





دانشکده: علوم زمین

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی

مکان یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری در شهرستان چناران، استان خراسان
رضوی

نگارنده: سارا ارکان زاده یزدی

استاد راهنما:

دکتر افشین قشلاقی

شهریور ۱۳۹۶

شماره:
تاریخ:

باسمه تعالی



مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم سارا ارکان زاده یزدی با شماره دانشجویی ۹۳۰۲۱۶۴ رشته زمین شناسی گرایش زیست محیطی تحت عنوان مکان یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری در شهرستان چناران، استان خراسان رضوی که در تاریخ ۹۶/۶/۱۵ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با امتیاز ۵ تا ۱۸) درجه (.....) مردود

نوع تحقیق: نظری عملی

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبۀ علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	دکتر افشین قشلاقی	استادیار	
۲- استاد راهنمای دوم	-	-	-
۳- استاد مشاور	-	-	-
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر رحیم باقری	استادیار	
۵- استاد ممتحن اول	دکتر گیتی فرقانی تهرانی	استادیار	
۶- استاد ممتحن دوم	دکتر علی اکبر مومنی	استادیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده:

تاریخ و امضاء مهر دانشکده:

تبره: در صورتی که کسی مردود شود حداکثر یکبار دیگر (در مدت مجاز تحصیل) می تواند از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۴ ماه برگزار شود).

تقدیم به

پدر بزرگوارم و مادر مهربانم

آن دو مرشته ای که از خواسته هایشان گذشتند، سختی ما را به

جان خریدند و خود را سپربلای مشکلات و ناملایمات کردند تا من

به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده ام برسم.

قدردانی و پاس

الکون که با عنایت به لطف و رحمت خداوند منان، مراحل انجام این پایان نامه به اتمام رسیده است، جادار و از همه عزیزانی که اینجانب را در به نتیجه رسیدن این پژوهش مساعدت نمودند شکر و قدردانی نمایم.

در ابتدا از تلاش های بی دریغ و راهبانی های ارزنده استاد ارجمند و بزرگوارم جناب آقای دکتر افشین قشلاقی که مسئولیت راهبانی این پایان نامه را بر عهده گرفتند و در تمامی مراحل تحقیق، دلسوزانه و برادرانه من را یاری نمودند، کمال شکر را داشته و از نگاه پروردگار متعال برای ایشان پیروزی و بهروزی را خواستارم.

از اساتید محترم گروه زمین شناسی زیست محیطی-آب شناسی و زمین شناسی کاربردی سرکار خانم دکتر کیتی فرقانی و جناب آقایان دکتر غلامحسین کرمی، دکتر هادی جعفری، دکتر رحیم باقری و دکتر علی اکبر مؤمنی که افتخار سه سال ساگرودی در محضر ایشان را داشته ام شکر و قدردانی می نمایم. از برادران عزیز تر از جانم که همواره پشتر محبتشان را بر من کثوفند و مشوق و حامی اینجانب بودند، بی نهایت سپاسگزارم.

در مراحل مختلف این پژوهش، از هم فکری و یکاری دوستان عزیزم سرکار خانم هاجر ضیه فرهادی، الهه محمدزاده و جناب آقای امیر سلیمانی بهره مند شدم که خود را وام دار محبت بی دریغشان می دانم.

از تمامی سازمان ها و افرادی که به نحوی بنده را در جمع آوری داده ها و تنظیم پایان نامه مساعدت نمودند نیز شکر می نمایم.

تعهدنامه

اینجانب سارا ارکان زاده یزدی دوره کارشناسی ارشد رشته زمین شناسی گرایش زیست محیطی دانشکده علوم زمین دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه کارشناسی ارشد با عنوان مکان یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری در شهرستان چناران، استان خراسان رضوی تحت راهنمایی دکتر افشین قشلاقی متعهد می شوم:

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام گردیده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش های 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 است و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه صنعتی شاهرود» و یا «Shahrood University 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 می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت های آن ها) استفاده شده است، ضوابط و اصول اخلاقی رعایت گردیده 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 گردیده است.

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه شاهرود است. 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 نیست.

امضاء دانشجو:

چکیده:

گسترش بی‌رویه شهرها و افزایش جمعیت موجب افزایش سرانه مصرف و به تبع آن افزایش تولید حجم زیادی از زباله‌های جامد در مناطق شهری شده است که یکی از مهم‌ترین منابع تهدید کننده محیط زیست به شمار می‌رود. انتخاب محل دفن پسماندها یکی از مراحل مهم در مدیریت پسماندهای جامد شهری است. در حال حاضر دفن بهداشتی پسماند، مقرون به صرفه‌ترین سیستم دفع زباله‌های جامد است که تأثیر بالقوه‌ای بر کاهش آلودگی و هزینه‌های نظارت بر محیط زیست دارد. شهرستان چناران واقع در شمال استان خراسان رضوی با تولید روزانه ۷۰ تن زباله، به دلیل عدم وجود تجهیزات بازیافت و مکان‌یابی نامناسب با معضلات متعددی رو به رو است. در مطالعه حاضر، به منظور انتخاب مکان مناسب برای دفن زباله‌های جامد شهری در شهرستان چناران، معیارهای متعددی از قبیل هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، سنگ‌شناسی، بافت خاک، کاربری اراضی، شیب زمین، لرزه‌خیزی، فاصله از گسل، فاصله از مناطق مسکونی، جهت باد، فاصله از شبکه راه‌ها و دسترسی به منابع قرضه در نظر گرفته شده است. در این پژوهش، برای مدیریت و نمایش داده‌های مکانی از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) بهره گرفته شد. تمام لایه‌های اطلاعاتی معیارها با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS رده‌بندی شدند. سپس برای وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی، از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید. با تلفیق نتایج حاصل از سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، منطقه مورد مطالعه از نظر مستعد بودن برای دفن زباله به چهار رده بسیار مناسب، مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب پهنه‌بندی شدند که به ترتیب ۱۱٪، ۱۳٪، ۳۷٪ و ۳۹٪ منطقه مورد مطالعه را پوشش می‌دهند. از بین مناطق بسیار مناسب با توجه به مساحت مورد نیاز، ۵ پهنه جهت دفن زباله مناسب تشخیص داده شد. سپس با در نظر گرفتن کلیه پارامترها، پهنه‌های منتخب مورد بررسی قرار گرفتند و در نهایت از بین این مناطق، یک پهنه (پهنه ۵) با موقعیت ۵۸ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی انتخاب شد. در نهایت بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، پهنه شماره ۵ در جنوب غرب منطقه مناسب‌ترین مکان برای دفن زباله معرفی شد.

کلمات کلیدی: مکان‌یابی، لندفیل، چناران، سیستم اطلاعات جغرافیایی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی.

- ۲۰..... ۱-۳-۳-۲- کاربری اراضی
- ۲۱..... ۲-۳-۳-۲- فاصله از مراکز تولید زباله
- ۲۱..... ۳-۳-۳-۲- فاصله از خطوط انتقال نیرو
- ۲۱..... ۴-۳-۳-۲- فاصله از جاده
- ۲۱..... ۵-۳-۳-۲- فاصله از منابع قرضه
- ۲۱..... ۶-۳-۳-۲- قیمت زمین
- ۲۲..... ۴-۳-۲- معیارهای اجتماعی
- ۲۲..... ۱-۴-۳-۲- فاصله از مناطق شهری و روستایی
- ۲۲..... ۲-۴-۳-۲- ایجاد ترافیک
- ۲۲..... ۴-۲- مدل‌های تلفیق و تحلیل داده‌های مکانی
- ۲۳..... ۱-۴-۲- مدل منطق بولین
- ۲۳..... ۲-۴-۲- مدل هم‌پوشانی شاخص وزنی
- ۲۴..... ۳-۴-۲- مدل منطق فازی
- ۲۴..... ۴-۴-۲- مدل تحلیل سلسله مراتبی
- ۲۵..... ۱-۴-۴-۲- اصول فرآیند سلسله مراتبی
- ۲۶..... ۲-۴-۴-۲- فرآیند رتبه‌بندی شاخص‌ها در روش تحلیل سلسله مراتبی
- ۳۱..... ۶-۲- سیستم اطلاعات جغرافیایی
- ۳۲..... ۸-۲- نرم‌افزار Expert choice
- ۳۲..... ۹-۲- مروری بر مطالعات پیشین با موضوع مکان‌یابی محل‌های دفن زباله
- ۴۲..... ۱-۳- مقدمه
- ۴۲..... ۲-۳- ویژگی‌های اجتماعی-فرهنگی شهرستان چناران
- ۴۲..... ۱-۲-۳- میزان و نرخ رشد جمعیت
- ۴۴..... ۲-۲-۳- ویژگی‌های اقتصادی
- ۴۵..... ۳-۳- ویژگی‌های اقلیمی
- ۴۵..... ۱-۳-۳- دمای هوا
- ۴۶..... ۲-۳-۳- بارندگی
- ۴۶..... ۳-۳-۳- تبخیر و تعرق
- ۴۷..... ۴-۳-۳- رطوبت نسبی هوا
- ۴۸..... ۵-۳-۳- باد
- ۴۹..... ۴-۳- پوشش گیاهی

۴۹	..... ریخت‌شناسی	۳-۵
۵۰	..... زمین‌شناسی	۳-۶
۵۳	..... چینه‌شناسی	۳-۶-۱
۵۳	..... واحدهای سنگی مزوزوئیک (ژوراسیک-کرتاسه)	۳-۶-۱-۱
۵۶	..... شرح واحدهای سنگی سنوزوئیک (نئوژن-کواترنری)	۳-۶-۱-۲
۵۷	..... زمین‌شناسی ساختمانی	۳-۶-۲
۵۸	..... گسل کشف‌رود	۳-۶-۲-۱
۵۸	..... گسل جنوب مشهد-چناران	۳-۶-۲-۲
۵۹	..... گسل شان‌دیز-سنگ‌بست	۳-۶-۲-۳
۵۹	..... هیدرولوژی	۳-۷
۶۲	..... وضعیت فعلی پسماندهای جامد شهری در شهرستان چناران	۳-۸
۶۳	..... بررسی کمیت پسماندهای جامد شهری در منطقه مورد مطالعه	۳-۹
۶۴	..... برآورد جمعیت و میزان زباله تولیدی در طول ۲۵ سال آینده	۳-۹-۱
۶۵	..... محاسبه حجم زباله و مساحت مورد نیاز برای دفن زباله در طول ۲۵ سال آینده	۳-۹-۲
۶۸	..... مقدمه	۴-۱
۶۸	..... پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه به منظور تعیین مناطق مناسب برای دفن پسماند	۴-۲
۶۹	..... شناسایی و حذف مناطق ممنوعه	۴-۲-۱
۷۲	..... طبقه‌بندی لایه‌های اطلاعاتی	۴-۲-۲
۷۲	..... سنگ‌شناسی	۴-۲-۲-۱
۷۳	..... بافت خاک	۴-۲-۲-۲
۷۴	..... شیب	۴-۲-۲-۳
۷۵	..... فاصله از گسل	۴-۲-۲-۴
۷۶	..... لرزه‌خیزی	۴-۲-۲-۵
۷۶	..... کیفیت آب زیرزمینی	۴-۲-۲-۶
۷۷	..... سطح آب زیرزمینی	۴-۲-۲-۷
۷۸	..... فاصله از رودخانه‌های اصلی و فرعی	۴-۲-۲-۸
۷۹	..... جهت باد غالب	۴-۲-۲-۹
۸۰	..... کاربری اراضی	۴-۲-۲-۱۰
۸۰	..... فاصله از جاده	۴-۲-۲-۱۱
۸۱	..... فاصله از مناطق شهری	۴-۲-۲-۱۲

- ۱۳-۲-۲-۴- دسترسی به منابع قرضه ۸۲
- ۳-۲-۴- تعیین اهمیت شاخص‌ها و وزن‌دهی به آن‌ها ۹۰
- ۱-۳-۲-۴- ساخت درخت سلسله مراتب تصمیم‌گیری ۹۰
- ۲-۳-۲-۴- انجام مقایسات زوجی ۹۱
- ۳-۳-۲-۴- محاسبه وزن ۹۹
- ۴-۳-۲-۴- محاسبه نرخ ناسازگاری ۱۰۴
- ۴-۲-۴- هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی ۱۰۶
- ۵-۲-۴- پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه به رده‌های بسیار مناسب تا نامناسب ۱۰۶
- ۶-۲-۴- انتخاب پهنه‌های مناسب جهت احداث محل دفن بهداشتی پسماندهای جامد ۱۰۶
- ۴-۴- بازدید صحرایی از پهنه‌های منتخب ۱۱۲
- ۱-۷-۲-۴- حذف مناطق نامناسب ۱۱۲
- ۲-۷-۲-۴- پهنه منتخب ۱۱۳
- ۱-۵- نتیجه‌گیری ۱۱۶
- ۲-۵- پیشنهادها ۱۱۷

فهرست جداول

- جدول ۲-۱. مقیاس ۹ کمیتی ال ساعتی در مقایسه زوجی شاخص‌ها ۲۸
- جدول ۲-۲. مقادیر شاخص ناسازگاری برای ماتریس‌های n بعدی تصادفی. ۳۱
- جدول ۳-۱. تقسیمات کشوری در محدوده شهرستان چناران ۴۳
- جدول ۳-۲. تغییرات جمعیتی نقاط شهری در شهرستان چناران ۴۴
- جدول ۳-۳. مساحت شهرستان بر اساس وضعیت اراضی بر حسب هکتار ۴۴
- جدول ۳-۴. میانگین ماهانه دما در ایستگاه گل‌مکان بر حسب درجه سانتیگراد ۴۵
- جدول ۳-۵. میانگین بارندگی ماهانه ایستگاه گل‌مکان برای سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۹۵ ۴۶
- جدول ۳-۶. میانگین پتانسیل تبخیر و تعرق ماهانه در ایستگاه گل‌مکان ۴۷
- جدول ۳-۷. میانگین سالانه رطوبت نسبی در ایستگاه گل‌مکان در سال ۱۳۸۶ ۴۷
- جدول ۳-۸. میزان جمعیت، وزن و حجم زباله تولید شده در ۲۵ سال آینده. ۶۶
- جدول ۴-۱. حریم اعمال شده برای معیارهای حذفی. ۷۰
- جدول ۴-۲. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار سنگ‌شناسی ۷۳
- جدول ۴-۳. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار بافت خاک ۷۴
- جدول ۴-۴. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار شیب ۷۵
- جدول ۴-۵. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار فاصله از گسل ۷۵
- جدول ۴-۶. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار شدت لرزه‌خیزی ۷۶
- جدول ۶-۷. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار کیفیت آب زیرزمینی. ۷۷
- جدول ۴-۸. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار سطح آب زیرزمینی ۷۸
- جدول ۴-۹. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار فاصله از رودخانه‌های اصلی ۷۸
- جدول ۴-۱۰. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار فاصله از رودخانه‌های فرعی ۷۹
- جدول ۴-۱۰. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار جهت باد غالب ۷۹
- جدول ۴-۱۲. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار کاربری اراضی ۸۰
- جدول ۴-۱۳. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار فاصله از جاده. ۸۱
- جدول ۴-۱۴. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار فاصله از مناطق شهری ۸۲
- جدول ۴-۱۵. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار دسترسی به منابع قرضه. ۸۲
- جدول ۴-۱۵. ماتریس مقایسه زوجی معیارها. ۹۲
- جدول ۴-۱۶. ماتریس مقایسه زوجی زیرمعیارهای زیست‌محیطی. ۹۲
- جدول ۴-۱۷. ماتریس مقایسه زوجی زیرمعیارهای زمین‌شناسی. ۹۳
- جدول ۴-۱۸. ماتریس مقایسه زوجی زیرمعیارهای اقتصادی-اجتماعی. ۹۳

- جدول ۴-۱۹. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار سطح آب زیرزمینی. ۹۳
- جدول ۴-۲۰. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار کیفیت آب زیرزمینی. ۹۴
- جدول ۴-۲۱. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار فاصله از رودخانه‌ها. ۹۴
- جدول ۴-۲۲. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار جهت باد غالب. ۹۴
- جدول ۴-۲۳. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار سنگ‌شناسی. ۹۵
- جدول ۴-۲۴. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار فاصله از گسل. ۹۵
- جدول ۴-۲۵. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار بافت خاک. ۹۵
- جدول ۴-۲۶. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار شدت لرزه‌خیزی. ۹۶
- جدول ۴-۲۷. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار شیب. ۹۶
- جدول ۴-۲۸. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار فاصله از نقاط شهری. ۹۶
- جدول ۴-۲۹. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار فاصله از جاده. ۹۷
- جدول ۴-۳۰. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار کاربری اراضی. ۹۷
- جدول ۴-۳۱. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار دسترسی به منابع قرضه. ۹۷
- جدول ۴-۳۲. ماتریس مقایسه زوجی زیرمعیارها. ۹۸
- جدول ۴-۳۳. وزن نسبی معیارها. ۹۹
- جدول ۴-۳۴. وزن نسبی زیرمعیارها در معیار زیست‌محیطی. ۱۰۰
- جدول ۴-۳۵. وزن نسبی زیرمعیارها در معیار زمین‌شناسی. ۱۰۱
- جدول ۴-۳۶. وزن نسبی زیرمعیارها در معیار اقتصادی-اجتماعی. ۱۰۱
- جدول ۴-۳۷. رده‌بندی و وزن‌دهی لایه‌های اطلاعاتی. ۱۰۲
- جدول ۴-۳۸. نرخ ناسازگاری مربوط به معیارها. ۱۰۵
- جدول ۴-۳۹. نرخ ناسازگاری مربوط به زیرمعیارها. ۱۰۵
- جدول ۴-۴۰. دلایل حذف مناطق بررسی شده در بازدید صحرایی. ۱۱۳

