌ای از اثرات در قالب یک مسیر سیستماتیک اشاره کرد (حافظی مقدس، ۱۳۸۶). از معایب این روش می‌توان به این موارد اشاره کرد که در تمام چک لیست‌ها تنها به ارزیابی اثرات وارده بر محیط زیست پرداخته می‌شود و فقط معلول‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند (منوری، ۱۳۸۷) و همچنین این لیست‌ها بر اساس عقاید شخصی قضاوت شده و به صورت کیفی می‌باشد. بنابراین کارشناسان مختلف ممکن است با استفاده از یک لیست مشابه به نتایج متفاوتی برسند (حافظی مقدس، ۱۳۸۶).

ب- ماتریس‌ها

ماتریس‌ها جداول دوبعدی هستند که برای شناسایی اثرات ناشی از ارتباط بین فعالیت‌های پروژه و اجزای خاص محیط زیست استفاده می‌شوند. در واقع ماتریس‌ها از قابلیت ارائه ارتباط علت و اثر بین فعالیت‌های متعدد پروژه و اثرات آنها در تعداد زیادی از بخش‌های اجزای مهم محیط زیست برخوردار می‌باشند (منوری، ۱۳۸۷).

از بین ماتریس‌ها معروفترین آن ماتریس لئوپولد است که در آن فعالیت‌های پروژه روی یک محور و فاکتورهای زیست‌محیطی بر روی محور دیگر ماتریس قرار می‌گیرد و هر سلول ماتریس دارای دو مقدار ارزش، یکی در بالای کسر و دیگری در پایین کسر است که به ترتیب بیان کننده شدت اثر و دامنه اثرات می‌باشد (Lohani et al., 1997).

ماتریس‌ها تنها اثرات مستقیم را معرفی می‌کنند و به شدت بر مسائل بیوفیزیکی تاکید دارند و مسائلی همچون زمان‌بندی یا طول دوره تاثیر در آنها ذکر نمی‌شود. به دلیل برقرار کردن ارتباط بین فعالیت‌ها و فاکتورهای زیست‌محیطی، ماتریس‌ها نسبت به چک لیست‌ها ارجحیت دارند (حافظی‌مقدس، ۱۳۸۶).

ج- روش روی هم‌گذاری نقشه‌ها

روش روی هم‌گذاری نقشه‌ها یک رویکرد جغرافیایی است که بر پایه یک سری نقشه‌های مربوط به ویژگی‌های زیست‌محیطی منطقه انجام می‌شود. با روی هم‌گذاری نقشه‌ها، نقشه وضعیت محیط زیست منطقه مورد مطالعه تهیه می‌گردد. سپس اثرات ناشی از فعالیت‌های پروژه با مطابقت دادن ویژگی‌های منطقه با منطقه بزرگتری شناسایی می‌شود. در این روش کاربرد برنامه‌های کامپیوتری برای دستیابی به نتیجه نهایی اهمیت زیادی دارد. استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی این قابلیت را ایجاد می‌کند که لایه‌های مختلف نقشه‌ها قابل رویت باشند و اجزای محیط زیست که تحت تاثیر قرار می‌گیرند تشخیص داده شوند (منوری، ۱۳۸۷). به طور کلی نقشه‌های انطباقی می‌توانند انطباقات

یا تضادها را بین پروژه‌ها و فاکتورهای زیست‌محیطی نشان دهند. این روش تضمینی بر شناخت تمامی اثرات نخواهد داشت اما می‌تواند گستره مکانی بالقوه اثرات را نمایش دهد (Lohani *et al.*, 1997). در این روش به اطلاعات و داده‌های ورودی زیاد و نیروی کارشناسی متخصص نیاز است (منوری، ۱۳۸۷).

د- شبکه‌ها

در شبکه‌ها به غیر از نمایش ارتباط بین علت و اثر، اثرات رده‌های مختلف نیز نشان داده می‌شود. بنابراین شبکه، مرحله تکاملی‌تر ماتریس است. این روش به دلیل نیاز به اطلاعات پایه و طراحی شبکه‌ها به زمان زیادی احتیاج دارد (منوری، ۱۳۸۷).

۲-۷- مروری بر مطالعات پیشین در خصوص مکان‌یابی محل دفن زباله

در طول سال‌های اخیر، انتخاب محل مناسب برای دفن بهداشتی زباله تعداد متعددی از طرح‌های پژوهشی را به خود اختصاص داده است. در بیشتر این مطالعات برای آماده‌سازی و تلفیق داده‌ها از نرم‌افزار GIS و به منظور تسهیل در فرایند تصمیم‌گیری از مدل‌ها و روش‌های مختلفی استفاده شده است. در ادامه به ذکر برخی از مطالعات انجام شده با این روش‌ها پرداخته می‌شود.

سنر (Sener, 2004) در تحقیقی با تلفیق روش آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی به مکان‌یابی محل دفن زباله در آنکارا پرداخته است. برای این منظور ۱۶ معیار توپوگرافی، شیب زمین، زمین‌شناسی، آبهای زیرزمینی، آبهای سطحی، کاربری اراضی، جاده اصلی و فرعی، راه آهن، خطوط انتقال نیرو، دشت‌های سیلابی، فرودگاه، تالاب‌ها، شهرک‌های صنعتی، مراکز شهری و روستایی را در نظر گرفته و از دو روش وزن‌دهی افزایشی ساده و فرایند تحلیل سلسله مراتبی در محیط GIS استفاده کرده است. وی با مقایسه نقشه‌های تهیه شده با این دو روش متفاوت، نشان داد که نتایج هر دو روش منطبق بر هم است و با انجام بررسی‌های میدانی مشاهده کرد که سایت‌های نامزد با معیارهای انتخاب شده مطابقت دارد.

کنتس و همکاران (Kontos *et al.*, 2005)، جزیره لمنوس^۱ (واقع در شمال دریای اژن^۲) را از نظر مناسب بودن برای دفن زباله جامد شهری مورد بررسی قرار داده‌اند. این محققان وزن نسبی معیارها را با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی تخمین زده و با کمک روش وزن‌دهی افزایشی ساده منطقه را به مناطق کمی مناسب تا بسیار مناسب (به ترتیب از درجه صفر تا ده) طبقه‌بندی کرده‌اند. در نهایت با استفاده از فرایند تحلیل خوشه‌ای مناسب‌ترین مناطق را از محل‌های نامزد شده برای دفن زباله انتخاب نموده‌اند.

جواهری و همکاران (Javaheri *et al.*, 2006) برای انتخاب محل دفن پسماند جامد شهری در شهر جیرفت با استفاده از نرم‌افزار GIS و در نظر گرفتن چهار معیار اصلی (ژئومورفولوژیکی، هیدرولوژیکی، کاربری اراضی و اجتماعی) و هشت زیر معیار (نفوذ آب، شیب زمین، فاصله از رودخانه، سطح آب زیرزمینی، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از مراکز تولید زباله، فاصله از جاده و مناطق حفاظت شده زیست‌محیطی) منطقه مورد مطالعه را از لحاظ مناسب بودن برای دفن زباله به سه گروه (مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب) پهنه‌بندی کرده‌اند. سپس با توجه به اولویت نسبی معیارها نسبت به یکدیگر از ماتریس مقایسه زوجی، برای تعیین وزن هر معیار استفاده کرده‌اند. در نهایت با اعمال وزن نهایی معیارها، از میان مناطق مناسب، ۷ منطقه را انتخاب نموده‌اند.

اکبری و همکاران (Akbari *et al.*, 2008) در پژوهشی به مکان‌یابی محل دفن زباله در شهر بندرعباس پرداخته‌اند. در این پژوهش با بهره‌گیری از روش ارزیابی چند معیاره، منطق‌فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی مکان‌های مناسب در دو مرحله انتخاب و اولویت‌بندی شده است. در مرحله نخست مناطقی که برای دفن زباله مناسب نبودند با استفاده از معیارهای فاصله از گسل، منابع آب سطحی، چاه‌های آب، مناطق شهری و روستایی، مراکز صنعتی و کشاورزی، شبکه راه‌ها، مناطق ساحلی، ارتفاع و شیب مشخص و حذف شد. در مرحله دوم با استفاده از منطق‌فازی شایستگی چهار منطقه منتخب بر اساس پنج معیار جهت باد غالب، شبکه حمل و نقل، ارتفاع محل دفن، مساحت و

^۱ Lemnos Island

^۲ Aegean Sea

شکل محل دفن و بهداشت و سلامت عمومی مورد ارزیابی قرار گرفت و در نهایت یک مکان مناسب برای محل دفن معرفی شد.

گیو کین و همکاران (Guiqin *et al.*, 2009) از فن‌آوری اطلاعات مکانی و AHP در انتخاب محل دفن زباله در پکن استفاده کرده‌اند و بر اساس شرایط منطقه علاوه بر عوامل زیست‌محیطی، عوامل اقتصادی را هم در نظر گرفته‌اند. این محققین در این مطالعه یک مدل سلسله‌مراتبی برای ترکیب اطلاعات فاکتورهای زیست‌محیطی و اقتصادی ارائه داده و پس از وزن‌دهی لایه‌ها و ترکیب نقشه‌ها، چند سایت بهینه را شناسایی کرده‌اند.

یاهیا و همکاران (Yahaya *et al.*, 2010) به منظور مدیریت پسماند جامد شهری در منطقه شمال آبادان^۱ نیجریه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش ارزیابی چند معیاره اقدام به انتخاب محل مناسب برای دفن زباله نموده‌اند. آنها پس از تجزیه و تحلیل معیارها و تهیه نقشه‌ها دو منطقه را برای دفن زباله انتخاب کردند. سپس با استفاده از روش تصمیم‌گیری AHP یکی از پهنه‌ها را به عنوان بهترین مکان معرفی کردند.

ناس و همکاران (Nas *et al.*, 2010) جهت شناسایی مناطق مناسب برای دفن زباله‌های جامد شهری در شهر قونیه (واقع در ترکیه)، هشت معیار نزدیکی به مراکز تولید زباله، فاصله از مناطق شهری، فاصله از چاه آب و کانال آبیاری، جاده، مناطق تاریخی، کاربری اراضی، پوشش گیاهی و شیب زمین را در نظر گرفته و اهمیت نسبی هر معیار را با استفاده از مدل همپوشانی شاخص وزنی تعیین نموده‌اند. سپس با ترکیب نقشه‌ها، نقشه نهایی را تهیه کرده‌اند که در آن ۶/۸ درصد از منطقه برای دفن زباله مناسب تشخیص داده شده است.

معین‌الدینی و همکاران (Moeinaddini *et al.*, 2010) در مطالعه‌ای به مکان‌یابی محل دفن مواد زاید جامد شهر کرج پرداخته‌اند. در این مطالعه استانداردسازی معیارها با استفاده از روش منطبق فازی در دامنه عددی ۰ - ۲۵۵ انجام شده است. این محققان با استفاده از روش ترکیب وزنی خطی، نقشه

¹ Ibadan

استعداد داری منطقه را تهیه کرده و برای تعیین گزینه‌های برتر با انجام فرایند تحلیل خوشه‌ای بر روی نقشه استعداد داری، چهار گزینه را انتخاب کرده‌اند. در نهایت برای الویت‌بندی گزینه‌ها از روش TOPSIS استفاده کرده‌اند.

سنر و همکاران (Sener *et al.*, 2011) در مطالعه‌ای جهت تعیین محل مناسب برای دفن زباله‌های جامد شهری در حوضه سینرکنت اولوبرلو^۱ ترکیه، چهار معیار اصلی زمین‌شناسی، هیدرولوژی و هیدروژئولوژی، مورفولوژی و اجتماعی را در نظر گرفته‌اند و پس از تهیه نقشه لایه‌های اطلاعاتی، وزن معیارها و زیرمعیارها را با استفاده از روش AHP و تشکیل ماتریس‌های مقایسه زوجی تعیین کرده‌اند. آنها بیشترین امتیاز را به آبهای سطحی اختصاص دادند زیرا منطقه مورد مطالعه در حوضه دریاچه ایجردیر^۲ که یکی از مهمترین منابع آب شیرین ترکیه است، واقع شده است. پس از تهیه نقشه تمام معیارها (بر اساس وزن تعیین شده)، این نقشه‌ها را با هم ترکیب نمودند و نقشه نهایی را استخراج کردند. در این نقشه منطقه مورد مطالعه از نظر مناسب بودن برای دفن زباله به سه گروه (بسیار مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب) طبقه‌بندی شده است. این محققان برای تایید نتایج حاصل، از مناطق بسیار مناسب بازدید صحرائی به عمل آوردند و پس از مقایسه نتایج با مطالعات میدانی مشاهده کردند که این مناطق برای دفن بهداشتی زباله مناسب می‌باشند.

خامه‌چیان و همکاران (Khamehchiyan *et al.*, 2011) به منظور مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک در استان زنجان از GIS و روش تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده نموده‌اند. آنها برای تعیین اهمیت نسبی پارامترهای موثر از روش AHP و جهت شناسایی مناطق مناسب از روش وزن‌دهی ساده استفاده کرده‌اند و با روی هم قرار دادن لایه‌ها، نقشه نهایی را استخراج نموده‌اند که در آن منطقه بر اساس وزن نهایی به پنج گروه کاملاً مناسب تا کاملاً نامناسب طبقه‌بندی شده است.

حافظی‌مقدس و حاجی‌زاده (Hafezi Moghaddas and Hajizadeh Namaghi, 2011) از نرم‌افزار GIS و روش وزن‌دهی افزایشی ساده برای مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک در استان

¹ Senirkent-Uluborlu Basin

² Egirdir Lake catchment

خراسان رضوی استفاده کرده‌اند. این محققان ابتدا مناطق ممنوعه را از منطقه مورد مطالعه حذف کرده سپس مناطق باقی‌مانده را در دو مرحله امتیازدهی کرده‌اند. در مرحله اول مطالعات پهنه‌بندی را در مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰ و بر اساس لایه‌های اطلاعاتی زمین‌شناسی، ریخت‌شناسی، شیب، بارش، تبخیر و پوشش گیاهی و در مرحله دوم با حساسیت و دقت بیشتر در مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ و بر اساس پارامترهای زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، شیب، کاربری اراضی، کیفیت آب زیرزمینی، سطح آب زیرزمینی، پروفیل خاک، دسترسی به منابع قرضه و زهکشی سطحی انجام داده‌اند. با توجه به نتایج حاصل، هشت محدوده را به عنوان محل مناسب برای دفن پسماندها معرفی کرده‌اند. در ادامه مطالعات این هشت پهنه را از دیدگاه زیست‌محیطی با استفاده از ماتریس لئوپولد مورد ارزیابی قرار داده‌اند و با توجه به امتیازات حاصل از نتایج ارزیابی این محدوده‌ها را اولویت‌بندی کرده‌اند.

زنویک وسیلجویک و همکاران (Zelenovic Vasiljevic *et al.*, 2012) طی مطالعه‌ای از ادغام GIS و AHP برای حل مشکل پیچیده انتخاب محل دفن زباله در منطقه سرم^۱ واقع در شمال صربستان که یکی از مهمترین مناطق حساس از لحاظ زیست‌محیطی است، استفاده کرده‌اند. آنها در این مطالعه هدفه عامل که نقش مهمی را در انتخاب محل دفن بازی می‌کند شناسایی کرده و در چهار گروه اصلی جغرافیای طبیعی، زیست‌محیطی، اجتماعی و تکنو-اقتصادی قرار داده‌اند. پس از تعیین وزن لایه‌ها با روش AHP و ترکیب نقشه‌های حاصل، در نهایت پنج سایت را برای دفن زباله مناسب تشخیص داده‌اند.

گوروسسکی و همکاران (Gorsevski *et al.*, 2012) برای مکان‌یابی محل دفن زباله در منطقه پولوگ^۲ مقدونیه از GIS و آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده کرده‌اند. آنها پس از قرار دادن معیارها در دو گروه اصلی زیست‌محیطی و اقتصادی، از توابع فازی برای استانداردسازی معیارها استفاده کرده‌اند و با ترکیب روش AHP و روش منطق فازی^۳ OWA به ارزیابی و توصیف پتانسیل منطقه از نظر مناسب

¹ Srem

² Polog

³ Ordered Weighted Average

بودن برای دفن زباله پرداخته‌اند.

کومار و حسن (Kumar and Hassan, 2013) با استفاده از نرم‌افزار GIS و روش AHP تلاش کرده‌اند مکان مناسبی برای دفن زباله جامد در شمال غرب دهلی انتخاب کنند. آنها با در نظر گرفتن معیارهای متعدد توانستند شش سایت بالقوه را شناسایی کنند و در نهایت یک سایت را به دلیل داشتن شرایط بهتر نسبت به سایت‌های دیگر (از قبیل عدم وجود پوشش جنگلی و آب‌های سطحی در نزدیکی آن و همچنین دسترسی آسان) به عنوان بهترین محل برای دفن زباله معرفی کردند. بررسی مطالعات پیشین موفقیت برنامه‌های کاربردی GIS و AHP را در فرایند انتخاب محل دفن زباله نشان می‌دهد. لذا در مطالعه حاضر برای مکان‌یابی محل دفن زباله از تلفیق نتایج حاصل از GIS و روش AHP استفاده شده است.

فصل سوم

اختصاصات منطقه مطالعاتی

۳-۱- مقدمه

در این فصل خصوصیات اجتماعی، اقتصادی، اقلیمی، پوشش گیاهی، زمین‌شناسی، هیدرولوژی و هیدروژئولوژی منطقه مورد مطالعه به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است و در ادامه به بیان خصوصیات پسماند در منطقه پرداخته شده است.

۳-۲- خصوصیات محیط اجتماعی شهرستان گرمسار

۳-۲-۱- میزان و نرخ رشد جمعیت

شهرستان گرمسار بر طبق تقسیمات کشوری از سه بخش ایوانکی، مرکزی و آرادان تشکیل شده است. مناطق روستایی این شهرستان شامل دهستان‌های ایوانکی، حومه، کهن‌آباد، لجران و یاتری می‌باشد (جدول ۳-۱). تغییرات جمعیت شهرستان گرمسار مطابق جدول (۳-۲) در مقاطع آماری ده ساله (۱۳۸۵-۱۳۷۵) در مناطق شهری معرف افزایش جمعیت و در مناطق روستایی معرف کاهش جمعیت است. به نحوی که متوسط نرخ رشد سالانه جمعیت در مناطق شهری ۲/۱۴ درصد و در مناطق روستایی ۰/۶۶- درصد برآورد شده است. با توجه به این که نرخ رشد طبیعی جمعیت حدود ۱/۵ درصد است لذا می‌توان گفت نرخ رشد بالای جمعیت در مناطق شهری حاکی از ورود جمعیت به این مناطق و نرخ رشد منفی جمعیت در مناطق روستایی نیز حاکی از خروج جمعیت (به دلیل کافی نبودن میزان درآمد حاصل از فعالیت‌های کشاورزی و نبودن فرصت‌های شغلی) از این مناطق می‌باشد. با این وجود در مجموع نرخ رشد جمعیت شهرستان گرمسار در فاصله دو سرشماری ذکر شده نزدیک به نرخ رشد طبیعی است. از بین نقاط شهری موجود، رشد شهرنشینی در شهر گرمسار افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است. به طوری که نرخ رشد سالانه جمعیت در شهر گرمسار در طی ده سال به ۲/۹ درصد رسیده است (سالنامه آماری استان سمنان، ۱۳۸۹).

جدول ۳-۱. تقسیمات کشوری در شهرستان گرمسار (اقتباس از سالنامه آماری استان سمنان، ۱۳۸۹)

شهرستان	بخش	شهر	دهستان	تعداد آبادی	
				دارای سکنه	خالی از سکنه
گرمسار	آرادان	آرادان	کهن‌آباد	۳۹	۵۷
	ایوانکی	ایوانکی	یاتری	۲۲	۱۲
	مرکزی	گرمسار	حومه	۲۴	۴۲
			لجران	۲۷	۶۸

جدول ۳-۲. تغییرات جمعیت نقاط شهری، نقاط روستایی و شهرستان گرمسار (اقتباس از سالنامه آماری استان سمنان، ۱۳۸۹)

نرخ رشد سالانه جمعیت (درصد)	تعداد جمعیت (نفر)		مناطق شهری
	سال ۱۳۸۵	سال ۱۳۷۵	
۱/۴۷	۴۹۶۸	۴۲۹۵	آرادان
۲/۰۴	۱۰۳۹۶	۸۴۹۲	ایوانکی
۲/۹۰	۳۹۵۲۳	۲۹۷۰۶	گرمسار
-۰/۶۶	۲۳۷۳۲	۲۵۳۵۴	مناطق روستایی
۱/۴۸	۷۸۶۱۹	۶۷۸۴۷	شهرستان گرمسار

۳-۲-۲- ویژگی‌های اقتصادی

یکی از عمده‌ترین منابع درآمد خانوارهای روستایی ساکن در دشت گرمسار فعالیت‌های مرتبط با تولید محصولات کشاورزی است. کل اراضی قابل کشت در این منطقه حدود ۳۷۰۰۰ هکتار برآورد شده است که از این مقدار ۲۶۶۳۳ هکتار آن در پایاب شبکه آبیاری و زهکشی گرمسار واقع شده است بنابراین می‌توان چنین گفت که اراضی زیر شبکه گرمسار عمدتاً اختصاص به زراعت دارد. حدود دو

سوم این اراضی زیر کشت محصولات زراعی و باغی و یک سوم آن به صورت آیش می‌باشد (گزارش مهندسی مشاور آب‌ورزان، ۱۳۷۹). در جدول (۳-۳) مساحت و درصد توزیع اراضی کشاورزی (زراعی، آیش و باغات) دشت گرمسار ارائه شده است.

از مهمترین عوامل محدود کننده کشاورزی در دشت گرمسار می‌توان به کمبود آب کشاورزی، پایین بودن کیفیت آب و شرایط اقلیمی کویری اشاره کرد.

منابع آب کشاورزی در دشت گرمسار شامل آب رودخانه حبله‌رود و آب‌های زیرزمینی (چاه‌های موجود) می‌باشد. به علت عدم تنظیم آب حبله‌رود که باعث هرز رفتن مقداری از آب آن می‌شود و نیز محدودیت در برداشت آب‌های زیرزمینی مقداری از اراضی دشت به صورت نکاشته باقی مانده است. همچنین وجود اراضی آیش نیز خود بهترین دلیل بر کمبود آب کشاورزی نسبت به اراضی کشاورزی می‌باشد. همچنین کیفیت آب کشاورزی باعث شده است که ترکیب کشت منطقه عمدتاً بر پایه محصولات مقاوم به شوری (جو و پنبه) و یا نسبتاً حساس به شوری (گندم، خربزه، انار و انجیر) پایه‌گذاری شده باشد.

جدول ۳-۳. توزیع اراضی (زراعی، آیش و باغات) داخل شبکه آبیاری زهکشی در سال زراعی ۷۸-۷۷ (اقتباس از گزارش مهندسی مشاور آب‌ورزان، ۱۳۷۹)

نوع کاربری	مساحت (هکتار)	درصد
زیر کشت زراعی	۱۷۹۲۱	۶۷/۳
آیش	۷۵۸۶	۲۸/۵
جمع اراضی زراعی	۲۵۵۰۷	۹۵/۸
زیر کشت باغ	۱۱۲۵	۴/۲
جمع	۲۶۶۳۲	۱۰۰

به دلیل کمبود میزان درآمد فعالیت‌های کشاورزی، ساکنین مناطق روستایی به فعالیت‌های غیرکشاورزی مانند دامداری و پرورش طیور نیز می‌پردازند (گزارش مهندسين مشاور یکم، ۱۳۸۷). وجود شهرک‌های صنعتی در مناطق شهری به خصوص شهر گرمسار و اطراف آن باعث اشتغال تعداد زیادی از ساکنین این مناطق در بخش صنعت شده است. از میان گروه‌های صنعتی مختلف صنعت نساجی و پوشاک، صنعت غذایی و صنعت تولید ماشین آلات بیشترین سهم اشتغال را به خود اختصاص داده‌اند.

۳-۳- ویژگی‌های اقلیمی

در شهرستان گرمسار تغییرات فصلی خیلی زیاد است. تابستان‌های این ناحیه بسیار گرم و خشک و زمستان‌های آن نسبتاً سرد و بارانی است. به طور کلی گرمسار در ناحیه صحرايي و خشک قرار گرفته است (سالنامه آماری استان سمنان، ۱۳۸۹).

پارامترهای هواشناسی که در این بخش مورد بررسی قرار گرفته‌اند شامل دمای هوا، بارندگی، تبخیر و تعرق، رطوبت هوا و جریان باد می‌باشد. برای بررسی پارامترهای ذکر شده از داده‌های ایستگاه هواشناسی موجود در منطقه استفاده شده است. مشخصات ایستگاه در جدول (۳-۴) آورده شده است.

جدول ۳-۴. مشخصات ایستگاه هواشناسی شهرستان گرمسار

نام ایستگاه	نوع ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)
گرمسار	سینوپتیک	۵۲° ۲۱'	۳۵° ۱۴'	۹۰۰

۳-۳-۱- دمای هوا

میانگین سالانه دما مهمترین پارامتر اقلیمی دما می‌باشد که مستقیماً اندازه‌گیری نمی‌شود بلکه بر اساس میانگین‌گیری از حداقل و حداکثر دمایی محاسبه می‌شود. میانگین درجه حرارت سالانه در

گرمسار ۱۷/۸ درجه سانتیگراد است. گرمترین ماه سال، تیر ماه با متوسط ۳۱/۲ درجه سانتیگراد و سردترین ماه سال، دی ماه با متوسط ۴ درجه سانتیگراد می‌باشد. میانگین حداکثر درجه حرارت ۳۹/۷ درجه سانتیگراد در تیر ماه و میانگین حداقل درجه حرارت ۲/۴- درجه سانتیگراد در دی ماه بوده است. حداقل مطلق درجه حرارت ۱۵/۶- درجه سانتیگراد در دی ماه و حداکثر مطلق آن ۴۷ درجه سانتیگراد در تیر ماه می‌باشد (گزارش مهندسین مشاور آبورزان، ۱۳۷۹).

۳-۳-۲- بارندگی

گویاترین مشخصه بارندگی در هر منطقه بارندگی سالانه می‌باشد که می‌تواند به صورت کلی، حجم ریزش‌های جوی را نشان دهد و در برنامه‌ریزی‌های کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد. میانگین بارندگی سالانه در گرمسار ۱۱۹ میلیمتر می‌باشد (سالنامه آماری استان سمنان، ۱۳۸۹)، که این مقدار به طور قابل توجهی کمتر از میزان بارندگی سالانه کشور است. به طور کلی بارندگی در منطقه گرمسار با شروع مهر ماه و فصل پاییز آغاز و ادامه می‌یابد از اردیبهشت به بعد میانگین بارندگی کاهش یافته و در مرداد و شهریور به حداقل خود می‌رسد. بیشترین بارش ماهانه ۲۲/۱ میلیمتر در فروردین ماه و پس از آن اسفند ماه با ۲۰/۸ میلیمتر و کمترین بارندگی در شهریور ماه با ۰/۶ میلیمتر و پس از آن مرداد ماه با ۱/۲ میلیمتر رخ داده است (سالنامه آماری استان سمنان، ۱۳۸۹). در جدول (۳-۵) میانگین بارندگی ماهانه ایستگاه سینوپتیک گرمسار طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۶۵ ارائه شده است.

جدول ۳-۵. میانگین بارندگی ماهانه ایستگاه سینوپتیک گرمسار (اقتباس از سالنامه آماری استان سمنان، ۱۳۸۹)

سالانه	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	فرورد	اردیبهشت	فروردین	ماه ایستگاه
۱۱۹	۲۰/۸	۱۶/۰	۱۳/۰	۱۴/۳	۸/۹	۲/۳	۰/۶	۱/۲	۲/۶	۳/۵	۱۳/۷	۲۲/۱	گرمسار

۳-۳-۳- تبخیر و تعرق

میزان تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه در طول سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۶۵ در منطقه گرمسار ۱۷۵۲ میلی‌متر است که حداکثر آن در تیر ماه برابر ۲۳۷ میلی‌متر و حداقل آن در آذر ماه برابر ۷۰ میلی‌متر می‌باشد (گزارش مهندسین صدر آب پویا، ۱۳۸۷). در جدول (۳-۶) میانگین تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه ایستگاه سینوپتیک گرمسار ارائه شده است.