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱. طرح کلی از مراحل مکان‌یابی پسماندهای جامد شهری در مطالعه حاضر. ۶.....
- شکل ۱-۲. موقعیت جغرافیایی شهرستان چناران. ۷.....
- شکل ۱-۳. راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه. ۸.....
- شکل ۱-۲. معیارهای مؤثر در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری. ۱۵.....
- شکل ۲-۲. طرح گرافیکی از ساختار کلی تحلیل سلسله مراتبی. ۲۶.....
- شکل ۱-۳. موقعیت مرکز، بخش‌ها و دهستان‌های شهرستان چناران. ۴۳.....
- شکل ۲-۳. گلباد منطقه مورد مطالعه بر حسب نات. ۴۶.....
- شکل ۳-۳. موقعیت شهرستان چناران در پهنه‌های ساختاری ایران. ۵۱.....
- شکل ۴-۳. نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه. ۵۲.....
- شکل ۵-۳. تصویر ماهواره‌ای از موقعیت کنونی زباله‌گاه بقمچ در شهرستان چناران. ۶۳.....
- شکل ۱-۴. نقشه حریم اعمال شده برای معیارهای حذفی. ۷۱.....
- شکل ۲-۴. نقشه مناطق ممنوعه. ۷۱.....
- شکل ۳-۴. نقشه توصیفی رده‌بندی سنگشناسی در منطقه مورد مطالعه. ۸۳.....
- شکل ۴-۴. نقشه توصیفی رده‌بندی بافت خاک در منطقه مورد مطالعه. ۸۳.....
- شکل ۵-۴. نقشه توصیفی رده‌بندی شیب در منطقه مورد مطالعه. ۸۴.....
- شکل ۶-۴. نقشه توصیفی رده‌بندی فاصله از گسل در منطقه مورد مطالعه. ۸۴.....
- شکل ۷-۴. نقشه توصیفی رده‌بندی شدت لرزه‌خیزی در منطقه مورد مطالعه. ۸۵.....
- شکل ۸-۴. نقشه توصیفی کیفیت آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه. ۸۵.....
- شکل ۹-۴. نقشه توصیفی سطح آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه. ۸۶.....
- شکل ۱۰-۴. نقشه توصیفی رده‌بندی فاصله از رودخانه اصلی در منطقه مورد مطالعه. ۸۶.....
- شکل ۱۱-۴. نقشه توصیفی رده‌بندی فاصله از رودخانه فرعی در منطقه مورد مطالعه. ۸۷.....
- شکل ۱۲-۴. نقشه توصیفی رده‌بندی جهت باد غالب در منطقه مورد مطالعه. ۸۷.....
- شکل ۱۳-۴. نقشه توصیفی رده‌بندی کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه. ۸۸.....
- شکل ۱۴-۴. نقشه توصیفی رده‌بندی راه‌ها در منطقه مورد مطالعه. ۸۸.....
- شکل ۱۵-۴. نقشه رده‌بندی فاصله از مراکز شهری در منطقه مورد مطالعه. ۸۹.....
- شکل ۱۶-۴. نقشه رده‌بندی دسترسی به منابع قرضه در منطقه مورد مطالعه. ۸۹.....
- شکل ۱۷-۴. طرح گرافیکی از ساختار درخت سلسله مراتب با هدف مکان‌یابی محل دفن. ۹۱.....
- شکل ۱۸-۴. وزن نسبی معیارها در نرم‌افزار Expert choice. ۹۹.....
- شکل ۱۹-۴. وزن نسبی زیرمعیارهای مرتبط به معیار زیست‌محیطی در نرم‌افزار. ۱۰۰.....

- شکل ۴-۲۰. وزن نسبی زیرمعیارهای مرتبط به معیار زمین‌شناسی در نرم‌افزار ۱۰۰
- شکل ۴-۲۱. وزن نسبی زیرمعیارهای مرتبط به معیار اقتصادی-اجتماعی در نرم‌افزار ۱۰۱
- شکل ۴-۲۲. نقشه هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی در GIS ۱۰۷
- شکل ۴-۲۳. هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی و حذف مناطق ممنوعه. ۱۰۸
- شکل ۴-۲۴. نقشه حاصل از هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی و حذف مناطق ممنوعه. ۱۰۹
- شکل ۴-۲۵. پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه از نظر مستعد بودن جهت دفن زباله‌ها..... ۱۱۰
- شکل ۴-۲۶. موقعیت پهنه‌های مناسب به منظور دفن زباله‌های جامد ۱۱۱
- شکل ۴-۲۷. نمایی از پهنه ۵، دید به سمت شمال شرق..... ۱۱۴

فصل اول

کلیات

گسترش بی‌رویه شهرها و افزایش جمعیت شهری در کشور به ویژه در سال‌های اخیر، موجب افزایش بیش از پیش سرانه مصرف و به تبع آن افزایش تولید حجم زیادی از زباله‌های جامد در مناطق شهری گردیده‌است که یکی از مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده سلامت انسان‌ها و محیط زیست به شمار می‌روند (Majlesi et al., 1992). علی‌رغم تلاش‌های بسیاری که در زمینه مدیریت پسماند به منظور کاهش مواد زائد در مراحل تولید، بازیافت و تبدیل مواد زائد به مواد قابل استفاده صورت گرفته‌است، با این حال در تمام روش‌ها همواره مقداری از مواد باقی می‌ماند که باید دفن شوند (Sener., 2004). در حال حاضر، دفن بهداشتی زباله مقرون به صرفه‌ترین سیستم دفع زباله‌های جامد در بسیاری از کشورهای در حال توسعه است که تأثیر بالقوه‌ای بر کاهش آلودگی و هزینه‌های نظارت بر محیط زیست دارد (Hafezi and Namaghi., 2011). عملیات دفن بهداشتی شامل مراحل انتخاب محل، آماده‌سازی محل و اعمال مدیریت صحیح در مرحله بهره‌برداری است که هر کدام به تحقیق و بررسی‌های جامع نیاز دارد (Javaheri et al., 2006). یکی از مهم‌ترین وظایف در بحث مدیریت زباله‌های جامد شهری، انتخاب محل مناسب^۱ برای دفن پسماند است. از دیدگاه زیست-محیطی، هدف اصلی از فرآیند مکان‌یابی لندفیل، یافتن مکانی مناسب است که با دفن بهداشتی پسماندها در آن محل، حفظ بهداشت عمومی و کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی فراهم گردد (EPA., 2006).

در این فصل به بیان مسئله، ضرورت انجام تحقیق، اهداف و روش تحقیق و معرفی منطقه مورد مطالعه پرداخته می‌شود.

^۱ Landfill

۱-۲- بیان مسئله

در میان تمام فرآیندهای مرتبط با مدیریت پسماند از قبیل جمع‌آوری، حمل و نقل، بازیافت و تل‌انبار کردن زباله روی زمین، دفن زباله در محل مناسب یکی از مهم‌ترین مراحل است (Kumar and Hassan., 2013). در جوامع مختلف، عملیات دفن زباله مدت‌ها است که به عنوان رایج‌ترین روش جهت دفع پسماندهای جامد شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد (Komilis et al., 1999). یکی از مشکلات جدی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، کمبود زمین برای دفن زباله است (Sener., 2004). زمین از منابع ارزشمند و دارای محدودیت است که باید هوشمندانه مورد استفاده قرار گیرد (Javaheri et al., 2006). انتخاب مکان 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 and Namaghi., 2011). در انتخاب علمی محل دفن زباله، به پردازش و بررسی حجم قابل توجهی از اطلاعات مکانی با توجه به پارامترهای متعدد حاکم بر مناسب بودن یک محل نیاز است (Ojha et al., 2007). با توجه به عوامل متعدد مؤثر در مکان‌یابی محل دفن و وسعت زیاد منطقه مورد مطالعه، روش‌های سنتی جهت مکان‌یابی محل دفن پسماند بسیار وقت‌گیر، هزینه‌بر و کم‌دقت هستند. در این زمینه، امروزه سیستم اطلاعات جغرافیایی^۲ نقش مهمی را ایفاء می‌کند. این سیستم قادر به پردازش و تجزیه و تحلیل حجم زیادی از داده‌ها در مدت زمان کوتاه است. از آن‌جا که همه معیارها در زمینه مکان‌یابی محل دفن زباله از اهمیت یکسانی برخوردار نیستند، لذا در تصمیم‌گیری‌های مربوط به پارامترهای مختلف و متضاد، از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی^۳ به عنوان یک ابزار کارآمد جهت تعیین وزن نسبی پارامترها استفاده می‌شود (Kumar and Hassan., 2013).

² Geographical Information System

³ Analytical Hierarchy Process

در پژوهش حاضر، سعی بر این است که با تلفیق نتایج حاصل از GIS و روش AHP مکان‌های مناسبی برای دفن پسماندهای جامد شهری در شهرستان چناران انتخاب گردیده و سپس بر اساس نتایج به دست آمده از ارزیابی اثرات زیست‌محیطی احداث لندفیل در پهنه‌های منتخب، این مکان‌ها الویت‌بندی گردند.

۱-۳- ضرورت انجام تحقیق

شهرستان چناران دارای ۱۳۰۱۵۵ نفر جمعیت شهری و روستایی است (سرشماری عمومی نفوس و مسکن، ۱۳۹۵). به طور متوسط روزانه حدود ۷۰ تن زباله از سطح شهر چناران، بخش‌های گلپهار، گلمکان و روستاهای تبع آن‌ها جمع‌آوری می‌شود (گزارش شهرداری چناران، ۱۳۹۲). در حال حاضر این زباله‌ها در فاصله ۲۳ کیلومتری جنوب شهر چناران به صورت سنتی و غیربهداشتی دفن می‌شوند. به همین علت، به منظور کاهش پیامدهای مختلف ناشی از دفن غیربهداشتی زباله‌ها در محیط‌زیست، مکان‌یابی اصولی محل دفن زباله‌های جامد شهری شهرستان چناران ضروری به نظر می‌رسد.

۱-۴- اهداف و روش تحقیق

هدف اصلی این پژوهش، تعیین مناسب‌ترین محل برای دفن بهداشتی پسماندهای جامد شهری در شهرستان چناران با استفاده از سیستم GIS و مدل AHP است. به منظور دستیابی به این هدف، مراحل تحقیق به شرح زیر صورت گرفته‌است:

- ۱- مطالعه منابع و بررسی جدیدترین روش‌های مکان‌یابی محل دفن پسماندها
- ۲- تعیین معیارها و محدودیت‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی در مکان‌یابی لندفیل‌های شهری
- ۳- گردآوری داده‌های مورد نیاز از سازمان‌های مختلف (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، سازمان هواشناسی استان خراسان رضوی، اداره منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان محیط زیست استان خراسان رضوی، اداره جهاد کشاورزی خراسان رضوی، سازمان آب منطقه‌ای استان خراسان

رضوی، اداره مدیریت پسماند خراسان رضوی، استانداری خراسان رضوی، شهرداری چناران و ... و همچنین استخراج برخی داده‌ها از تصاویر Google earth و نقشه‌های پایه (نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی مشهد، نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی درگز و نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ توپوگرافی خراسان رضوی)

۴- آماده‌سازی لایه‌های اطلاعاتی معیارها در محیط GIS

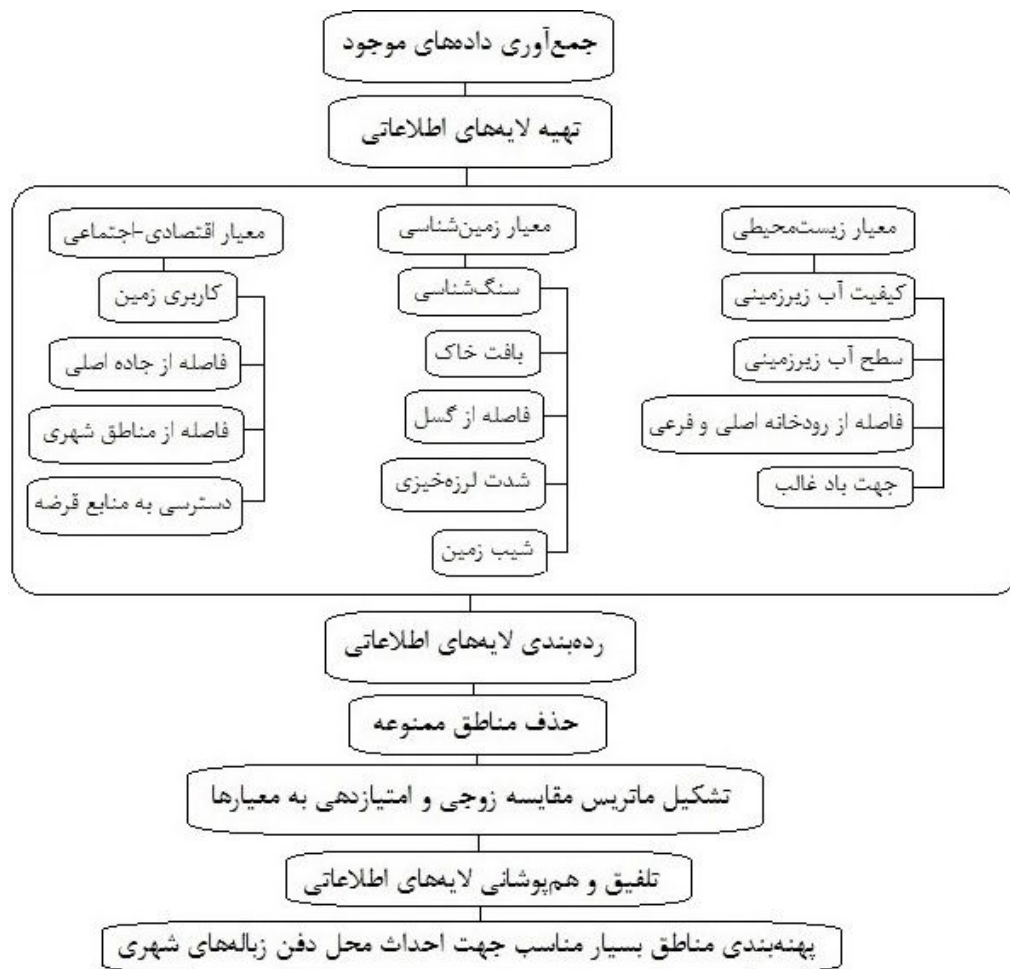
۵- رده‌بندی لایه‌های اطلاعاتی معیارها و انتخاب روش وزن‌دهی به پارامترها

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

۷- بازدید صحرائی از گزینه‌های منتخب

۸- جمع‌بندی و تدوین پایان‌نامه

به طور خلاصه، طرح کلی از همه مراحل این پژوهش همراه با پارامترهایی که در مکان‌یابی محل مناسب دفن پسماندهای جامد شهری در شهرستان چناران مؤثر بوده‌اند، در شکل (۱-۱) آورده شده است.

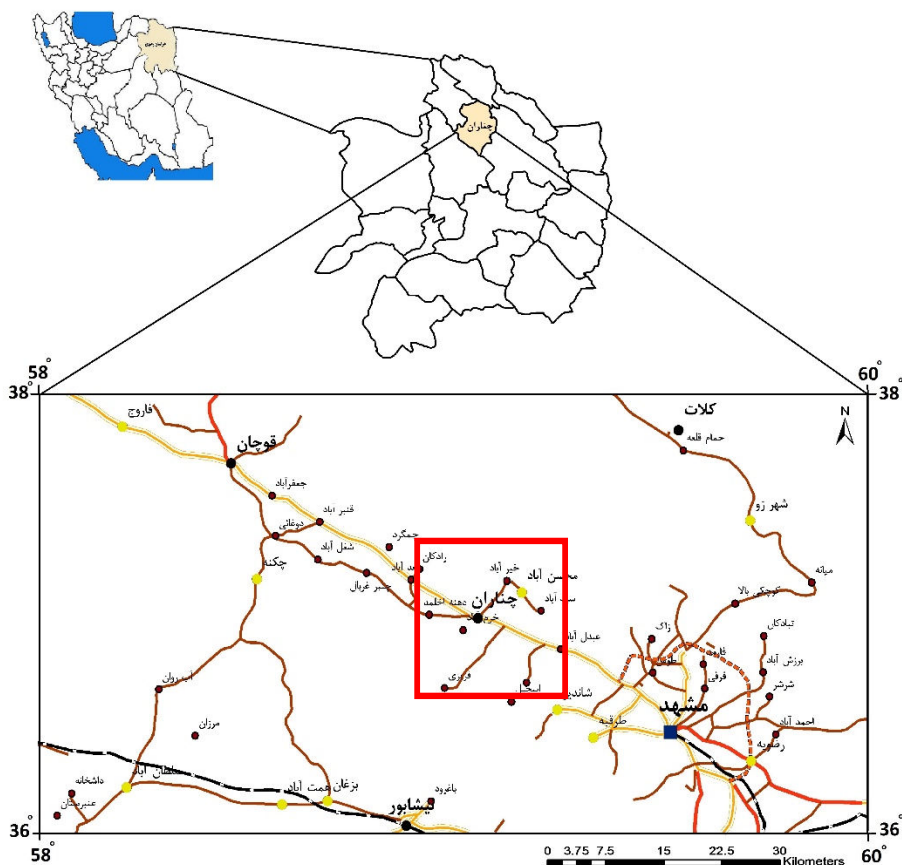


شکل ۱-۱. طرح کلی از مراحل مکان‌یابی پسماندهای جامد شهری در مطالعه حاضر.