جدول ۳-۶. میانگین تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه در ایستگاه گرمسار طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۶۵ (اقتباس از گزارش مهندسین صدر آب پویا، ۱۳۸۷)

سالانه	اسفند	تپمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	ماه ایستگاه
۱۷۵۲	۱۱۶	۸۴	۷۱	۷۰	۹۳	۱۳۷	۱۶۹	۲۲۸	۲۳۷	۲۱۰	۱۸۶	۱۵۰	گرمسار

۳-۳-۴- رطوبت نسبی هوا

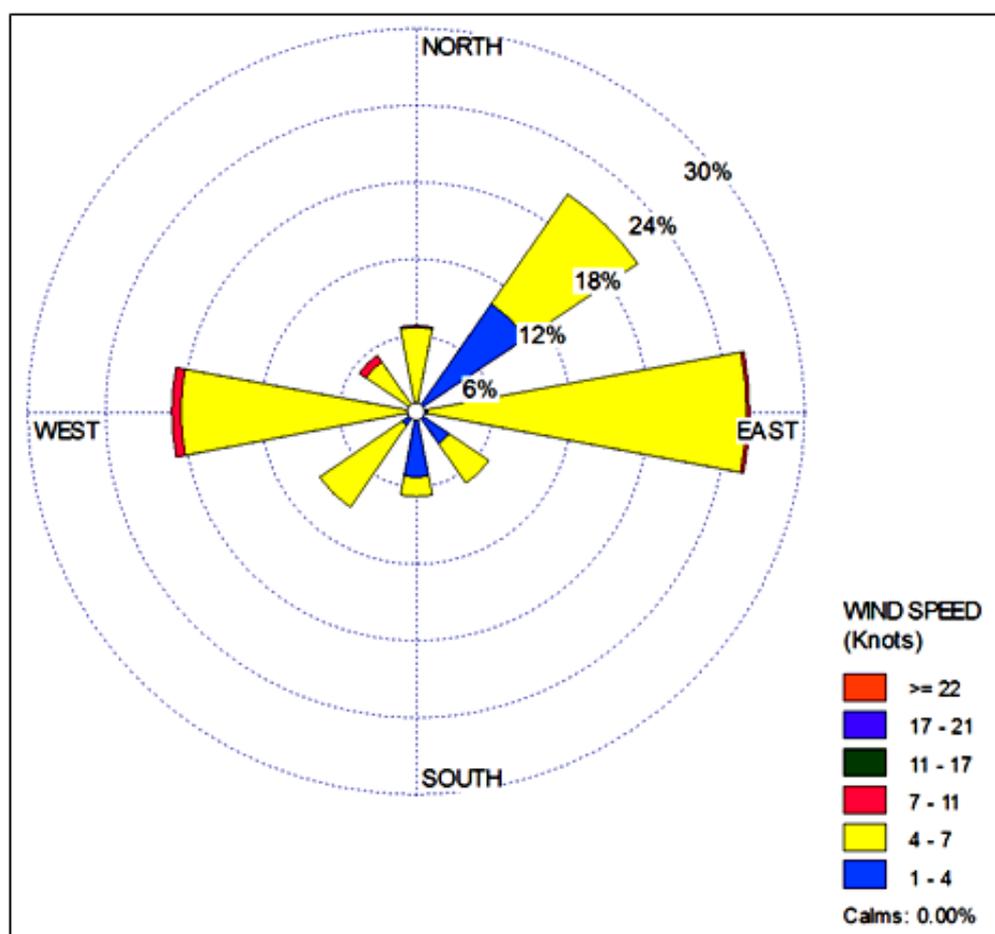
میانگین سالانه رطوبت نسبی هوا در منطقه گرمسار ۴۵/۷ درصد است. حداکثر رطوبت نسبی مربوط به دی ماه با ۶۳/۸ درصد و پس از آن آذر ماه با ۶۲/۹ درصد و حداقل آن مربوط به مرداد ماه با ۳۲/۶ درصد و پس از آن تیر ماه با ۳۳/۱ درصد می‌باشد (گزارش مهندسین صدر آب پویا، ۱۳۸۷). در جدول (۳-۷) متوسط رطوبت نسبی هوا در ایستگاه گرمسار طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۶۵ ارائه شده است.

جدول ۳-۷. متوسط رطوبت نسبی بر حسب درصد در ایستگاه گرمسار (اقتباس از گزارش مهندسین صدر آب پویا، ۱۳۸۷)

سالانه	اسفند	تپمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	ماه ایستگاه
۴۵/۷	۵۱/۲	۵۶/۹	۶۳/۸	۶۲/۹	۵۳/۲	۴۲/۴	۳۵/۱	۳۲/۶	۳۳/۱	۳۳/۲	۳۹/۷	۴۴/۸	گرمسار

۳-۳-۵- باد

گلباد منطقه با استفاده از داده‌های پنج ساله (۲۰۱۰-۲۰۰۶) ایستگاه سینوپتیک گرمسار و نرم‌افزار WRPLOT View رسم گردید (شکل ۳-۱). به طور کلی در شهر گرمسار از ماه آذر تا اردیبهشت باد غالب اول از غرب و باد غالب بعدی از شرق جریان دارد و در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد، شهریور، مهر و آبان باد غالب اول از شرق و باد غالب دوم از شمال شرقی می‌وزد.



شکل ۳-۱. گلباد منطقه مورد مطالعه

۳-۴- پوشش گیاهی

به دلیل وجود خاک نسبتاً حاصلخیز مخروط‌افکنه حبله‌رود کشت محصولات گوناگون زراعی در اطراف شهر گرمسار امکان‌پذیر گشته است، اما در مناطقی که از آب رودخانه دور و بی‌بهره‌اند تنها گیاهانی

که مقاوم به شوری و سازگار با شرایط کویری هستند، رشد می‌کند. برخی از گونه‌های بارز گیاهی منطقه شامل بلوط، افرا، راش، گلابی وحشی، بادام وحشی، گون، تاغ، گز، درمنه، آویشن، زرشک، گل‌گاوزبان و غیره می‌باشد.

۳-۵- ریخت‌شناسی

از نظر ریخت‌شناسی محدوده مورد مطالعه را می‌توان به دو تیپ کوهستانی واقع در نیمه شمالی و بخش‌های پست که در نیمه جنوبی واقع شده‌اند، تقسیم کرد.

در مناطق کوهستانی سازند قرمز زیرین به صورت گنبد‌های نمکی و گچی سازندهای قرمز بالایی را قطع کرده‌اند و در زون‌های گسله تمرکز یافته‌اند. این گنبد‌ها بر اثر وارد آمدن فشارهای تکتونیک بالا آمده و واحدهای مجاور خود را شیبدار نموده‌اند. سازند قم در این مناطق اغلب در هسته تاقدیس رخنمون دارد و سنگ‌های کربناته این سازند به صورت صخره‌های پرشیب نسبت به سازندهای مجاور جلوه‌گر می‌باشد. سازند قرمز بالایی دارای ضخامت زیاد و گسترش وسیعی بوده و تپه‌های ماهورهای کم ارتفاع با رنگ قرمز را در منطقه تشکیل داده است. کنگلومرای هزاردره نیز تپه‌های به نسبت مرتفع‌تری را در حواشی ارتفاعات البرز به وجود آورده است. همچنین رسوبات آبرفتی دامنه ارتفاعات، واریزه‌ها و مخروط‌افکنه‌هایی را در دامنه ارتفاعات به وجود آورده‌اند.

بخش جنوبی منطقه شامل پهنه‌های رسی، سیلتی و گچی است. شبکه آبراهه‌های این مناطق عمدتاً موازی می‌باشد. دو مخروط‌افکنه بزرگ حاصل از فرسایش سازندهای قرمز بالایی وجود دارد که شهرهای گرمسار و ایوانکی بر روی آنها ساخته شده‌اند (امینی و رشید، ۱۳۸۳).

۳-۶- زمین‌شناسی

محدوده مورد مطالعه از لحاظ زمین‌شناسی در حد فاصل زون‌های ساختاری البرز و ایران مرکزی واقع شده است که بخش شمالی آن مربوط به زون البرز و بخش جنوبی آن مربوط

به زون ایران مرکزی است. در این منطقه گسل گرمسار (بربریان و همکاران، ۱۳۷۵) و در نواحی دیگر گسل تبریز (Alavi Naini, 1991)، آنتی البرز (Riviere, 1934)، گسل سمنان (نبوی، ۱۳۵۵) و گسل عطاری (Alavi Naini and Flandrin, 1970) مرز جنوبی البرز دانسته شده است. ولی به طور کلی چنین به نظر می‌رسد که مرز شاخصی در مرز جنوبی البرز وجود نداشته و گذر از پهنه ایران مرکزی به پهنه البرز تدریجی می‌باشد. در بخش‌های جنوبی پهنه البرز سازندهای قرمز زیرین و قرمز بالایی و تا حدودی سازند قم گسترش وسیعی دارد.

۳-۶-۱- چینه‌شناسی

به منظور تهیه نقشه زمین‌شناسی منطقه و بررسی واحدهای سنگ‌شناسی از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ گرمسار و ۱/۲۵۰۰۰۰ سمنان استفاده گردید. نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه در شکل (۲-۳) قابل مشاهده است. با توجه به اهمیت واحدهای سنگ‌شناسی در انتخاب محل دفن زباله در این بخش به ذکر توالی چینه‌شناسی محدوده مورد مطالعه که شامل سری رسوبی-آتشفشانی دوران سنوزوئیک می‌باشد، از قدیم به جدید پرداخته شده است.

۳-۶-۱-۱- سازند قرمز زیرین (الیگوسن)

پس از رویداد ائوسن پایانی، هوازگی و فرسایش شدیدی بر پوسته ایران زمین تحمیل شد و مواد حاصل از فرسایش، در محیط‌های رسوبی آبرفتی، دشت‌های سیلابی و یا دریاچه‌های موقت مناطق گرمسیری و در شرایط اکسیدان نهشته شدند. این امر باعث شد در ایران مرکزی و مابین رسوبات و سنگهای متعلق به ائوسن و الیگو-میوسن، یک سری سنگهای رسوبی تخریبی قرمز رنگ، همراه با کانیهای تبخیری به وجود بیاید که معرف محیط رسوب‌گذاری قاره‌ای و کولابی می‌باشند. این توالی‌ها اولین بار توسط گانسر (۱۹۵۵)، به نام سازند سرخ پایینی نامگذاری شدند. سازند قرمز زیرین فاقد آثار فسیلی شاخص می‌باشد، به طوری که بر اساس جایگاه چینه‌شناسی، سن الیگوسن را برای آن در نظر

گرفته‌اند. این سازند در حوضه رسوبی ایران مرکزی به خصوص در ناحیه قم گسترش زیادی دارد. در اطراف کهک واقع در جنوب قم، ضخامت سازند قرمز زیرین به ۱۰۰۰ متر می‌رسد که شامل شیل‌های سیلتی سبز و قرمز رنگ، مارن‌های ژئوپس‌دار قرمز و قهوه‌ای، ماسه‌سنگ، کنگلومرا، لایه‌های ژئوپس، گدازه‌های آتشفشانی و سنگهای آذر آواری می‌باشد. علاوه بر این، در سایر نواحی ایران مرکزی، همانند تفرش، جنوب شرق تهران، شمال گرمسار و شمال سمنان گسترش در خور توجهی دارد (آقناباتی، ۱۳۸۳).

سازند قرمز زیرین به صورت مجموعه‌ای از توالی‌های رسوبی-تخریبی می‌باشند که از فرسایش و هوازدگی ارتفاعات منطقه حاصل شده‌اند. بنابراین می‌توان گفت که منشا مواد آواری این سازند بسیار متفاوت و بیشتر محلی و ناحیه‌ای می‌باشد.

به طور کلی در منطقه مورد مطالعه این سازند شامل شیل، ماسه‌سنگ، کنگلومرا و مارن همراه با لایه‌های سنگ‌نمک، رگچه‌های ژئوپس و سنگهای آتشفشانی است.

۳-۶-۱-۲- سازند قم (الیگوسن - میوسن)

در پایان الیگوسن، ایران شاهد یک رویداد کششی (فاز ساوین)، در بخش اعظم خود بوده است. حاشیه غربی ایران مرکزی، نواحی وسیعی از آذربایجان و همچنین نواحی سکویی زاگرس تحت تأثیر یک دریای پیشرونده قرار گرفتند. به طوری که این امر باعث شد که در بخش‌های غربی ایران مرکزی یک واحد سنگ چینه‌ای شاخص، به طور عمده کربناتی، با تغییرات سنی الیگوسن پسین تا میوسن پیشین به وجود بیاید (آقناباتی، ۱۳۸۳). بربریان و یاسینی (۱۹۸۳)، علت تشکیل حوضه رسوبی سازند قم، در قسمتی از ایران مرکزی را ناشی از ادامه فرورانش پوسته اقیانوسی زاگرس یا نئوتتیس به زیر لبه قاره‌ای فعال جنوب غربی ایران مرکزی در زمان الیگو-میوسن می‌دانند. رژیم زمین‌ساختی فشارشی که در اثر فرورانش بر پوسته ایران تحمیل شده، باعث باز شدگی پشت کمانی در اثر رژیم زمین‌ساختی کششی محلی در مرکز و شمال ایران مرکزی شد، که در آن رسوبات دریایی سازند قم به

همراه سنگهای آذرین آلکان تشکیل شدند. سازند قم در گرمسار از تنوع لیتوژیکی نسبتاً خوبی برخوردار و شامل تناوبی از سنگ آهک، آهک‌های مارنی و ماسه‌ای با مارن و واحدهای کنگلومرایی و گچی می‌باشد (دری، ۱۳۷۰). در منطقه مورد مطالعه این سازند شامل تناوب سنگ‌آهک، آهک مارنی و آهک همراه با میان لایه‌های ماسه‌سنگ به رنگ کرمی روشن است.

۳-۱-۶-۳- سازند قرمز بالایی (میوسن)

پس از حوادث میوسن زیرین که منجر به خارج شدن بخش عمده‌ای از ایران مرکزی و آذربایجان از آب شد، حوضه‌های رسوبی- قاره‌ای وسیعی در این مناطق گسترش یافتند. پسروری دریای الیگو- میوسن می‌تواند از پایین افتادن سطح جهانی آب دریاها، حرکات کوهزایی و یا عملکرد همزمان هر دو عامل ناشی شده باشد. این رویدادها باعث شدند که در بیشتر نواحی غرب ایران مرکزی سازند قم با ردیف‌های آواری سرخ رنگی پوشیده شود که نشانگر حوضه‌های رسوبی- قاره‌ای می‌باشند. توالی‌های آواری قرمز رنگ را در سال ۱۳۵۹، زمین‌شناسان شرکت ملی نفت ایران به خاطر این که بر روی سازند قم قرار گرفته و به منظور تفکیک آن از سازند قرمز زیرین که دارای تشابه رنگی و سنگ‌شناسی زیادی هستند، سازند قرمز بالایی نامیدند. این سازند بیشتر شامل توالی‌هایی از ماسه‌سنگ، مارن، کنگلومرا و تبخیری‌ها می‌باشد (آقاباتی، ۱۳۸۳). بیشترین ضخامت این سازند در ناحیه ایوانکی- فیروزکوه، مقطع زمرود، گزارش شده است که در حدود ۷۰۰۰ متر می‌باشد (دری، ۱۳۷۰). سازند قرمز فوقانی در منطقه گرمسار به طور هم شیب بر روی سازند قم قرار گرفته و خود به طور تدریجی در زیر کنگلومرای هزاردره قرار دارد. در منطقه مورد مطالعه این سازند شامل ماسه‌سنگ، کنگلومرا و مارن گچ‌دار می‌باشد.

۳-۱-۶-۴- سازند هزاردره (پلیوسن - پلیستوسن)

نام این سازند از روی اشکال رسوبات کنگلومرایی شرق تهران که در اثر فرسایش آبی به صورت دره‌های متعددی در آمده‌اند، گرفته شده است. سن سازند هزاردره را پلیوسن تا پلیو- پلیستوسن در

نظر می‌گیرند (دری، ۱۳۷۰). سازند هزاردره در قاعده شامل تناوبی از مادستون و کنگلومرا می‌باشد که به تدریج از مقدار مادستون آن کاسته شده و بر ضخامت لایه‌های کنگلومرایبی افزوده می‌شود. سازند آبرفتی هزاردره در منطقه به صورت هم شیب بر روی سازند قرمز فوقانی قرار گرفته است. در منطقه مورد مطالعه این سازند شامل تناوب کنگلومرا و ماسه‌سنگ است.

۳-۶-۱-۵- نهشته‌های کواترنری

آبرفت‌های حاصل از فرسایش ارتفاعات بخش شمالی منطقه در دامنه بلندی‌ها و به ویژه در دشت‌های جنوب گرمسار و ایوانکی به اشکال مختلف تشکیل یافته است.

این نهشته‌ها را می‌توان بر حسب عوامل فرسایش به دو دسته تقسیم کرد (امینی و همکاران، ۱۳۸۳):

الف) نهشته‌های آبرفتی رودخانه‌ای و سیلابی

این واحدها شامل پادگانه‌های آبرفتی قدیمی هستند که در دامنه ارتفاعات تشکیل شده‌اند و بیشتر از نوع کنگلومرا با سیمان سست می‌باشند. قطعات سنگی شامل قطعاتی با ابعاد مختلف و گردشگری ضعیف تا متوسط هستند.

ب) نهشته‌های آبرفتی دامنه ارتفاعات

این واحد رسوبی، آبرفت‌های سیلابی بادبزی شکل دامنه ارتفاعات، یا مخروط افکنه‌ها را شامل می‌شوند. قطعات سنگی درشت‌تر در پای ارتفاعات تمرکز دارند و به سوی نقاط کم ارتفاع‌تر قطعات ریزتر می‌شوند.

ستون چینه‌شناسی منطقه مورد مطالعه در شکل (۳-۳) ارائه شده است.

۳-۶-۲- زمین‌شناسی ساختمانی

در الیگو-میوسن در پی عملکرد فاز کوهزایی معادل پیرنه، نهشته‌های ائوسن و قدیمی‌تر چین خورده و بالا آمده و به دنبال آن دریا پیشروی کرده است. با پیشروی دریا ابتدا کنگلومرای سازند قم و بر روی آن رسوبات آهکی-مارنی نهشته شده است. دومین فاز کوهزایی قابل تشخیص هم ارز با

پاسادنین است که بر اثر آن رسوبات کنگلومرایی هزاردره به طور ملایم چین خورده‌اند.

الف- گسل‌های راندگی

- گسل گرمسار

گسل گرمسار با طول بیش از ۱۰۰ کیلومتر دارای راستای اصلی شرقی- غربی است ولی بر اثر جابجا شدن به وسیله گسل‌های چپ‌لغز با امتداد شمال شرقی- جنوب غربی پیچ و خم‌های زیادی پیدا کرده و به صورت پلکان در آمده است. سازوکار راستای شرقی- غربی گسل گرمسار راندگی است و به سوی شمال شیب دارد ولی میزان شیب آن نامشخص است. در مسیر این گسل دیابیرهای نمکی با پوشش گچی و مارنی رخنمون یافته است. گسل گرمسار در بخش شرقی مرز بین سازند آبرفتی هزاردره و آبرفت‌های دشت را می‌سازد و در زیر مخروط‌افکنه‌های حاصل از فرسایش هزاردره پنهان است و در بخش غربی در جنوب کوه سرخ، یال جنوب غربی کوه سرخ را بریده و موجب رانده شدن سازند قرمز بالایی بر روی دشت شده است (بربریان و همکاران، ۱۳۷۵).

- گسل کل کوه

گسل کل کوه با طول تقریبی ۲۲ کیلومتر دارای راستای عمومی شمال غربی- جنوب شرقی می‌باشد. این گسل در بخش شمال غربی خود موجب رانده شدن واحدهای قدیمی‌تر سازند قرمز بالایی بر روی واحدهای جوانتر این سازند شده است.

- گسل سرخ کلوت

این گسل با امتداد شرقی- غربی دارای سازوکار راندگی است و موجب راندگی سنگهای کربناته سازند قم بر روی نهشته‌های قرمز رنگ سازند قرمز بالایی شده است. طول این گسل ۵۳ کیلومتر است (بربریان و همکاران، ۱۳۷۵).

- گسل قریبک

گسل قریبک با راستای شرقی- غربی و طول تقریبی ۲۴ کیلومتر بین گسل سرخ کلوت و گسل گرمسار قرار دارد. در امتداد این گسل کنگلومرای پلیوسن بر روی نهشته‌های سازند قرمز بالایی قرار گرفته است.

- گسل کوه کلرز

این گسل با سازوکار راندگی مولفه چپ‌لغز دارد و راستای آن شمال شرقی- جنوب غربی است. در بخش میانی و جنوب غربی بر اثر حرکات امتداد لغز موجب کشیدگی لایه‌های سازند قرمز بالایی در مجاورت گسل شده است. در بخش شمال شرقی موجب رانده شدن سنگهای کربناته سازند قم بر روی سازند قرمز بالایی شده است.

- گسل ایوانکی

گسل ایوانکی با سازوکار راندگی راستای غرب شمال غربی- شرق جنوب شرقی دارد و از شهر ایوانکی می‌گذرد. با توجه به پوشیده بودن گسل، سازندهای سمت جنوب غربی آن مشخص نیست، ولی در کمر بالای گسل کنگلومرای سازند هزاردره قرار دارد.

- گسل کوه لاله‌زار

این گسل با سازوکار راندگی و طول تقریبی ۷ کیلومتر دارای راستای شرق شمال شرقی- غرب جنوب غربی است. این گسل موجب رانده شدن واحدهای قدیمی‌تر سازند قرمز بالایی بر روی واحدهای جوانتر سازند قرمز بالایی شده است.

- گسل جنوب کوه لاله‌زار

گسل جنوب کوه لاله‌زار با سازوکار راندگی دارای طول تقریبی ۵/۵ کیلومتر و راستای شرق شمال شرقی- غرب جنوب غربی است.

- گسل باختر گرماپسر

این گسل با سازوکار راندگی و طول تقریبی ۹ کیلومتر راستای شرقی- غربی تا شمال غربی- جنوب شرقی را نشان می‌دهد.

- گسل جنوب کوه کلرز

گسل جنوب کوه کلرز با راستای عمومی شرقی- غربی موجب رانده شدن سنگهای کربناته سازند قم بر روی سازند قرمز زیرین و همچنین نهشته‌های تخریبی سازند قرمز بالایی بر روی سازند قرمز زیرین شده است. طول تقریبی این گسل ۱۱ کیلومتر است و گسل‌های امتداد لغز با سازوکار چپ‌لغز موجب جابجایی این گسل شده است.

ب) گسل‌های امتداد لغز

گسل‌هایی با راستای شمالی- جنوبی و یا شمال شرقی- جنوب غربی اغلب امتداد لغز (چپ‌لغز) هستند و جوانتر از گسل‌هایی با راستای شرقی- غربی و یا شمال غربی- جنوب شرقی می‌باشند. در امتداد برخی از این گسل‌های امتداد لغز گنبد‌های نمکی رخنمون یافته است. در زیر به تعدادی از این گسل‌ها اشاره می‌شود:

- گسل کوه حسین خانی

گسل کوه حسین خانی از نوع امتداد لغز (چپ‌لغز) می‌باشد و دارای راستای عمومی شمالی- جنوبی و طول تقریبی ۸ کیلومتر است. جابجایی چپ‌لغز موجب ایجاد کشیدگی در لایه‌های رسوبی سازند قرمز بالایی در مجاورت صفحه گسل شده است.

- گسل پایین قلعه

این گسل امتداد لغز (چپ‌لغز) دارای راستای عمومی شمالی- جنوبی و طول تقریبی ۷ کیلومتر می‌باشد و در شرق گسل کوه حسین خانی و در فاصله ۳ کیلومتری آن واقع شده است.

- گسل کوه تخت رستم

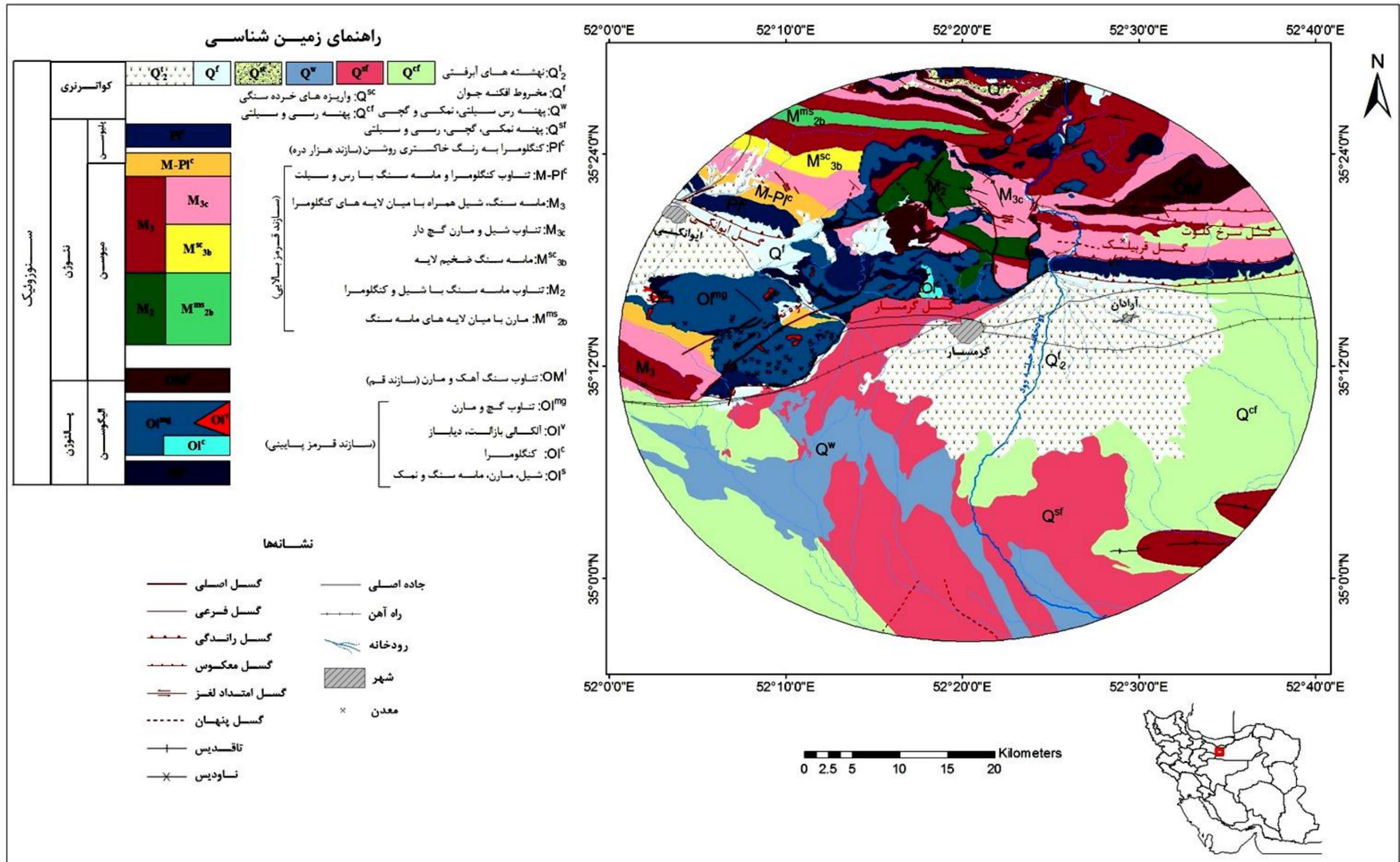
گسل کوه تخت رستم با سازوکار امتداد لغز (چپ لغز) دارای طول تقریبی ۲۱ کیلومتر و راستای تقریبی شمال شرقی - جنوب غربی است.

- گسل باختر کوه کلرز

این گسل با طول تقریبی ۷ کیلومتر از نوع امتداد لغز است و کشیدگی لایه‌های رسوبی سازند قرمز بالایی در مجاورت این گسل نشانگر چپ لغز بودن آن است.

- گسل کبوتر دره

این گسل در سامانه گسلش شمالی - جنوبی راستالغز با مؤلفه چپ لغز قرار دارد، دارای طول تقریبی ۸/۵ کیلومتر است. این گسل در مجاورت رودخانه حبله رود واقع شده است (امینی و رشید، ۱۳۸۳).



شکل ۳-۲. نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه (برگرفته از نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ گرمسار و ۱/۲۵۰۰۰۰ سمنان).

Earathem	System	Seri	Formation	Lithology	Description
C E N O Z O I C	QUATERNARY				Mudstone, sandstone and conglomerate
		PLIOCENE	HEZAR DARREH		Sandstone and conglomerate
	MIOCENE		UPPER RED		Red marl with gypsum
					Conglomerate
				Sandstone	
				Red marl	
	OLIGOCENE	QOM		Marly limestone and limestone with between layers of sandstone	
				Limestone	
			LOWER RED		Red marl with gypsum
		Volcanic rocks (basalt and andesite)			
	Conglomerate				
	Sandstone				
			Red marl with gypsum		
			Red to green shale		

شکل ۳-۳. ستون چینه‌شناسی منطقه مورد مطالعه

۳-۷- هیدرولوژی و هیدروژئولوژی

۳-۷-۱- آب‌های سطحی

عمده‌ترین منبع آب سطحی شهرستان گرمسار رودخانه حبله‌رود است که از رشته کوه البرز سرچشمه گرفته و از به هم پیوستن دو شاخه گورسفید و نمرود تشکیل یافته است. این رودخانه در امتداد مسیر خود پس از اضافه شدن شاخه‌های فیروزکوه، پیرده، دلیچای و گذشتن از حوضه آبریز سیمین‌دشت در نهایت به تنگه بنکوه رسیده و وارد دشت گرمسار شده است. پس از عبور رودخانه از منطقه بنکوه، سازندهای تبخیری و تخریبی موجود در اطراف بستر حبله‌رود، سبب تخریب کیفیت آب این رودخانه شده‌اند. به همین جهت طی سالیان اخیر با هدایت آب رودخانه به داخل کانال تا ابتدای بند انحرافی شبکه گرمسار، از تخریب کیفیت آب جلوگیری شده است. طول رودخانه حبله‌رود ۱۰۸ کیلومتر است و جهت آن از سمت شمال شرق به جنوب غرب بوده ولی از سیمین‌دشت به پایین جهت آن شمالی-جنوبی شده است.