۱-۵- موقعیت منطقه مورد مطالعه

شهرستان چناران با مساحت ۳۰۸۰/۰۴ کیلومتر مربع از جمله شهرستان‌های شمالی استان خراسان رضوی است که در محدوده ۵۸ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۲۲ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۱۹ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۰۶ دقیقه عرض شمالی و در فاصله ۷۵ کیلومتری شمال غرب مشهد واقع گردیده است (شکل ۲-۱). مرکز این شهرستان، شهر چناران بوده و دارای دو بخش گلبهار و مرکزی و پنج دهستان بقمچ، چناران، رادکان، بیزکی و گل‌مکان است. این شهرستان از شمال به شهر درگز، از شمال غرب به شهر قوچان،

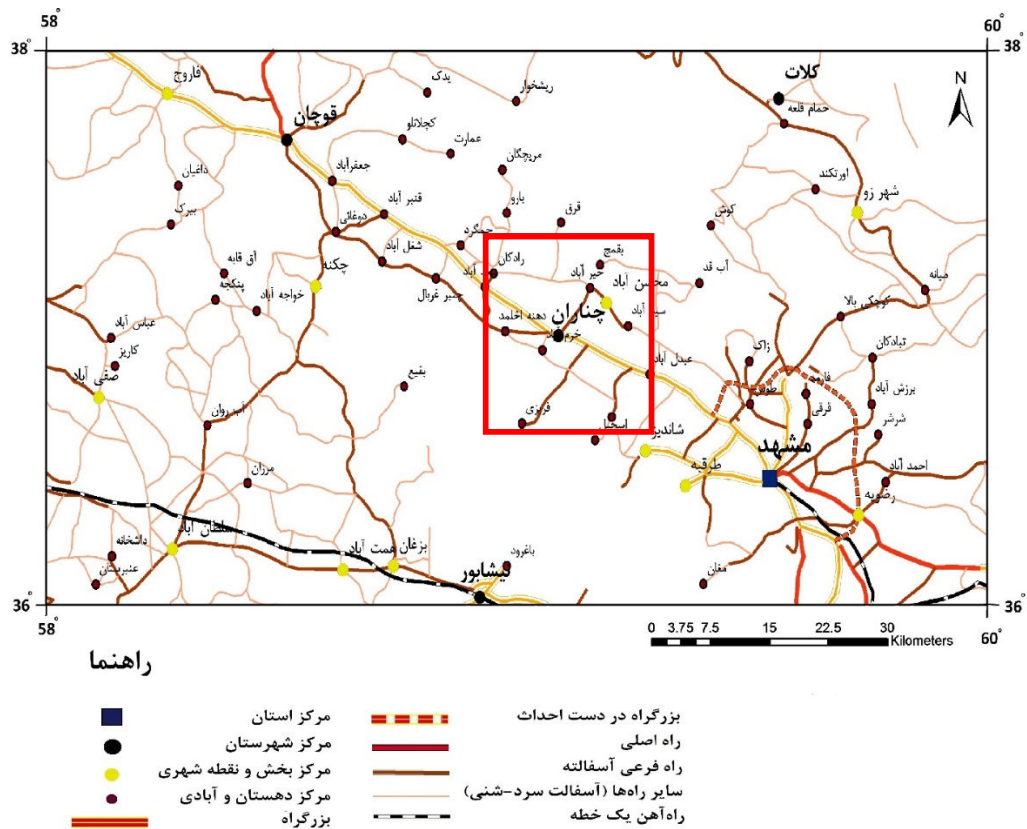
از شمال شرق به شهر کلات، از جنوب شرق به شهر مشهد و از جنوب غرب و غرب به شهر نیشابور محدود می‌شود. ارتفاع متوسط شهر چناران از سطح دریا ۱۱۷۶ متر است (سالنامه آماری شهرستان چناران، ۱۳۸۶).



شکل ۱-۲. موقعیت جغرافیایی شهرستان چناران.

۱-۵-۱- راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه

راه‌های ارتباطی شهر چناران شامل بزرگراه مشهد- قوچان و شماری از راه‌های آسفalte شوسه و شن‌ریزی شده اتومبیل‌رو است. جاده مشهد به شهرهای شمالی خراسان و همچنین گرگان، مازندران و گیلان نیز از شهر چناران عبور می‌کند. در شکل (۱-۳) راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.



شکل ۱-۳. راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه.

فصل دوم

پرامتر باوروش های مکان یابی محل دفن زباله

۲-۱- مقدمه

در چند دهه گذشته، هم‌زمان با توسعه صنعتی، عواملی مانند رشد سریع نرخ جمعیت و افزایش سرانه مصرف منجر به تولید حجم قابل توجهی از زباله‌های جامد شهری (Municipal Solid Wastes) شده است (Pandey et al., 2011). از آن جا که این پسماندها حاوی مواد و عناصر خطرناک برای سلامت انسان‌ها و محیط زیست هستند، لذا تهدید جدی برای محیط زیست به شمار می‌روند و در این مورد از اهمیت ویژه‌ای نیز برخوردار هستند. دفع زباله مشکلی است که از آغاز زندگی بشر وجود داشته و نگرانی بزرگی برای هر کشوری در جهان محسوب می‌شود (Schubeler., 1996). دفع نامناسب و کنترل نشده زباله‌های جامد نیز می‌تواند منجر به اثرات منفی زیست‌محیطی، اقتصادی و اکولوژیکی گردد. روش‌های مختلف مدیریت پسماندهای جامد شهری شامل جمع‌آوری، انتقال، پردازش، بازیافت و دفع زباله‌ها در مکان مناسب است. هم‌سو شدن سیستم مدیریت پسماندهای جامد شهری با مسیر توسعه پایدار امری ضروری تلقی می‌شود؛ اهداف اصلی این سیستم، کاهش زباله (از منبع تولید آن)، استفاده مجدد، بازیافت و نهایتاً قراردادن پسماندهای باقی مانده در محل‌های دفن است (Leao et al., 2004). در میان تمام فرآیندهای درگیر در مدیریت پسماندهای جامد شهری، دفن زباله‌ها در مکان مناسب جزء یکی از حیاتی‌ترین مسائل تلقی می‌شود، به طوری که دفن کردن زباله‌ها به طریق بهداشتی، یک بخش اجتناب‌ناپذیر در سیستم مدیریت پسماندهای جامد شهری است (Tchobanoglous et al., 1993). با توجه به خطراتی که محل‌های دفن سنتی زباله‌ها (دفن در دره‌ها، تپه‌های ماسه‌ای، مرداب‌ها و مناطق دیگر) ایجاد می‌کردند، امروزه از محل‌های دفن برای زباله (لندفیل) استفاده می‌شود (Ziari., 2002). استفاده از لندفیل‌ها، مقرون به صرفه‌ترین و سازگارترین روش با محیط زیست به منظور دفع زباله‌های جامد در جهان شناخته می‌شود. با این حال، شیرابه‌های محل دفن زباله می‌تواند مسائل زیست‌محیطی متنوعی مانند آلودگی آب‌های زیرزمینی و خاک

را به دنبال داشته باشد (Eir et al., 2008). بنابراین، یافتن محل دفن مناسب یکی از مهم‌ترین مراحل دفع پسماندهای جامد شهری است.

در حال حاضر، دفن در لندفیل‌ها یکی از مرسوم‌ترین روش‌ها برای دفع زباله‌های جامد در بسیاری از کشورها از جمله ایران است (Yesilnacar and Cetin., 2005). دو عامل اصلی افزایش سریع زباله‌های جامد در ایران، شتاب گرفتن نرخ رشد جمعیت و تغییر شیوه زندگی است. اکثر زباله‌های جامد شهری در ایران در مکان‌های روباز دفع می‌شوند که باعث اثرات سوء بر محیط زیست و بهداشت عمومی می‌شود؛ در نتیجه، ساختن محل‌های دفن زباله بهداشتی که با استانداردهای زیست محیطی مطابقت داشته باشد و اثرات مخرب با شیوه‌های فعلی را کاهش دهد، الویت اصلی در مدیریت پسماندهای جامد شهری در ایران است. متأسفانه برداشت نادرست از دفن بهداشتی باعث شده تا شهرداری‌ها که متولیان اصلی مدیریت مواد زائد جامد شهری هستند، صرفاً حفر یک گودال و قرار دادن زباله‌ها در آن و پوشاندن آن‌ها با خاک را دفن بهداشتی تلقی نمایند. لیکن دفن بهداشتی مقوله‌ای است همراه با مراحل دقیق که انجام هر مرحله، بررسی‌های کاملی را طلب می‌کند (جعفرزاده و همکاران، ۱۳۸۸). بدون شک، مکان‌یابی دقیق محل دفن زباله می‌تواند نگرانی‌های مختلف را در مورد دفع زباله برطرف کند (Eskandari et al., 2012). در این فصل پس از تعاریف انواع مواد زائد جامد، به معرفی معیارها و نرم‌افزارهای GIS، Expert choice و روش AHP که در انتخاب مکان مناسب دفن مواد زائد شهری دخیل هستند پرداخته می‌شوند و در ادامه به برخی از مطالعات انجام شده در این زمینه اشاره خواهد شد.

۲-۲- معرف و طبقه بندی انواع پسماندهای جامد

به مجموعه مواد ناشی از فعالیت‌های انسان و حیوان که از طرف مصرف کننده زائد تلقی شده و به صورت ناخواسته و یا غیر قابل استفاده دور ریخته می‌شوند، زباله یا پسماند اطلاق می‌شود و معمولاً به سه دسته کلی زباله‌های شهری، زباله‌های صنعتی و زباله‌های خطرناک تقسیم می‌گردند (عمرانی، ۱۳۷۷).

۲-۲-۱- مواد زائد شهری

مواد زائد یا پسماندهای شهری، زباله‌هایی هستند که در نتیجه فعالیت‌های انجام شده در شهرها ایجاد می‌شوند و شامل زباله‌های خانگی، پسماندهای جامد غیرخطرناک صنعتی، زباله‌های تجاری، پسماندهای تولیدی سازمان‌های مختلف (از جمله بیمارستان‌ها)، زباله‌های خیابان‌ها و ... است. با این که پسماندهای خطرناک صنعتی و همچنین پسماندهای پزشکی جزء مواد زائد جامد شهری تعریف نشده‌اند، اما معمولاً جدا کردن آن‌ها از مواد زائد جامد شهری بسیار دشوار است؛ به خصوص هنگامی که منابع آن‌ها کوچک و پراکنده باشد. بنابراین، سیستم مدیریت مواد زائد جامد شهری باید با اقدامات ویژه‌ای از ورود این مواد خطرناک به جریان زباله‌ها جلوگیری نماید (Schubeler., 1996).

۲-۲-۱-۱- زباله‌های خانگی

زباله‌های خانگی مجموعه ناهمگنی از مواد مختلف است که شامل دورریزهای غذایی، ضایعات باغبانی، کاغذ، چوب، پلاستیک، شیشه، پارچه، خاکستر، فلزات و ... است (غضبان، ۱۳۸۱). به طور کلی، زباله‌های خانگی شامل دو بخش فسادپذیر و فسادناپذیر می‌شوند. به بخش فسادپذیر زباله که معمولاً از زائدات گیاهی، بقایای جانوری، مراحل تهیه تا طبخ غذا و یا انبار کردن مواد غذایی، دورریزهای غذایی اطلاق می‌شود (Peavy et al., 2006). پسماندهای غذایی، مهم‌ترین بخش زباله‌های خانگی است. از یک طرف به دلیل تخمیر و فساد سریع، بوهای نامطبوع تولید می‌کنند و محل مناسبی برای رشد و تکثیر انواع حشرات و جوندگان موزی

هستند و از سوی دیگر به دلیل قابلیت تهیه کود از آن، حائز اهمیت می‌باشند. به بخش فسادناپذیر زباله به جز خاکستر، آشغال گفته می‌شود (عمرانی، ۱۳۷۷). آشغال را می‌توان به دو بخش قابل اشتعال و غیرقابل اشتعال تقسیم کرد. بخش قابل اشتعال معمولاً شامل کاغذ، پلاستیک، قطعات فلزی، چوب و موادی از این قبیل است و بخش غیرقابل اشتعال موادی مانند شیشه، قوطی‌های حلبی، قوطی‌های آلومینیومی، فلزات آهنی و غیرآهنی را شامل می‌شود (Peavy et al., 2006). به باقی‌مانده حاصل از سوزاندن ذغال، چوب و دیگر مواد سوختنی که برای مقاصد صنعتی، پخت و پز و یا گرم کردن منازل به کار می‌رود، خاکستر گفته می‌شود. قابل ذکر است که زباله‌های خانگی در ایران، سهم قابل توجهی از پسماندهای شهری را به خود اختصاص می‌دهند.

۲-۱-۲-۲- زائدات ساختمانی

به زائدات حاصل از تخریب ساختمان‌ها، تعمیر اماکن مسکونی، تجاری و یا سایر فعالیت‌های ساختمان‌سازی گفته می‌شود. عموماً نخاله‌های ساختمانی شامل فلز، الوار، مصالح بنایی، شیشه، پلاستیک، کاغذ، قیر و انواع رنگ‌ها می‌باشند (عمرانی، ۱۳۸۰).

۲-۱-۲-۳- زائدات متفرقه

این قسمت از زباله‌ها شامل مواد حاصل از جاروب کردن خیابان‌ها و معابر، درختان، اجساد حیوانات مرده و موادی است که از وسایل نقلیه به جای می‌ماند (عمرانی، ۱۳۸۰).

۲-۱-۲-۴- زائدات حاصل از واحدهای تصفیه

مواد زائد جامد و نیمه جامد حاصل از واحدهای تصفیه آب، فاضلاب و تأسیسات صنعتی تصفیه پساب در این گروه قرار می‌گیرند (Peavy et al., 2006).

۲-۲-۱-۵ زائادات کشاورزی

زباله‌های کشاورزی شامل پسماندهای سموم دفع آفات، کودهای شیمیایی، محصولات کشاورزی فاسد یا غیرقابل مصرف، فضولات و لاشه حیوانات (دام، طیور و آبزیان) است (حافظی مقدس و غفوری، ۱۳۸۸).

۲-۲-۱-۶ زائادات بیمارستانی

زباله‌های بیمارستانی شامل موادی هستند که با توجه به نوع کار و وظیفه در هر بخش بیمارستانی، متفاوت می‌باشند. به عنوان مثال، زباله‌های بخش عفونی یا اتاق عمل، با مواد زائد آزمایشگاه یا بخش رادیولوژی، تفاوت محسوسی دارند. به طور کلی بر اساس دیدگاه سازمان بهداشت جهانی (WHO)، زباله بخش‌های مختلف بیمارستان‌ها به هفت گروه اعم از زباله‌های معمولی، پاتوبیولوژیکی، رادیواکتیو، شیمیایی، عفونی، دارویی، ظروف مستعمل تحت فشار بیمارستانی تقسیم می‌شوند (عمرانی، ۱۳۵۹).

۲-۲-۲-۲ مواد زائد صنعتی

کلیه پسماندهای ناشی از فعالیت‌های صنعتی، معدنی و پسماندهای پالایشگاهی صنایع گاز، نفت و پتروشیمی و نیروگاهی و امثال آن، از قبیل براده‌ها، سرریزها و لجن‌های صنعتی جزء این گروه هستند. برخی از این پسماندها، خطرناک محسوب می‌شوند (حافظی مقدس و غفوری، ۱۳۸۸).

۲-۲-۳-۲ مواد زائد خطرناک

مواد زائد خطرناک، مواد جامد یا مایعی هستند که به علت کمیت، غلظت و یا کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می‌توانند باعث افزایش میزان مرگ و میر و یا بیماری‌های بسیار جدی شوند (عمرانی، ۱۳۷۷). چنانچه مواد زائد، یکی از مشخصه‌های خطرزا بودن (از قبیل قابلیت ایجاد جرقه، خوردگی، میل به واکنش-پذیری و ایجاد مسمومیت) را داشته باشند، خطرناک محسوب می‌شوند (EPA., 2006).