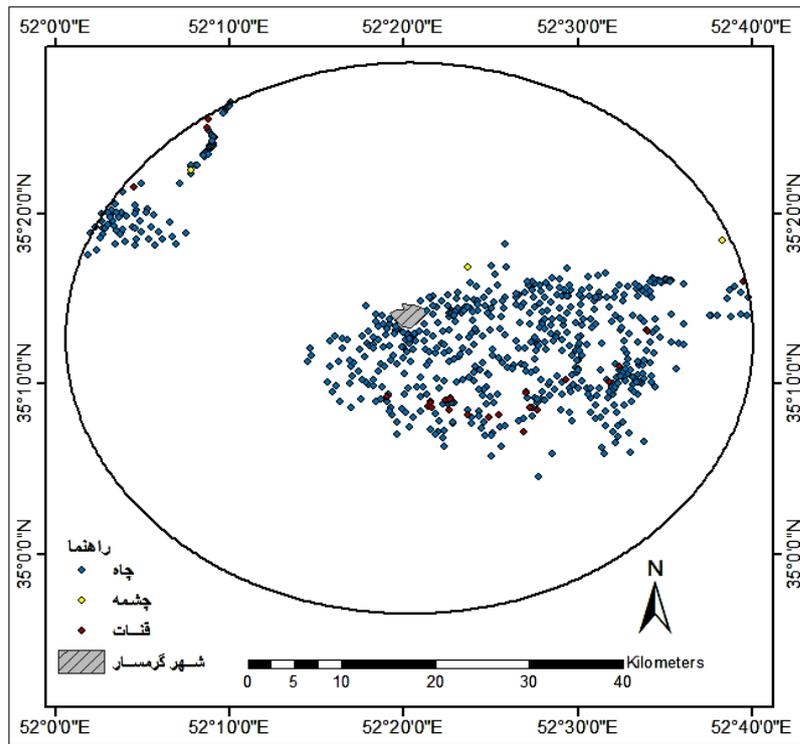
یکی دیگر از رودخانه‌های موجود در منطقه رودخانه ایوانکی است. این رودخانه در زمستان‌ها سیلاب‌ها را جمع‌آوری می‌کند و به سمت ایوانکی سرازیر می‌شود و در تابستان میزان آبدهی آن اندک می‌شود.

۳-۷-۲- آب‌های زیرزمینی

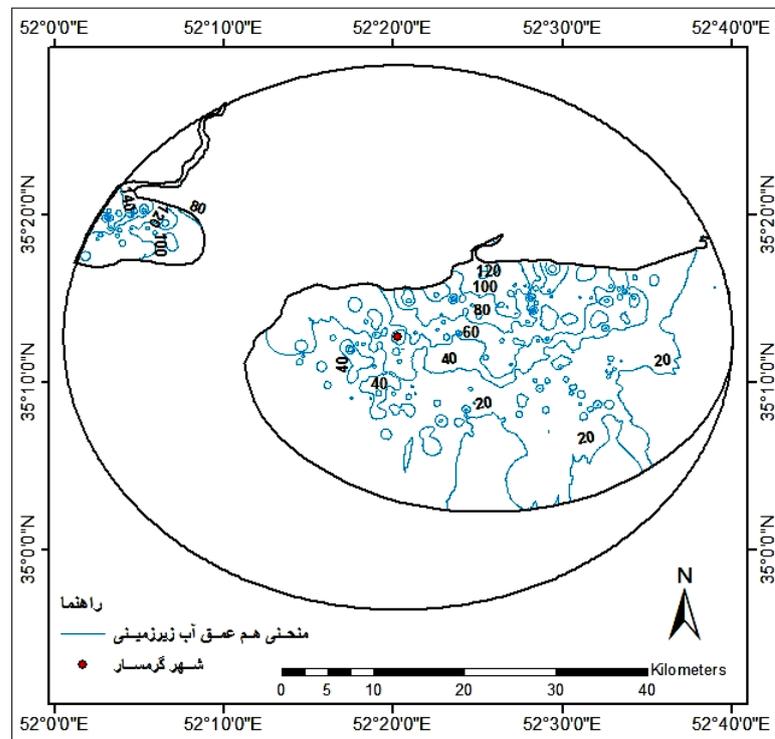
بررسی نقشه زمین‌شناسی گرمسار نشان می‌دهد که بیشتر سازندهای اطراف دشت به ویژه در غرب رودخانه حبله‌رود تخریب کننده کیفیت آب زیرزمینی می‌باشد. در بین برخی از این سازندها لایه‌های نمک وجود دارد که در آب حل شده و به سمت دشت گرمسار جریان می‌یابد و به درون آبرفت‌های منطقه نفوذ می‌کند به همین دلیل املاح آب آبخوان دشت گرمسار زیاد و از نوع نمک طعام می‌باشد. قابلیت هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در ابتدای مخروط‌افکنه از سایر بخش‌ها مناسب‌تر و بین

۲۵۰۰-۳۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر می‌باشد. املاح آب زیرزمینی به سمت پایین دست به ویژه در بخش‌های شرقی، غربی و جنوبی دشت افزایش چشمگیری داشته است و قابلیت هدایت الکتریکی آب گاهی به بیش از ۱۵۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر می‌رسد. از گذشته‌های دور رودخانه حبله‌رود دشت گرمسار را آبیاری کرده و باعث ته‌نشینی لایه‌هایی از رسوبات ریزدانه رودخانه‌ای در بیشتر نقاط دشت گردیده است. در حقیقت این ته‌نشست‌های ریزدانه، سنگ مخزن لایه آبدار سطحی می‌باشد. سرعت کم جریان آب زیرزمینی در لایه سطحی و وجود نمک باعث شده که کیفیت آب لایه سطحی از بخش میانی دشت به سمت پیرامون به مراتب بدتر باشد. به طوری که آب لایه آبدار سطحی در پیرامون دشت قابل استفاده برای آبیاری نمی‌باشد. بخش بیشتری از آب زیرزمینی دشت گرمسار درون لایه آبدار زیرین به ویژه در محل‌هایی که آبرفت‌ها دانه درشت‌تر بوده جریان دارد. آبرفت‌های لایه زیر، دانه درشت‌تر می‌باشد و سرعت جریان آب زیرزمینی در این لایه‌ها بیشتر است، به همین علت حرکت آب زیرزمینی در لایه‌های زیرین چندان باعث تخریب کیفیت آب نشده و کیفیت آب آنها خیلی بهتر از آب لایه سطحی می‌باشد. این حالت به ویژه در نوارهای آبرفتی دانه درشت که مسیر قدیمی شاخه‌های اصلی رودخانه حبله رود بوده چشمگیرتر است. لایه‌ای که آبخوان آزاد را از لایه‌های آبدار زیرین جدا می‌کند نیمه تراوا می‌باشد و آب لایه‌های آن به دلیل بیشتر بودن فشار پیزومتریک لایه‌های زیرین در راستای عمودی از لایه نیمه تراوا گذشته و وارد لایه آبدار سطحی شده است به همین علت در مناطقی مانند بخش جنوب شرقی دشت که حجم جریان آب در لایه زیرین بیشتر بوده کیفیت آب لایه سطحی نیز خیلی بهتر از نقاط دیگر می‌باشد (گزارش مهندسین مشاور یکم، ۱۳۸۷).

موقعیت چاه‌ها، قنوات و چشمه‌ها در شکل (۳-۴) و نقشه منحنی‌های هم‌عمق آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه در شکل (۳-۵) ارائه شده است.



شکل ۳-۴. موقعیت چاه، چشمه و قنات در منطقه مورد مطالعه



شکل ۳-۵. نقشه منحنی‌های هم عمق آب زیرزمینی شهر گرمسار (تهیه شده از داده‌های آب منطقه‌ای استان سمنان)

۳-۸- وضعیت موجود پسماند جامد شهری در شهر گرمسار

جمع‌آوری زباله از سطح شهر گرمسار و روستاهای اطراف آن به طور منظم روزانه از ساعت ۷ بعدازظهر تا ساعت ۳ نیمه شب توسط مسئولان بخش خدمات شهری شهرداری گرمسار انجام می‌گیرد. به طور کلی جمع‌آوری زباله توسط ۲۵ پرسنل (۲۰ کارگر دائم و ۵ راننده) با استفاده از ماشین آلات مخصوص حمل زباله که شامل ۴ دستگاه کامیون (یک کامیون ۱۰ تنی و سه کامیون ۵ تنی) و یک دستگاه وانت نیسان است، صورت می‌گیرد. برای تخلیه و نگهداری زباله‌های مناطقی که به علت قدیمی بودن بافت شهر و باریک بودن کوچه‌ها، امکان تردد ماشین آلات بزرگ وجود ندارد، یک ایستگاه موقت تعبیه شده است. در این مناطق زباله‌ها با استفاده از نیسان جمع‌آوری می‌شود و پس از تخلیه در ایستگاه موقت به وسیله ماشین آلات بزرگ به محل دفن انتقال داده می‌شود. زباله‌های عفونی بیمارستان‌ها و درمانگاه‌ها که درون مخازن مخصوص نارنجی رنگ قرار داده شده‌اند نیز توسط شهرداری جمع‌آوری و در زباله‌سوزها سوزانده می‌شود.

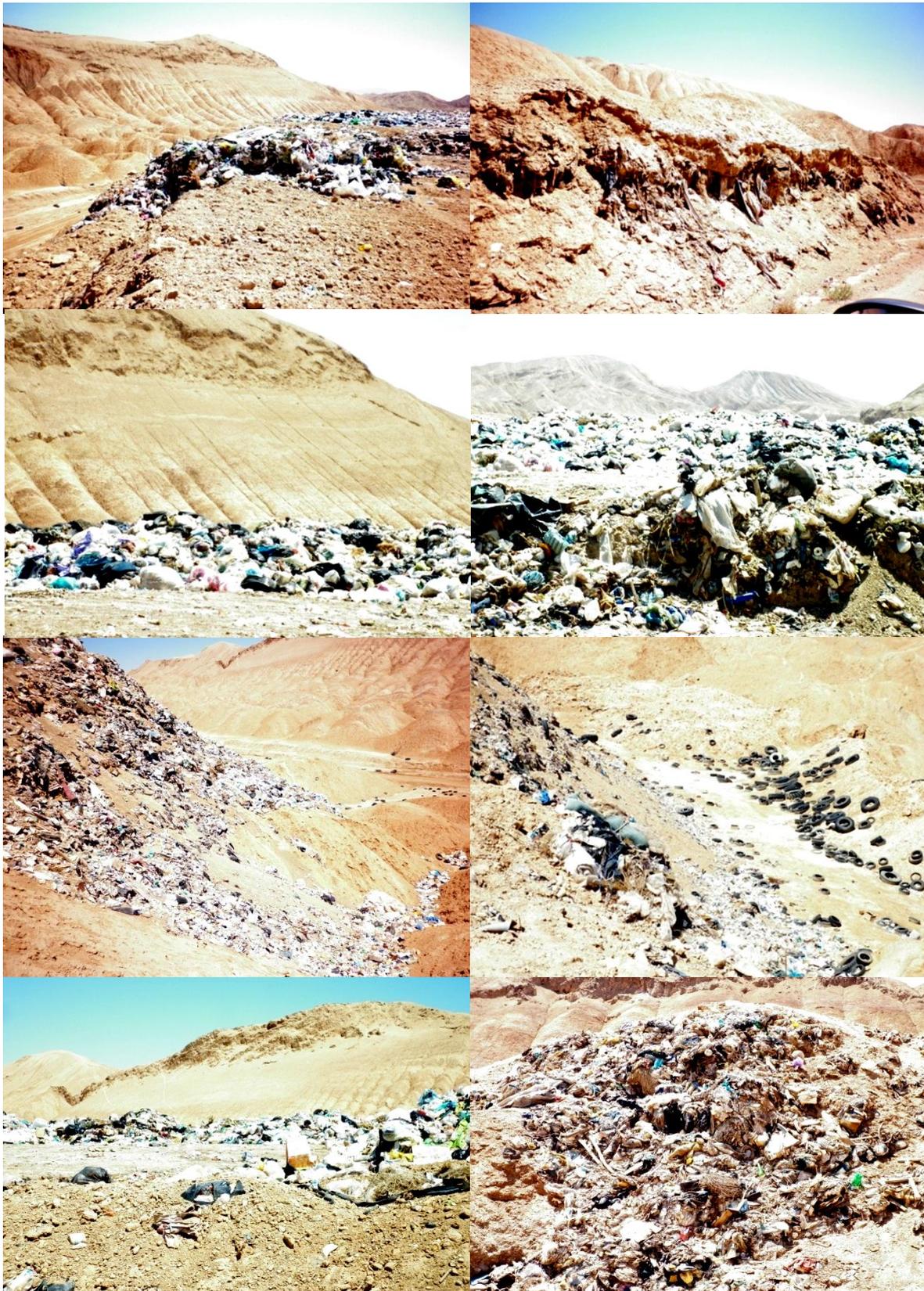
در حال حاضر در شهر گرمسار سیستم تفکیک از مبدا و بازیافت زباله به غیر از تفکیکی که توسط برخی از افراد دوره‌گرد از سطل زباله و محل نگهداری موقت زباله انجام می‌گیرد، وجود ندارد.

محل کنونی دفن زباله‌های جامد شهری با موقعیت جغرافیایی ۵۲ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۱۴ دقیقه عرض شمالی در کوه سردره، ۱۵ کیلومتری شمال غرب شهر گرمسار واقع شده است (شکل ۳-۶). استفاده از این منطقه برای دفن زباله تقریباً از ۲۰ سال پیش شروع شده است و زباله‌ها در شیارهای طبیعی زمین به طور سنتی دفن می‌شود. در این محل فقط زباله‌های مسکونی، تجاری، اداری، صنعتی و درمانی غیرعفونی دفن می‌شود. زباله‌های درمانی عفونی (پس از سوزانده شدن) و زباله‌های ساختمانی هر کدام در محل‌های دیگری دفن می‌شود (گزارش شهرداری گرمسار، ۱۳۹۱). طی بازدیدی که از محل دفن کنونی زباله در تیر ماه سال ۱۳۹۲ صورت گرفت تصاویری از این محل تهیه و در شکل (۳-۷) ارائه شده است. به طور کلی زباله‌ها در این مکان به وسیله خاک

ریزدانه پوشانده می‌شود ولی این عمل به طور منظم و روزانه انجام نمی‌گیرد. محل دفن فاقد حصارکشی بوده که این امر موجب پراکنده شدن اشیاء سبک مانند کاغذ، پلاستیک و غیره در اطراف شده است.



شکل ۳-۶. موقعیت محل کنونی دفن زباله در شهر گرمسار (سال ۱۳۹۲)



شکل ۳-۷. تصاویری از محل کنونی دفن زباله در شهر گرمسار (تیر ماه ۱۳۹۲)

۳-۹- بررسی کمیت و کیفیت پسماند جامد شهری

یکی از اقدامات اساسی در زمینه مدیریت پسماندهای جامد، شناخت دقیق مقدار و نوع مواد زاید می‌باشد (Kanat, 2010). به همین دلیل در ادامه به بررسی پسماند جامد شهری گرمسار از لحاظ کمی و کیفی پرداخته می‌شود.

۳-۹-۱- برآورد کمیت پسماند جامد شهری

با توجه به هزینه‌هایی که صرف آماده‌سازی محل دفن زباله می‌گردد، وسعت محل دفن باید به اندازه‌ای باشد که جوابگوی دفن زباله حداقل به مدت ۲۵ سال باشد (حافظی مقدس، ۱۳۸۸). بنابراین در مطالعه حاضر با برآورد میزان جمعیت، میزان زباله تولیدی و حجم زباله در طول ۲۵ سال آینده، مساحت زمین مورد نیاز برای دفن زباله محاسبه شد.

- برآورد جمعیت و میزان زباله تولیدی در طول ۲۵ سال آینده

در شهر گرمسار با جمعیتی برابر با ۴۶۹۱۸ نفر به طور متوسط روزانه ۴۵ تن زباله تولید می‌شود (شهرداری گرمسار، ۱۳۹۱) که میزان سرانه تولید زباله به ازای هر نفر حدود ۰/۹۵۹ کیلوگرم در روز می‌باشد. به طور کلی متوسط وزن زباله تولیدی در سال ۹۱ برابر است با:

$$۴۵ \times ۱۰۰۰ \times ۳۶۵ = ۱۶۴۲۵۰۰۰ \text{ Kg}$$

با توجه به اینکه متوسط دانسیته زباله برابر با ۳۳۰ کیلوگرم بر متر مکعب است بنابراین متوسط حجم زباله تولیدی در سال ۹۱ برابر با ۴۹۷۷۳ متر مکعب است.

جمعیت سال‌های ۱۳۹۲-۱۴۱۷ با استفاده از رابطه (۳-۱) محاسبه و مجموع آن در جدول (۳-۹) آورده شده است.

$$P_n = P_0(1 + r)^n \quad \text{رابطه (۳-۱)}$$

که در این رابطه P_0 جمعیت سال مبداء، P_n جمعیت سال مقصد، n تعداد سال‌ها و r نرخ رشد

جمعیت است. با فرض برابر بودن نرخ تولید پسماند با نرخ رشد جمعیت (۲/۹ درصد) میزان زباله تولیدی هر سال محاسبه گردید. مجموع زباله تولیدی در طول ۲۵ سال آینده در جدول (۳-۸) آورده شده است.

– محاسبه حجم زباله و مساحت مورد نیاز برای دفن زباله در طول ۲۵ سال آینده

مجموع حجم زباله فشرده از تقسیم مجموع میزان زباله تولیدی بر چگالی زباله فشرده محاسبه شد. با فرض اینکه میزان خاک رس برای پوشش مواد زاید ۲۵ درصد حجم مواد زاید فشرده است، حجم کل مواد ورودی به مدفن محاسبه شد (جدول ۳-۹).

جدول ۳-۸. مجموع جمعیت، میزان و حجم زباله تولید شده در ۲۵ سال آینده

مجموع جمعیت (۱۳۹۲-۱۴۱۷)	مجموع پسماند تولید شده (Kg)	دانسیته زباله فشرده (Kg/m ³)	مجموع حجم زباله فشرده (m ³)	حجم مواد پوششی مورد نیاز (m ³)	حجم کل (m ³)
۱۸۳۴۰۴۸	۶۴۲۴۲۷۹۳۷	۶۶۰	۹۷۳۳۷۶	۲۴۳۳۴۴	۱۲۱۶۷۲۰

در نهایت از تقسیم حجم کل بر ارتفاع گودال که ۵ متر در نظر گرفته شده است مساحت مورد نیاز برای دفن زباله ۲۴۳۳۴۴ مترمربع و با در نظر گرفتن مساحت مورد نیاز برای تجهیزات لندفیل، مساحت نهایی ۲۴۳۳۴۴۰ مترمربع به دست آمد.

۳-۹-۲- کیفیت پسماند جامد شهری

درصد مواد تشکیل دهنده پسماند شهر گرمسار در طول فصول مختلف در جدول (۳-۹) ارائه شده است. به طور کلی درصد کاغذ و مقوا، شیشه و مواد آلی در فصل بهار، درصد فلزات آهنی و غیرآهنی، لاستیک و پلاستیک و نخاله ساختمانی در فصل تابستان، درصد چوب و استخوان در فصل پاییز و درصد منسوجات و پارچه و سایر موارد (مانند باتری و غیره) در فصل زمستان بیشتر از فصول دیگر است (جهان، ۱۳۸۷).

فصل سوم: اختصاصات منطقه مطالعاتی

جدول ۳-۹. درصد مواد تشکیل دهنده زباله‌های شهری، شهر گرمسار به تفکیک فصول (اقتباس از جهان، ۱۳۸۷)

مواد قابل تبدیل به کمپوست	مواد غیر قابل تبدیل به کمپوست									فصل
	سایر موارد	نخاله ساختمانی	منسوجات و پارچه	شیشه	استخوان	چوب	لاستیک و پلاستیک	مقوا و کاغذ	فلز آهنی و فلز غیر آهنی	
۶۳/۶۲	۱/۰۰	۳/۳۳	۲/۷۳	۱۲/۵۰	۱/۴۸	۰/۹۶	۴/۴۷	۷/۸۲	۲/۰۹	بهار
۵۷/۹۴	۱/۷۰	۴/۸۴	۶/۰۶	۵/۲۴	۱/۸۲	۲/۶۹	۵/۴۷	۶/۹۲	۷/۳۲	تابستان
۵۸/۶۰	۰/۷۰	۱/۹۸	۳/۳۷	۰/۰۰	۲/۵۴	۲۷/۳۷	۰/۹۴	۱/۳۶	۳/۱۴	پاییز
۵۲/۹۱	۲/۲۰	۱/۵۱	۱۴/۲۵	۸/۴۷	۱/۰۰	۴/۰۳	۳/۵۲	۵/۱۳	۶/۹۸	زمستان
۵۸/۲۷	۱/۴۰	۲/۹۱	۶/۶۰	۶/۵۵	۱/۷۱	۸/۷۶	۳/۶۰	۵/۳۱	۴/۸۸	میانگین

فصل چهارم

مکان‌یابی محل دفن پسماندهای

جامد شهری

۴-۱- مقدمه

در کشورهای توسعه یافته بازیافت و استفاده مجدد از مواد در صدر برنامه‌های مدیریت پسماند جامد شهری قرار گرفته است ولی با این وجود در بسیاری از کشورها دفن بهداشتی که در انتهای سلسله مراتب مدیریت پسماند قرار دارد به عنوان روش اصلی و اقتصادی مورد توجه مهندسان و مقامات شهری قرار گرفته است (عبدلی، ۱۳۸۰). انتخاب محل مناسب برای دفن زباله در مناطق شهری به دلیل اثرات عظیمی که بر اقتصاد، اکولوژی و سلامت محیط زیست دارد، یک موضوع بحرانی در فرایند طرح‌های توسعه شهری است (توکلی، ۱۳۷۹). به طور کلی محل دفن زباله باید در مکانی واقع شود که از جهات گوناگون از قبیل زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و بهداشتی کمترین خسارت را در منطقه به وجود آورد. به همین منظور در این فصل با توجه به مطالب ذکر شده در فصل‌های پیشین برای شناسایی مکان‌های مناسب برای دفن زباله ابتدا با تعیین معیارها و محدودیت‌ها، شناسایی مناطق ممنوعه و طبقه‌بندی لایه‌های اطلاعاتی معیارها انجام شد. سپس با تعیین اهمیت معیارها نسبت به هم، نحوه وزن‌دهی معیارها ارائه و نقشه هر معیار تهیه شده است. پس از تلفیق نقشه‌ها، منطقه مورد مطالعه از نظر مناسب بودن برای دفن زباله پهنه‌بندی شده و در ادامه به ارزیابی اثرات زیست‌محیطی پهنه‌های منتخب پرداخته شده است.

۴-۲- پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه از لحاظ مستعد بودن برای دفن پسماند

برای پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه از نظر داشتن قابلیت احداث لندفیل باید مراحل زیر انجام شود:

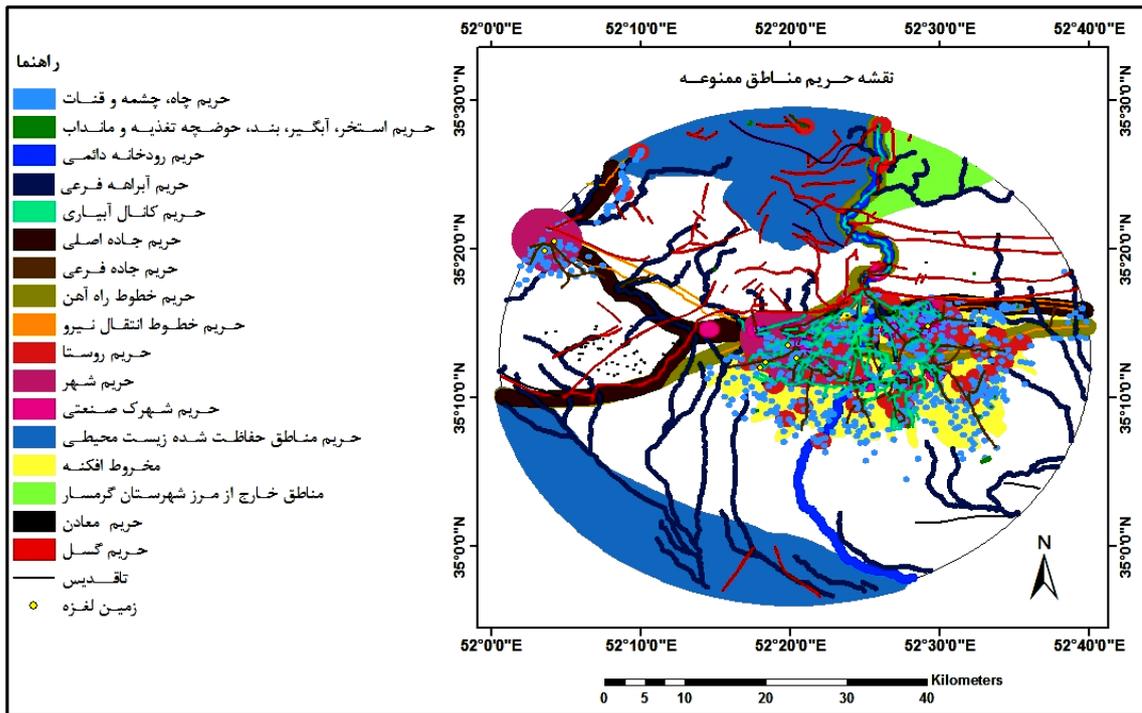
- شناسایی و حذف مناطق ممنوعه
- طبقه‌بندی لایه‌های اطلاعاتی معیارها
- تعیین اهمیت معیارها و وزن‌دهی معیارها با استفاده از روش AHP
- همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی
- پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه

۴-۲-۱- شناسایی و حذف مناطق ممنوعه

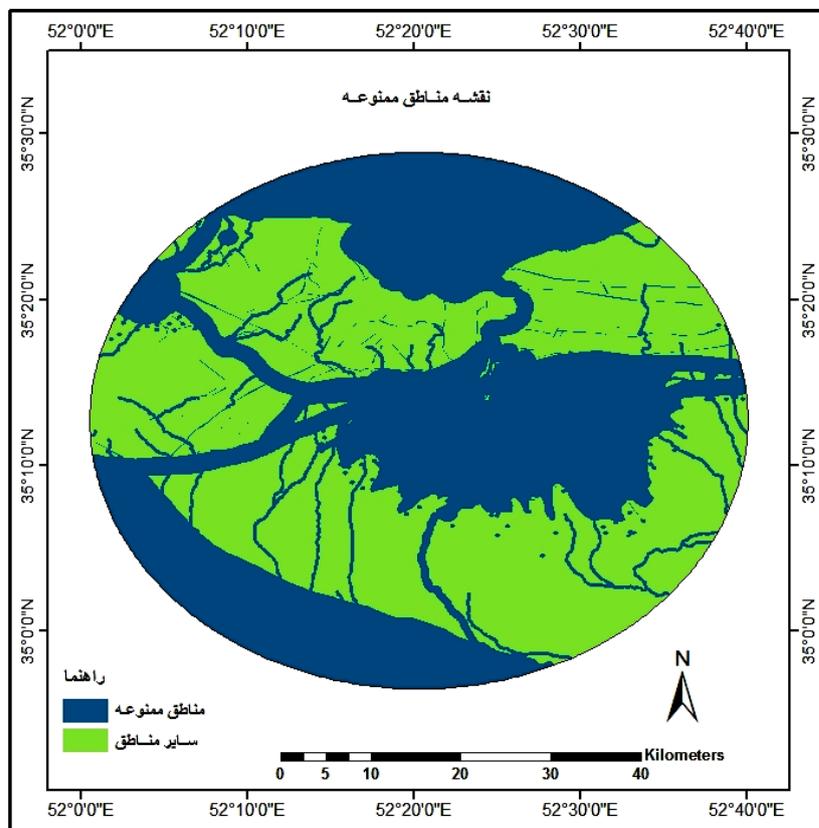
در فرایند مکان‌یابی لندفیل، مناطق ممنوعه مناطقی هستند که برای دفن زباله به علت ایجاد خطرات بالقوه بر محیط زیست و سلامت انسان و یا تحمیل هزینه‌های بیش از حد نامناسب هستند. بنابراین این مناطق با تعیین حریم مناسب باید از محدوده مطالعاتی حذف شوند. در مطالعه حاضر پس از تعیین معیارهای حذفی، حریم‌هایی برای آنها در نظر گرفته شد (جدول ۴-۱) سپس این حریم‌ها در محیط GIS با انجام عمل Buffering اعمال شد (شکل ۴-۱) در نهایت بر اساس آنها نقشه مناطق ممنوعه استخراج گردید (شکل ۴-۲).

جدول ۴-۱. حریم‌های اعمال شده برای معیارهای حذفی

منابع	فواصل بر حسب متر	معیارها
Nas <i>et al</i> , (2010)	۳۰۰	چاه، چشمه و قنات
Guiqin <i>et al</i> , (2009)	۵۰۰	رودخانه دائمی
اسکندری، (۱۳۹۰)	۲۵۰	رودخانه فرعی
Nas <i>et al</i> , (2010)	۱۰۰	کانال آبیاری
مطالعه حاضر	۱۰۰	آبگیر اصلی، استخر، بند انحرافی، حوضچه تغذیه و مانداب
Subhrajyoti Choudhury and Sujit Das, (2012)	۱۰۰۰	جاده اصلی و خطوط راه‌آهن
Leao <i>et al</i> , (2004)	۱۰۰	جاده فرعی
اسکندری، (۱۳۹۰)	۵۰	خطوط انتقال نیرو
Hafezi Moghaddas and Hajizadeh Namaghi, (2011)	۱۰۰۰	روستا
Banar <i>et al</i> , (2007)	۳۰۰۰	شهر
شاعری و رحمتی، (۱۳۹۱)	۱۰۰۰	شهرک صنعتی
Khamehchiyan <i>et al</i> , (2011)	۱۰۰۰	مناطق حفاظت شده زیست‌محیطی
صمدی و همکاران، (۱۳۸۶)	۱۰۰	معدن
Akbari <i>et al</i> , (2008)	۱۰۰	گسل



شکل ۴-۱. نقشه حریم اعمال شده برای معیارهای حذفی



شکل ۴-۲. نقشه مناطق ممنوعه

۴-۲-۲- طبقه‌بندی لایه اطلاعاتی معیارها

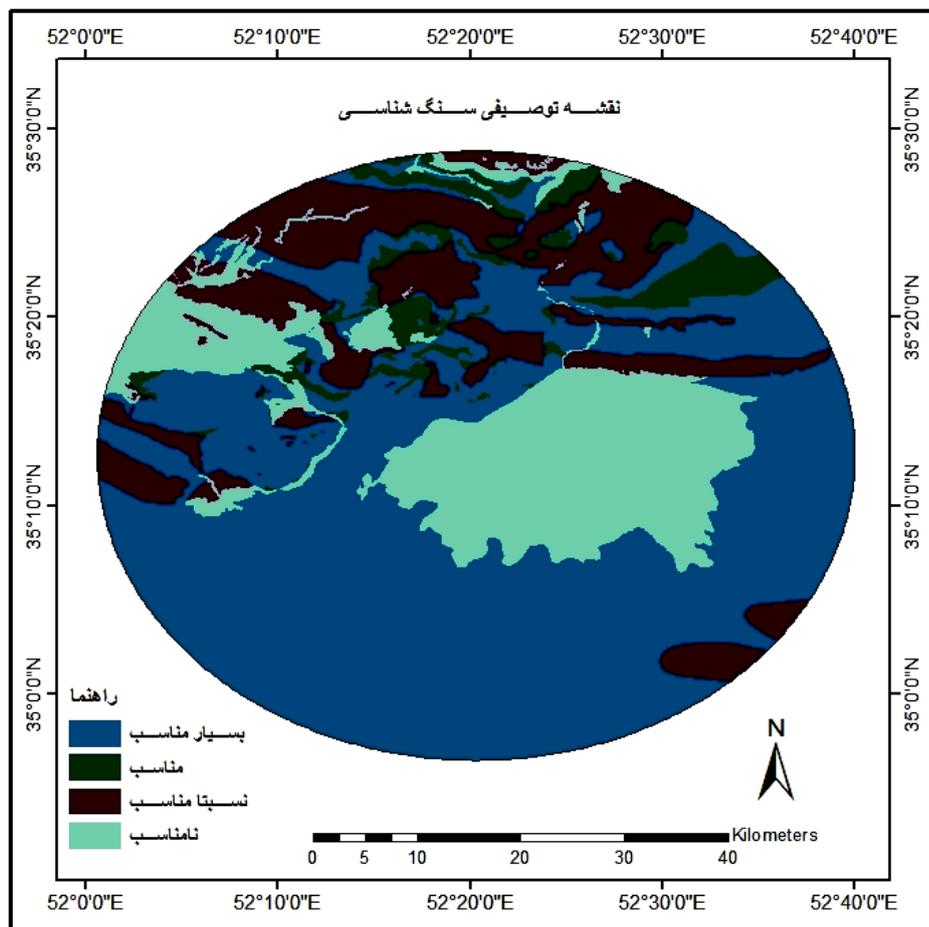
در مطالعه حاضر هفده معیار موثر در مکان‌یابی محل دفن زباله جامد شهری از قبیل سنگ‌شناسی، ژئومورفولوژی، شیب منطقه، بافت خاک، کاربری اراضی، کیفیت آب زیرزمینی، سطح آب زیرزمینی، فاصله از آبراهه اصلی و فرعی، فاصله از مناطق شهری، فاصله از جاده اصلی، فاصله از خطوط انتقال نیرو، فاصله از گسل، لرزه‌خیزی منطقه، اختلاف ارتفاع نسبت به شهر، دسترسی به منابع قرضه و جهت باد در نظر گرفته شده است. پس از آماده‌سازی لایه اطلاعاتی این معیارها در محیط GIS، هر کدام از لایه‌های اطلاعاتی با توجه به میزان تاثیرگذاری در مکان‌یابی به کلاس‌های بسیار مناسب تا نامناسب رده‌بندی شدند. نحوه طبقه‌بندی لایه‌های اطلاعاتی در ادامه به تفصیل بیان شده است.

- سنگ‌شناسی

به منظور تهیه لایه اطلاعاتی سنگ‌شناسی منطقه مورد مطالعه از نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ گرمسار و نقشه زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ سمنان استفاده شده است. با توجه به مطالب ذکر شده در مورد خصوصیات سنگ‌شناسی محل دفن زباله و ویژگی‌های سنگ‌شناسی منطقه مورد مطالعه در فصول پیشین، محدوده مورد مطالعه از نظر مناسب بودن برای احداث لندفیل طبقه‌بندی شد. نحوه طبقه‌بندی سنگ‌شناسی منطقه در جدول (۴-۲) و نقشه توصیفی آن در شکل (۴-۳) ارائه شده است.

جدول ۴-۲. نحوه طبقه‌بندی منطقه مورد مطالعه بر اساس سنگ‌شناسی

توصیف کلاس	کلاس	سنگ‌شناسی
بسیار مناسب	A	پهنه رسی، سیلتی، نمکی و گچی، تناوب گچ و مارن، تناوب شیل، مارن و گچ
مناسب	B	تناوب شیل و ماسه سنگ، تناوب مارن، رس و ماسه سنگ، تناوب سنگ آهک و مارن
نسبتاً مناسب	C	آلکالی بازالت، دیاباز، ماسه سنگ ضخیم لایه، کنگلومرا، کنگلومرا با میان لایه‌های ماسه سنگ و شیل
نامناسب	D	آبرفت رودخانه‌ای عهد حاضر، مخروط‌افکنه، پادگانه‌های آبرفتی و واریزه‌های خرده سنگی



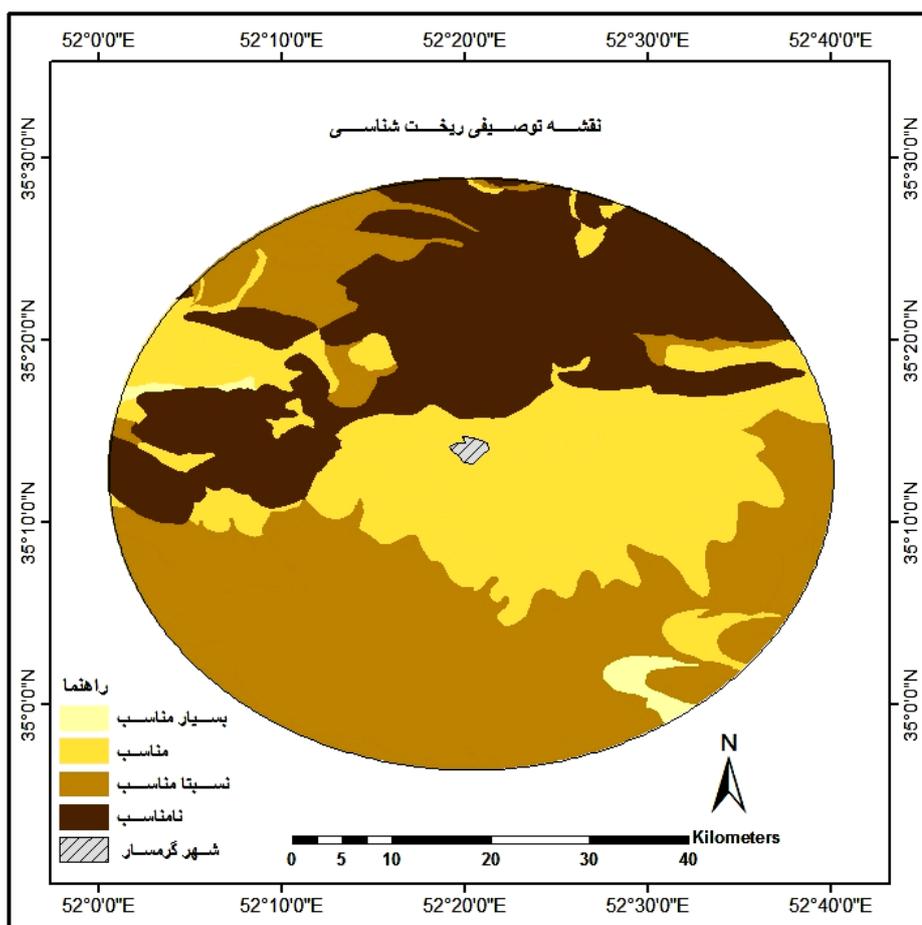
شکل ۴-۳. نقشه توصیفی سنگ‌شناسی منطقه مورد مطالعه

- زمین ریخت‌شناسی

در مطالعه حاضر با توجه به ویژگی‌های ریخت‌شناسی منطقه مورد مطالعه برای احداث لندفیل، اراضی پست و دشت‌های دامنه‌ای مناسب و نواحی کوهستانی نامناسب در نظر گرفته شد. در جدول (۴-۳) نحوه طبقه‌بندی و در شکل (۴-۴) نقشه توصیفی ریخت‌شناسی منطقه قابل مشاهده است.

جدول ۴-۳. نحوه طبقه‌بندی منطقه بر اساس ریخت‌شناسی

توصیف کلاس	کلاس	ریخت‌شناسی
بسیار مناسب	A	اراضی پست
مناسب	B	دشت مرتفع
نسبتاً مناسب	C	تپه و دشت سیلابی
نامناسب	D	کوه



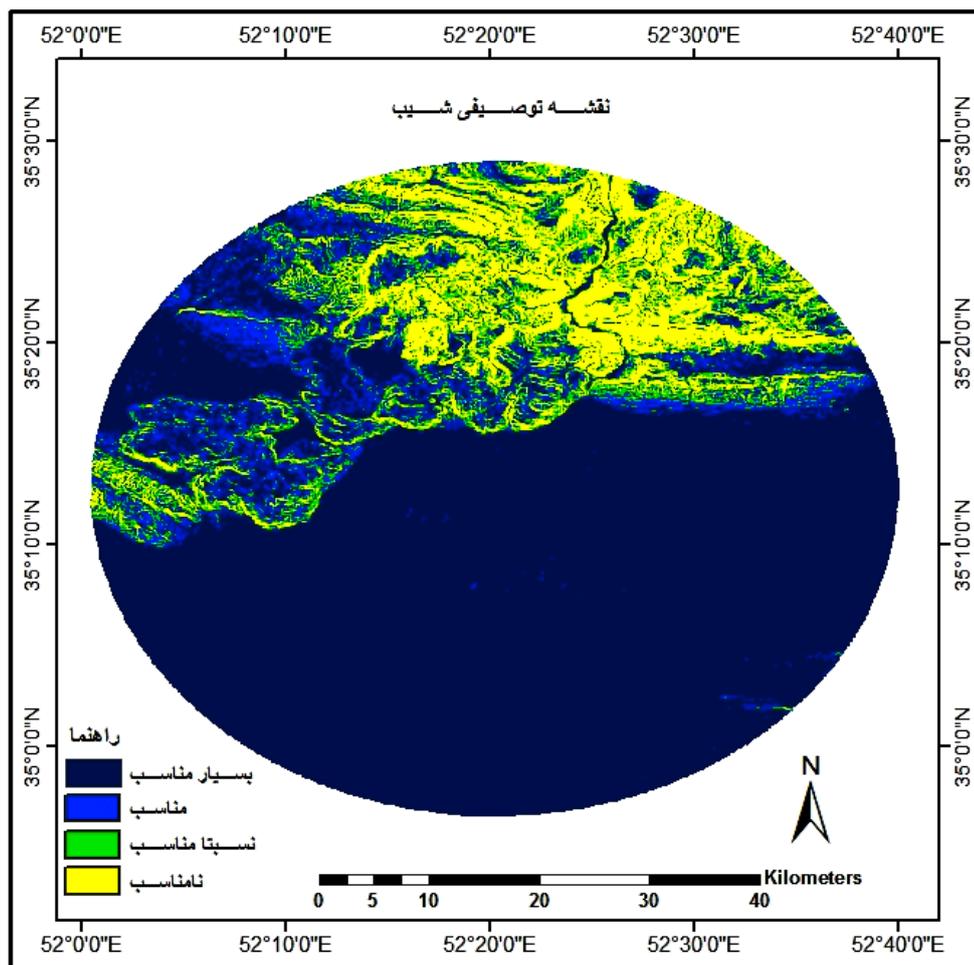
شکل ۴-۴. نقشه توصیفی ریخت‌شناسی منطقه

– شیب منطقه

در مطالعه حاضر از نظر قابلیت احداث لندفیل، مناطقی با شیب کمتر از ۱۰ درصد بسیار مناسب و مناطقی با شیب بیشتر از ۳۰ درصد نامناسب در نظر گرفته شده است. نحوه طبقه‌بندی شیب در جدول (۴-۴) و نقشه توصیفی آن در شکل (۴-۵) نمایش داده شده است.

جدول ۴-۴. نحوه طبقه‌بندی شیب

توصیف کلاس	کلاس	شیب (درصد)
بسیار مناسب	A	۰-۱۰
مناسب	B	۱۰-۲۰
نسبتاً مناسب	C	۲۰-۳۰
نامناسب	D	>۳۰



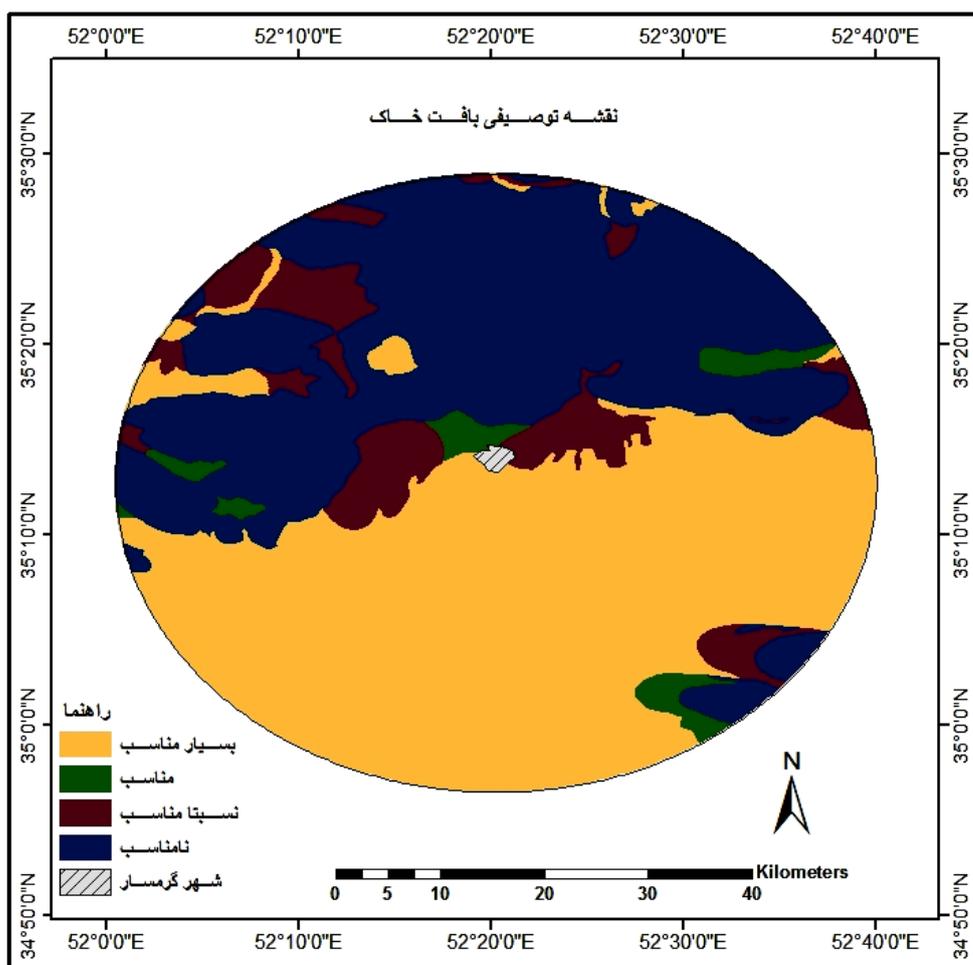
شکل ۴-۵. نقشه توصیفی شیب

- بافت خاک

میزان نفوذپذیری خاک منطقه، میزان نفوذ شیرابه حاصل از پسماند را کنترل می‌کند از این رو بافت خاک یکی از پارامترهای موثر در مکان‌یابی محل دفن زباله است. در این مطالعه مناطقی که دارای خاکی با ضخامت زیاد و نفوذپذیری پایین هستند برای احداث لندفیل مناسب در نظر گرفته شده است. نحوه طبقه‌بندی خاک منطقه در جدول (۴-۵) و نقشه توصیفی آن در شکل (۴-۶) قابل مشاهده است.

جدول ۴-۵. نحوه طبقه‌بندی بافت خاک

توصیف کلاس	کلاس	بافت خاک
بسیار مناسب	A	خاک عمیق تا بسیار عمیق با نفوذپذیری بسیار کم
مناسب	B	خاک نیمه عمیق تا عمیق با نفوذپذیری کم
نسبتاً مناسب	C	خاک کم عمق تا نیمه عمیق سنگریزه‌دار با نفوذپذیری کم تا متوسط
نامناسب	D	خاک بسیار کم عمق و مناطق بدون پوشش خاکی با نفوذپذیری متوسط تا زیاد



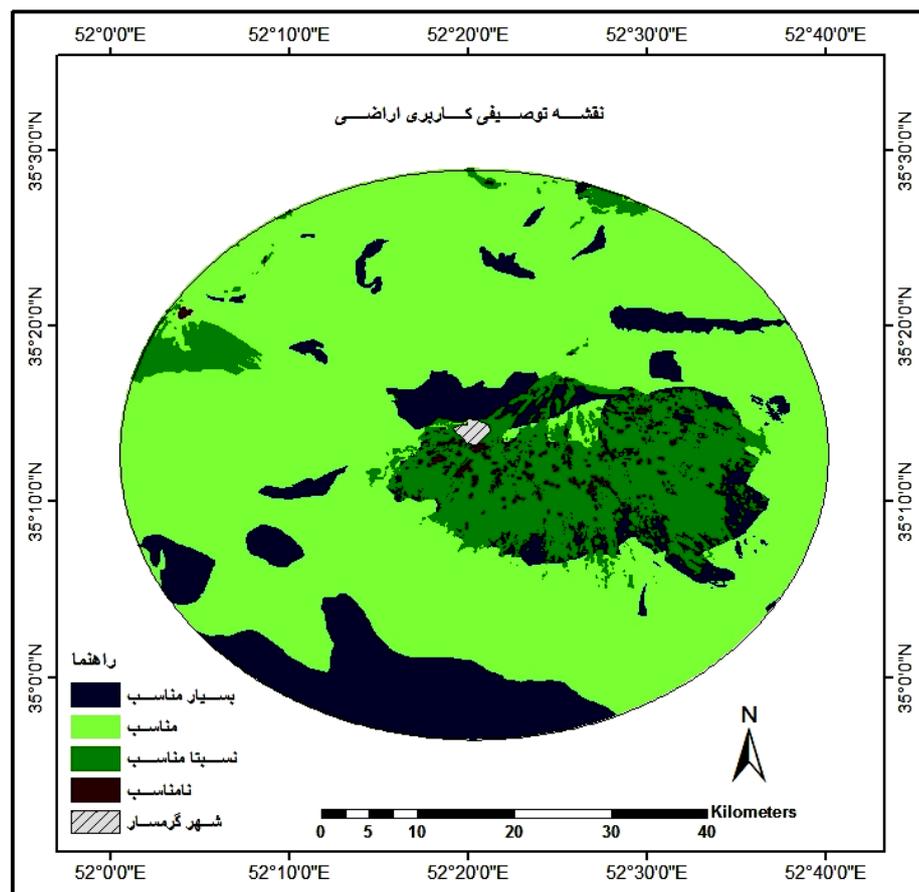
شکل ۴-۶. نقشه توصیفی بافت خاک

- کاربری اراضی

منطقه مورد مطالعه بر اساس کاربری اراضی به چهار رده بسیار مناسب تا نامناسب طبقه‌بندی شده است (۴-۶). نقشه توصیفی کاربری اراضی در شکل (۴-۷) ارائه شده است.

جدول ۴-۶: نحوه طبقه‌بندی کاربری اراضی

توصیف کلاس	کلاس	کاربری اراضی
بسیار مناسب	A	زمین‌های بایر و شوره‌زار
مناسب	B	مراتع
نسبتاً مناسب	C	زمین‌های زراعی و جنگل
نامناسب	D	مناطق مسکونی



شکل ۴-۷: نقشه توصیفی کاربری اراضی

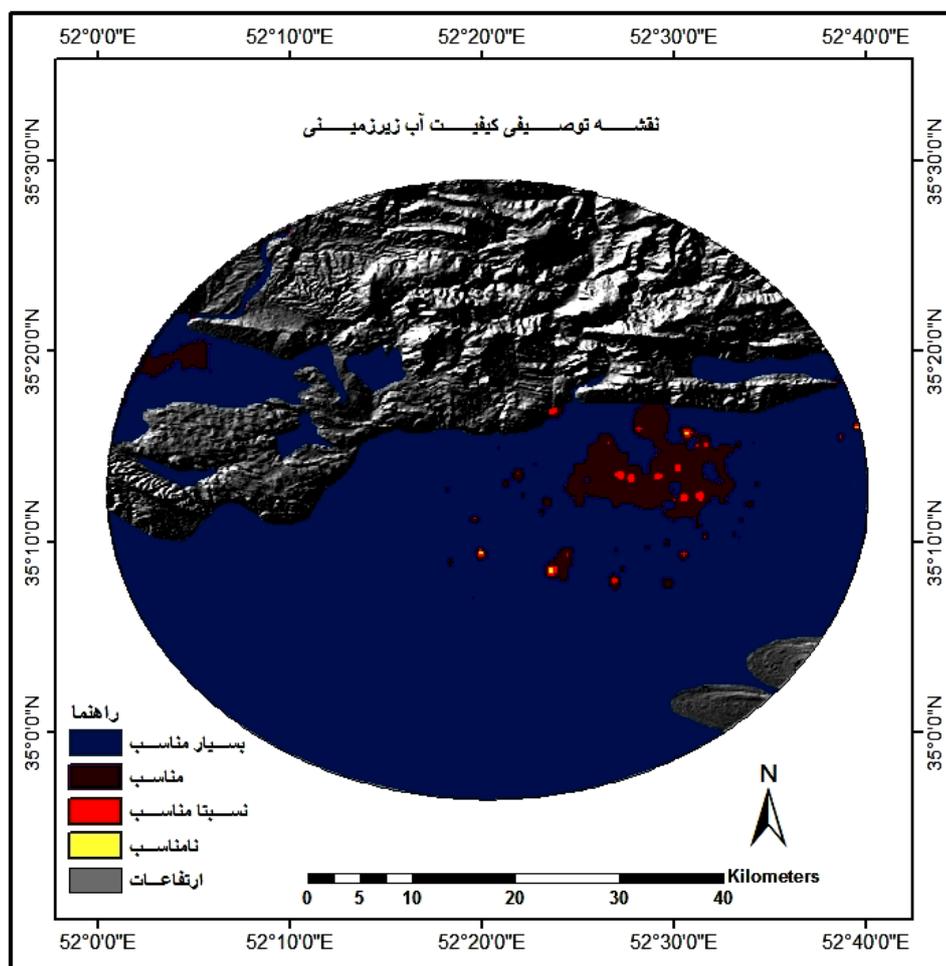
- کیفیت آب زیرزمینی

کیفیت آب زیرزمینی یکی از مهمترین پارامترهایی است که باید در مکان‌یابی محل دفن زباله در نظر گرفته شود. در این مطالعه از داده‌های EC چاه‌ها، چشمه‌ها و قنات‌ها برای طبقه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی منطقه استفاده شده است. منطقه مورد مطالعه از لحاظ قابلیت احداث لندفیل، بر اساس کیفیت آب زیرزمینی به چهار کلاس بسیار مناسب (مناطق با EC بیشتر از ۳۰۰۰) تا نامناسب (مناطق با EC کمتر از ۱۰۰۰) طبقه‌بندی شد. نحوه طبقه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی منطقه در جدول (۷-۴) و نقشه توصیفی آن در شکل (۸-۴) ارائه شده است.

شایان ذکر است با توجه به موقعیت چاه‌ها که فقط در بخش‌هایی از منطقه تمرکز دارد (شکل ۳-۳) نمی‌توان نتایج حاصل از طبقه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی را به کل منطقه تعمیم داد. با توجه به مطالبی که در فصل سوم در خصوص کیفیت آب زیرزمینی منطقه بیان شده است می‌توان گفت مناطق فاقد چاه در صورتی که دارای آب زیرزمینی باشد از کیفیت خوبی برخوردار نیست. لذا در مطالعه حاضر با فرض عدم وجود آب زیرزمینی و یا بد بودن کیفیت آب زیرزمینی در مناطق فاقد چاه، این مناطق برای دفن زباله جزء مناطق بسیار مناسب در نظر گرفته شده است.

جدول ۷-۴. نحوه طبقه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی

توصیف کلاس	کلاس	کیفیت آب زیرزمینی (EC) ($\mu\text{s/cm}$)
بسیار مناسب	A	>۳۰۰۰
مناسب	B	۲۰۰۰-۳۰۰۰
نسبتاً مناسب	C	۱۰۰۰-۲۰۰۰
نامناسب	D	<۱۰۰۰



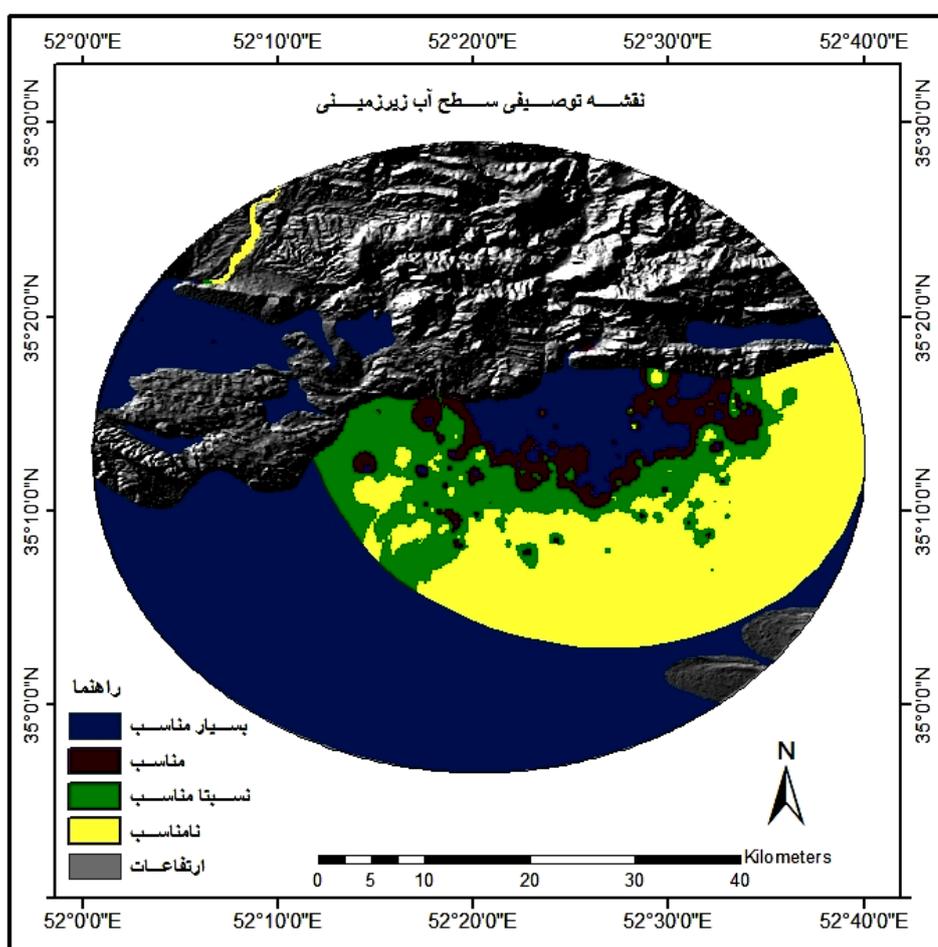
شکل ۴-۸. نقشه توصیفی کیفیت آب زیرزمینی

- سطح آب زیرزمینی

یکی دیگر از پارامترهای موثر در مکان‌یابی محل دفن زباله سطح آب زیرزمینی است. منطقه مورد مطالعه از نظر مناسب بودن برای احداث لندفیل، بر اساس سطح آب زیرزمینی به چهار کلاس بسیار مناسب تا نامناسب طبقه‌بندی شد. نحوه طبقه‌بندی در جدول (۴-۸) و نقشه توصیفی آن در شکل (۴-۹) نمایش داده شده است. در این بخش نیز مناطق فاقد چاه جزء مناطق بسیار مناسب برای دفن زباله در نظر گرفته شده است.