۳-۲- معیارها و عوامل مؤثر در مکان‌یابی محل دفن پسماند

شناسایی مناسب‌ترین محل برای دفن زباله، فرآیند پیچیده‌ای است که مجموعه‌ای از اطلاعات مختلف و بسیاری از بخش‌های مسئول در نتایج آن دخیل هستند (Yesilnacar et al., 2005). به منظور کاهش اثرات زیست‌محیطی و هزینه تسهیلات و همچنین خطرات بهداشت عمومی، از بین عوامل گوناگون و تأثیرگذار، معمولاً اثر معیارهای زیست‌محیطی، زمین‌شناسی، اقتصادی و اجتماعی مد نظر قرار داده می‌شود (Chang et al., 2008; Gorsevski et al., 2012; Donevska et al., 2012). در شکل (۱-۲) طرح کلی از مجموعه پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی پسماندهای جامد شهری آورده شده است؛ در ادامه به بررسی این عوامل پرداخته می‌شود.



شکل ۱-۲. معیارهای مؤثر در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری در مطالعه حاضر.

۲-۳-۱- معیارهای زیست محیطی

۲-۳-۱-۱- هیدرولوژی

طبق دستورالعمل کمیسیون محیط زیست اتحادیه اروپا، به علت وجود احتمال خطرآلودگی آب، محل دفن پسماند نباید در نزدیکی منابع آب سطحی قرار گرفته باشد (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). از جمله پارامترهای مهمی که باید در مکان‌یابی محل دفن پسماند مورد توجه قرار گیرد، وجود آب‌های سطحی (مانند دریاچه‌ها، سدها، بندها، رودخانه‌ها، آبراهه‌ها، کانال‌های آبیاری، مانداب‌ها و غیره) در منطقه مورد نظر است؛ علاوه بر این، اندازه حوضه هیدرولوژیکی نیز باید در نظر گرفته شود (Kontos et al., 2005).

۲-۳-۱-۲- هیدروژئولوژی

آلودگی آب‌های زیرزمینی در محل دفن پسماند به عوامل متعددی از جمله هدایت هیدرولیکی لایه‌های زیرین محل دفن (سنگ‌های رسی و سازندهای کارستی)، عمق منطقه تهویه، نوع خاک منطقه تهویه و شیب هیدرولیکی آبخوان بستگی دارد (Kontos et al., 2005). با توجه به این که چشمه‌ها، قنات‌ها و چاه‌ها محل ظهور آب‌های زیرزمینی در سطح زمین هستند، باید حریم مناسبی برای آن‌ها در نظر گرفته شود؛ تعیین حریم مجاز به عواملی مثل دبی، کیفیت آب و دائمی یا فصلی بودن چشمه‌ها بستگی دارد (فتحی، ۱۳۸۶). با توجه به آلودگی آب‌های زیرزمینی، عمق سطح آب باید به عنوان یک عامل بسیار مؤثر در مکان‌یابی لندفیل در نظر گرفته شود (Javaheri et al., 2006; Sener et al., 2011). برای حفاظت از منابع آب زیرزمینی، محل دفن زباله نباید در مناطقی که دارای آبخوان‌هایی با کیفیت مناسب هستند واقع باشد (کاظمی، ۱۳۸۸).

۲-۳-۱-۳- جهت بادهای غالب

در انتخاب محل دفن زباله باید به عامل هواشناسی توجه کرد. محل دفن زباله به علت انتشار بوی نامطبوع و گرد و خاک نباید در معرض بادهای غالب قرار داشته باشد. بنابراین مناطق مسطح برای دفن زباله مناسب نیستند؛ زیرا این مناطق از تمام جهتها در معرض باد قرار می‌گیرند (Kontos et al., 2005).

۲-۳-۱-۴- مناطق حفاظت شده

مدیریت پسماندهای جامد نباید سبب تخریب محیط زیست طبیعی، مناطق منحصر به فرد زیست‌محیطی و یا مناظر زیبا و جذاب شود (Kontos et al., 2005). از نابود کردن سیماهای توریستی-تفریحی مانند قلعه‌ها، دژها، باغ‌ها، اماکن مقدس، عبادتگاه‌ها، میادین گلف، مراکز اسب دوانی، هتل‌ها، اردوگاه‌ها، پارک مسافران، مکان‌های سنگی عظیم، جنگل‌ها و مناطق گردشگری که به وسیله نقشه‌های توریستی مشخص شده‌اند اجتناب شود و باید در اطراف هر یک از مناطق ذکر شده، محدوده ۵۰۰ متری به عنوان بافر در نظر گرفته شود (Cantwell., 1999).

۲-۳-۲- معیارهای زمین‌شناسی

۲-۳-۲-۱- سنگ‌شناسی

در میان عوامل مؤثر زمین‌شناسی محل دفن، سنگ‌شناسی واحدها به دلیل داشتن پتانسیل طبیعی جلوگیری از گسترش آلودگی و انتقال آن مورد توجه ویژه قرار می‌گیرد (Doerhoerfer and Siebert., 1998). نوع سنگ بستر و ساختار آن، تعیین کننده نوع خاک و میزان نفوذپذیری آن است (Sener., 2004). خصوصیات زمین‌شناسی یک حوضه تحت تأثیر واحدهای تکتونیکی است. بنابراین، در انتخاب محل لندفیل، واحدهای سنگ‌شناسی و عوارض خطی باید در نظر گرفته شوند (Sener et al., 2011). در بررسی واحدهای

زمین‌شناسی مکان‌یابی محل دفن پسماند، پارامترهایی نظیر میزان همگنی واحدها، درصد سیلت و رس، نفوذپذیری آن‌ها و میزان هوازگی لایه‌ها در نظر گرفته می‌شود. جنس واحدهای زمین‌شناسی بر اساس میزان نفوذپذیری آن‌ها دارای اهمیت است. هر اندازه واحدی از نفوذپذیری بالاتری برخوردار باشد، احتمال بیشتری برای نشت شیرابه به لایه‌های پایین‌تر به وجود می‌آید و خطر آلودگی آب‌های زیرزمینی بیشتر خواهد شد. در مقابل، واحدهای زمین‌شناسی که از نفوذپذیری کمتری برخوردارند، از نشت شیرابه جلوگیری می‌کنند و به این ترتیب خطر آلودگی آب‌های زیرزمینی موجود در عمق را کاهش می‌دهند (Langer., 1995). سنگ‌های متبلور بدون شکستگی در مقایسه با سیمان ماسه‌سنگ‌ها قدرت انتقال کمی دارند و هیچ‌گونه سیالی را از خود عبور نمی‌دهند؛ در حالی که ماسه‌سنگ‌ها سیالات را سریع‌تر از خود عبور می‌دهند (Allen et al., 2001). سنگ‌های آهکی نسبت به شیل‌ها نامناسب‌تر هستند، زیرا سنگ‌های آهکی یا کربناتی که معمولاً با ناپیوستگی‌ها و سیماهای کارستی مانند فروچاله‌ها و غارها همراه هستند در pH پایین شیرابه، قابلیت انحلال‌پذیری بالایی دارند؛ در حالی که شیل‌ها حرکت سیال را محدود کرده و یا آن را به تأخیر می‌اندازند (Oweis and Khera., 1998). از مناطقی که در زیر آن‌ها پهنه‌های کارستی وجود دارد اجتناب شود، زیرا وجود حفرات انحلالی در این مناطق، سرعت جریان آب‌های زیرزمینی را افزایش می‌دهد و متعاقب آن نشت شیرابه از لندفیل، سفره‌های آب زیرزمینی را تهدید می‌کند (Oweis and Khera., 1998).

۲-۲-۳-۲- زمین‌شناسی ساختمانی

علاوه بر جنس و نفوذپذیری واحدهای سنگ‌شناسی، شرایط زمین‌شناسی ساختمانی مکان تعیین شده برای احداث لندفیل نیز دارای اهمیت است. محل دفن زباله نباید در مناطق ناپایدار واقع شود. مناطق ناپایدار از نظر زمین‌شناسی به مناطقی که مستعد فرونشست‌های ناشی از فعالیت‌های معدنی و مناطق کارستی و همچنین مناطقی که مستعد زمین‌لرزه و زمین‌لغزش هستند گفته می‌شود (EPA., 2007). نواحی گسل خورده، با توجه به آسان شدن حرکت شیرابه ناشی از افزایش نفوذپذیری منطقه و اعمال اثرات منفی

زیست‌محیطی و همچنین افزایش خسارت‌های مالی، محل مناسبی جهت دفن پسماندها نیستند. بنابراین از مناطقی که پهنه‌های زیرین آن‌ها به شدت خرد شده است، اجتناب شود (Allen et al., 2001). مناطق گسل خورده منجر به ناپایداری سازه‌های مهندسی می‌شوند و به موجب آن، احتمال افزایش خسارت و پخش آلودگی نیز بیشتر می‌شود (Bomboe and Martac., 1997). به منظور جلوگیری از گسترش شیرابه‌ها، محل دفن زباله‌ها نباید روی محور تاقدیس‌ها و یا ساختارهای گنبدی شکل قرار گیرد؛ در حالی که ناودیس‌ها و ساختارهای حوضه‌ای شکل به خصوص اگر لایه‌های درونی آن‌ها نفوذپذیری بسیار کمی داشته باشند، برای احداث لندفیل مناسب هستند (Schwartz., 2001).

۲-۳-۲-۳- توپوگرافی

توپوگرافی یکی از عوامل مهم در انتخاب محل دفن زباله‌ها است. نواحی کوهستانی برای محل دفن زباله مناسب نیستند؛ در حالی که گودال‌های عمیق دارای سیستم زهکشی برای جلوگیری از ورود آب‌های سطحی به داخل آن، به منظور محل دفن زباله مناسب می‌باشند (فتحی، ۱۳۸۶). تپه‌های مسطح یا کمی شیب‌دار در صورتی که در معرض سیلاب قرار نگیرند، مناسب‌ترین محل برای دفن زباله محسوب می‌شوند. ولی این مناطق برای کاربری‌های دیگری مانند کشاورزی و مسکونی نیز مناسب هستند و این امر موجب بالا رفتن قیمت این زمین‌ها می‌شود (Sener., 2004). سلامت سازه‌ها، جریان سیالات اطراف محل لندفیل، ظرفیت لندفیل، سیستم زهکشی، استفاده آبی از زمین، کنترل آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، دسترسی به محل دفن و عملیات‌های وابسته به آن، به پارامتر توپوگرافی وابسته هستند (Wilson., 1977). میزان شیب در زیر محل دفن پسماندها یا زمین‌های مجاور آن می‌تواند منجر به محدود نگه داشتن پسماندها و جلوگیری از رها شدن واریزه‌ها درون مناطق احاطه‌کننده لندفیل شود (Lin and Kao., 1985). شیب زمین منجر به انتقال آلاینده‌ها از محل دفن زباله به مناطق وسیعی می‌شود. شیب زمین می‌تواند بر هزینه‌های ساخت لندفیل تأثیر بگذارد. 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 در نظر گرفته می‌شوند (Guiqin et al., 2009; Donevska et al., 2012).

۲-۳-۲-۴ - خاک‌شناسی

انتقال آلاینده‌ها از محل دفن زباله به عواملی از قبیل نوع و شدت بارش، جنس سنگ بستر و خاک، رطوبت خاک، شیب زمین و پوشش گیاهی بستگی دارد. هرچه میزان پوشش گیاهی، شیب زمین و رطوبت خاک کمتر و شدت بارش بیشتر و مداوم‌تر باشد، قدرت نفوذ آب بیشتر می‌شود (شاکری، ۱۳۹۲). قدرت آلودگی شیرابه، طی عبور از لایه‌های خاک به طور عمودی یا جانبی کاهش می‌یابد. میزان این کاهش به طبیعت منطقه تهبویه 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 پسماند، 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 برای مکان‌های دفن مناسب‌تر هستند (Oweis and Khera., 1998).

۲-۳-۲-۳ - معیارهای اقتصادی

۲-۳-۲-۱ - کاربری اراضی

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). در مکان‌یابی محل دفن زباله، استفاده و کاربرد فعلی زمین از شاخص‌های با اهمیت است. به عنوان مثال نمی‌توان در مناطق مستعد کشاورزی، مراتع و چراگاه‌های دام، تالاب‌ها و نظایر آن لندفیل احداث نمود؛ مگر

در شرایط بحرانی و فقدان گزینه‌های دیگر، لذا همواره باید در نظر داشت که زمین انتخاب شده کاربردهای مهم‌تری را دارا نباشد (Sener et al., 2011).

۲-۳-۳-۲- فاصله از مراکز تولید زباله

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).

۲-۳-۳-۲- فاصله از خطوط انتقال نیرو

یکی از مواردی که باید در مطالعات مربوط به مکان‌یابی محل دفن زباله رعایت شود، فاصله کافی از خطوط انتقال نیرو، مخابرات و آب است (فتحی، ۱۳۸۶).

۲-۳-۳-۲- فاصله از جاده

هزینه‌های دسترسی به محل‌های دفن زباله به وجود جاده‌های نزدیک بستگی دارد. 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 مواد زائد داشته باشد (Javaheri et al., 2006).

۲-۳-۳-۲- فاصله از 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) به نزدیکی محل دفن زباله به مکان مصالح ساختمانی بستگی دارد (Donevska et al., 2012).

۲-۳-۳-۲- قیمت زمین

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

۲-۳-۴- معیارهای اجتماعی

۲-۳-۴-۱- فاصله از مناطق شهری و روستایی

قرار گرفتن محل دفن زباله در نزدیکی مناطق شهری و روستایی ممکن است باعث ایجاد اثرات منفی زیست‌محیطی روی جوامع شهری و روستایی (به دلیل بو، گرد و غبار، سر و صدا و غیره) گردد (Donevska et al., 2012).

۲-۳-۴-۲- ایجاد ترافیک

در طول ساخت و بهره‌برداری از لندفیل، ترافیک ایجاد می‌شود که به نوبه خود می‌تواند معضلات دیگری را به وجود آورد. بنابراین از دیدگاه اجتماعی، مناطق دفن زباله نباید به شبکه راه‌ها نزدیک باشند (Akbari et al., 2008).

۲-۴- مدل‌های تلفیق و تحلیل داده‌های مکانی

انسان‌ها در زندگی روزمره با مسائل چند معیاره مختلفی 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 این رو لازم است که روش مناسبی برای انتخاب بهینه و تصمیم‌گیری صحیح در نظر گرفته شود (قدسی‌پور، ۱۳۹۱). با توجه به این که معیارها در پروژه مکان‌یابی دارای ارزش یکسانی نیستند، لذا برای در نظر گرفتن اهمیت معیارها و لحاظ کردن مستقیم آن‌ها در پهنه‌بندی، معیارها باید وزن‌دهی شوند. وزن‌دهی به چند روش مختلف انجام می‌شود که در ادامه به بررسی برخی از این روش‌ها پرداخته می‌شود.

۲-۴-۱- مدل منطق بولین

ساده‌ترین مدل شناخته شده در GIS، مدلی بر اساس عملیات بولین است. در این مدل وزن‌دهی به واحدها در هر لایه اطلاعاتی، بر اساس منطق صفر و یک انجام می‌شود. 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 (ارزش یک) و نامناسب (ارزش صفر) تقسیم می‌گردد. به کمک عملگرهای منطقی (AND، OR، XOR، NOT)، نقشه نهایی از تلفیق نقشه‌های ورودی حاصل می‌شود. واحدهای این نقشه نیز دارای مقادیر صفر و یک است (Nas et al., 2010). مدل بولین منطق و محاسبات ساده، اجرای سریع و آسانی دارد اما با توجه به تأثیر پارامترهای مختلف بر فرآیند مکان‌یابی نمی‌توان از این روش به عنوان مدل مناسبی جهت ترکیب نقشه‌ها استفاده کرد؛ زیرا در این روش، وزن کلیه پارامترها برابر واحد فرض می‌شود. بنابراین امکان طبقه‌بندی هر پارامتر به رده‌های مجزا به منظور وزن‌دهی به هر رده وجود ندارد (عظیمی حسینی و همکاران، ۱۳۸۹).

۲-۴-۲- مدل هم‌پوشانی شاخص وزنی

در تحلیل ترکیب داده‌های مکانی، مدل هم‌پوشانی شاخص وزنی به عنوان یک روش ساده و مناسب مطرح می‌باشد. با توجه به بالا بودن انعطاف‌پذیری این مدل در ترکیب داده‌ها، مسئله از چارچوب محدود مدل بولین خارج شده و در فضای آزادتری حل می‌شود. در این روش به منظور تعیین اهمیت نسبی هر پارامتر نسبت به سایر پارامترها، از میزان تأثیرگذاری آن‌ها در امر مکان‌یابی با توجه به نظرات کارشناسی و مطالعات انجام شده، استفاده می‌شود. مقدار وزن پیکسل‌ها در نقشه خروجی با استفاده از رابطه (۲-۱) محاسبه می‌گردد:

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

در این رابطه، S وزن هر پیکسل در نقشه خروجی، Wi وزن پارامتر i ام و Sij وزن نرمال شده رده 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، نیازمند زمان کوتاه‌تری در اجرای مدل است (Bonham and Carter., 2001).