جدول ۴-۸. نحوه طبقه‌بندی سطح آب زیرزمینی

توصیف کلاس	کلاس	سطح آب زیرزمینی (m)
بسیار مناسب	A	>۷۰
مناسب	B	۵۰-۷۰
نسبتاً مناسب	C	۳۰-۵۰
نامناسب	D	<۳۰



شکل ۴-۹. نقشه توصیفی سطح آب زیرزمینی

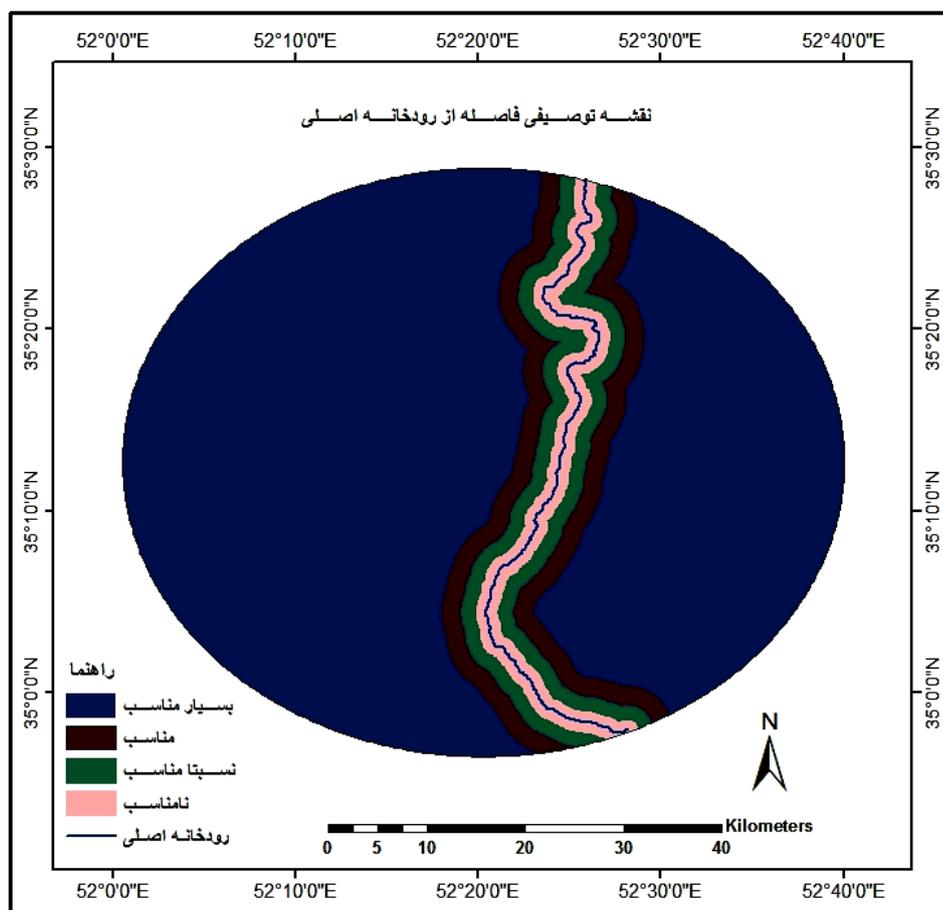
- فاصله از رودخانه اصلی و فرعی

پارامتر فاصله از رودخانه اصلی پس از اعمال حریمی به فاصله ۵۰۰ متر و پارامتر فاصله از رودخانه فرعی پس از اعمال حریمی به فاصله ۲۵۰ متر به چهار کلاس بسیار مناسب تا نامناسب طبقه‌بندی

شده است (جداول ۹-۴ و ۱۰-۴). نقشه توصیفی این پارامترها در شکل‌های (۴-۱۰ و ۴-۱۱) ارائه شده است.

جدول ۹-۴. نحوه طبقه‌بندی فاصله از رودخانه اصلی

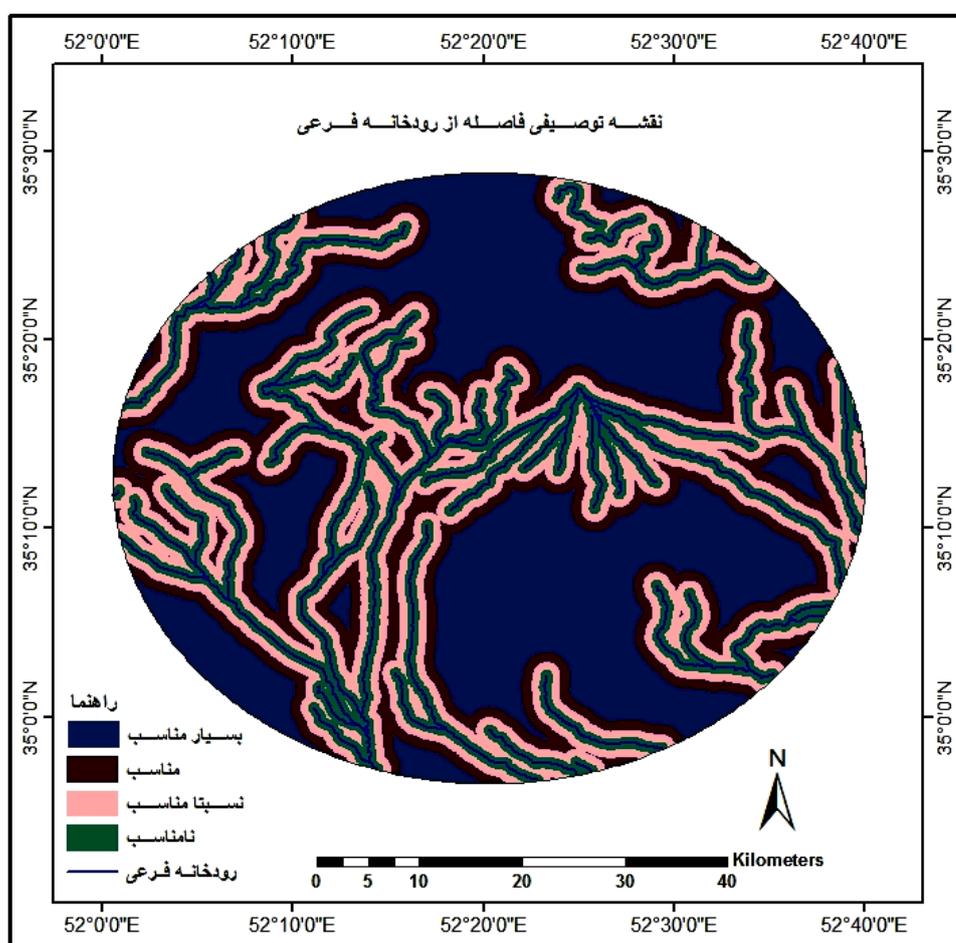
توصیف کلاس	کلاس	فاصله از رودخانه دائمی (m)
بسیار مناسب	A	>۴۰۰۰
مناسب	B	۲۰۰۰-۴۰۰۰
نسبتاً مناسب	C	۵۰۰-۲۰۰۰
نامناسب	D	۰-۵۰۰



شکل ۴-۱۰. نقشه توصیفی فاصله از رودخانه اصلی

جدول ۴-۱۰. نحوه طبقه‌بندی فاصله از رودخانه فرعی

توصیف کلاس	کلاس	فاصله از رودخانه فرعی (m)
بسیار مناسب	A	>۲۰۰۰
مناسب	B	۱۰۰۰-۲۰۰۰
نسبتاً مناسب	C	۲۵۰-۱۰۰۰
نامناسب	D	۰-۲۵۰



شکل ۴-۱۱. نقشه توصیفی فاصله از رودخانه فرعی

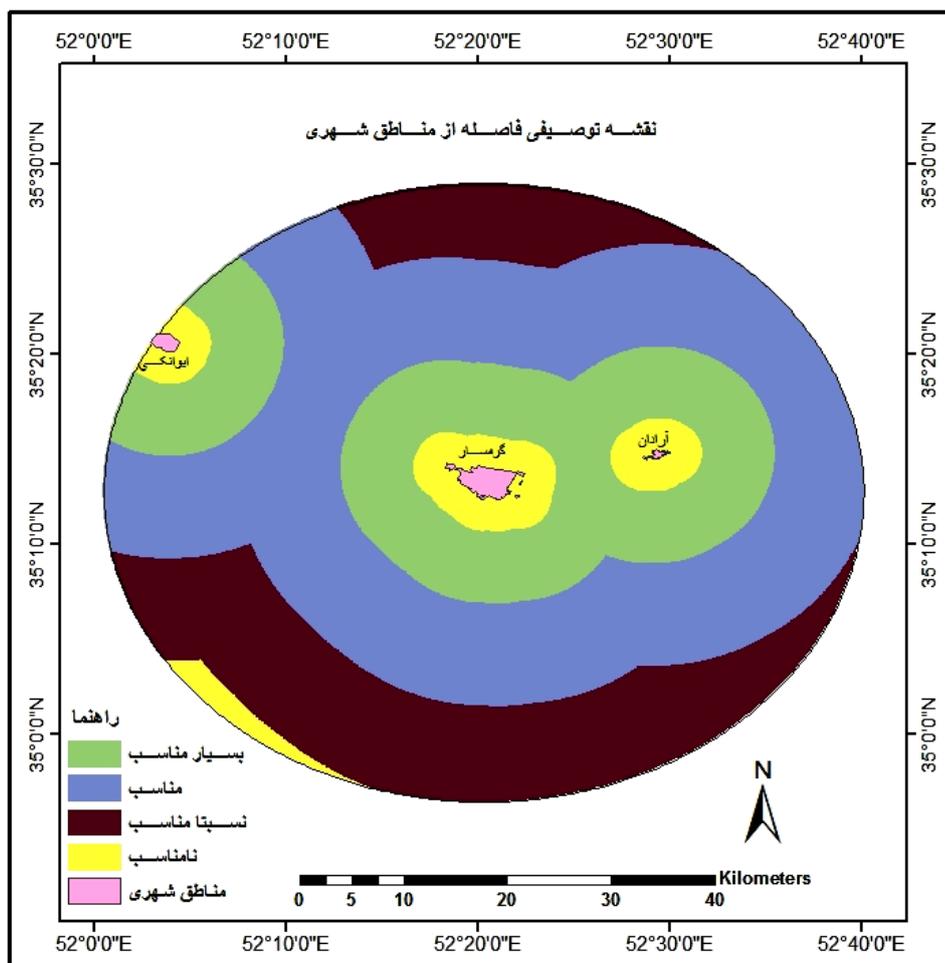
– فاصله از مناطق شهری

محل دفن زباله از یک سو به دلیل ایجاد شرایط نامساعد زیست‌محیطی و اجتماعی نباید در نزدیکی مناطق شهری واقع شود و از سوی دیگر محل دفن به دلیل شرایط اقتصادی باید در نزدیکی مراکز

تولید زباله قرار گیرد. با در نظر گرفتن این موارد پس از اعمال حریمی به فاصله ۳ کیلومتر پارامتر فاصله از مناطق شهری طبقه‌بندی (جدول ۴-۱۱) و نقشه توصیفی آن تهیه شد (شکل ۴-۱۲).

جدول ۴-۱۱. نحوه طبقه‌بندی فاصله از مناطق شهری

توصیف کلاس	کلاس	فاصله از مناطق شهری (Km)
بسیار مناسب	A	۰-۱۰
مناسب	B	۱۰-۲۰
نسبتاً مناسب	C	۲۰-۳۰
نامناسب	D	>۳۰



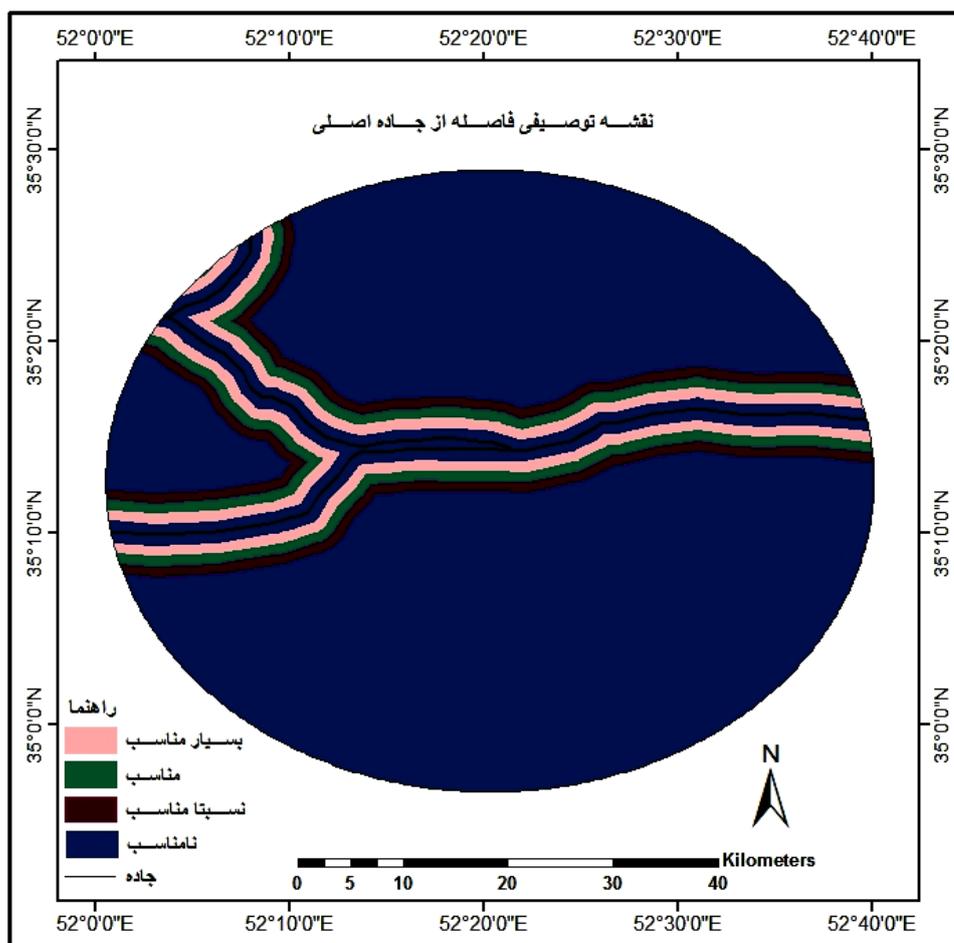
شکل ۴-۱۲. نقشه توصیفی فاصله از مناطق شهری

- فاصله از جاده اصلی

طبقه‌بندی پارامتر فاصله از جاده اصلی پس از اعمال حریمی به فاصله ۱۰۰۰ متر انجام شده است. نحوه طبقه‌بندی در جدول (۴-۱۲) و نقشه توصیفی آن در شکل (۴-۱۳) قابل مشاهده می‌باشد.

جدول ۴-۱۲. نحوه طبقه‌بندی فاصله از جاده اصلی

توصیف کلاس	کلاس	فاصله از جاده اصلی (Km)
بسیار مناسب	A	۱-۲
مناسب	B	۲-۳
نسبتاً مناسب	C	۳-۴
نامناسب	D	>۴



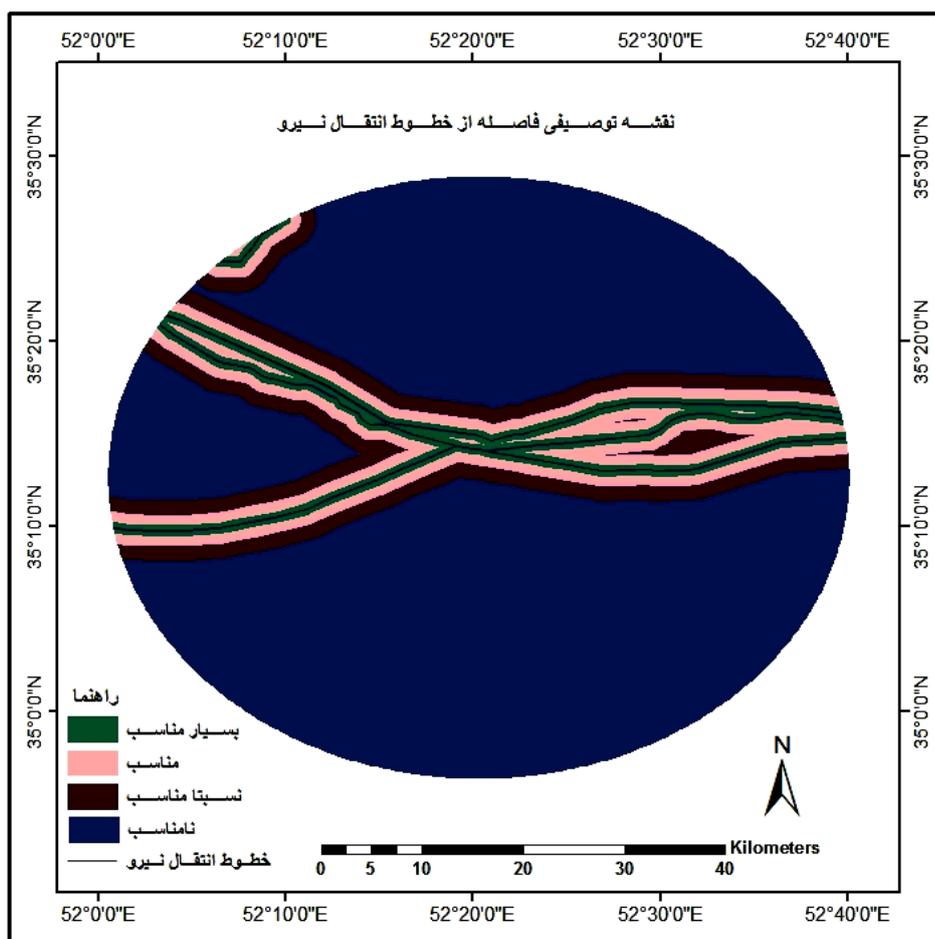
شکل ۴-۱۳. نقشه توصیفی فاصله از جاده اصلی

– فاصله از خطوط انتقال نیرو

پارامتر فاصله از خطوط انتقال نیرو پس از اعمال حریمی به فاصله ۵۰ متر طبقه‌بندی (جدول ۴-۱۳) و نقشه توصیفی آن تهیه شد (شکل ۴-۱۴).

جدول ۴-۱۳. نحوه طبقه‌بندی فاصله از خطوط انتقال نیرو

توصیف کلاس	کلاس	فاصله از خطوط انتقال نیرو (m)
بسیار مناسب	A	۰-۵۰۰
مناسب	B	۵۰۰-۱۵۰۰
نسبتاً مناسب	C	۱۵۰۰-۳۰۰۰
نامناسب	D	>۳۰۰۰



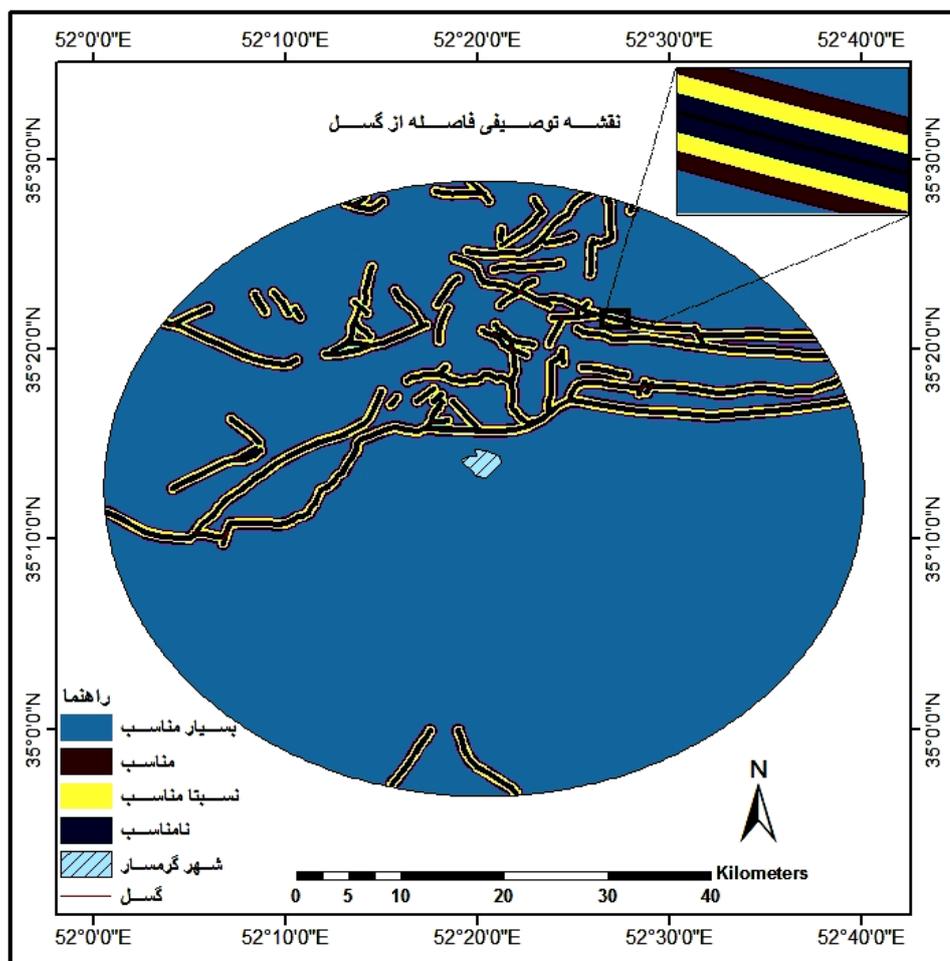
شکل ۴-۱۴. نقشه توصیفی فاصله از خطوط انتقال نیرو

- فاصله از گسل

پارامتر فاصله از گسل پس از اعمال حریمی به فاصله ۱۰۰ متر به چهار کلاس بسیار مناسب تا نامناسب طبقه‌بندی (جدول ۴-۱۴) و نقشه توصیفی آن در شکل (۴-۱۵) نمایش داده شده است.

جدول ۴-۱۴. نحوه طبقه‌بندی فاصله از گسل

توصیف کلاس	کلاس	فاصله از گسل (m)
بسیار مناسب	A	>۵۰۰
مناسب	B	۳۰۰-۵۰۰
نسبتاً مناسب	C	۱۰۰-۳۰۰
نامناسب	D	۰-۱۰۰



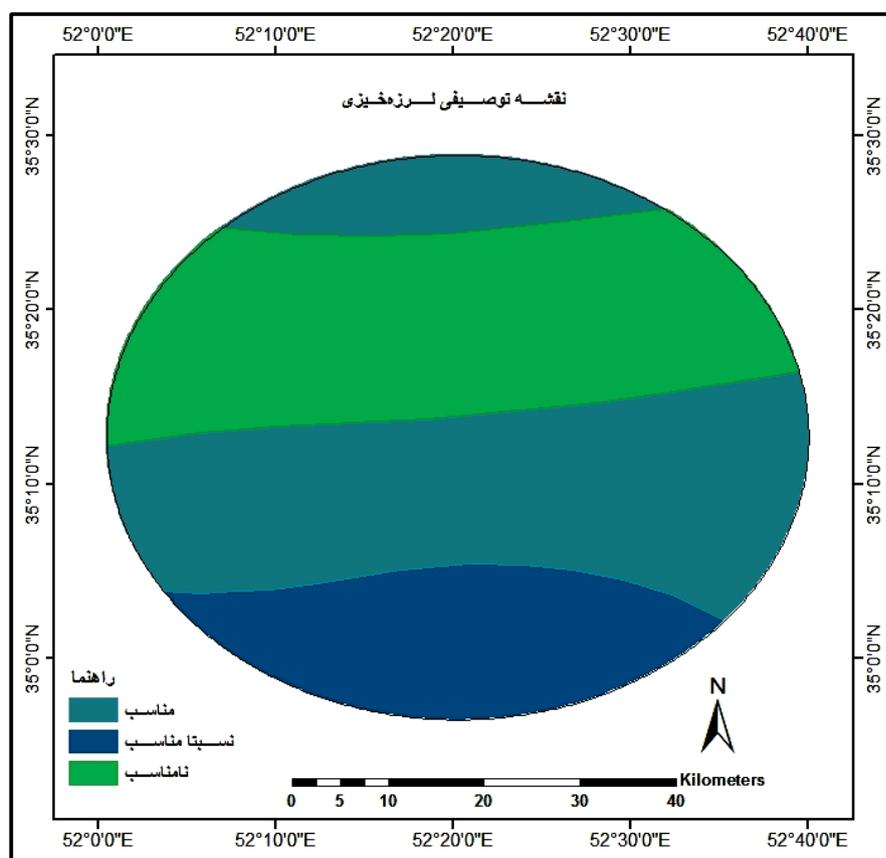
شکل ۴-۱۵. نقشه توصیفی فاصله از گسل

- لرزه‌خیزی

در مناطقی که لرزه‌خیزی بالایی دارند، قابلیت آسیب‌پذیری سازه‌های محل دفن پسماند بیشتر است لذا لرزه‌خیزی منطقه باید در مرحله مکان‌یابی مورد توجه قرار گیرد. منطقه مورد مطالعه از لحاظ شدت لرزه‌خیزی در محدوده ضعیف تا شدید قرار گرفته است. نحوه طبقه‌بندی لرزه‌خیزی منطقه در جدول (۴-۱۵) و نقشه توصیفی آن در شکل (۴-۱۶) قابل مشاهده است.

جدول ۴-۱۵. نحوه طبقه‌بندی شدت لرزه‌خیزی

توصیف کلاس	کلاس	شدت لرزه‌خیزی
مناسب	A	ضعیف
نسبتاً مناسب	B	متوسط
نامناسب	C	شدید



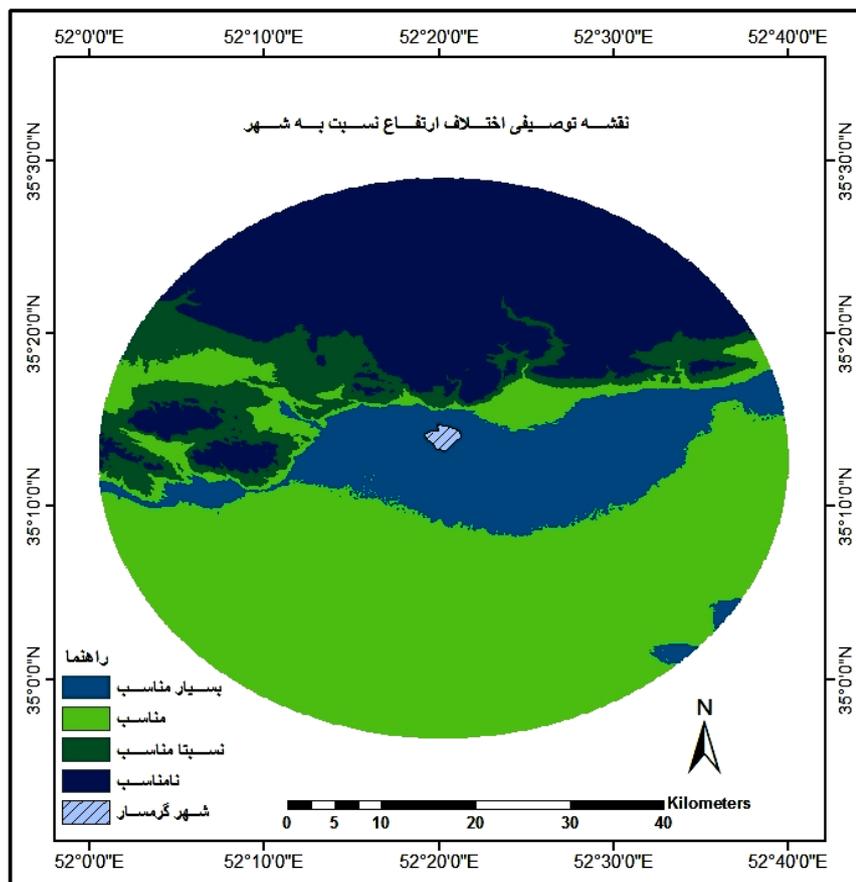
شکل ۴-۱۶. نقشه توصیفی شدت لرزه‌خیزی

– اختلاف ارتفاع نسبت به شهر

پارامتر اختلاف ارتفاع نسبت به شهر از نظر سهولت در حمل و نقل پسماندها حائز اهمیت است. نحوه طبقه‌بندی پارامتر اختلاف ارتفاع نسبت به شهر گرمسار در جدول (۴-۱۶) و نقشه توصیفی آن در شکل (۴-۱۷) ارائه شده است.

جدول ۴-۱۶. نحوه طبقه‌بندی اختلاف ارتفاع نسبت به شهر

توصیف کلاس	کلاس	اختلاف ارتفاع نسبت به شهر (m)
بسیار مناسب	A	0 ± 50
مناسب	B	$\pm 50 - \pm 150$
نسبتاً مناسب	C	150-300
نامناسب	D	> 300



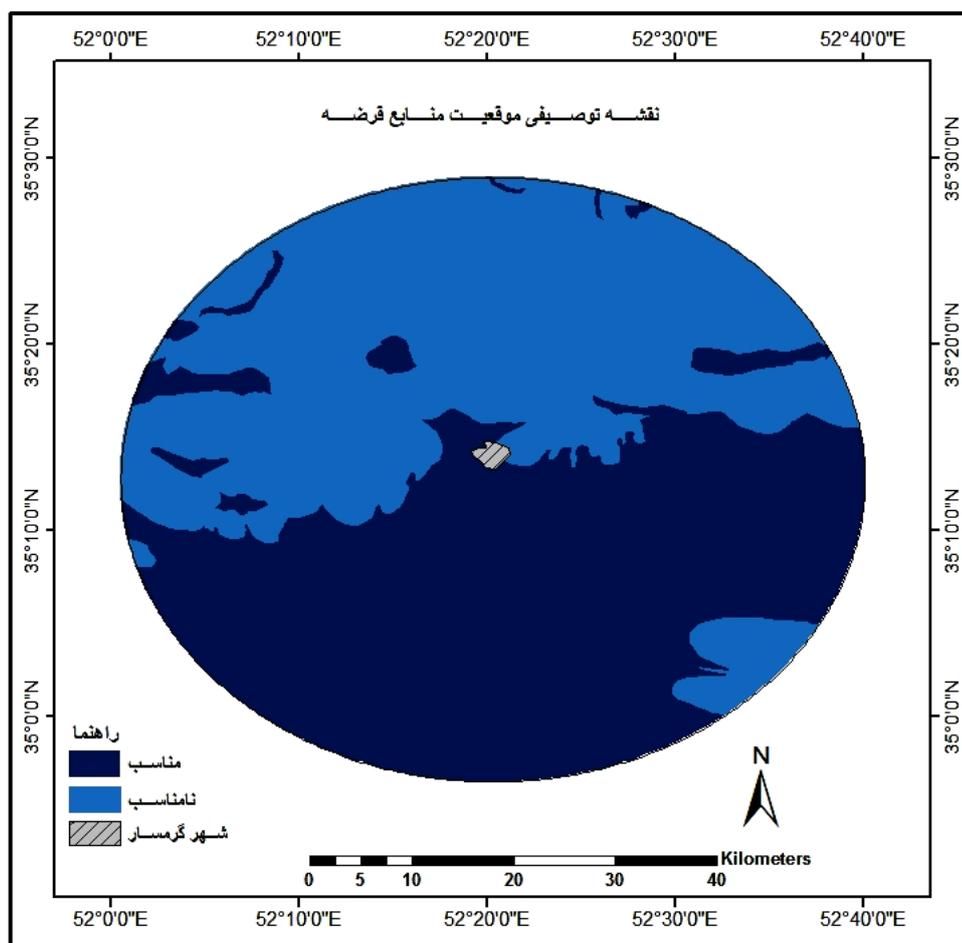
شکل ۴-۱۷. نقشه توصیفی اختلاف ارتفاع نسبت به شهر

- دسترسی به منابع قرضه

نحوه طبقه‌بندی منطقه مورد مطالعه از لحاظ دسترسی به منابع قرضه در جدول (۴-۱۷) و نقشه توصیفی آن در شکل (۴-۱۸) نمایش داده شده است.

جدول ۴-۱۷. نحوه طبقه‌بندی منطقه از نظر دسترسی به منابع قرضه

توصیف کلاس	کلاس	دسترسی به منابع قرضه
مناسب	A	مناطق دارای مواد دانه ریز
نامناسب	D	مناطق فاقد مواد دانه ریز



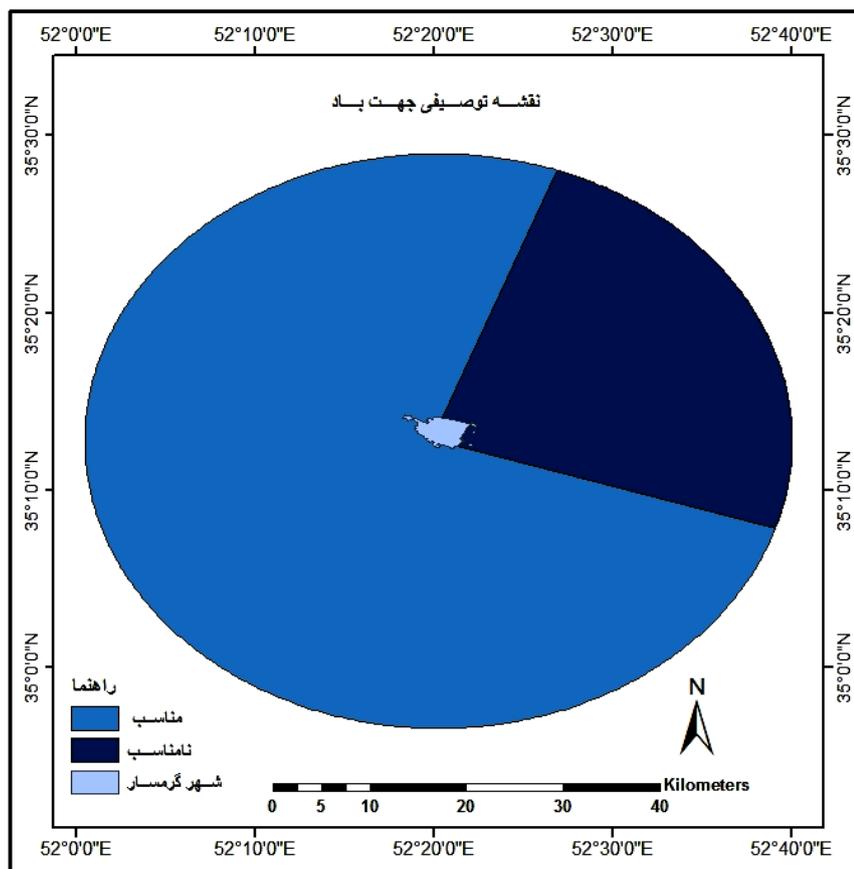
شکل ۴-۱۸. نقشه توصیفی منطقه از نظر دسترسی به منابع قرضه

- جهت باد غالب

منطقه مورد مطالعه از لحاظ قرار گرفتن در جهت جریان بادهای غالب به دو کلاس مناسب و نامناسب طبقه‌بندی شده است (جدول ۴-۱۸ و شکل ۴-۱۹). با توجه به گلباد منطقه (شکل ۳-۱) باد غالب از سمت شرق و شمال شرق می‌وزد به طور کلی مناطقی که در جهت جریان باد غالب نسبت به مناطق مسکونی قرار دارند برای دفن زباله نامناسب هستند.

جدول ۴-۱۸. نحوه طبقه‌بندی منطقه از لحاظ قرار گرفتن در جهت باد غالب

جهت باد	کلاس	توصیف کلاس
مناطقى که در جهت باد غالب نسبت به مناطق مسکونی قرار ندارند.	A	مناسب
مناطقى که در جهت باد غالب نسبت به مناطق مسکونی قرار دارند.	D	نامناسب



شکل ۴-۱۹. نقشه توصیفی جهت باد

۴-۲-۳- تعیین اهمیت معیارها و وزن‌دهی معیارها با استفاده از روش AHP

در مطالعه حاضر با توجه به در نظر گرفتن ۱۷ معیار موثر در فرایند مکان‌یابی و با توجه به برخوردار نبودن تمام این معیارها از اهمیت یکسان، برای اولویت‌بندی و وزن‌دهی معیارها از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) که جامع‌ترین سیستم طراحی شده برای تصمیم‌گیری چند معیاره است، استفاده شده است.

در این مرحله ابتدا با تشکیل یک ماتریس مربع 17×17 اهمیت معیارهای رده‌بندی نسبت به هم از ۱ تا ۹ با توجه به جدول (۲-۱) به صورت کارشناسی در نرم‌افزار Expert Choice اعمال گردید. سپس با انجام مقایسه زوجی بین معیارها وزن نسبی معیارها تعیین گردید (جدول ۴-۱۹). همچنین با تعیین اهمیت رده‌های معیارها نسبت به هم از ۱ (نامناسب) تا ۴ (بسیار مناسب)، مقایسه زوجی بین رده‌های مربوط به هر معیار نیز انجام شد (جداول ۴-۲۰، ۴-۲۱ و ۴-۲۲) و وزن نسبی هر رده مشخص گردید. وزن نسبی رده‌های مربوط به معیارهای کیفیت آب زیرزمینی، سطح آب زیرزمینی، فاصله از رودخانه اصلی و فرعی، سنگ‌شناسی، بافت خاک، کاربری اراضی، ریخت‌شناسی، فاصله از شهر، شیب، فاصله از جاده، اختلاف ارتفاع نسبت به شهر، فاصله از گسل و فاصله از خطوط انتقال نیرو که به چهار کلاس A، B، C و D طبقه‌بندی شده‌اند در شکل (۴-۲۰)، وزن نسبی رده‌های مربوط به معیار لرزه‌خیزی که به سه کلاس A، B و C تقسیم شده در شکل (۴-۲۱) و وزن نسبی رده‌های مربوط به معیارهای جهت باد و دسترسی به منابع قرضه که به دو کلاس A و D طبقه‌بندی شده‌اند در شکل (۴-۲۲) ارائه شده است. نرخ ناسازگاری کلیه ماتریس‌های مقایسه زوجی کمتر از ۰/۱ بود بنابراین نتایج حاصل از مقایسه‌ها قابل قبول می‌باشد. وزن نهایی هر رده از حاصلضرب وزن هر معیار در وزن رده‌های آن به دست آمد. در نهایت با محاسبه مجموع وزن نهایی و تقسیم تک تک وزن نهایی هر رده بر مجموع وزن نهایی، وزن نرمال هر رده محاسبه شد (جدول ۴-۲۳).

جدول ۴-۱۹. ماتریس مقایسه زوجی معیارها و تعیین وزن نسبی معیارها

معیارها	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	وزن نسبی
کیفیت آب زیرزمینی (A)	۱	۱	۲	۲	۳	۳	۴	۵	۵	۵	۵	۶	۶	۷	۸	۸	۹	۰/۱۶۱
سطح آب زیرزمینی (B)	۱	۱	۲	۲	۳	۳	۴	۵	۵	۵	۵	۶	۶	۷	۸	۸	۹	۰/۱۶۱
فاصله از رودخانه دائمی (C)	۰/۵۰	۰/۵۰	۱	۱	۲	۲	۳	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۶	۷	۷	۸	۰/۱۱۴
فاصله از رودخانه فرعی (D)	۰/۵۰	۰/۵۰	۱	۱	۲	۲	۳	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۶	۷	۷	۸	۰/۱۱۴
سنگ‌شناسی (E)	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۵۰	۰/۵۰	۱	۱	۲	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۵	۶	۶	۷	۰/۰۷۹
بافت خاک (F)	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۵۰	۰/۵۰	۱	۱	۲	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۵	۶	۶	۷	۰/۰۷۹
کاربری اراضی (G)	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۵۰	۰/۵۰	۱	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۴	۵	۵	۶	۰/۰۵۴
زمین ریخت‌شناسی (H)	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۵۰	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۳	۴	۴	۵	۰/۰۳۶
فاصله از مناطق شهری (I)	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۵۰	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۳	۴	۴	۵	۰/۰۳۶
شیب زمین (J)	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۵۰	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۳	۴	۴	۵	۰/۰۳۶
جهت باد (K)	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۵۰	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۳	۴	۴	۵	۰/۰۳۶
فاصله از جاده اصلی (L)	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۱	۱	۲	۳	۳	۴	۰/۰۲۴
دسترسی به منابع قرضه (M)	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۱	۱	۲	۳	۳	۴	۰/۰۲۴
اختلاف ارتفاع نسبت به شهر (N)	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۵۰	۰/۵۰	۱	۲	۲	۳	۰/۰۱۷
فاصله از گسل (O)	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۵۰	۱	۱	۲	۰/۰۱۲
لرزه‌خیزی (P)	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۵۰	۱	۱	۲	۰/۰۱۲
فاصله از خطوط انتقال نیرو (Q)	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۵۰	۰/۵۰	۱	۰/۰۰۹

فصل چهارم: مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری

جدول ۴-۲۰. ماتریس مقایسه زوجی رده‌های مربوط به معیارهای کیفیت آب زیرزمینی، سطح آب زیرزمینی، فاصله از رودخانه اصلی و فرعی، سنگ‌شناسی، بافت خاک، کاربری اراضی، ریخت‌شناسی، فاصله از شهر، شیب، فاصله از جاده، اختلاف ارتفاع نسبت به شهر، فاصله از گسل و فاصله از خطوط انتقال نیرو

رده‌ها	A	B	C	D
A	۱	۱/۳۳	۲	۴
B	۰/۷۵	۱	۱/۵۰	۳
C	۰/۵۰	۰/۶۷	۱	۲
D	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۵۰	۱



شکل ۴-۲۰. نمودار وزن‌دهی رده‌های مربوط به معیارهای کیفیت آب زیرزمینی، سطح آب زیرزمینی، فاصله از رودخانه اصلی و فرعی، سنگ‌شناسی، بافت خاک، کاربری اراضی، ریخت‌شناسی، فاصله از شهر، شیب، فاصله از جاده، اختلاف ارتفاع نسبت به شهر، فاصله از گسل و فاصله از خطوط انتقال نیرو

جدول ۴-۲۱. ماتریس مقایسه زوجی رده‌های مربوط به معیار لرزه‌خیزی

رده‌ها	A	B	C
A	۱	۱/۳۳	۲
B	۰/۷۵	۱	۱/۵۰
C	۰/۵۰	۰/۶۷	۱



شکل ۴-۲۱. نمودار وزن‌دهی رده‌های مربوط به معیار لرزه‌خیزی

فصل چهارم: مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری

جدول ۴-۲۲. ماتریس مقایسه زوجی رده‌های مربوط به معیارهای جهت باد و دسترسی به منابع قرضه

رده‌ها	A	D
A	۱	۴
D	۰/۲۵	۱

A .800	
D .200	
Inconsistency = 0.00	

شکل ۴-۲۲. نمودار وزن‌دهی رده‌های مربوط به معیارهای جهت باد و دسترسی به منابع قرضه

جدول ۴-۲۳. کلاس‌بندی و وزن لایه‌های اطلاعاتی

وزن اطلاعاتی	کلاس	امتیاز هر رده	وزن هر معیار	وزن هر رده	وزن نهایی	وزن نرمال شده
کیفیت آب زیرزمینی	A	۴	۰/۱۶۱۰	۰/۳۹۸۰	۰/۰۶۴۱	۰/۰۶۳۸
	B	۳		۰/۳۰۲۰	۰/۰۴۸۶	۰/۰۴۸۴
	C	۲		۰/۲۰۰۰	۰/۰۳۲۲	۰/۰۳۲۱
	D	۱		۰/۱۰۰۰	۰/۰۱۶۱	۰/۰۱۶۰
سطح آب زیرزمینی	A	۴	۰/۱۶۱۰	۰/۳۹۸۰	۰/۰۶۴۱	۰/۰۶۳۸
	B	۳		۰/۳۰۲۰	۰/۰۴۸۶	۰/۰۴۸۴
	C	۲		۰/۲۰۰۰	۰/۰۳۲۲	۰/۰۳۲۱
	D	۱		۰/۱۰۰۰	۰/۰۱۶۱	۰/۰۱۶۰
فاصله از رودخانه دائمی	A	۴	۰/۱۱۴۰	۰/۳۹۸۰	۰/۰۴۵۴	۰/۰۴۵۲
	B	۳		۰/۳۰۲۰	۰/۰۳۴۴	۰/۰۳۴۳
	C	۲		۰/۲۰۰۰	۰/۰۲۲۸	۰/۰۲۲۷
	D	۱		۰/۱۰۰۰	۰/۰۱۱۴	۰/۰۱۱۴
فاصله از رودخانه فرعی	A	۴	۰/۱۱۴۰	۰/۳۹۸۰	۰/۰۴۵۴	۰/۰۴۵۲
	B	۳		۰/۳۰۲۰	۰/۰۳۴۴	۰/۰۳۴۳
	C	۲		۰/۲۰۰۰	۰/۰۲۲۸	۰/۰۲۲۷
	D	۱		۰/۱۰۰۰	۰/۰۱۱۴	۰/۰۱۱۴

فصل چهارم: مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری

ادامه جدول ۴-۲۳. کلاس‌بندی و وزن لایه‌های اطلاعاتی

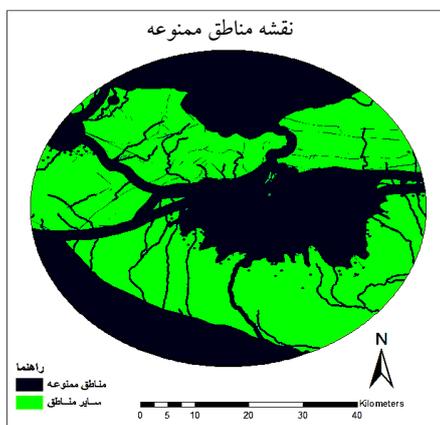
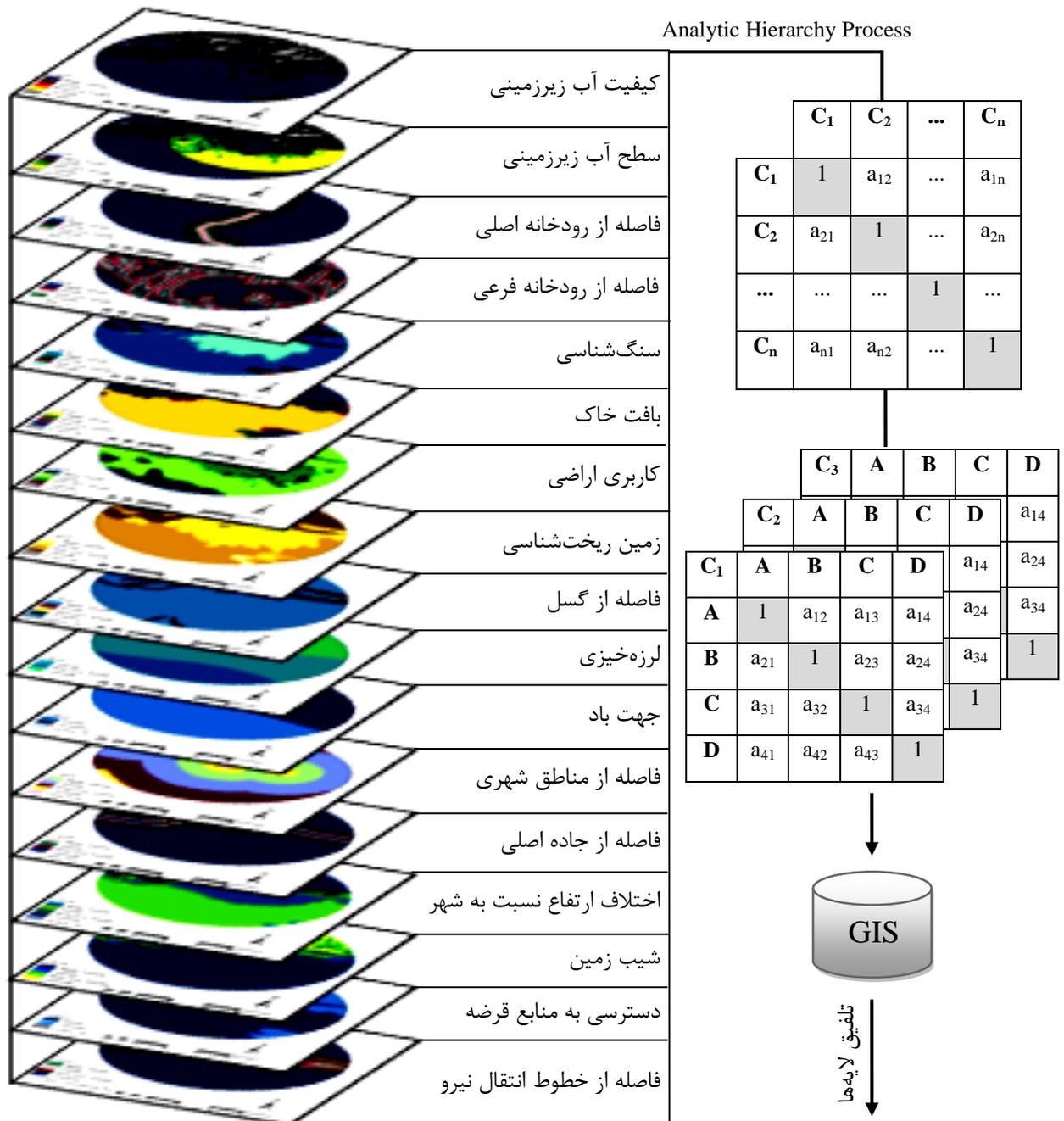
وزن نرمال شده	وزن نهایی	وزن هر رده	وزن هر معیار	امتیاز هر رده	کلاس	لایه اطلاعاتی
۰/۰۳۱۳	۰/۰۳۱۴	۰/۳۹۸۰	۰/۰۷۹۰	۴	A	سنگ‌شناسی
۰/۰۲۳۸	۰/۰۲۳۹	۰/۳۰۲۰		۳	B	
۰/۰۱۵۷	۰/۰۱۵۸	۰/۲۰۰۰		۲	C	
۰/۰۰۷۹	۰/۰۰۷۹	۰/۱۰۰۰		۱	D	
۰/۰۳۱۳	۰/۰۳۱۴	۰/۳۹۸۰	۰/۰۷۹۰	۴	A	بافت خاک
۰/۰۲۳۸	۰/۰۲۳۹	۰/۳۰۲۰		۳	B	
۰/۰۱۵۷	۰/۰۱۵۸	۰/۲۰۰۰		۲	C	
۰/۰۰۷۹	۰/۰۰۷۹	۰/۱۰۰۰		۱	D	
۰/۰۲۱۴	۰/۰۲۱۵	۰/۳۹۸۰	۰/۰۵۴۰	۴	A	کاربری اراضی
۰/۰۱۶۲	۰/۰۱۶۳	۰/۳۰۲۰		۳	B	
۰/۰۱۰۸	۰/۰۱۰۸	۰/۲۰۰۰		۲	C	
۰/۰۰۵۴	۰/۰۰۵۴	۰/۱۰۰۰		۱	D	
۰/۰۱۴۳	۰/۰۱۴۳	۰/۳۹۸۰	۰/۰۳۶۰	۴	A	ریخت‌شناسی
۰/۰۱۰۸	۰/۰۱۰۹	۰/۳۰۲۰		۳	B	
۰/۰۰۷۲	۰/۰۰۷۲	۰/۲۰۰۰		۲	C	
۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۳۶	۰/۱۰۰۰		۱	D	
۰/۰۱۴۳	۰/۰۱۴۳	۰/۳۹۸۰	۰/۰۳۶۰	۴	A	شیب
۰/۰۱۰۸	۰/۰۱۰۹	۰/۳۰۲۰		۳	B	
۰/۰۰۷۲	۰/۰۰۷۲	۰/۲۰۰۰		۲	C	
۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۳۶	۰/۱۰۰۰		۱	D	
۰/۰۱۴۳	۰/۰۱۴۳	۰/۳۹۸۰	۰/۰۳۶۰	۴	A	فاصله از مناطق شهری
۰/۰۱۰۸	۰/۰۱۰۹	۰/۳۰۲۰		۳	B	
۰/۰۰۷۲	۰/۰۰۷۲	۰/۲۰۰۰		۲	C	
۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۳۶	۰/۱۰۰۰		۱	D	
۰/۰۲۸۷	۰/۰۲۸۸	۰/۸۰۰۰	۰/۰۳۶۰	۴	A	جهت باد
۰/۰۰۷۲	۰/۰۰۷۲	۰/۲۰۰۰		۱	D	
۰/۰۰۹۵	۰/۰۰۹۶	۰/۳۹۸۰	۰/۰۲۴۰	۴	A	فاصله از جاده اصلی
۰/۰۰۷۲	۰/۰۰۷۲	۰/۳۰۲۰		۳	B	
۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۴۸	۰/۲۰۰۰		۲	C	
۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۲۴	۰/۱۰۰۰		۱	D	
۰/۰۱۹۱	۰/۰۱۹۲	۰/۸۰۰۰	۰/۰۲۴۰	۴	A	دسترسی به منابع قرضه
۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۴۸	۰/۲۰۰۰		۱	D	

ادامه جدول ۴-۲۳. کلاس‌بندی و وزن لایه‌های اطلاعاتی

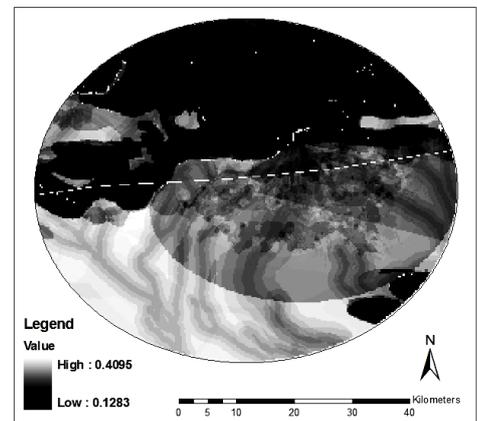
وزن نرمال شده	وزن نهایی	وزن هر رده	وزن هر معیار	امتیاز هر رده	کلاس	لایه اطلاعاتی
۰/۰۰۶۷	۰/۰۰۶۸	۰/۳۹۸۰	۰/۰۱۷۰	۴	A	اختلاف ارتفاع نسبت به شهر
۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۵۱	۰/۳۰۲۰		۳	B	
۰/۰۰۳۴	۰/۰۰۳۴	۰/۲۰۰۰		۲	C	
۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۱۷	۰/۱۰۰۰		۱	D	
۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۴۸	۰/۳۹۸۰	۰/۰۱۲۰	۴	A	فاصله از گسل
۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۳۶	۰/۳۰۲۰		۳	B	
۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۲۴	۰/۲۰۰۰		۲	C	
۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۱۲	۰/۱۰۰۰		۱	D	
۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۵۳	۰/۴۴۱۰	۰/۰۱۲۰	۴	A	لرزه‌خیزی
۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۴۰	۰/۳۳۶۰		۳	B	
۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۲۷	۰/۲۲۲۰		۲	C	
۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۳۶	۰/۳۹۸۰	۰/۰۰۹۰	۴	A	فاصله از خطوط انتقال نیرو
۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۲۷	۰/۳۰۲۰		۳	B	
۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۱۸	۰/۲۰۰۰		۲	C	
۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۹	۰/۱۰۰۰		۱	D	

۴-۲-۴- همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی

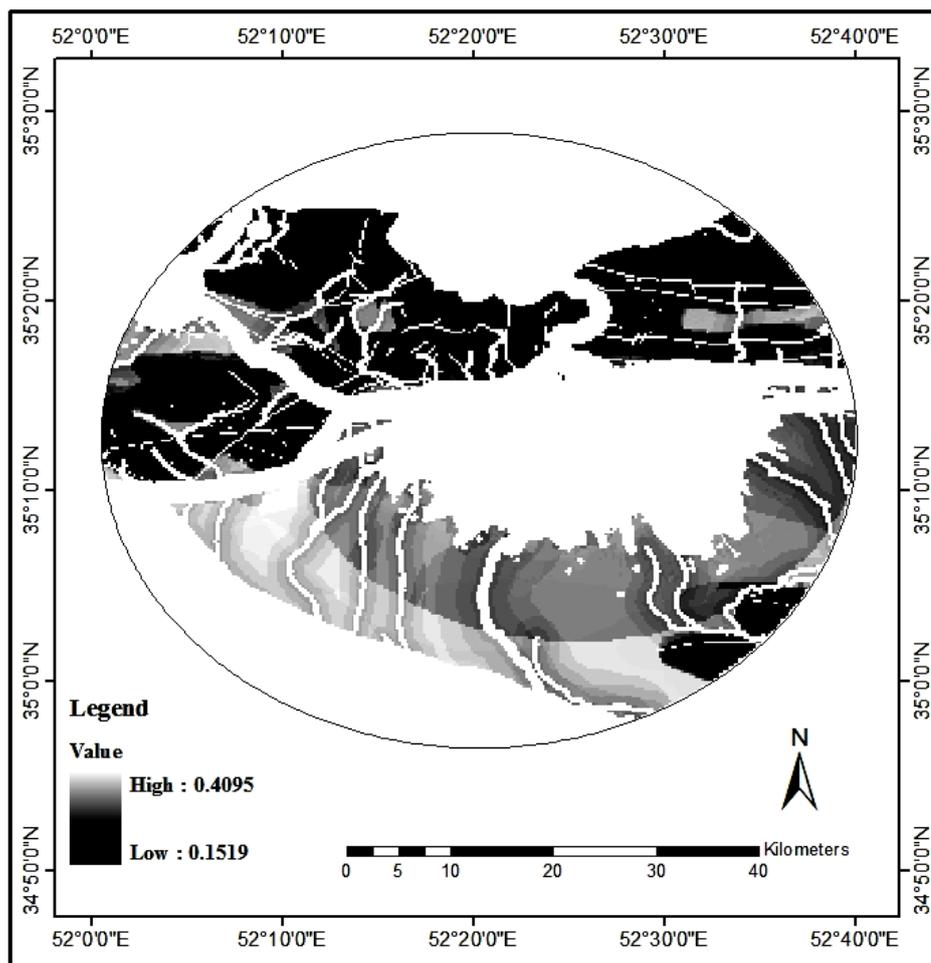
در این مرحله نقشه رستری هر معیار بر اساس وزن نرمال شده در محیط GIS کلاس‌بندی شد سپس با استفاده از گزینه Raster Calculator این نقشه‌ها با هم تلفیق و به یک نقشه واحد تبدیل شد در نهایت با اعمال نقشه معیارهای حذفی (شکل ۴-۲۳)، نقشه نهایی استخراج گردید. مجموع امتیازات در نقشه حاصل در محدوده بین ۰/۱۵۱۹ تا ۰/۴۰۹۵ قرار گرفته است که در شکل (۴-۲۴) قابل مشاهده است.