۲-۴-۳- مدل منطق فازی

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 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).

۲-۴-۴- مدل تحلیل سلسله مراتبی

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند معیاره است که اولین بار توسط ساعتی در سال ۱۹۸۰، جهت تخصیص منابع کمیاب و نیز جهت نیازهای برنامه‌ریزی برای ارتش معرفی شد (Saaty., 1994). این روش هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه و شاخص تصمیم‌گیری رو به رو است، می‌تواند مفید باشد. AHP امکان فرموله کردن مسئله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین قابلیت در نظر گرفتن شاخص‌های مختلف کمی و کیفی در مسئله را دارا است. در این روش، برای هر کدام از گزینه‌ها یک امتیاز به دست می‌آید و گزینه‌ها بر حسب امتیازی که کسب کرده‌اند، رتبه‌بندی می‌شوند. روشی که در مدل تحلیل سلسله مراتبی برای محاسبه امتیازها به کار می‌رود بر پایه مقایسات زوجی استوار است که قضاوت‌ها را آسان نموده و دقت محاسبات را افزایش می‌دهد؛ مسلماً گزینه‌ای که بیشترین امتیاز را کسب کرده است، بهترین گزینه برای انتخاب شدن است. نمایش میزان ناسازگاری

تصمیم نیز از مزایای برجسته این تکنیک در تصمیم‌گیری‌های چند معیاره است (قدسی‌پور، ۱۳۸۸). فرآیند رتبه‌بندی گزینه‌ها در روش AHP از ۴ مرحله اصلی ساخت درخت سلسله‌مراتبی، انجام مقایسه‌های زوجی، محاسبه وزن نسبی و محاسبه نرخ ناسازگاری تشکیل شده است که در ادامه توضیح داده می‌شوند. در این پژوهش به منظور وزن‌دهی به معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌های مورد نظر از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده شده است.

۲-۴-۱- اصول فرآیند سلسله‌مراتبی

توماس ال ساعتی (۱۹۸۰) ۴ اصل زیر را به عنوان اصول فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی مطرح نمود و کلیه محاسبات، قوانین و مقررات را بر این اصول بنا کرده است. این اصول عبارتند از:

اصل ۱ (شرط معکوسی): اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر n باشد، ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر $\frac{1}{n}$ خواهد بود.

اصل ۲ (شرط همگنی): عنصر A با عنصر B باید همگن و قابل مقایسه باشند؛ به بیان دیگر برتری عنصر A بر عنصر B نمی‌تواند بی‌نهایت یا صفر باشد.

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

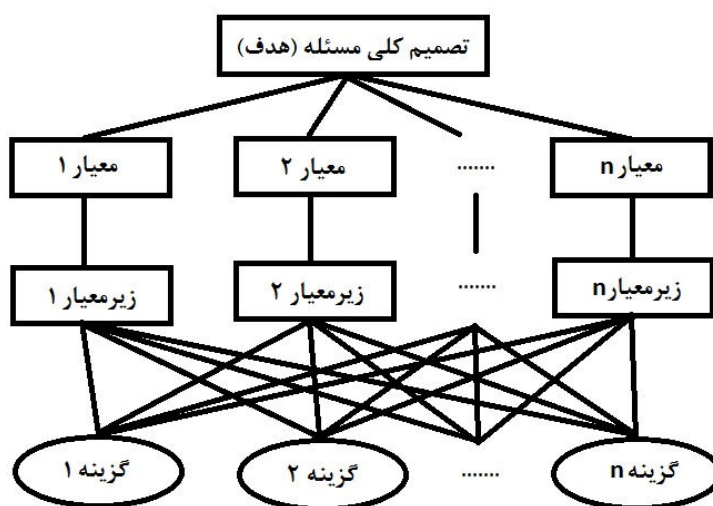
اصل ۴ (شرط انتظارت): هرگاه تغییری در ساختمان سلسله‌مراتبی رخ دهد، فرآیند ارزیابی باید مجدداً انجام گیرد.

۲-۴-۴-۲- فرآیند رتبه‌بندی شاخص‌ها در روش تحلیل سلسله مراتبی

فرآیند رتبه‌بندی و الویت‌بندی شاخص‌های مورد نظر گوناگون در یک تصمیم‌گیری به روش AHP در برگرفته ۴ مرحله اصلی به شرح زیر می‌باشد که به تفصیل توضیح داده شده‌اند (قدسی‌پور، ۱۳۸۱):

الف- ساخت درخت سلسله مراتبی

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، نیازمند تجزیه مسائل و تصمیم‌های پیچیده با چندین شاخص به سلسله مراتبی از سطوح مختلف است. اولین قدم در فرآیند سلسله مراتبی به منظور درک بهتر از مسئله، نمایش گرافیکی از مسئله با نام درخت تصمیم است که خود از ۴ سطح تشکیل شده است (دلبری و داودی، ۱۳۹۱). در بالاترین سطح، هدف کلی از تصمیم‌گیری قرار دارد. در سطح دوم، معیارهای کلی قرار می‌گیرند که تصمیم‌گیری بر اساس آن‌ها صورت می‌گیرد. در سطح سوم، زیرمعیارها قرار می‌گیرند و در آخرین سطح، گزینه‌های تصمیم که در این پژوهش مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری است، مطرح می‌شوند. شکل (۲-۲) نمایش گرافیکی از ساختار کلی تحلیل سلسله‌مراتبی را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۲. طرح گرافیکی از ساختار کلی تحلیل سلسله مراتبی (Korpela and Tuominen., 1994).

ب- مقایسه‌های زوجی

در هر مسئله تصمیم‌گیری پس از تشکیل ساختار سلسله مراتبی، به منظور تعیین اهمیت نسبی شاخص‌ها در هر مرحله از سلسله مراتب از مقایسه دو به دو (زوجی) استفاده می‌شود. این روش در بردارنده مجموعه‌ای از مقایسات دو به دو به منظور ساختن ماتریس تناسب است. این ماتریس تعدادی مقایسه دوتایی را به عنوان ورودی دریافت می‌کند و وزن‌های مورد نظر را به عنوان خروجی تولید می‌کند (Malczewski., 2006). معیار وزن‌دهی به هر واحد اطلاعاتی نیز بر اساس بیشترین نقشی است که آن عامل در داخل لایه ایفاء می‌کند (Lopez and Zint., 1991). به منظور انجام مقایسه‌های دوتایی، ابتدا هر یک از معیارهای مورد بررسی را مقایسه نموده و میزان اهمیت نسبی هر جفت نسبت را با توجه به جدول ۹ کمیتی ال ساعتی (جدول ۲-۳) و طبق نظر کارشناسی تعیین می‌کنند. در نهایت نتایج به صورت یک ماتریس نمایش داده می‌شود. از آن جایی که ماتریس مربعی متقارن است، با پر کردن نیمه بالایی این ماتریس، نیمه پایینی آن نیز تکمیل می‌شود (Gemitzi et al., 2007). ارجحیت یک گزینه یا عامل نسبت به خودش مساوی با یک است، لذا اصل معکوس بودن یک عامل نسبت به دیگری و ارجحیت یک برای یک گزینه یا عامل نسبت به خودش، دو خاصیت اصلی ماتریس مقایسه‌ای زوجی در فرآیند AHP است (دلبری و داودی ۱۳۹۱). در این روش به طور قابل ملاحظه‌ای از پیچیدگی‌های مفهومی تصمیم‌گیری کاسته می‌شود، زیرا در یک زمان فقط دو مؤلفه (مقایسه دوتایی) بررسی می‌شوند (بزرگمهر و همکاران، ۱۳۹۳).

ج- محاسبه وزن نسبی

روش محاسبه وزن‌ها در ماتریس تصمیم، به سازگار یا ناسازگار بودن ماتریس وابسته است. در ماتریس سازگار، بین ستون‌های ماتریس همبستگی خطی وجود دارد. به عنوان مثال، اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر ۲ و ترجیح عنصر B بر عنصر C برابر ۳ باشد، در صورتی که ترجیح عنصر A بر عنصر C برابر ۶ باشد،

ماتریس سازگار و نرخ ناسازگاری آن برابر صفر است. همواره ماتریس تصمیمی که در مقایسه گزینه‌ها نسبت به یک معیار کمی

جدول ۱-۲. مقیاس ۹ کمیتی ال ساعتی در مقایسه زوجی شاخص‌ها (Byun., 2001).

مقدار عددی (شدت اهمیت)	ترجیحات (قضاوت شفاهی)	توضیحات
۱	Equally preferred	در تحقق هدف، دو شاخص اهمیت مساوی دارند.
۳	Moderately preferred	در تحقق هدف، اهمیت اندکی بیشتر
۵	Strongly preferred	در تحقق هدف، اهمیت بیشتر
۷	Very strongly preferred	در تحقق هدف، اهمیت خیلی بیشتر
۹	Extremely preferred	اهمیت خیلی بیشتر نسبت به j به طور قطعی به اثبات رسیده است.
۲، ۴، ۶، ۸	Intermediate valuse	ترجیحات بینابین هنگامی که حالت میانه وجود دارد.

به دست می‌آید دارای این خاصیت است؛ اما در مورد ماتریس‌هایی که با معیارهای کیفی و با استفاده از نظرات شفاهی ایجاد می‌شوند اینگونه نیست و ممکن است در مثال ذکر شده ترجیح عنصر A بر عنصر C مخالف ۶ شود، در این صورت ماتریس ناسازگار است. بین ستون‌های ماتریس ناسازگار همبستگی خطی وجود ندارد و نرخ ناسازگاری مخالف صفر است. به طور کلی، محاسبه وزن نسبی در ماتریس‌های سازگار

ساده است و از نرمال کردن عناصر هر ستون به دست می‌آید؛ در حالی که محاسبه وزن در ماتریس‌های ناسازگار دشوارتر بوده و مقدار ناسازگاری نیز مخالف صفر است که باید محاسبه شود. به منظور محاسبه وزن نسبی در ماتریس‌های ناسازگار چندین روش وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها شامل روش‌های حداقل مربعات، حداقل مربعات لگاریتمی، بردار ویژه و تقریبی است (قدسی‌پور، ۱۳۹۱). از آن‌جا که ۳ روش اول از محاسبات سنگین و پیچیده‌ای برخوردارند، برخی از روش‌های تقریبی پیشنهاد شده است که دقت (قابل قبول) و محاسبات کمتر و ساده‌تری دارند. این روش‌ها عمدتاً تقریبی از روش‌های بردار ویژه هستند که با دقت‌های مختلف، محاسبات را آسان می‌کنند. عمده این روش‌ها عبارتند از:

۱. **مجموع سطری:** در این روش، ابتدا مجموع عناصر هر سطر محاسبه شده تا یک بردار ستونی

حاصل گردد، سپس بردار ستونی نرمال می‌شود. بردار ستونی نرمال شده همان بردار وزن است.

۲. **مجموع ستونی:** در این روش، ابتدا مجموع عناصر هر ستون محاسبه شده تا یک بردار سطری

حاصل گردد. عناصر این بردار معکوس گشته و بعد از آن بردار حاصل نرمال می‌شود. بردار سطری

نرمال شده همان بردار وزن است.

۳. **میانگین حسابی:** در این روش، ابتدا هر ستون نرمال شده و سپس میانگین سطری عناصر

محاسبه می‌شود تا بردار وزن حاصل گردد.

۴. **میانگین هندسی:** در این روش، میانگین هندسی عناصر هر سطر محاسبه شده و سپس بردار

حاصل نرمال می‌شود تا بردار وزن به دست آید (عطائی، ۱۳۸۹).

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 وزن نهایی هر گزینه بر مجموع وزن نهایی، وزن نرمال هر گزینه

محاسبه شده و به منظور تهیه نقشه‌های مورد نظر، آماده ورود به بانک اطلاعاتی GIS می‌گردد.

د- محاسبه نرخ ناسازگاری

در ماتریس‌های ناسازگار، علاوه بر محاسبه وزن که قبلاً توضیح داده شد، محاسبه مقدار ناسازگاری بعد از وزن‌دهی و قبل از به کارگیری وزن‌ها نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. طبق مراحل زیر می‌توان نرخ ناسازگاری را محاسبه نمود:

- محاسبه بردار ویژه (λ_{\max})

به منظور 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 (دلبری و داودی، ۱۳۹۱).

- محاسبه مقدار شاخص ناسازگاری (I. I)

مقدار شاخص ناسازگاری برای ماتریس‌های n بعدی از رابطه (۲-۲) به دست می‌آید (دلبری و داودی، ۱۳۹۱):

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

مقادیر شاخص ناسازگاری را برای ماتریس‌هایی که اعداد آن‌ها کاملاً تصادفی اختیار شده باشند، محاسبه می‌کنند و آن را شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی ($I. I. R$) می‌نامند. مقادیر این شاخص برای ماتریس‌های n بعدی مطابق جدول (۲-۲) است.

جدول ۲-۲. مقادیر شاخص ناسازگاری برای ماتریس‌های n بعدی تصادفی.

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	N
1.59	1.57	1.56	1.48	1.51	1.49	1.45	1.41	1.32	1.1	1.12	0.9	0.58	0.0	R.I

محاسبه نرخ ناسازگاری (I.R)

نرخ ناسازگاری (رابطه ۲-۳) از تقسیم شاخص ناسازگاری بر شاخص ماتریس تصادفی (I.I.R) به دست می‌آید (عظیمی حسینی و همکاران، ۱۳۸۹). 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).

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

۲-۶- سیستم اطلاعات جغرافیایی

GIS یکی از جامع‌ترین و تواناترین سیستم‌هایی است که در خدمت علوم مختلف از جمله علم زمین‌شناسی قرار دارد. جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، به‌روزرسانی اطلاعات، تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی، مدیریت پایگاه داده‌ها، روی هم‌گذاری لایه‌های متعدد، ویرایش و سرعت عمل بالا و هزینه کم از جمله مزایای استفاده از این سیستم است که آن را از سایر نرم‌افزارهای مشابه متمایز کرده است (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۳). به طور کلی یک سیستم اطلاعات جغرافیایی دارای ۵ قسمت اصلی می‌باشد که عبارتند از:

- سخت افزار (جهت ذخیره، پردازش و نمایش اطلاعات رقومی)

- نرم افزار (جهت انجام عملیات GIS)

- اطلاعات رقومی جغرافیایی

- روش کار (مراحل لازم به منظور انجام انواع عملیات تحلیلی)

- تخصص (افرادی که دانش استفاده از این سیستم را در اختیار دارند)

از میان این ۵ عنصر اصلی GIS، افرادی که نحوه استفاده از سیستم را می‌دانند و همچنین نرم افزار مورد استفاده، مهم‌ترین نقش را ایفاء می‌کنند. منابع اطلاعات جغرافیایی شامل نقشه، عکس هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، مشاهدات میدانی و نتایج سرشماری‌ها و اطلاعات مربوط آن‌ها است. اطلاعاتی که از منابع مختلف جمع‌آوری می‌شود و با تبدیل اطلاعات به صورت رقومی و ذخیره آن‌ها در رایانه، امکان هرگونه بازنگری اطلاعات را ممکن می‌سازد (پولادوند، ۱۳۸۶). نکته کلیدی در GIS، توانایی آن در اجرای عملیات‌های تحلیل مکانی روی داده‌های GIS جهت استخراج اطلاعات و نتایج جدید است. این ابزارها، پایه و اساس تمام مدل‌سازی‌های مکانی و پردازش‌های زمینی است. از میان ۳ نوع اصلی داده‌های GIS یعنی رستر، وکتور و تین، ساختار داده‌های از نوع رستر کاربردی‌ترین و مناسب‌ترین محیط را برای مدل‌سازی و انجام پردازش‌های مکانی فراهم می‌کند. نرم‌افزار جانبی Spatial Analyst، یک مجموعه کامل از ابزارهای کاربردی GIS را برای پردازش روی اطلاعات با ساختار سلولی-رستری به نرم افزار ArcGIS اضافه کرده است (حاجی آبادیان و همکاران، ۱۳۸۸).

۲-۸- نرم‌افزار Expert choice

نرم‌افزار Expert Choice ابزاری قدرتمند برای تصمیم‌گیری چند معیاره بر اساس روش AHP است که اولین بار توسط توماس ال ساعتی یکی از پایه‌گذاران Expert choice در دانشگاه پنسیلوانیا مطرح شد. این نرم‌افزار دارای توانایی‌های زیادی بوده و علاوه بر امکان طراحی نمودار سلسله مراتبی تصمیم‌گیری و طراحی سوالات، تعیین ترجیحات و اولویت‌ها و محاسبه وزن نهایی، قابلیت تحلیل حساسیت تصمیم‌گیری نسبت به تغییرات در پارامترهای مسئله را نیز دارا می‌باشد. نرم‌افزار مذکور، همچنین در بسیاری از موارد از نمودارها و گراف‌ها برای ارائه نتایج و عملکردها استفاده می‌کند. روند ایجاد مدل در این نرم‌افزار به ترتیب زیر است:

- وارد کردن نام مدل و هدف

- وارد کردن معیارها

- وارد کردن زیرمعیارها

- وارد کردن گزینه‌ها

به این ترتیب مدل کامل می‌شود. برای نشان دادن مدل به صورت سلسله مراتبی، از منوی view روی گزینه Hierarchy کلیک می‌شود.

۲-۹- مروری بر مطالعات پیشین با موضوع مکان‌یابی محل‌های دفن زباله

در سال‌های اخیر، مطالعات گسترده در کشورهای مختلف از جمله ایران در زمینه مکان‌یابی محل مناسب دفن پسماندهای جامد شهری انجام شده است. در بیشتر این مطالعه‌ها، برای آماده‌سازی و تلفیق داده‌ها از نرم‌افزار GIS و به منظور تسهیل در فرآیند تصمیم‌گیری از مدل‌ها و روش‌های مختلفی استفاده شده است. در ادامه به برخی از این مطالعات اشاره می‌شود.

شریفی و وانوستن (Sharifi and Vanwesten 1977) با استفاده از تحلیل چند معیاره مکانی و با استفاده از تحلیل مکانی و GIS، محل مناسب دفن پسماند در شهر سین‌چینا واقع در کشور کلمبیا را تعیین نمودند. آن‌ها با در نظر گرفتن پارامترهایی نظیر شیب، زمین لغزش، نفوذپذیری خاک و فاصله از شهر، با استفاده از روش بولین و آنالیز چند معیاره به نتایج کاربردی قابل قبولی دست یافتند.

واستاوا و ناسوات (Wastava and Naswat., 2002) در تحقیقی با عنوان مکان‌یابی محل دفن زباله در اطراف شهر رانسی بلژیک با استفاده از GIS معیارهایی چون زمین‌شناسی، گسل، شیب زمین، نوع سنگ مادر، خاک، آب‌های سطحی و عمق آب زیرزمینی، مراکز شهری، شبکه ارتباطی موجود، فاصله از فرودگاه و ... را در نظر گرفتند. با استفاده از این سیستم‌ها و وزن‌دهی به شاخص‌ها از طریق مقایسه زوجی، ۴ محل مجزا در اندازه‌های مختلف را به عنوان محل دفن زباله برای این شهر انتخاب کردند.

الجراح و ابولقداس (Al- Jarrah and Abu-Alghedass., 2005) در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی مراکز دفن زباله‌های شهر عمان با در نظر گرفتن ۱۵ لایه اطلاعاتی مانند توپوگرافی، زمین‌شناسی، شیب زمین، نوع سنگ، آب‌های سطحی و ... و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و الگوریتم منطق فازی به مکان‌یابی محل دفن زباله شهر عمان اقدام نمودند. در نهایت، مناسب‌ترین مکان جهت دفن مواد زائد شهری را در جنوب غرب این شهر انتخاب کردند.

جواهری و همکاران (Javaheri et al., 2006) برای انتخاب محل دفن پسماند جامد شهری در شهر جیرفت با استفاده از نرم افزار GIS و با در نظر گرفتن چهار معیار اصلی (ژئومورفولوژیکی، زیست‌محیطی، هیدرولوژیکی و کاربری اراضی) 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 نظر مناسب بودن برای دفن زباله به سه گروه (مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب) پهنه‌بندی نمودند. سپس با توجه به اولویت نسبی معیارها نسبت به یکدیگر از ماتریس مقایسه زوجی برای تعیین وزن هر معیار استفاده کردند. در نهایت با اعمال وزن نهایی معیارها از میان مناطق مناسب هفت منطقه را انتخاب نمودند.

زامورانو و همکاران (Zamorano et al., 2008) در مطالعه‌ای به کمک روش EVIAVE توانستند با استفاده از GIS، محل‌های مناسب جهت دفن زباله‌های شهری در جنوب اسپانیا را تشخیص دهند. EVIAVE یک روش تشخیص زیست‌محیطی برای ارزیابی مناسب بودن مکان‌های دفن زباله شهری است و هدف اصلی آن، یکپارچه کردن مدیریت پسماندهای جامد شهری برای تصمیم‌های مربوط به بازسازی و یا بسته شدن محل‌های دفن زباله است. در این تحقیق، از فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به منظور تولید داده‌های مکانی برای ارزیابی محل دفن زباله استفاده گردید. نتایج به دست آمده نشان داد که مکان‌های

مناسب برای دفن زباله‌های شهری با موفقیت تعیین شده‌اند. کم بودن نمره شاخص‌های زیست‌محیطی منعکس کننده کم‌ترین اثرات منفی بر محیط زیست و مناسب‌ترین محل برای دفن زباله‌های شهری است. حافظی و حاجی‌زاده (Hafezi Moghadas and Hajizadeh., 2009) جهت تشخیص مکان‌های مناسب برای دفن زباله‌های خطرناک در استان خراسان رضوی از ادغام روش سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و روش-های پهنه‌بندی لندفیل استفاده کردند. به این منظور، مناطق نامناسب از مدل حذف شدند و مناطق مناسب باقی‌مانده با استفاده از ۱۵ معیار مختلف در دو مرحله مورد ارزیابی قرار گرفتند. به این ترتیب، ۹ مکان به عنوان مناسب‌ترین مکان‌ها پیشنهاد شد. در نهایت، مکان‌های دفن زباله انتخاب شده بر اساس ارزیابی اثرات زیست‌محیطی (ماتریس لئوپولد) و مطالعات اقتصادی بررسی شدند. پژوهش این محققین بیانگر آن است که به ترتیب مناطق معصوم‌آباد، خیرآباد، میامی و یونسی بهترین مکان‌های قانونی جهت دفن زباله در استان خراسان رضوی هستند.

سنر و همکاران (Sener et al., 2010) در پژوهشی حوضه آبریز دریاچه بی سهر در شهر کونیای ترکیه را از نظر مناسب بودن برای دفن زباله‌های شهری مورد بررسی قرار دادند. به این منظور، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) با سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ترکیب شد تا معیارهای مختلف مانند زمین‌شناسی، هیدرولوژی، کاربری اراضی، شیب، ارتفاع، جهت و فاصله از شهرک‌ها، آب‌های سطحی، جاده‌ها و مناطق حفاظت شده (اکولوژیکی، علمی و یا تاریخی) ارزیابی شوند. هر معیار توسط AHP بررسی شد و نقشه خروجی آن‌ها توسط GIS تهیه گردید. اطلاعات در چهار گروه از نظر مناسب بودن در منطقه مورد مطالعه طبقه‌بندی شدند. به عنوان مثال مناطق بسیار مناسب، نسبتاً مناسب، نامناسب و بسیار نامناسب که به ترتیب ۳/۲۴، ۷/۵۵، ۱۲/۷۰، ۲/۸۱ درصد را در منطقه مورد مطالعه به خود اختصاص دادند. علاوه بر این، ۷۳/۷۰ درصد منطقه به عنوان مکان‌های کاملاً نامناسب برای دفن پسماند معرفی شدند. در کل، دو منطقه مناسب جهت دفن مواد زائد پیشنهاد شد و مورد بحث و بررسی قرار گرفت.

چیت سازان و همکاران (Chitsazan et al., 2013) به منظور مدیریت پسماندهای جامد شهری در شهر رامهرمز، شرق استان خوزستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، ترکیب خطی وزنی (WLC)، (Fuzzy AHP) FAHP و همچنین نرم افزار Expert choice اقدام به انتخاب محل مناسب برای دفن زباله نمودند. در این مطالعه ۱۲ لایه اطلاعاتی ورودی شامل نقشه شیب، کاربری اراضی، خاک، عمق آب زیرزمینی و لایه‌های مربوط به فاصله از مراکز تولید زباله (رامهرمز)، مراکز آلودگی (روستا)، منابع آب‌های سطحی، منابع آب‌های زیرزمینی (چاه، چشمه) و شبکه جاده‌ها به GIS داده شد. معیارهای به کار برده شده شامل ویژگی‌های هیدرولوژی و هیدروژئولوژی، زیست‌محیطی، اقتصادی، خاک و اقلیم است. سپس، روش‌های ذکر شده به لایه‌های نقشه تهیه شده اعمال می‌شوند. نقشه خروجی با توجه به مناسب بودنش برای محل دفن زباله‌های جامد شهری به سه رده نامناسب، نسبتاً مناسب و مناسب تقسیم‌بندی شد.

اسکندری و همکاران (Eskandari et al., 2013) از تلفیق فناوری GIS و شاخص AHP همراه با تحلیل نظر کارشناسان برای انتخاب محل دفن زباله‌های شهری شهر راجمرد در استان فارس استفاده نمودند. در این مطالعه، ابتدا نقشه‌های موضوعی مورد نظر از مناطق مورد مطالعه تهیه گردید تا یک پایگاه داده اطلاعاتی برای مکان‌یابی محل دفن زباله ایجاد شود. سپس، مناطق نامناسب که تحت پوشش سازمان حفاظت محیط زیست ایران بودند، حذف شدند. با توجه به عمق کم آب زیرزمینی و استفاده زیاد از زمین نقشه بولین به دست آمده نمایان‌گر این است که تقریباً ۹۹ درصد از محل‌های دفن زباله منطقه مورد مطالعه نامناسب هستند. در مرحله دوم، ۹ مکان پیشنهاد شده که از مرحله اول به دست آمده بودند با استفاده از روش AHP رتبه‌بندی گردیدند. معیارهای موردنظر توسط نظر کارشناسان مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس، سه عامل بالقوه (آلودگی آب‌های سطحی، کاربری اراضی و جهت وزش باد) که تنوع فضایی بیشتری داشتند، انتخاب گردیدند. رتبه‌بندی توسط سهام داران شهرداری راجمرد انجام پذیرفت. نتایج به دست آمده از روش ارائه

شده توسط بازدید صحرایی از سه گزینه‌ای که بالاترین امتیاز را کسب کرده بودند، به تأیید رسید. این بازدید میدانی نشان داد که تلفیق روش GIS و AHP می‌تواند بهترین روش در صرفه‌جویی وقت و هزینه باشد و همچنین روش منعطفی در جهت کمک به تصمیم‌گیرندگان در حل مشکل مکان‌یابی محل دفن به حساب می‌آید.

احمدی و همکاران (Ahmadi et al., 2014) در پژوهشی مکان محل دفن زباله در شهر آبادان را پیش‌بینی کردند. در این پژوهش از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای انتخاب محل دفن زباله‌های شهر مذکور استفاده شد. شش معیار مهم مانند اکوسیستم‌های آبی، خطرپذیری، مناطق مسکونی، اقتصادی، جغرافیایی و معیارهای اجتماعی به کار گرفته شد. سپس هر معیار توسط روش AHP وزن‌دهی گردید. پس از آن، مناطق نامناسب حذف شدند؛ مناسب بودن مناطق باقی‌مانده با استفاده از ارزش هر معیار در محیط GIS مشخص گردید و سرانجام به صورت نقشه مناسب آماده شد. بر اساس نقشه به دست آمده، محل مناسب دفن زباله‌های جامد در قسمت شمالی منطقه مورد مطالعه تعیین گردید.

فروغیان و اسلامی (Foroughian and Eslami., 2015) برای مکان‌یابی محل دفن زباله در شهرستان شوش از نرم‌افزار GIS و شاخص AHP استفاده کردند. در این پژوهش، چهار مورد از مهم‌ترین معیارها که بیشترین تأثیر را در مکان‌یابی دفن زباله دارند از جمله فاکتورهای مهندسی و عملیاتی، زیست‌محیطی، بیولوژیکی، اقتصادی-اجتماعی و معیارهای فیزیکی شناسایی شدند و ۱۵ لایه اطلاعاتی به کار برده شد. ارزش‌نهایی پارامترها با استفاده از روش مقایسه زوجی محاسبه گردید. پس از الحاق لایه‌های اطلاعاتی در AHP و تجزیه و تحلیل روش فازی در نرم‌افزار ArcGIS، نقشه‌های نهایی برای دفن زباله‌های شهری تهیه شد. طبق نتایج به دست آمده از این مطالعه، بخش غربی شهرستان شوش به عنوان محل مناسب جهت احداث لندفیل پیشنهاد شد.

شاکری (۱۳۹۲)، در پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد خود با عنوان مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری در شهر گرمسار به منظور انتخاب مکان مناسب برای دفن زباله‌های جامد شهری در شهر گرمسار، معیارهای بسیاری از قبیل هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، سنگ‌شناسی، بافت خاک، کاربری اراضی، ژئومورفولوژی، شیب زمین، لرزه‌خیزی، فاصله از گسل، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از مناطق حفاظت شده زیست‌محیطی، جهت باد، فاصله از شبکه راه‌ها و غیره را در نظر گرفته است. در این پژوهش 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 فرآیند تحلیل سلسله-مراتبی (AHP) استفاده شد. با تلفیق نتایج حاصل از سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسله-مراتبی منطقه مورد مطالعه از نظر مستعد بودن برای دفن زباله به چهار گروه پهنه‌بندی شد. از بین مناطق بسیار مناسب با توجه به مساحت مورد نیاز، ۱۱ پهنه برای دفن زباله مناسب تشخیص داده شد و در نهایت از بین این مناطق، دو پهنه انتخاب شد.

پولادوند (۱۳۸۶)، در پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد خود با عنوان مکان‌یابی محل دفن پسماندهای ویژه در استان گلستان به وسیله GIS از معیارهای ضروری در انتخاب محل دفع پسماندهای ویژه از قبیل معیارهای اقلیمی، هیدرولوژیکی، هیدروژئولوژیکی، خاک‌شناسی، اکولوژیکی، اقتصادی-اجتماعی و متفرقه استفاده کرد. با استفاده از این معیارها، ابتدا مناطقی که نباید به عنوان مکان دفع پسماندهای ویژه انتخاب شوند در مرحله حذفی با به کارگیری یک بافر مناسب حذف شدند. سپس مناطق باقی‌مانده از مرحله اول با توجه به ویژگی‌هایی که دارند امتیازدهی شدند. در مرحله آخر، مناطق باقی‌مانده از مراحل حذفی و امتیازدهی با توجه به امتیاز کل، درجه گردی، مساحت و فاصله از مراکز تولید پسماندهای ویژه مورد ارزیابی قرار گرفته و در نهایت مناسب‌ترین گزینه‌ها انتخاب شدند. مناسب‌ترین گزینه‌ها برای دفع پسماندهای ویژه در استان گلستان در حوضه اترک مرکزی که در شمال استان واقع شده است، قرار گرفته‌اند.

سروری (۱۳۹۵)، در پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد خود به منظور ارزیابی وضعیت کنونی مدیریت پسماند و مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهرستان کنگاور از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده کرده است. در راستای رسیدن به این هدف عوامل و معیارهای مختلف از قبیل لیتولوژی، بافت خاک، فرسایش‌پذیری خاک، هیدرولوژی و هیدروژئولوژی، فاصله از مناطق شهری، فاصله از جاده، میزان بارش، جهت باد غالب، لرزه‌خیزی، فاصله از گسل، توپوگرافی، شیب و کاربری اراضی مورد بررسی قرار گرفت. تمام لایه‌های اطلاعاتی معیارها با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS تهیه و رده‌بندی شد. سپس برای وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی معیارها با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده گردید. با ترکیب نتایج حاصل از تحلیل سلسله‌مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، منطقه مورد مطالعه از نظر مستعد بودن برای دفن پسماند به چهار گروه پهنه‌بندی شد. از بین مناطق، ۱۵ پهنه برای دفن پسماند مناسب تشخیص داده شد. با در نظر گرفتن برخی از پارامترهای اصلی زمین‌شناسی، زیست‌محیطی و اقتصادی-اجتماعی و بازدید صحرایی، پهنه‌های منتخب مورد ارزیابی قرار گرفتند. از بین این مناطق سه پهنه انتخاب شد.

فصل سوم

ویژگی های مرزقه مورد مطالعه

۱-۳- مقدمه

در این فصل به ویژگی‌های اجتماعی، اقتصادی، اقلیمی، پوشش گیاهی، زمین‌شناسی، هیدرولوژی و وضعیت فعلی پسماندهای منطقه مورد مطالعه به تفصیل اشاره می‌شود.