+



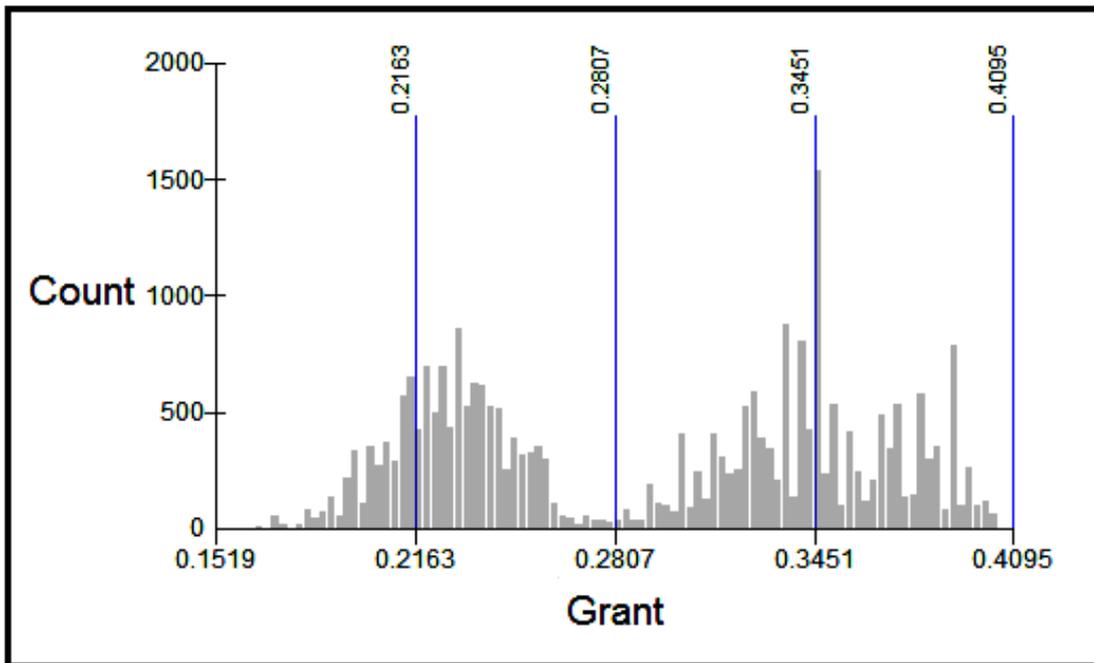
شکل ۴-۲۳. همپوشانی لایه‌ها در محیط GIS



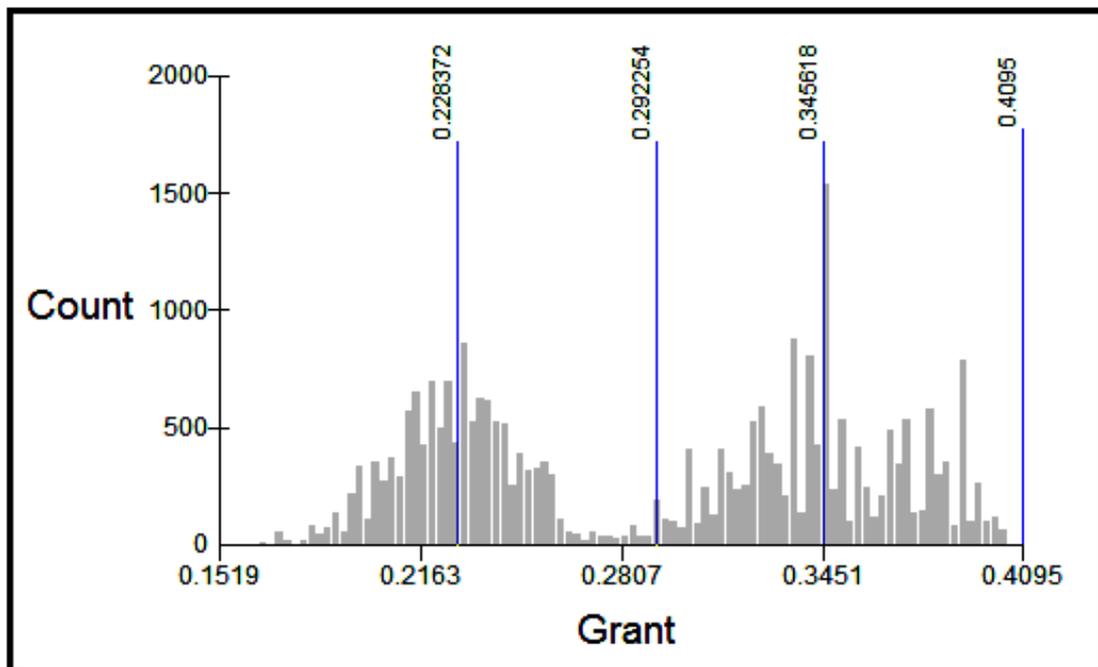
شکل ۴-۲۴. نقشه حاصل از همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی و حذف مناطق ممنوعه

۴-۲-۵- پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه

در مطالعه حاضر به منظور رده‌بندی امتیازات نهایی حاصل از همپوشانی لایه‌ها، روش‌های رده‌بندی هم‌مساحت و هم‌امتیاز مورد بررسی قرار گرفته است. همانطور که در شکل (۴-۲۵) و (۴-۲۶) مشاهده می‌شود فراوانی مناطق دارای امتیاز بالا در روش هم‌امتیاز و هم‌مساحت مشابه می‌باشد، بنابراین استفاده از هر دو روش برای رده‌بندی امتیازات امکان‌پذیر است. در این مطالعه با استفاده از روش هم‌مساحت منطقه مورد مطالعه از نظر مستعد بودن برای دفن زباله به چهار گروه بسیار مناسب، مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب طبقه‌بندی شد (جدول ۴-۲۴). نقشه پهنه‌بندی منطقه در شکل (۴-۲۷) ارائه شده است.



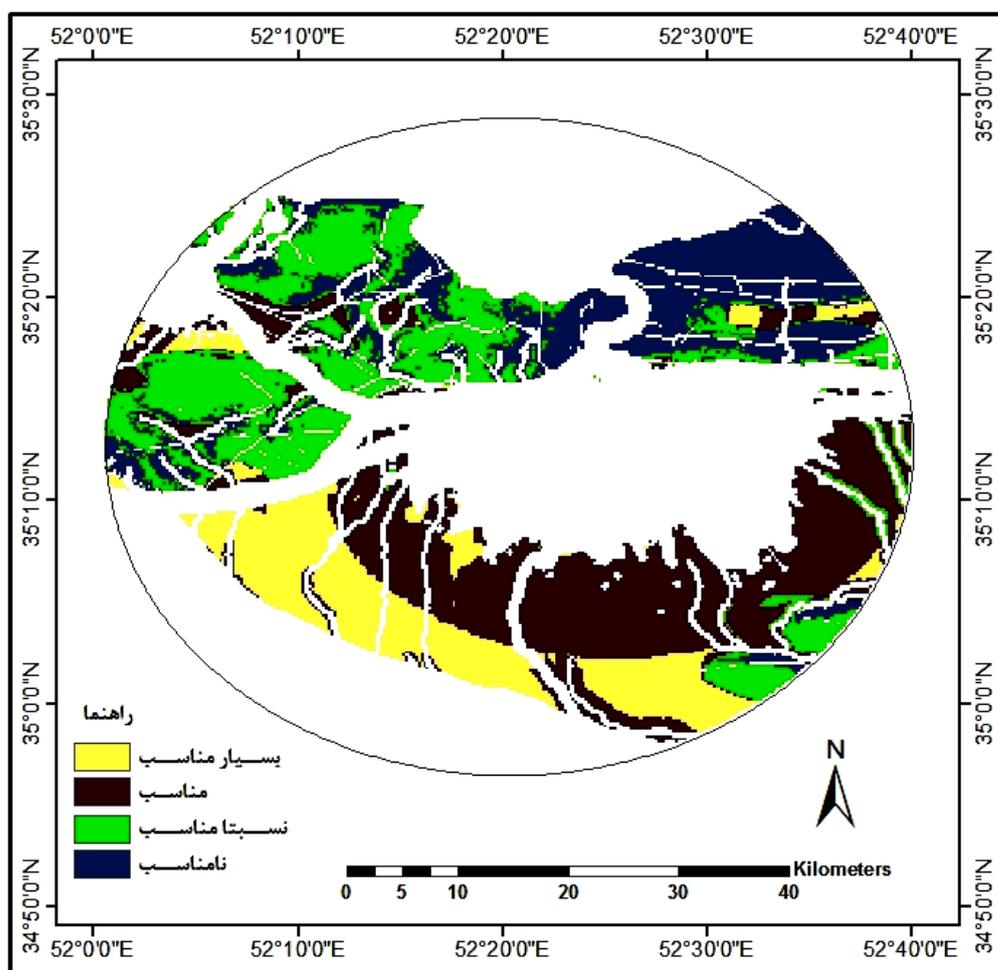
شکل ۴-۲۵. نمودار کلاس‌بندی امتیازات نهایی به روش هم‌امتیاز



شکل ۴-۲۶. نمودار کلاس‌بندی امتیازات نهایی به روش هم‌مساحت

جدول ۴-۲۴. گروه‌بندی امتیازات نهایی به روش هم‌مساحت

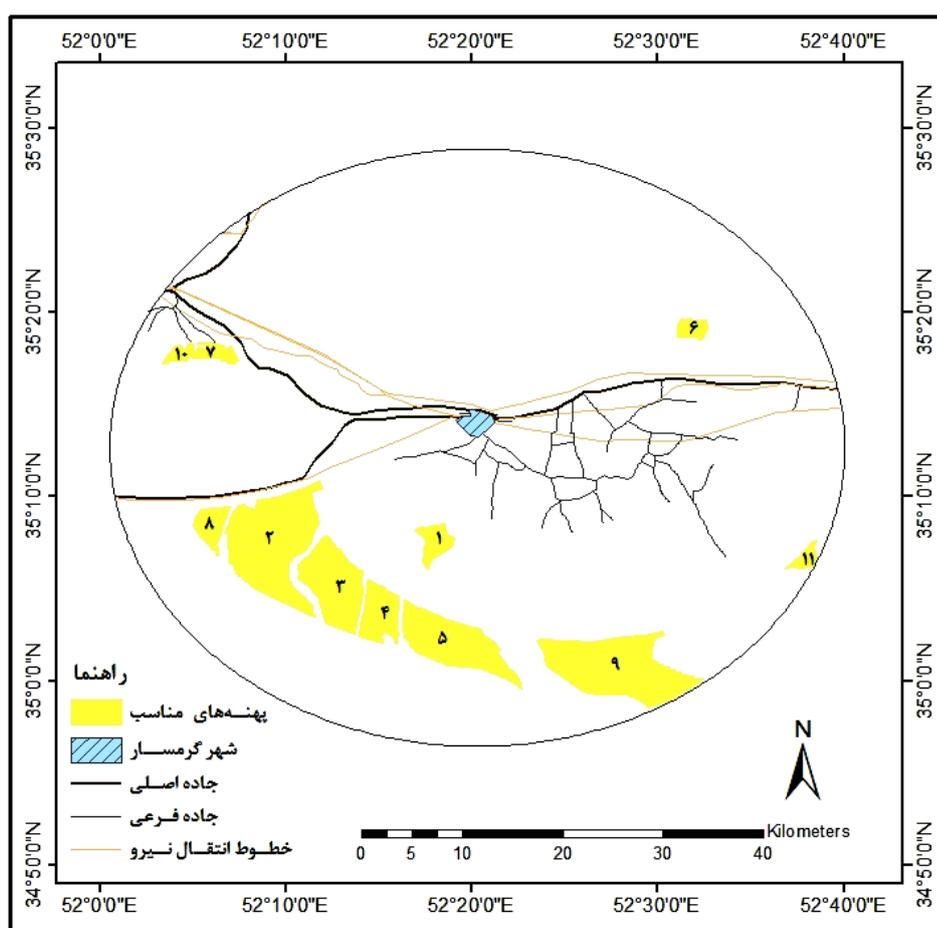
امتیاز	کلاس‌بندی	کلاس
۰/۱۵۱۹ - ۰/۲۲۸۴	نامناسب	۱
۰/۲۲۸۴ - ۰/۲۹۲۲	نسبتاً مناسب	۲
۰/۲۹۲۲ - ۰/۳۴۵۷	مناسب	۳
۰/۳۴۵۷ - ۰/۴۰۹۵	بسیار مناسب	۴



شکل ۴-۲۷. پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه از نظر مستعد بودن برای دفن زباله

۳-۴- انتخاب پهنه‌های مناسب

به منظور تعیین مکان مناسب برای دفن زباله فقط از پهنه‌هایی که در کلاس بسیار مناسب قرار گرفته‌اند، استفاده شده است. ابتدا با توجه به مساحت مورد نیاز برای دفن زباله‌ها در طول ۲۵ سال آینده، از بین مناطق بسیار مناسب پلی‌گون‌هایی که دارای مساحت کمتر از $2/4$ کیلومترمربع بودند حذف شد و ۱۱ پهنه باقی ماند (شکل ۴-۲۸). سپس با در نظر گرفتن برخی از پارامترها از قبیل نزدیکی به جاده، نزدیکی به خطوط انتقال نیرو، نوع کاربری و غیره این پهنه‌ها مورد بررسی قرار گرفتند و از بین آنها دو پهنه ۲ و ۸ به عنوان محل مناسب برای دفن زباله انتخاب شد و ۹ پهنه دیگر حذف گردید. در جدول (۴-۲۵) دلایل حذف این مناطق ذکر شده است.



شکل ۴-۲۸. پهنه‌های مناسب برای دفن زباله

جدول ۴-۲۵. دلایل حذف برخی از پهنه‌ها

ردیف	شماره پهنه	توضیحات
۱	۱	این پهنه از جاده و خطوط انتقال نیرو دور است. همچنین سطح آب زیرزمینی در چاه‌های نزدیک به این منطقه (۱۴ تا ۲۷ متر) بیانگر بالا بودن سطح آب زیرزمینی در این پهنه می‌باشد.
۲	۳	این پهنه دارای فاصله زیاد از جاده و خطوط انتقال نیرو است.
۳	۴	این پهنه دارای فاصله زیاد از جاده و خطوط انتقال نیرو است.
۴	۵	این پهنه دارای فاصله زیاد از جاده و خطوط انتقال نیرو است.
۵	۶	این پهنه از جاده و خطوط انتقال نیرو فاصله دارد و احداث جاده در این منطقه به دلیل صعب‌العبور بودن پر هزینه است. همچنین این پهنه در محدوده لرزه‌خیزی شدید واقع شده است.
۶	۷	این پهنه از نهشته‌های آبرفتی تشکیل شده و دارای کاربری زراعت آبی است همچنین این پهنه در محدوده لرزه‌خیزی شدید واقع شده است.
۷	۹	این پهنه در دشت سیلابی واقع شده و دارای فاصله زیاد از جاده و خطوط انتقال نیرو است.
۸	۱۰	این پهنه از نهشته‌های آبرفتی تشکیل شده و دارای کاربری زراعت آبی است همچنین این پهنه در محدوده لرزه‌خیزی شدید واقع شده است.
۹	۱۱	این پهنه دارای فاصله زیاد از جاده و خطوط انتقال نیرو است.

۴-۴- بازدید صحرایی از پهنه‌های منتخب

در ادامه مطالعات از پهنه‌های منتخب بازدید صحرایی به عمل آمد. به طور کلی در این مطالعه هدف از انجام مطالعات صحرایی بررسی وضعیت کنونی پهنه‌ها (از لحاظ دسترسی به جاده، خطوط انتقال نیرو، منابع قرصه و غیره)، تایید و مقایسه اطلاعات و داده‌ها با واقعیت و همچنین به روز رسانی و تکمیل نهایی اطلاعات بوده است.

در ذیل به بیان ویژگی‌های پهنه‌های منتخب بر اساس نتایج حاصل از بازدید صحرایی پرداخته شده است.

۴-۴-۱- پهنه ۲

این محدوده با مختصات جغرافیایی $۱۵^{\circ} ۹' ۵۲''$ طول شرقی و $۳۵^{\circ} ۸' ۱۷''$ عرض شمالی و با ارتفاع ۷۹۰ متر از سطح دریا و مساحت $۵۹/۸$ کیلومتر مربع در ۱۵ کیلومتری جنوب غربی شهر گرمسار واقع شده است و از جاده اصلی قم- گرمسار و خطوط انتقال نیرو ۱ کیلومتر فاصله دارد. این منطقه از پهنه‌های رسی، سیلتی، نمکی و گچی تشکیل شده و دارای خاک شور با ضخامت زیاد است. در برخی از قسمت‌های این پهنه آثار فرسایش بادی (سنگفرش بیابان) و آبراهه‌های فصلی مشاهده می‌شود. عبور آبراهه‌های فصلی بیانگر وجود احتمال خطر آبگرفتگی در منطقه است بنابراین در صورت احداث لندفیل در این مکان باید تمهیدات لازم برای جلوگیری از آبگرفتگی و فرسایش خاک صورت گیرد. تراکم پوشش گیاهی در این منطقه کم بوده و از نوع بوته و درختچه است. در این منطقه و اطراف آن چاه آب مشاهده نشد.

با توجه به اینکه معیار فاصله از بناهای تاریخی در مراحل اولیه مطالعات (به علت عدم همکاری سازمان مربوطه) اعمال نشده است لذا طی بازدید صحرایی که از منطقه انجام گرفت این معیار نیز در نظر گرفته شد. در اطراف این پهنه، بنای تاریخی مشاهده نشد. در شکل (۴-۲۹) تصویری از پهنه ۲ نمایش داده شده است.



شکل ۴-۲۹. نمایی از پهنه ۲

۴-۴-۲- پهنه ۸

این محدوده با مختصات جغرافیایی $52^{\circ} 5' 55''$ طول شرقی و $35^{\circ} 8' 58''$ عرض شمالی و ارتفاع ۷۹۰ متر از سطح دریا دارای مساحت $7/8$ کیلومتر مربع است. این پهنه فاصله بیشتری نسبت به شهر گرمسار دارد و در ۲۲ کیلومتری جنوب غربی شهر گرمسار واقع شده و در فاصله ۱ کیلومتری از جاده اصلی قم-گرمسار و خطوط انتقال نیرو قرار گرفته است. این منطقه از پهنه‌های رسی و سیل‌تشی تشکیل شده و دارای خاک شور با ضخامت زیاد است. در این پهنه آثار فرسایش بادی (سنگفرش بیابان) نسبت به پهنه ۲ بیشتر می‌باشد. در این پهنه نیز به دلیل عبور آبراهه‌های فصلی احتمال خطر آبگرفتگی وجود دارد. پوشش گیاهی در این منطقه از نوع بوته است و تراکم آن بسیار کمتر از پهنه ۲ می‌باشد. در این پهنه و اطراف آن همانند پهنه ۲ چاه آب و بنای تاریخی مشاهده نشد. در شکل (۴-۳۰) نمایی از پهنه ۸ قابل مشاهده است. مشخصات هر دو پهنه در جدول (۴-۲۶) ارائه شده است.



شکل ۴-۳۰. نمایی از پهنه ۸

جدول ۴-۲۶. مشخصات پهنه‌های منتخب

پهنه ۸	پهنه ۲	پارامتر
۷/۸	۵۹/۸	وسعت (Km ²)
پهنه رسی و سیلتی	پهنه رسی، سیلتی، نمکی و گچی	جنس سنگ بستر
بوته به طور پراکنده و با فاصله زیاد	بوته و درختچه به طور پراکنده	پوشش گیاهی
مرتع فقیر	مرتع فقیر	کاربری
خاک‌هایی با ضخامت زیاد و شور	خاک‌هایی با ضخامت زیاد و شور	بافت خاک
< ۱۰	< ۱۰	شیب زمین (درصد)
۱	۱	فاصله از جاده (Km)
۱	۱	فاصله از خطوط انتقال نیرو (Km)
دارد	دارد	دسترسی به منابع قرضه
۲۲	۱۵	فاصله از مرکز شهر (Km)
وجود دارد	وجود دارد	آبراهه فصلی

۴-۵- اثرات زیست‌محیطی پهنه‌های منتخب

ارزیابی اثرات زیست‌محیطی (EIA) از جمله روش‌های کارآمدی است که با شناسایی فعالیت‌های پروژه و فاکتورهای زیست‌محیطی اقدام به شناسایی و کاهش اثرات منفی بر محیط زیست و بهداشت عمومی جامعه می‌نماید (جعفری و لطفی، ۱۳۸۳).

در مطالعه حاضر به منظور ارزیابی اثرات زیست‌محیطی احتمالی احداث لندفیل در دو پهنه منتخب از ماتریس لئوپولد استفاده شده است.

در این ارزیابی فعالیت‌های مختلف پروژه احداث لندفیل در دو گروه عمده مرحله ساخت و بهره‌برداری انتخاب گردید. مرحله ساخت شامل ۶ فعالیت (ایجاد راه دسترسی، پاکسازی و بوته‌کشی، خاکبرداری، تسطیح، ایجاد زیرساخت‌های مرتبط با تامین انرژی و ساخت لندفیل) و مرحله بهره‌برداری شامل ۵ فعالیت (تردد ماشین‌های سنگین، تخلیه و دفن روزانه زباله، استخراج منابع قرضه و کنترل نشت گاز و شیرابه تولید شده) می‌باشد. فعالیت‌های مورد نظر در محور افقی ماتریس قرار داده شد. همچنین فاکتورهای زیست‌محیطی در ۴ محیط فیزیکی، بیولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی در نظر گرفته شد و در محور عمودی ماتریس قرار داده شد.

در زیر به اختصار به بررسی فاکتورهای زیست‌محیطی و تاثیرگذاری فعالیت‌های پروژه بر هر کدام از آنها پرداخته شده است و در ادامه به ارزیابی اثرات زیست‌محیطی پهنه‌های منتخب پرداخته شده است.

۴-۵-۱- فاکتورهای زیست‌محیطی

به طور کلی تاثیرگذاری پروژه احداث لندفیل در محیط‌زیست ممکن است به دو صورت مفید و زیان‌بخش ظاهر شود. اثرات زیان‌بخش یک لندفیل می‌تواند در محیط زیست تغییرات قابل ملاحظه‌ای به وجود آورد و منجر به تخریب منابع طبیعی از قبیل خاک، آب و صدمه به بهداشت محیط گردد. بدیهی است اثراتی که در راستای بهبود کیفیت زندگی است به عنوان اثرات مفید تلقی می‌شود.

۴-۱-۵-۱- محیط فیزیکی

- خاک

اگرچه خاک دارای خاصیت خودپالایی است و مهم‌ترین و گسترده‌ترین صافی فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی محسوب می‌شود ولی ظرفیت آن محدود است، لذا افزایش غلظت مواد سمی و آلاینده‌ها در خاک، تهدیدی جدی برای محیط زیست می‌باشد.

به طور کلی در پروژه احداث لندفیل، خاک در مرحله ساخت بر اثر فعالیت‌های پاکسازی گیاهان، خاکبرداری و تسطیح فرسایش می‌یابد و در مرحله بهره‌برداری طی عملیات تخلیه و دفن روزانه زباله‌ها و همچنین بر اثر نشت شیرابه آلوده می‌شود.

- آب‌های سطحی و زیرزمینی

عملیات احداث لندفیل طی مراحل ساختمانی و بهره‌برداری می‌تواند با کاهش کیفیت آب و تغییرات احتمالی هیدرولوژیکی همراه باشد. به طور کلی اثرات بالقوه لندفیل بر روی کیفیت آب به دلیل آلودگی حاصل از نشت شیرابه است که باعث قلیایی یا اسیدی شدن آب و افزایش فلزات سنگین در منابع آب می‌شود. ورود رسوبات ناشی از فرسایش خاک (طی فرایندهای تسطیح، بوته‌کشی و خاکبرداری) در آبراهه‌ها، تغییر الگوی زهکشی در منطقه و انحراف مسیر آبراهه‌های فرعی و رواناب‌ها از مهم‌ترین عوامل تغییرات هیدرولوژیکی در منابع آبهای سطحی می‌باشد (عمرانی، ۱۳۷۷؛ عباس‌پور، ۱۳۸۴).

- هوا

یکی دیگر از پیامدهای احداث لندفیل در مراحل ساخت و بهره‌برداری، تاثیر بر اقلیم و کیفیت هوا (تولید گرد و غبار و ایجاد بوی نامطلوب و آزار دهنده) است. طی فعالیت‌های خاکبرداری، تسطیح و استخراج منابع قرضه گرد و غبار تولید می‌شود و در مرحله بهره‌برداری بر اثر تجزیه مواد آلی توسط

میکروارگان‌های گازی مانند متان، دی‌اکسید کربن و اسیدهای آلی فرار تولید می‌شود که باعث ایجاد بوی نامطبوع می‌شود. وجود غبارات معلق در فضا و همچنین رسوب و نشست غبارات اسیدی موجود در جو بر روی گیاهان باعث ایجاد اثرات نامطلوب بر روی سلامت افراد محلی و گیاهان موجود در منطقه می‌شود.

به طور کلی بر اثر فعالیت‌های ایجاد راه‌های دسترسی و زیرساخت‌ها، خاکبرداری، تسطیح و تردد ماشین‌های سنگین برای ورود و خروج به جایگاه پروژه و محدوده پیرامونی آن آلودگی صوتی به وجود می‌آید. ایجاد سر و صدا باعث نارضایتی و سلب آسایش ساکنین محلی و فرار حیوانات وحشی از منطقه می‌گردد.

۴-۵-۱-۲- محیط بیولوژیکی

- گونه‌های گیاهی و جانوری

اثرات یک پروژه بر گیاهان می‌تواند ناشی از فعالیت‌هایی مانند برداشت خاک محل، احداث جاده دسترسی جدید و پاکسازی گیاهان و مصرف آنها به عنوان سوخت باشد که معمولاً این فعالیت‌ها در مرحله ساخت انجام می‌گیرد. کاهش رویش گیاهی می‌تواند باعث مهاجرت تعداد زیادی از گونه‌های جانوری شود. گونه‌های جانوری به دلیل از دست دادن زیستگاه‌های خود یا از بین می‌روند و یا ناگزیر به یافتن زیستگاه‌های جدیدی خواهند بود (منوری، ۱۳۸۷).

- انسان

به طور کلی هدف از احداث لندفیل حفظ محیط زیست و بهداشت و سلامت عمومی افراد جامعه است، ولی با این وجود ممکن است در اثر خروج گاز و نشست شیرابه از محل دفن و همچنین در صورت عدم استفاده از پوشش روزانه زباله‌ها، آلاینده‌ها توسط پرندگان و جانوران موذی به مناطق مختلف انتقال یابد و سلامت افراد جامعه را به خطر اندازد.

۴-۵-۱-۳- محیط اجتماعی و اقتصادی

در مراحل ساختمانی و بهره‌برداری و یا پس از آن محیط‌های اجتماعی و اقتصادی دستخوش تغییرات می‌شود.

- حمل و نقل

به طور کلی ازدیاد میزان تصادفات و سوانح جاده‌ای، مشکلات ترافیکی و دیر رسیدن اهالی به محل کار، از مشکلات عمده تردد وسایل نقلیه سنگین و حمل و نقل زباله‌ها طی عملیات ساخت و بهره‌برداری لندفیل محسوب می‌شود.

- ارزش زمین‌های اطراف

کاهش قیمت اراضی مجاور لندفیل به دلیل وجود نگرانی‌هایی از قبیل آلودگی آب و خاک منطقه، انتشار بوی نامطبوع و تجمع حشرات از دیگر اثرات پروژه احداث لندفیل بر محیط اجتماعی-اقتصادی است.

- زیباشناختی

به طور کلی میزان تاثیر عملیات احداث لندفیل بر چشم‌انداز منطقه و کیفیت منظر زمین به عوامل مختلفی مانند توپوگرافی، گیاهان، منابع آب و غیره بستگی دارد.

- گردشگری منطقه

محل‌های گردشگری و تفریحی، یادمان‌های باستانی، فرهنگی و مذهبی از نخستین مکان‌هایی به شمار می‌روند که در اثر اجرای یک پروژه (مانند پروژه احداث لندفیل) دچار خسارت و لطمات جدی می‌شوند. این اثرات به دلیل وجود باورها، آداب و رسوم مردم در سطح محلی و یا ملی باید ارزیابی شده و میزان شدت، اهمیت و دامنه این اثرات به دقت مورد بررسی قرار گیرد (منوری، ۱۳۸۷).

- اشتغال‌زایی

ایجاد فرصت‌های شغلی طی فعالیت‌های مختلف پروژه احداث لندفیل باعث بهبود وضعیت درآمد مردم می‌شود.

۴-۵-۲- نحوه تکمیل ماتریس ارزیابی اثرات متقابل لئوپولد

هر کدام از سلول‌های ماتریس لئوپولد از دو قسمت تشکیل شده و دارای دو جزء شدت آثار فعالیت‌ها در بالای کسر و دامنه اثر هر معیار در پایین کسر است. در این مطالعه ارزش‌گذاری شدت آثار فعالیت‌ها بر عوامل زیست‌محیطی به صورت کمی بیان شده و از ۵- تا ۵+ در نظر گرفته شده است (جدول ۴-۲۷)، به طور کلی عدد مثبت نشان‌دهنده تاثیر مثبت و عدد منفی نشان‌دهنده تاثیر مضر و مخرب فعالیت پروژه بر عوامل زیستی می‌باشد. همچنین دامنه اثر هر معیار از ۱ تا ۵ در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است بیشترین دامنه اثر، مربوط به معیاری است که از دیدگاه زیست‌محیطی دارای بیشترین اهمیت باشد.

بر اساس نتایج حاصل از بازدید صحرایی و با توجه به نحوه ارزش‌گذاری شدت آثار فعالیت‌ها و دامنه اثر هر معیار، ماتریس لئوپولد مربوط به هر پهنه تکمیل گردید (جداول ۴-۲۸ و ۴-۲۹).