۲-۳- ویژگی‌های اجتماعی-فرهنگی شهرستان چناران

۱-۲-۳- میزان و نرخ رشد جمعیت

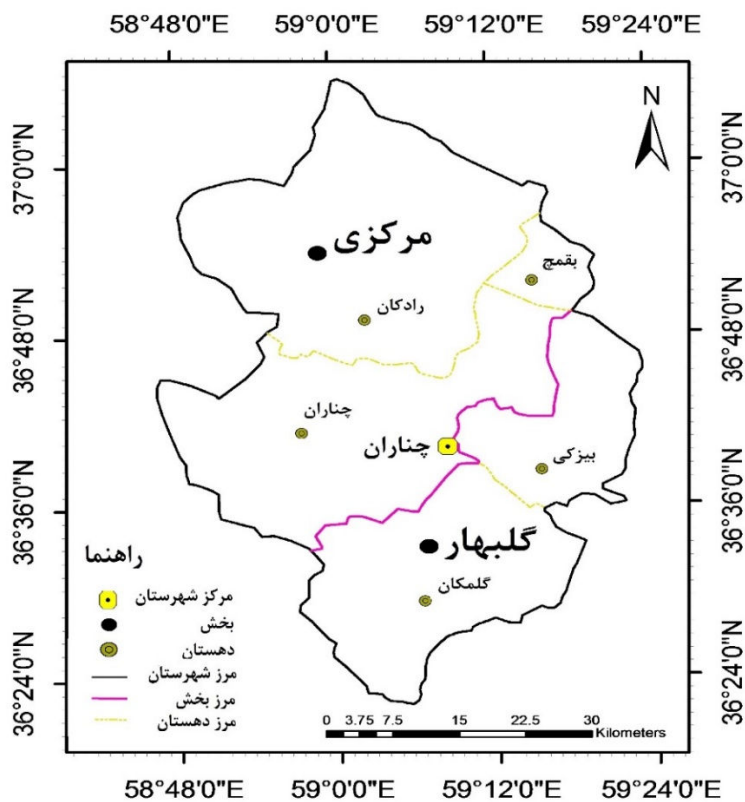
طبق تقسیمات کشوری، شهرستان چناران از دو بخش مرکزی و گلبهار تشکیل شده است. مناطق روستایی این شهرستان شامل دهستان‌های چناران، رادکان، بقمچ، بیزکی و گلمکان هستند (جدول ۱-۳). موقعیت این مناطق در شکل (۱-۳) آورده شده است. سرشماری دوره ده ساله (۱۳۷۵-۱۳۸۵) در مناطق شهری نشان‌دهنده افزایش جمعیت در این منطقه است، به نحوی که متوسط نرخ رشد سالانه جمعیت در مناطق شهری در این دوره حدود ۲/۷ درصد برآورد شده است (سالنامه آماری استان خراسان رضوی، ۱۳۸۵-۱۳۷۵). از بین نواحی شهری موجود، رشد شهرنشینی در شهر گلمکان افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان می‌دهد، به طوری که نرخ رشد سالانه جمعیت در این شهر طی ده سال به ۴/۳ درصد رسیده است (سالنامه آماری استان خراسان رضوی، ۱۳۸۵-۱۳۵۵). رابطه (۱-۳) نشان‌دهنده میزان نرخ رشد جمعیت (r) در فواصل بین دو سرشماری مورد نظر بر حسب درصد است. علامت‌های (P_t) جمعیت در سرشماری اول، ($P_t + n$) جمعیت در سرشماری دوم، (n) تفاوت بین دو بازه سرشماری را نشان می‌دهند. تغییرات جمعیت شهری شهرستان چناران در جدول (۲-۳) نشان داده شده است. در شکل (۱-۳) موقعیت مرکز، بخش‌ها و دهستان‌های شهرستان چناران مشخص شده‌اند.

$$r = \sqrt[n]{\frac{P_t+n}{P_t}} - 1 \times 100$$

رابطه ۱-۳

جدول ۳-۱. تقسیمات کشوری در محدوده شهرستان چناران (معاونت برنامه‌ریزی استانداری خراسان رضوی، ۱۳۸۶)

شهرستان	بخش	شهر	دهستان
چناران	مرکزی	چناران	چناران
			رادکان
			بقمچ
	گلبهار	—	بیزکی
			گلمکان



شکل ۳-۱. موقعیت مرکز، بخش‌ها و دهستان‌های شهرستان چناران.

جدول ۳-۲. تغییرات جمعیتی نقاط شهری در شهرستان چناران در بین سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۹۰ (سالنامه آماری استان خراسان رضوی، ۱۳۹۰).

نقاط شهری شهرستان چناران	جمعیت در آبان سال ۱۳۸۵ (نفر)	جمعیت در آبان سال ۱۳۹۰ (نفر)
بخش مرکزی	۴۲۰۰۴	۴۸۵۶۷
بخش گل‌مکان	۶۴۵۷	۹۵۳۴

۳-۲-۲- ویژگی‌های اقتصادی

در شهرستان چناران، به علت وجود رودخانه‌های کشف‌رود، اخلمد، فریزی، جمعاب، گل‌مکان و همچنین زمین‌های حاصلخیز و شرایط آب و هوایی مناسب، کشاورزی گسترش زیادی دارد. آب کشاورزی از رودخانه-ها، چاه‌ها و قنوات تأمین می‌شود و مهم‌ترین فرآورده‌های کشاورزی این منطقه شامل چغندر قند، گندم، جو و تره‌بار است. همچنین با توجه به قرار داشتن بین دو رشته کوه بینالود و هزارمسجد و وجود آب و هوای کوهستانی در این شهرستان، باغ‌های میوه فراوانی در این منطقه وجود دارد به طوری که منطقه چناران، بزرگترین قطب تولید میوه مناطق سردسیری استان خراسان رضوی محسوب می‌شود. محصولات از قبیل سیب، گلابی و گیلاس از باغ‌های این شهرستان برداشت می‌شوند. در جدول (۳-۳) مساحت شهرستان چناران بر اساس کاربری اراضی ارائه شده است.

جدول ۳-۳. مساحت شهرستان بر اساس وضعیت اراضی بر حسب هکتار (اداره منابع طبیعی شهرستان چناران، ۱۳۸۶).

نام شهرستان	اراضی کشاورزی	جنگل	مرتع	پدیده‌های بیابانی فاقد پوشش گیاهی
چناران	۸۴۵۶۴	۷۶۴۷	۱۷۷۷۸۴	۶۵۲

۳-۳- ویژگی های اقلیمی

به طور کلی شهرستان چناران در ناحیه معتدل و سرد کوهستانی قرار گرفته است (سازمان هواشناسی استان خراسان رضوی، ۱۳۹۶). پارامترهای هواشناسی که در این بخش مورد بررسی قرار می گیرند شامل دمای هوا، بارندگی، تبخیر و تعرق، رطوبت هوا و جریان باد است. برای بررسی پارامترهای ذکر شده از داده های ایستگاه سینوپتیک هواشناسی گلکان استفاده شده است.

۳-۳-۱- دمای هوا

میانگین سالانه دما مهم ترین پارامتر اقلیمی است که مستقیماً اندازه گیری نمی شود بلکه براساس میانگینی از حداقل و حداکثر دمای سالانه محاسبه می گردد. درجه حرارت سالانه در چناران ۱۷/۰۵ درجه سانتی گراد است. گرم ترین ماه سال، تیر ماه با متوسط ۲۵/۴ درجه سانتی گراد و سردترین ماه سال، بهمن ماه با متوسط ۱/۹ درجه سانتی گراد است (سازمان هواشناسی خراسان رضوی، ۱۳۹۶). در جدول (۳-۴) حداکثر، حداقل و میانگین ماهانه دمای هوا در ایستگاه سینوپتیک گلکان در سال ۱۳۹۵ آورده شده است (سازمان هواشناسی خراسان رضوی، ۱۳۹۶).

جدول ۳-۴. میانگین ماهانه دما در ایستگاه گلکان بر حسب درجه سانتی گراد (سازمان هواشناسی خراسان رضوی،

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
حداقل مطلق دما	۶/۲	۱۲/۰	۱۵/۰	۱۷/۸	۱۶/۱	۱۳/۵	۷/۳	۲/۳	-۲/۷	-۲/۹	-۲/۹	-۱/۰
حداکثر مطلق دما	۱۷/۵	۲۵/۷	۳۰/۵	۳۳/۱	۳۲/۵	۳۰/۶	۲۳/۵	۱۷/۶	۹/۳	۹/۵	۵/۰	۱۱/۹
میانگین	۱۱/۸	۱۱/۸	۲۲/۷	۲۵/۴	۲۴/۳	۲۲/۰	۱۵/۴	۹/۹	۳/۳	۳/۳	۱/۹	۵/۴

(۱۳۹۶).

۳-۳-۲- بارندگی

گویاترین مشخصه بارندگی در هر منطقه، بارندگی سالانه است که معرفی برای حجم کلی ریزش‌های جوی در یک منطقه است. میانگین بارندگی سالانه در شهرستان چناران ۲۱۲/۷۴ میلی‌متر است که این مقدار به طور قابل توجهی از میزان بارندگی سالانه کشور کمتر است (سالنامه آماری استان خراسان رضوی، ۱۳۸۶). به طور کلی بارندگی در منطقه چناران با شروع فصل پاییز آغاز می‌شود و تا فصل بهار ادامه می‌یابد. از اردیبهشت به بعد، میزان بارندگی‌ها کاهش یافته و در تیر و مرداد به حداقل خود می‌رسد. بیشترین بارش ماهانه به ترتیب در ماه‌های فروردین و اردیبهشت به میزان متوسط ۴۳/۶۱ و ۳۷/۷۳ میلی‌متر و کمترین بارندگی نیز در ماه‌های تیر و مرداد به میزان متوسط ۱/۱۸ و ۱/۳۴ میلی‌متر رخ می‌دهد (اداره هواشناسی خراسان رضوی، ۱۳۹۶). در جدول (۳-۵) میانگین بارندگی ماهانه ایستگاه سینوپتیک گلکمان در طول سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۹۵ آورده شده است.

جدول ۳-۵. میانگین بارندگی ماهانه ایستگاه گلکمان برای سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۹۵ بر حسب میلی‌متر (سازمان هواشناسی خراسان رضوی، ۱۳۹۶).

سالانه	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	ماه
۲۰۷/۴۵	۳۳/۹	۳۰/۷	۱۱/۰	۱۶/۸	۱۲/۸	۶/۷	۱/۴	۱/۳	۱/۱	۱۵/۰	۳۷/۷	۴۳/۶	بارندگی

۳-۳-۳- تبخیر و تعرق

میزان پتانسیل تبخیر و تعرق سالانه در طول سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۹۵ در منطقه چناران ۲۰۷/۴۵ میلی‌متر است که حداکثر آن در مرداد ماه برابر ۳۹۶/۸ میلی‌متر و حداقل آن در ماه‌های دی و بهمن به میزان حدود ۰ میلی‌متر می‌باشد (اداره هواشناسی خراسان رضوی، ۱۳۹۶). در جدول (۳-۶) میانگین پتانسیل تبخیر و

تعرق ماهانه ایستگاه سینوپتیک گلکان شهرستان چناران در طول سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۹۵ آورده شده است.

جدول ۳-۶. میانگین پتانسیل تبخیر و تعرق ماهانه در ایستگاه گلکان برای سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۹۵ بر حسب میلی‌متر (سازمان هواشناسی خراسان رضوی، ۱۳۹۶).

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالانه
تبخیر و تعرق	۱۵۲/۳	۲۲۵/۳	۳۳۳/۴	۴۰۱/۵	۳۹۶/۸	۳۰۶/۳	۱۹۹/۵	۵۲/۴	۱/۳	۰/۰	۰/۰	۳/۲	۲۰۷/۴

۳-۳-۴- رطوبت نسبی هوا

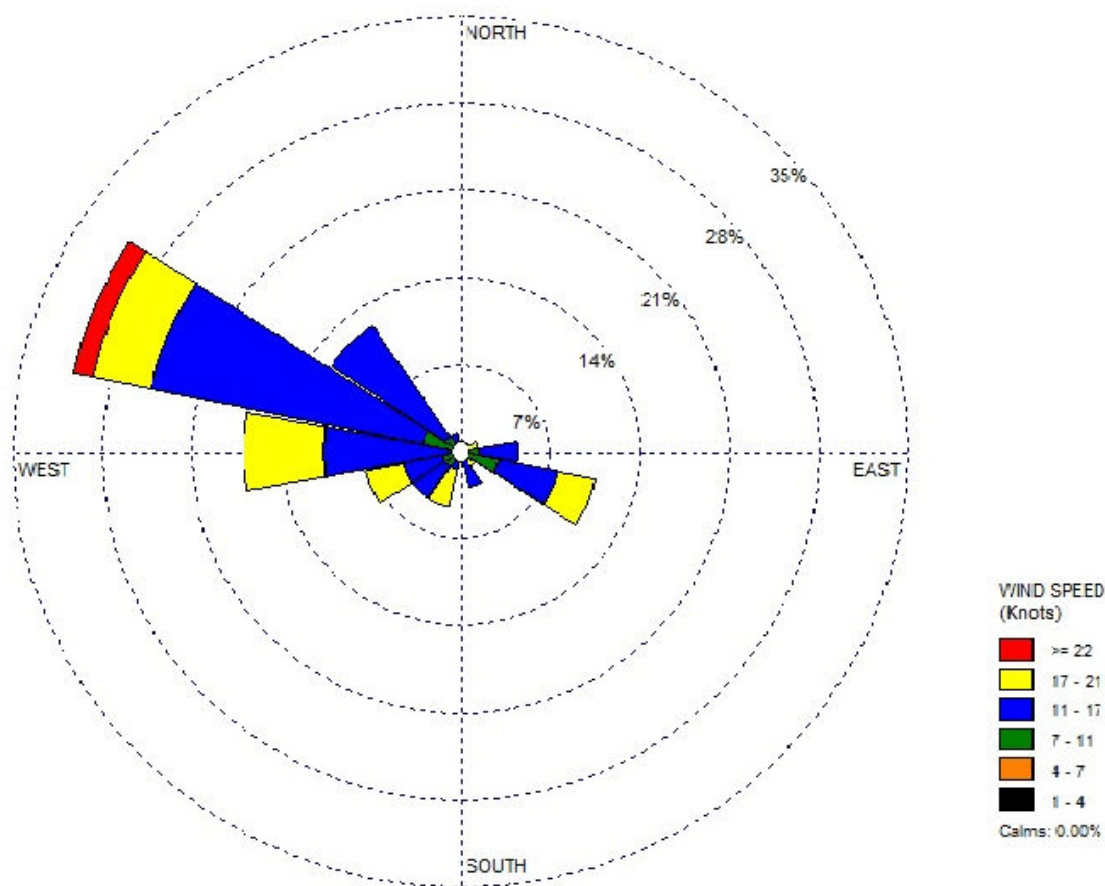
میانگین سالانه رطوبت نسبی هوا در منطقه چناران ۵۷/۷۵ درصد است. حداکثر رطوبت مربوط به تیر ماه (حدوداً ۳۲ درصد) و حداقل رطوبت نیز مربوط به دی ماه (حدوداً ۸۱ درصد) برآورد شده است (سازمان هواشناسی خراسان رضوی، ۱۳۹۶). در جدول (۳-۷) متوسط رطوبت نسبی هوا در ایستگاه سینوپتیک گلکان در سال ۱۳۸۶ آورده شده است.

جدول ۳-۷. میانگین سالانه رطوبت نسبی در ایستگاه گلکان در سال ۱۳۸۶ بر حسب درصد (سازمان هواشناسی خراسان رضوی، ۱۳۹۶).

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالانه
رطوبت نسبی	۸۰	۵۶	۴۴	۳۷	۳۲	۳۵	۴۹	۵۴	۷۸	۸۱	۸۰	۶۷	۵۷/۷۵

۳-۳-۵- باد

گلباد منطقه با استفاده از داده‌های ده ساله (۱۳۸۶-۱۳۹۵) ایستگاه سینوپتیک گلمکان، به کمک نرم‌افزار WRPLOT View رسم گردید (شکل ۲-۳). بررسی جهت و سرعت باد نشان می‌دهد که جهت باد غالب شهرستان چناران، شمال غرب-جنوب شرقی است. پس از آن باد شرقی-غربی بیشترین فراوانی را دارد. با محاسبه درصد فراوانی وقوع سرعت باد، مشاهده می‌شود که بیشترین بادهای چناران با سرعت ۱۷-۱۱ نات (هر نات معادل ۱/۸۵۲ کیلومتر بر ساعت است) می‌وزند. پس از آن، بادهایی با سرعت ۲۱-۱۷ نات بیشترین فراوانی را دارند (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳. گلباد منطقه مورد مطالعه بر حسب نات.

۳-۴- پوشش گیاهی

پوشش گیاهی شهرستان چناران را می توان به سه دسته تقسیم کرد:

الف) پوشش گیاهی مناطق مرتفع: این ناحیه در ارتفاع ۲۵۰۰ متر به بالا قرار دارد. عمده ترین گونه های گیاهی در این ناحیه عبارتند از پرچین و چریک که تنها از نظر پوشش در مرتع و جلوگیری از فرسایش خاک حائز اهمیت هستند.

ب) پوشش گیاهی آبراهه ها: در این منطقه گونه های گز و پیروسیکا به وفور یافت می شوند.

ج) پوشش گیاهی در ارتفاعات کم: محدوده این بخش حد فاصل منطقه گیاهان مرتفع و زمین های کشاورزی است و شامل انواع گیاهان علفی نظیر جارو، خارشتر، خاکشیر و ... است.