جدول ۴-۲۷. ارزش‌گذاری شدت اثرات زیست‌محیطی عملیات احداث و بهره‌برداری از لندفیل (شیخی نارانی، ۱۳۸۶)

شدت اثر	توصیف شدت اثر	شدت اثر	توصیف شدت اثر
-۱	تاثیر منفی با شدت بسیار کم و کوتاه مدت	+۱	تاثیر مثبت با شدت بسیار کم و کوتاه مدت
-۲	تاثیر منفی با شدت کم	+۲	تاثیر مثبت با شدت کم
-۳	تاثیر منفی با شدت متوسط	+۳	تاثیر مثبت با شدت متوسط
-۴	تاثیر منفی با شدت زیاد	+۴	تاثیر مثبت با شدت زیاد
-۵	تاثیر منفی با شدت بسیار زیاد و بلند مدت	+۵	تاثیر مثبت با شدت بسیار زیاد و بلند مدت

جدول ۴-۲۸. ماتریس لئوپولد پهنه ۲

مرحله بهره‌برداری					مرحله ساخت					فعالیت‌های پروژه		اثرات زیست‌محیطی
نشست شیرابه	نشست گاز	استخراج منابع فزونی	تخلیه و دفن روزانه زباله‌ها	تردد ماشین‌های سنگین	ساخت نندفیل	زیرساخت‌های مرتبط با تأمین انرژی	تسطیح	خاکبرداری	پاکسازی و بوته‌کشی	ایجاد راه دسترسی	آلودگی خاک		فراپخش خاک
-۴ ۳			-۴ ۳				-۲ ۴	-۲ ۴	-۴ ۳		خاک	
-۲ ۴			-۲ ۴								آب	
-۴ ۵			-۴ ۵				-۲ ۲	-۲ ۲			تولید گرد و غبار	
	-۲ ۳										ایجاد بوی نامطبوع	هوا
				-۴ ۲	-۴ ۲	-۱ ۲	-۲ ۲	-۲ ۲		-۱ ۲	ایجاد سروصدا	
					-۱ ۲			-۱ ۲	-۳ ۲	-۱ ۲	گونه‌های گیاهی	بیولوژیکی
				-۲ ۳							گونه‌های جانوری	
-۴ ۳	-۱ ۳										بهداشت عمومی	انسان
	-۲ ۳										انتقال بیماری توسط حشرات	
					+۲ ۲	+۱ ۲				+۱ ۲	اشتغال‌زایی	اجتماعی و اقتصادی
					-۲ ۱	+۱ ۱				+۱ ۱	ارزش زمین‌های اطراف	
				-۲ ۳							ایجاد ترافیک	
				-۲ ۳							افزایش تصادفات	
					-۲ ۳						زیباشناختی	
					-۱ ۲						گردشگری منطقه	
					-۱ ۳						مهاجرت	

جدول ۴-۲۹. ماتریس لئوپولد پهنه ۸

مرحله بهره‌برداری					مرحله ساخت					فعالیت‌های پروژه		اثرات زیست‌محیطی
نشست شبرابه	نشست گاز	استخراج منابع فراضه	تخلیه و دفن روزانه زباله‌ها	تردد ماشین‌های سنگین	ساخت لندفیل	زیرساخت‌های مرتبط با تامین انرژی	تسطیح	خاکبرداری	پاکسازی و بوته‌کشی	ایجاد راه دسترسی	خاک		آب
-۴ / ۳			-۴ / ۳								آلودگی خاک	خاک
							-۴ / ۳	-۳ / ۳	-۲ / ۳		فرسایش خاک	
-۴ / ۴			-۴ / ۴								کیفیت آب سطحی	آب
-۴ / ۵			-۴ / ۵								کیفیت آب زیرزمینی	
		-۲ / ۳					-۲ / ۲	-۲ / ۲			تولید گرد و غبار	هوا
	-۲ / ۳										ایجاد بوی نامطبوع	
				-۳ / ۲	-۳ / ۲	-۱ / ۲	-۲ / ۲	-۲ / ۲	-۱ / ۲	-۱ / ۲	ایجاد سروصدا	
					-۱ / ۲			-۱ / ۲	-۲ / ۲	-۱ / ۲	گونه‌های گیاهی	بیولوژیکی
				-۲ / ۲							گونه‌های جانوری	
-۳ / ۳	-۱ / ۳										بهداشت عمومی		انسان
	-۲ / ۳										انتقال بیماری توسط حشرات	
					+۲ / ۲	+۱ / ۲				+۱ / ۲	اشتغال‌زایی	اجتماعی و اقتصادی
					-۲ / ۱	+۱ / ۱				+۱ / ۱	ارزش زمین‌های اطراف	
				-۴ / ۳							ایجاد ترافیک	
				-۴ / ۳							افزایش تصادفات	
					-۲ / ۳						زیباشناختی	
					-۱ / ۲						گردشگری منطقه	
					-۱ / ۲						مهاجرت	

۴-۵-۳- نتایج ارزیابی اثرات زیست‌محیطی

نتیجه نهایی ارزیابی هر پهنه از حاصلضرب صورت در مخرج هر کسر و جمع جبری نتایج تمام سلول‌ها با هم حاصل شده است. نتایج حاصل نشان داد که پهنه ۲ با امتیاز ۱۹۲- شرایط مناسب‌تری نسبت به پهنه ۸ دارد (جدول ۴-۳۰).

جدول ۴-۳۰. نتایج حاصل از ماتریس ارزیابی زیست‌محیطی پهنه‌های منتخب

پهنه ۸	پهنه ۲	پهنه‌های منتخب
		عوامل زیست‌محیطی
-۱۴۹	-۱۴۶	فیزیکی
-۳۲	-۳۴	بیولوژیکی
-۱۸	-۱۲	اجتماعی و اقتصادی
-۱۹۹	-۱۹۲	جمع کل
اولویت دوم	اولویت اول	اولویت‌بندی گزینه‌ها

همانطور که در جدول (۴-۳۰) مشاهده می‌شود بیشترین اثرات زیست‌محیطی در هر دو پهنه مربوط به فاکتور فیزیکی و کمترین اثرات زیست‌محیطی مربوط به فاکتور اجتماعی و اقتصادی است.

۴-۵-۴- اقدامات اصلاحی

با توجه به اینکه پیامدها و اثرات سوء زیست‌محیطی حاصل از یک پروژه، به ندرت قابل حذف می‌باشد لذا می‌توان این اثرات را با انجام اقدامات اصلاحی کاهش داد. در مرحله ساخت و بهره‌برداری از پروژه احداث لندفیل در پهنه منتخب می‌توان با انجام اقدامات اصلاحی که در زیر بیان می‌شود این اثرات را تا حدی کاهش داد.

- محدود کردن عملیات خاکبرداری و خاکریزی به روزهایی که احتمال فرسایش آبی (به دلیل

- بارندگی) و فرسایش بادی (به دلیل ناآرام بودن هوا) در کمترین حد خود باشد.
- اجتناب از طولانی شدن عملیات خاکبرداری و خاکریزی (به دلیل فرسایش آبی و بادی در طول سال)
- آب‌پاشی محل کار و مسیر تردد ماشین‌های سنگین برای کاهش گرد و غبار
- طراحی و ایجاد زهکش‌های مناسب برای جلوگیری از ورود آب‌های سطحی به محل دفن زباله
- اجتناب از پاکسازی بی‌مورد و بیش از حد گیاهان موجود در مناطق خارج از محدوده طرح
- عدم دپوی مصالح و سوخت به نحوی که در زمان بارندگی و جریان باد قابل انتقال به آبراهه‌ها باشند.
- در هنگام حمل و نقل زباله‌ها با کامیون بهتر است از روکش‌هایی بر روی زباله‌ها استفاده شود تا از پخش شدن زباله در هوا و آلوده شدن مسیر جلوگیری به عمل آید.
- انجام اقداماتی برای زیباسازی محل، مثل ایجاد خاکریز و یا ساخت دیوار در اطراف محل دفن
- برای کنترل آلودگی ناشی از شیرابه زباله در محل دفن، آگاهی از کمیت و کیفیت شیرابه تولیدی امری ضروری است.
- طراحی و ساخت سیستم‌های مهار، جمع‌آوری و تصفیه شیرابه
- ایجاد سیستم‌های کنترل، جمع‌آوری و استفاده از گازهای محل دفن
- سمپاشی دوره‌ای و منظم زباله‌ها با سموم بی‌خطر برای نابودی حشرات موذی
- جلوگیری از ورود جانوران اهلی و وحشی به محل دفن زباله
- تهیه گزارش ارزیابی زیست‌محیطی، قبل از عملیات دفن و هنگام عملیات دفن تا بعد از پر شدن جایگاه و تعطیل شدن آن

فصل پنجم

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۵-۱- نتیجه‌گیری

در انتخاب محل دفن زباله‌های جامد شهری معیارهای متعددی موثر می‌باشد. در نظر گرفتن تمام این معیارها در امر مکان‌یابی باعث ایجاد حجم زیادی از داده‌ها می‌گردد. ابزارهای تحلیل‌گر سیستم اطلاعات جغرافیایی ما را قادر به مدیریت حجم انبوهی از اطلاعات می‌سازد. در تصمیم‌گیری‌های مربوط به معیارهای چندگانه، روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ابزاری مفید است. تلفیق نتایج حاصل از GIS و روش AHP از کارایی بالایی در مکان‌یابی محل دفن زباله برخوردار است.

در این مطالعه به منظور انتخاب مکان مناسب برای دفن پسماندهای جامد شهری در شهر گرمسار ابتدا معیارها و محدودیت‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی (از قبیل سنگ‌شناسی، ژئومورفولوژی، شیب، آب زیرزمینی، آب سطحی، بافت خاک، کاربری اراضی، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از شهرک صنعتی، فاصله از مناطق حفاظت شده زیست‌محیطی، فاصله از جاده، فاصله از خطوط انتقال نیرو، فاصله از گسل، لرزه‌خیزی منطقه، اختلاف ارتفاع نسبت به شهر، دسترسی به منابع قرضه، جهت باد و غیره) تعیین شد. سپس داده‌های مورد نیاز از سازمان‌های مختلف گردآوری و لایه‌های اطلاعاتی معیارها در محیط GIS آماده شد. برخی از لایه‌ها با تعیین حریم مناسب به عنوان معیارهای حذفی در نظر گرفته شد و بر اساس آن نقشه مناطق ممنوعه تهیه گردید. همچنین تعدادی از این لایه‌ها به عنوان معیار رده‌بندی در نظر گرفته شد و در محیط GIS به چهار گروه بسیار مناسب، مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب رده‌بندی شد. برای اولویت‌بندی و وزن‌دهی معیارهای رده‌بندی شده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید. در این روش اهمیت معیارها از ۱ تا ۹ و اهمیت رده‌های هر معیار از ۱ تا ۴ نسبت به هم در نرم‌افزار Expert Choice به صورت کارشناسی اعمال و با انجام مقایسه زوجی، وزن نسبی معیارها و رده‌ها تعیین شد. پس از محاسبه وزن نهایی و وزن نرمال شده، نقشه رستری لایه‌ها بر اساس وزن نرمال شده در محیط GIS طبقه‌بندی شد. سپس این نقشه‌ها با استفاده از گزینه Raster Calculator تلفیق و به یک نقشه واحد تبدیل شد و در نهایت با اعمال نقشه معیارهای حذفی، نقشه نهایی تهیه گردید. با توجه به مجموع امتیازات در نقشه حاصل

که در محدوده بین ۰/۱۵۱۹ تا ۰/۴۰۹۵ قرار دارد، منطقه مورد مطالعه از نظر مناسب بودن برای دفن زباله به چهار گروه بسیار مناسب (۰/۳۴۵۷-۰/۴۰۹۵)، مناسب (۰/۳۴۵۷-۰/۲۹۲۲)، نسبتاً مناسب (۰/۲۹۲۲-۰/۲۲۸۴) و نامناسب (۰/۱۵۱۹-۰/۲۲۸۴) پهنه‌بندی شد. از بین مناطق بسیار مناسب با توجه به مساحت مورد نیاز برای احداث لندفیل، ۱۱ پهنه انتخاب شد. با در نظر گرفتن برخی از پارامترها از قبیل نزدیکی به جاده، نزدیکی به خطوط انتقال نیرو، نوع کاربری و غیره این پهنه‌ها مورد بررسی قرار گرفت و از بین آنها پهنه‌های ۲ و ۸ به عنوان محل مناسب برای دفن زباله انتخاب گردید. پهنه ۲ با موقعیت جغرافیایی "۱۵' ۹" ۵۲° طول شرقی و "۱۷' ۸" ۳۵° عرض شمالی در فاصله ۱۵ کیلومتری و پهنه ۸ با موقعیت جغرافیایی "۵۵' ۵" ۵۲° طول شرقی و "۵۸' ۸" ۳۵° عرض شمالی در فاصله ۲۲ کیلومتری از مرکز شهر گرمسار واقع شده‌اند.

پس از بازدید صحرایی از پهنه‌های منتخب، با استفاده از روش ماتریس لئوپولد اثرات زیست‌محیطی حاصل از فعالیت‌های پروژه احداث لندفیل طی مراحل ساخت و بهره‌برداری در چهار محیط فیزیکی (خاک، آب و هوا)، بیولوژیکی (گونه‌های گیاهی و جانوری)، اجتماعی و اقتصادی (حمل و نقل، ارزش زمین‌های اطراف، زیباشناختی، گردشگری منطقه و اشتغال‌زایی) مورد ارزیابی قرار گرفت. فعالیت‌های پروژه بر روی محور افقی ماتریس و فاکتورهای زیست‌محیطی بر روی محور عمودی ماتریس قرار داده شد و بر اساس نتایج حاصل از بازدید صحرایی ماتریس هر دو پهنه تکمیل گردید. با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، پهنه‌های منتخب اولویت‌بندی شد. پهنه ۲ با امتیاز ۱۹۲- نسبت به پهنه ۸ با امتیاز ۱۹۹- برای احداث لندفیل از شرایط مناسب‌تری برخوردار است. بیشترین اثرات زیست‌محیطی در هر دو پهنه مربوط به فاکتور فیزیکی است که می‌توان با انجام اقدامات اصلاحی طی مراحل ساخت و بهره‌برداری این اثرات منفی را تا حدی کاهش داد.

۵-۲- پیشنهادها

- نصب پیزومتر برای بررسی دقیق وضعیت آب زیرزمینی در پهنه منتخب
- انجام مطالعات دقیق ژئوتکنیکی و بررسی خصوصیات زیرسطحی منطقه
- بررسی دقیق منطقه از لحاظ سیل‌خیزی جهت طراحی سیستم زهکشی مناسب

منابع

منابع فارسی

اسکندری ر، (۱۳۹۰)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، "مکان‌یابی و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی محل دفن پسماندهای خطرناک مرجع در ایران مرکزی"، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، ص ۱۴۱.

امینی ب و رشید ح، (۱۳۸۳)، نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ گرمسار، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی.

آقابات‌ی ع و حمیدی ع.ر، (۱۳۷۳)، نقشه زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ سمنان، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی.

آقابات‌ی ع، (۱۳۸۳)، "زمین‌شناسی ایران"، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ص ۵۸۶.

باقرکاظمی م، (۱۳۸۸)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، "مدیریت پسماندهای جامد شهری در شهرستان شاهرود"، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، ص ۱۶۰.

بربریان م، قرشی م، طالبیان م و شجاع طاهری ج، (۱۳۷۵)، "پژوهش و بررسی نو زمین‌ساخت، لرزه زمین‌ساخت و خطر زمین‌لرزه- گسلش در گستره سمنان"، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، گزارش شماره ۶۳، ص ۲۶۶.

پوی ه.س، روو د.ر و چبانوگلاس ج، (۱۳۸۵)، "مهندسی محیط زیست، هوا و زایدات جامد"، جلد دوم، ترجمه کی‌نژاد م.ع و ابراهیمی س، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ص ۳۴۱.

توکلی ب، (۱۳۷۹)، "تعیین روش دفن بهداشتی زباله در استان‌های شمال کشور"، سومین همایش کشوری بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کرمان، ص ۹.

جعفری ح.ر و لطفی ع، (۱۳۸۳)، "ارزیابی آثار محیط زیستی فعالیت‌های نفتی فلات قاره

خلیج فارس"، مجله محیط شناسی، شماره ۳۴، دوره ۳۰، ص ۶۳-۵۵.

جهان م، (۱۳۸۷)، پایان نامه کارشناسی ارشد، "برنامه ریزی و مدیریت پسماند شهری (مطالعه موردی شهرستان گرمسار)"، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان، ص ۲۱۷.

حافظی مقدس ن و غفوری م، (۱۳۸۸)، "زمین شناسی زیست محیطی"، چاپ اول، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود، ص ۲۷۰.

حافظی مقدس ن، (۱۳۸۶)، "مکان یابی محل دفن پسماندهای ویژه استان خراسان رضوی"، گزارش ارزیابی اقتصادی- زیست محیطی و اولویت بندی گزینه ها، دانشگاه صنعتی شاهرود.

دری م.ب، (۱۳۷۰)، پایان نامه کارشناسی ارشد، "مطالعه زمین شناسی و چینه شناسی کوه کلرز (شمال گرمسار)"، دانشکده علوم زمین، دانشگاه تهران.

سالنامه آماری استان سمنان، (۱۳۸۹)، استانداری سمنان.

شاعری ع.م و رحمتی ع، (۱۳۹۱)، "فوانین، مقررات، ضوابط و استانداردهای محیط زیست انسانی"، چاپ اول، انتشارات حک وابسته به گروه طرفه، ص ۳۳۶.

شیخی نارانی ط، (۱۳۸۶)، پایان نامه کارشناسی ارشد، "مکان یابی محل دفن پسماندهای خطرناک استان قم"، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، ص ۱۲۹.

شیردل م و ابادری ا، (۱۳۹۰)، "بررسی و ارزیابی خصوصیات لندفیل ها جهت دفع مواد زاید شهری"، اولین همایش فناوری های پالایش در محیط زیست، دانشگاه شریف تهران، ص ۱۱.

صمدی م.ت، مرتضوی س.م، طاهری ا.م، فاتحی آ، بینواپور م، زارعی ط و محمدی ز، (۱۳۸۶)، "مکان یابی محل دفن زباله با استفاده از نرم افزار GIS مطالعه موردی دهستان سردرود علیای (شهرستان رزن)"، دهمین همایش ملی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی همدان، ص ۹.

عباس پور م، (۱۳۸۴)، "مهندسی محیط زیست"، جلد دوم، چاپ چهارم، انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ص ۱۱۰۷-۵۵۵.

عبدلی م.ع، (۱۳۸۰)، "بازیافت و دفع مواد زاید جامد شهری (شیوه های مناسب دفن بهداشتی و

- تهیه کمپوست"، جلد سوم، انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور، تهران، ص ۱۵۰.
- عظیمی حسینی م، نظری فر م.ه و مومنی ر، (۱۳۸۹)، "کاربرد GIS در مکان‌یابی"، چاپ اول، انتشارات مهرگان قلم، ص ۳۰۴.
- عمرانی ق.ع و علوی نخجوانی ن، (۱۳۸۶)، "مواد زاید جامد پسماندهای بیمارستانی"، جلد اول، چاپ اول، انتشارات اندیشه رفیع، تهران، ص ۱۲۸.
- عمرانی ق.ع، (۱۳۷۷)، "مواد زاید جامد"، جلد اول، چاپ اول، مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ص ۳۹۰.
- غضبان ف، (۱۳۸۱)، "زمین‌شناسی محیط زیست"، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۴۱۶.
- فتحی ت، (۱۳۸۶)، "معیارهای مکان‌یابی زیست‌محیطی محل‌های دفن پسماندهای خطرناک"، مجله مدیریت پسماند، شماره ۸، دوره ۴، ص ۲۴۳-۲۳۶.
- قدسی پور س.ح، (۱۳۹۱)، "فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP"، چاپ دهم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ص ۳۲۲.
- کارتر ب، (۱۳۷۹)، "سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی برای دانش‌پژوهان علوم زمین (مدل‌سازی به کمک گروه GIS)"، ترجمه گروه اطلاعات زمین مرجع سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ص ۵۶۲.
- گزارش شهرداری گرمسار، (۱۳۹۱).
- مجلسی م و نوری ج، (۱۳۷۱)، "مکان‌یابی و مدیریت محل دفن بهداشتی"، انتشارات سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران، ص ۱۷۰.
- منوری م، (۱۳۸۷)، "ارزیابی اثرات زیست‌محیطی"، چاپ دوم، انتشارات میترا، ص ۴۶۲.
- مهندسین مشاور آب‌ورزان، (۱۳۷۹)، گزارش وضع موجود کشاورزی دشت گرمسار.
- مهندسین مشاور آب‌ورزان، (۱۳۷۹)، گزارش هواشناسی، هیدرولوژی و زمین‌شناسی دشت گرمسار.

- مهندسين مشاور صدر آب پويا، (۱۳۸۷)، گزارش مطالعات هواشناسی.
- مهندسين مشاور یکم، (۱۳۸۷)، گزارش بررسی وضع موجود آبیاری، کشاورزی و اقتصادی- اجتماعی شهرستان گرمسار.
- نبوی م.ح، (۱۳۵۵)، "دیاچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران"، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ص ۱۰۹.
- نیکنایم م و حافظی مقدس ن، (۱۳۸۹)، "مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری در شهر گلپایگان با استفاده از سیستم GIS"، فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، شماره ۱، دوره ۶، ص ۶۶-۵۷.

منابع لاتین

- Akbari V., Rajabi M.A., Chavoshi S.H. and Shams R., (2008), "Landfill site selection by combining GIS and fuzzy multi criteria decision analysis, case study: Bandar Abbas, Iran", *World Applied Sciences Journal*, Vol. 3, pp. 39-47.
- Alavi Naini M. and Flandrin J., (1970), "La limite paleogeographique des domaines de PELbourz et de Titan central dans la region de Djam (ddpartement de Semnan, Iran)", *Comptes Rendus de l Academie des Sciences (Paris)*, Vol. 270, PP. 424-426.
- Alavi Naini M., (1991), "Sedimentary and structural characteristics of the Paleotethys remnants in northeastern Iran", *Geological Society of America Bulletin*, Vol. 103, PP. 983-992.
- Ayag Z. and Ozdemir R.G., (2009), "A hybrid approach to concept selection through fuzzy analytic network process", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 56, pp. 368-379.
- Bagchi A., (1994), "*Design, construction and monitoring of landfills*", John Wiley & Sons, Inc., New York, 2nd ed, pp. 200.
- Banar M., Kose B., Ozkan A. and Acar I., (2007), "Choosing a municipal landfill site by analytical network process", *Environmental Geology*, Vol. 52, pp. 747-751.
- Chang N.B., Parvathinathan G. and Breedenc J.B., (2008), "Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban

region”, *Journal of Environmental Management*, Vol. 87, pp. 139-153.

Colgalton R.G. and Green K., (1992), “The ABCs of GIS, An introduction to geographic information system”, *Journal of Forestry, Washington*, Vol. 90, pp. 13-20.

Daneshvar R., Fernandes L., Warith M. and Daneshfar B., (2005), “Customizing Arcmap interface to generate a user-friendly landfill site selection GIS tool”, *Journal of Solid Waste Technology and Management*, Vol. 31, pp. 1-12.

Donevska K.R., Gorsevski P.V., Jovanovski M. and Pesevski I., (2012), “Regional non-hazardous landfill site selection by integrating fuzzy logic, AHP and geographic information systems”, *Environmental Earth Sciences*, Vol. 67, pp. 121-131.

EPA, (2006), *Landfill Manuals: Manual on site selection*, US Environmental Protection Agency, USA.

EPA, (2007), *Guidelines for environmental management of landfill facilities (municipal solid waste and commercial and industrial general waste)*: http://www.epa.sa.gov.au/xstd_files/Waste/Guideline/guide_landfill.pdf

Gorsevski P.V., Donevska K.R., Mitrovski C.D. and Frizado J.P., (2012), “Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information systems for landfill site selection: a case study using ordered weighted average”, *Waste Management*, Vol. 32, pp. 287-296.

Guiqin W., Li Q., Guoxue L. and Lijun C., (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.

Hafezi Moghaddas N. and Hajizadeh Namaghi H., (2011), “Hazardous waste landfill site selection in Khorasan Razavi province, northeastern Iran”, *Arabian Journal of Geosciences*, Vol. 4, pp. 103-113.

Hui Y., Liao W., Fenwei S. and Gang H., (2006), “Urban solid waste management in Chongqing: Challenges and opportunities”, *Waste Management*, Vol. 26, pp. 1052-1062.

Javaheri H., Nasrabadi T., Jafarian M.H., Rowshan G.R. and Khoshnam H., (2006), “Site selection of municipal solid waste landfills using analytical hierarchy process method in a geographical information technology environment in Giroft”, *Environmental Health Science Engineering*, Vol. 3, pp. 177-184.

- Jay S., Jones C., Slinn P. and Wood C., (2007), "Environmental impact assessment: retrospect and prospect", *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 27, pp. 287-300.
- Kanat G., (2010), "Municipal solid waste management in Istanbul", *Waste Management*, Vol. 30, pp. 1737-1745.
- Khamehchiyan M., Nikoudel M.R. and Boroumandi M., (2011), "Identification of hazardous waste landfill site: a case study from Zanjan province, Iran", *Environmental Earth Science*, Vol. 64, pp. 1763-1776.
- Komilis D.P., Ham R.K. and Stegmann R., (1999), "The effect of municipal solid waste pretreatment on landfill behavior: a literature review", *Waste Management*, Vol. 17, pp. 10-19.
- Kontos T.D., Komilis D.P. and Halvadakis C.P., (2005), "Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology", *Waste Management*, Vol. 25, pp. 818-832.
- Korpela J., (1994), Ph.D. Thesis, "An analytic approach to distribution logistics strategic management", Lappeenranta University of Technology, Finland.
- Kumar S. and Hassan M.I., (2013), "Selection of a landfill site for solid waste management: an application of AHP and spatial analyst tool", *Indian Society of Remote Sensing*, Vol. 41, pp. 45-56.
- Leao S., Bishop I. and Evans D., (2004), "Spatial-temporal model for demand and allocation of waste landfills in growing urban regions", *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 28, pp. 353-385.
- Leknes E., (2001), "The role of EIA in the decision-making process" *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 21, pp. 309-334.
- Lohani B.N., Evans J.W., Ludwig H., Everitt R.R., Carpenter R.A. and Tu S.L., (1997), "Environmental impact assessment for developing countries in Asia. 1. Overview. 2. Selected case studies", Asian Development Bank, Manila, Vol. 1, pp. 356.
- Marshall R., (2013), M.Sc. Thesis, "A systems approach to community engaged solid waste management in Todos Santos Cuchumatan, Guatemala", University of Guelph, pp. 254.
- Moeinaddini M., Khorasani N., Danehkar A., Darvishsefat A.A. and Zienalyan M., (2010), "Siting MSW landfill using weighted linear combination and

analytical hierarchy process (AHP) methodology in GIS environment (case study: Karaj)", *Waste Management*, Vol. 30, pp. 912-920.

Nas B., Cay T., Iscan F. and Berkday A., (2010), "Selection of MSW landfill site for Konya, Turkey using GIS and multi-criteria evaluation", *Environmental monitoring and assessment*, Vol. 160, pp. 491-500.

Ojha C.S.P., Goyal M.K. and Kumar S., (2007), "Applying fuzzy logic and the point count system to select landfill sites", *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 135, pp. 99-106.

Oweis I.S. and Khera R.P., (1998), "*Geotechnology of waste management*", PWS Publishing, London, 2nd ed, pp. 472.

Riviere A., (1934), "*Contribution a l etude geologique de l Elbourz (Perse)*", *Revue de Geographie Physique et de Geologie Dynamique*, Vol. 7, pp. 190.

Saaty T.L., (1990), "*Multicriteria decision making: the analytic hierarchy process: planning, priority setting resource allocation*", RWS Publications, United States, 2nd ed, pp. 287.

Saaty T.L., (2001), "*Decision making for leaders: the analytic hierarchy process for decision in a complex world*", RWS Publications, Vol. 2, pp. 323.

Schubeler p., (1996), "*Conceptual framework for municipal solid waste management in low-income countries*", SKAT Publications (Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management), Vol. 9, pp. 59.

Schwartz E.M., (2001), M.Sc. Thesis, "A simple approach to solid waste planning for urbanizing countries", University of Missouri-Kansas City.

Sebastiani M., (2001), "EIA procedure linking impact assessment to an environmental management system. Case study: a downstream upgrading petroleum plant in Venezuela", *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 21, pp. 137-168.

Sener B., (2004), M.Sc. Thesis, "Landfill site selection by using geographic information systems", Middle East Technical University, pp. 114.

Sener S., Sener E. and Karaguzel R., (2011), "Solid waste disposal site selection with GIS and AHP methodology: a case study in Senirkent–Uluborlu (Isparta) Basin, Turkey", *Environmental monitoring and assessment*, Vol. 173, pp. 533-554.

Subhrajyoti Choudhury Er. and Sujit Das Er., (2012), “GIS and Remote Sensing for landfill site selection: a case study on Dharmanagar Nagar Panchayet”, *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, Vol. 1, pp. 36-43.

Toro J., Requena I. and Zamorana M., (2009), “Environmental impact assessment in Colombia: critical analysis and proposals for improvement”, *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 29, pp. 79-86.

Valve H., (1999), “Frame conflicts and the formulation of alternatives: environmental assessment of an infrastructure plan”, *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 19, pp. 125-142.

Wilson D.C., (2007), “Development drivers for waste management”, *Waste Management & Research*, Vol. 25, pp. 198-207.

Yahaya S., (2010), “Land fill site selection for municipal solid waste mangemnt using geographic information system and multicriteria evaluation”, *American Journal of Scientific Research*, Vol. 10, pp. 34-49.

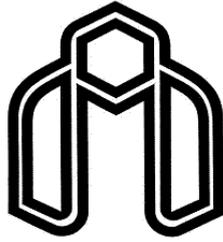
Yuksel I. and Dagdeviren M., (2010), “Using the fuzzy analytic network process (ANP) for balanced scorecard (BSC): a case study for a manufacturing firm”, *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, pp. 1270-1278.

Zelenovic Vasiljevic T., Srdjevic Z., Bajcetic R. and Vojinovic Miloradov M., (2012), “GIS and the analytic hierarchy process for regional landfill site selection in transitional countries: a case study from Serbia”, *Environmental Management*, Vol. 49, pp. 445-458.

Abstract

Municipal solid waste generation is among the most significant sources which threaten the global environmental health. Waste disposal in landfill is now accepted as the most widely used method for addressing this problem in all countries of the world. One of the major problems in waste management is concerned with the selection of the appropriate site for waste disposal. The site selection process depends on a set of social, economic and environmental factors. In this study in order to select a suitable site for the disposal of municipal solid waste in Garmsar City, several criteria such as hydrology, hydrogeology, lithology, soil texture, land use, geomorphology, land slope, seismic, distance from fault, distance from residential areas, distance from the areas of environmental conservation, wind direction, distance from the road network and etc. were considered. A geographic information system (GIS) was used to manipulate and present spatial data in this study. All criteria information layers were classified using ArcGIS software. Then, the analytic hierarchy process (AHP) was used for weighting the information layers. By integration of geographic information systems and analytic hierarchy process, the study area was undergone for zoning based on the potential for waste disposal into four groups (unsuitable, moderately suitable, suitable and highly suitable). Among the highly suitable areas, according to the land area required, 11 sites were detected suitable for landfill. Considering some of the parameters, candidate sites were examined and finally two sites were selected. The field studies were performed in order to assess the probable environmental impact of landfill construction in these zones, using the Leopold's matrix method. Based on the results of the evaluation, the site with the highest rank was selected as the most suitable site for landfill.

Keywords: Site selection, Geographic Information System, Analytic Hierarchy Process, Environmental Impact Assessment, Leopold's matrix



Shahrood University of Technology
Faculty of Earth Sciences

Site selection of municipal solid waste landfill in Garmsar city

F. Shakeri

Supervisor:

Dr. N. Hafezi Moghaddas

Dr. B. Dahrazma

Advisor:

Dr. A. R. Jafari Rad

Jan 2014