۳-۵- ریخت شناسی

به طور کلی واحدهای ریخت شناسی منطقه عبارتند از کوهستان، تپه ماهور و دشت (پورلطیفی و نادری، ۱۳۷۸). واحد کوهستان شامل دره های مستقیم، دره های مئاندری، حرکت های دامنه ای به شکل های لغزش، رخنمون سنگی، شیاری، واریزه های دامنه ای و شکل های گوناگون کارست شامل کارن، چاله های بسته، پولیه، آون و دره های کارستی است. واحد تپه ماهور که از نظر ارتفاع پایین تر از ناحیه کوهستانی قرار گرفته است دربرگیرنده واحدهای ریخت شناسی چون شکل های کارستی، رخنمون سنگی ناحیه ای و فرسایش هزار دره (بدلندی) است. واحد دشت که از دشت های دامنه ای، میان کوهی و دشت های وسیع، هموار و آبرفتی با شیب ۱٪ تا ۱۵٪ پدید آمده است شامل واحدهایی از دامنه منظم، هزار دره، دشت فرسایشی، دشت سرلخت، دشت سرپوشیده، دشت های سیلابی و مخروط افکنه است (گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چناران). فرسایش آبراهه ای، شیاری، هزار دره، هدکت و گالی از مهم ترین آثار فرسایش های آبی در منطقه است.

ضمن این که آثار فرسایش بادی در بخش‌هایی از رخساره‌های ماسه‌سنگی نیز دیده می‌شود (گزارش نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ مشهد).

۳-۶- زمین‌شناسی

محدوده مورد مطالعه از لحاظ زمین‌شناختی در حد فاصل پهنه‌های ساختاری کپه‌داغ و بینالود قرار گرفته است؛ به طوری که بخش شمالی آن مربوط به پهنه کپه‌داغ و بخش جنوبی آن مربوط به پهنه بینالود است.

- **پهنه کپه‌داغ:** سن مجموعه رسوبی کپه‌داغ مربوط به پیش از ژوراسیک است. تحلیل رسوب‌شناختی سنگ نهشته‌های این پهنه نشان می‌دهد که این نهشته‌ها در حوضه‌هایی کم‌عمق و تا اندازه‌ای محدود بر جای مانده‌اند (گزارش نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چناران).

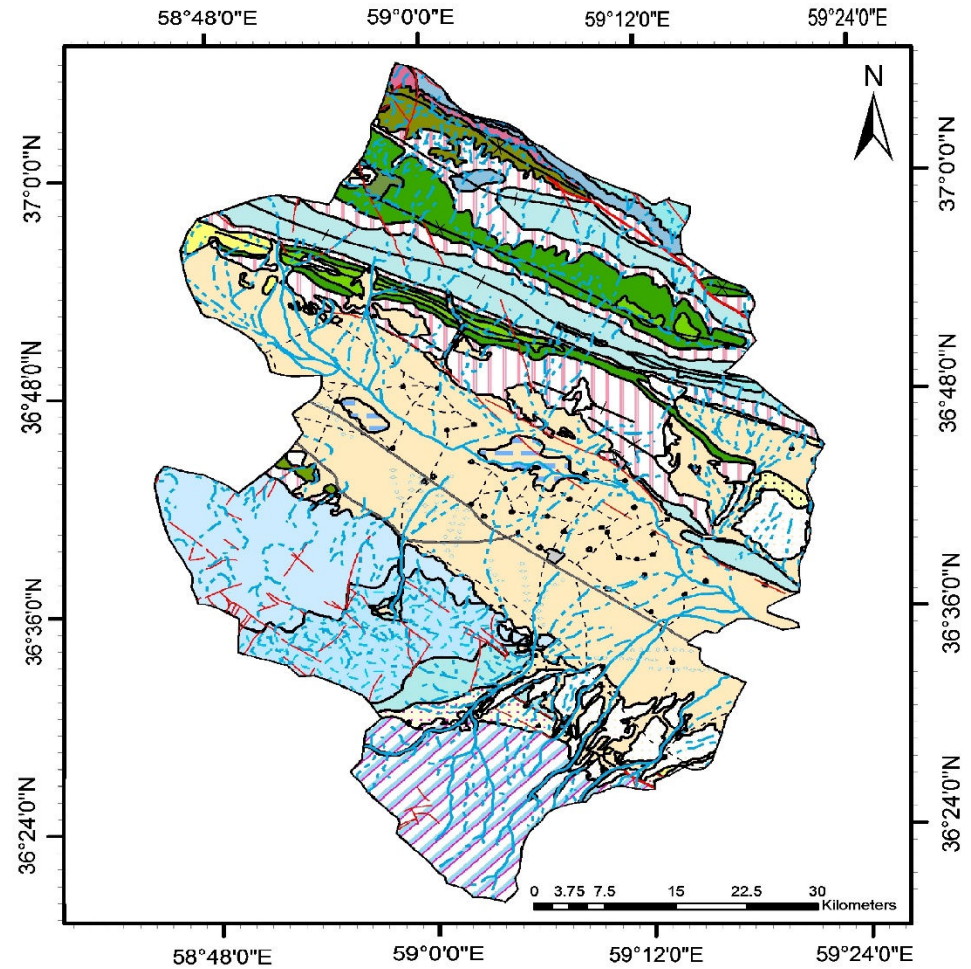
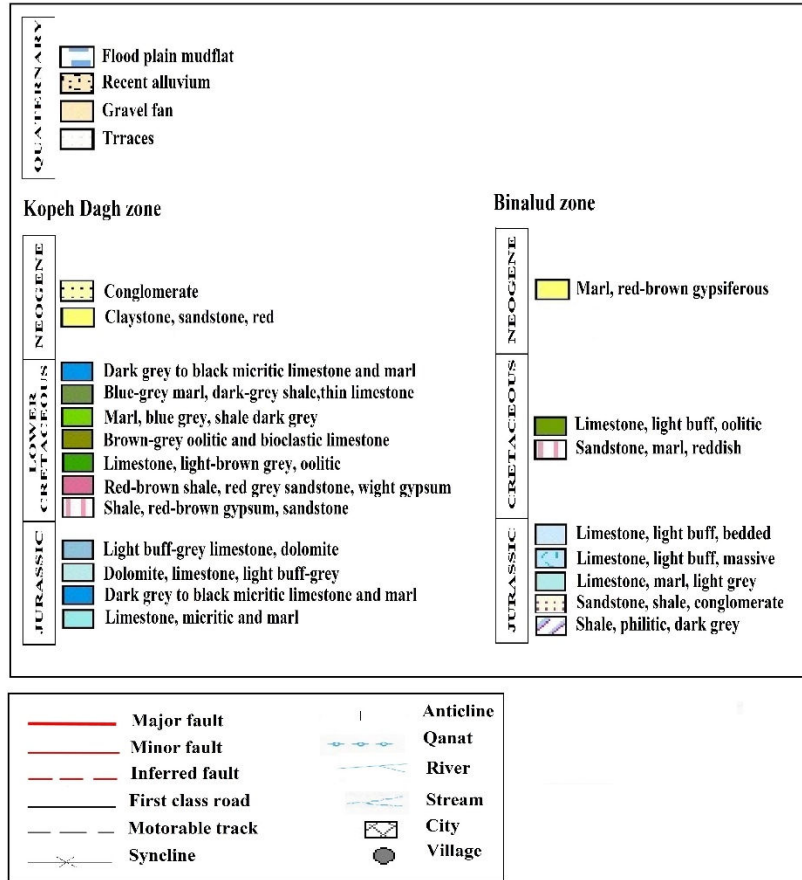
- **پهنه بینالود:** این پهنه بخشی از ارتفاعات البرز به حساب می‌آید و واحدهای سنگی با سن پالئوزوئیک -سنوزوئیک و سنوزوئیک را در بر می‌گیرد. این پهنه نسبت به کپه‌داغ ساختمان تکتونیکی پیچیده‌تری دارد. بیشتر گسل‌ها در ورقه چناران از نوع امتداد لغز و یا از نوع معکوس هستند و در نقاطی گسل‌های راندگی نیز دیده می‌شود (گزارش نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چناران).

تکامل زمین‌شناسی: در طول دوران پالئوزوئیک، شمال خاوری ایران بخشی از پالئوتتیس بوده است که در زمان پرمین بر اثر کوهزایی سیمرین، قطعه لیتوسفری ایران به زیر ورقه توران فروانش داشته و سرانجام در تریاس میانی با یکدیگر برخورد کردند و نهشته‌های تریاس به جا ماندند. در فاصله زمانی بازوسین تا کیمریجین در این حوضه، چندین دوره پیشروی-پسروی دریا به وقوع پیوسته است که در بعضی مارن‌ها و شیل‌ها که نشانه‌های محیط ژرف دریایی و در بعضی دیگر نهشته‌های قاره‌ای به چشم می‌خورند. در محدوده ورقه چناران، سنگ‌های قدیمی‌تر از ژوراسیک برونزد ندارند که در آغاز کرتاسه سازند شوربجه در یک محیط

قاره‌ای (رودخانه‌ای) و در نئوکومین-آپسین سازند تیرگان در یک محیط کم عمق و پر انرژی ته نشست داشته است. پهنه بینالود در بازوسین (واحد‌های سنگی کنگلومرا و مارن‌های تیره رنگ ذغال‌دار) در یک محیط آرام مردابی بر روی بقایای پوسته اقیانوسی (فیلیت مشهد) نهشته شده است. در دوگر بالای هم‌زمان با پیشروی دریا و ژرف شدن حوضه، سازند دلیچای نهشته شده است. در کیمریجین-آکسفوردین هم‌زمان با پسروی دریا، سازند لار نهشته شده است. در روند سنوزوئیک به ویژه در پلیستوسن-کواترنری، کنگلومرای ناپیوسته، نهشته‌ها و پادگانه‌های آبرفتی و تراس‌های آبرفتی قدیمی و جوان نهشته شده‌اند. هم‌زمان با تغییرات زمین‌ریخت‌شناسی در کواترنر، نهشته‌های آبرفتی-بادی نیز گسترش فراوانی یافته‌اند (گزارش نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰:۱ چناران). شکل (۳-۳) موقعیت شهرستان چناران را در نقشه پهنه‌های ساختاری ایران نشان می‌دهد. نقشه زمین‌شناسی شهرستان چناران نیز در شکل (۴-۳) نشان داده شده است.



شکل ۳-۳. موقعیت شهرستان چناران (علامت مربع) در پهنه‌های ساختاری ایران (اشتوکلین، ۱۹۶۸).



شکل ۳-۴. نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه (برگرفته از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی درگز و نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی مشهد).

۳-۶-۱- چینه‌شناسی

به منظور تهیه نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه و بررسی واحدهای سنگ‌شناسی، از نقشه‌های زمین-شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چناران، ۱:۲۵۰۰۰۰ درگز و ۱:۲۵۰۰۰۰ مشهد استفاده شد. با توجه به اهمیت واحدهای سنگ‌شناسی در انتخاب محل دفن زباله، در این بخش به توالی چینه‌شناسی محدوده مورد مطالعه از قدیم به جدید اشاره می‌شود.

۳-۶-۱-۱- واحدهای سنگی مزوزوئیک (ژوراسیک - کرتاسه)

الف) پهنه کپه‌داغ

سازند مزدوران (Jmz): سازند مزدوران به دو عضو جداگانه تقسیم می‌شود:

عضو یک مزدوران (Jmz₁): این عضو شامل سنگ آهک‌های میکرایتی تا اسپاری و در بخش‌هایی اینتراکلاستی است، رنگ آن‌ها نخودی تا خاکستری است و دارای طبقه‌بندی توده‌ای تا ضخیم لایه هستند. این واحد به صورت تدریجی و هم‌شیب بر روی سازند چمن‌بید قرار می‌گیرد (گزارش نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ مشهد).

سازند چمن‌بید (Jch): سازند چمن‌بید در شرق کپه‌داغ در قاعده مزدوران گسترده‌تری دارد و گسترش آن از شرق کپه‌داغ به غرب تا میادین خانگیران و گنبدلی کاسته و در این جهت با سازند مزدوران جایگزین می‌شود. سازند چمن‌بید از سنگ آهک ریزبلور پیریت‌دار به رنگ خاکستری تیره تا سیاه نازک لایه با میان لایه‌های شیل تیره رنگ تشکیل شده است.

عضو دو مزدوران (Jmz₂): این واحد به ترتیب (از قدیم به جدید) شامل تناوبی از مارن و سنگ آهک و سنگ آهک فسیل‌دار لایه متوسط و مارن خاکستری، سنگ ماسه قهوه‌ای روشن تا قرمز با میان‌لایه‌های

سنگ آهک آلیتی، مارن خاکستری و سنگ ماسه قهوه‌ای روشن و در نهایت آهک ماسه‌ای با رنگ قهوه‌ای روشن است. عضو فوق با یک ناپیوستگی به سازند شورجه تبدیل می‌شود. فسیل‌های به دست آمده از این واحد سن اواخر ژوراسیک (مالم) تا اوایل کرتاسه زیرین (اوایل نئوکرمین) را برای آن نشان می‌دهد.

سازند شورجه (K_{sh}): این سازند شامل ماسه‌سنگ‌های قرمز و زرد رنگ، کنگلومرای دانه‌ریز و میان‌لایه‌های مارن خاکستری است. این مجموعه ضخامتی حدود ۱۵۰ متر دارد. کنتاکت فوقانی در این ناحیه با رسوبات نئوژن به صورت دگرشیب و کنتاکت تحتانی آن با رسوبات عضو دو مزدوران به صورت ناپیوستگی می‌باشد.

سازند تیرگان (K_t): این سازند از سنگ آهک‌های آلیتی بیوکستی و اینتراکستی قهوه‌ای روشن تا خاکستری به همراه لایه‌های جزئی آهک‌های مارنی، شیل و شیل آهکی تشکیل شده است. تقریباً در همه برونزدهای این واحد سنگی، در گستره مورد مطالعه، لایه‌هایی از آهک‌های آریبتولین‌دار وجود دارد. در مقطع رادکان- بارو، این سازند ۴۱۲ متر ستبراً دارد و از پنج بخش گوناگون تشکیل شده است. با توجه به وجود رخساره آلیتی فراوان و سیمان آهک اسپاری در سنگ کریناته این سازند و همچنین وجود فسیل‌های آریبتولین، محیط رسوبگذاری این سازند احتمالاً محیط کم ژرف و پرانرژی دریایی بوده است.

سازند سرچشمه (k_{sr}): این سازند در محدوده چناران از دو بخش گوناگون به وجود آمده است. بخش زیرین این سازند از مارن سبز تا خاکستری روشن تشکیل شده است که در سطح فرسایش یافته به رنگ خاکستری روشن مایل به سبز دیده می‌شود. بخش فوقانی این سازند از تناوب لایه‌های شیل و شیل آهکی نازک لایه به رنگ خاکستری تیره تا خاکستری مایل به آبی تشکیل شده است. مرز زیرین این سازند با سازند تیرگان نیز به صورت هم‌ساز است. ستبرای این سازند حدود ۳۰۰ متر است که در هسته ناودیس‌های قرق- میربجگتن در نواحی شمالی ورقه رخنمون دارد (نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چناران).

سازند سنگانه (K_{sn}): سازند سنگانه به طور یکنواخت از شیل‌های خاکستری تیره مایل به سبز تا کاملاً تیره رنگ فرسایش یافته تشکیل شده است و در بخش قاعده‌ای آن نیز به طور فرعی لایه‌های ماسه‌سنگی وجود دارد.

ب) پهنه بینالود

فیلیت‌های مشهد (RJ^m): مجموعه فوق شامل اسلیت، فیلیت و گریوک‌هایی با درجه دگرگونی ضعیف با رنگ خاکستری تا سیاه است. این مجموعه در جنوب‌غربی شهر مشهد و در کوه‌های بینالود برونزد دارد.

عضو کنگلومرانی ژوراسیک (J^c): این عضو کنگلومرای قاعده‌ای دارای زمینه‌ای از جنس رس و خرده-سنگ‌هایی از جنس گرانیتوئید، سنگ‌های آلترامافیک، ماسه سنگ، فیلیت و به مقدار کم آهک است. این واحد به طور تدریجی به تناوبی از شیل ماسه‌سنگ ($J^{sh.s}$) تبدیل می‌شود. واحد فوق در بخش غربی منطقه مورد مطالعه رخنمون دارد.

سازند دلیچای (J_d): این واحد از مارن‌های سبز خاکستری، آهک مارنی و ماسه‌ای با لایه‌بندی منظم و مقدار اندک ماسه‌سنگ‌های پکستون پلوئید و بیوکلستی تشکیل شده است. مرز زیرین این واحد با ماسه-سنگ و کنگلومرای ژوراسیک و مرز زیرین آن با سازند لار به گونه تدریجی و هم‌شیب است. ستبرای این واحد سنگی در روستای خیج حدود ۳۰۰ متر است. رخساره‌های موجود در این واحد سنگی، نشان دهنده ژرف شدن دریای ژوراسیک در زمان دوگر بالایی در این منطقه است. این واحد سنگی از نظر جنس و سن هم‌ارز سازند چمن بید در حوضه رسوبی کپه‌داغ است.

سازند لار (J_l): این سازند باتوجه به جنس برونزدهای سنگی به دو بخش جداگانه J_l^1 و J_l^2 قابل تفکیک است که تنها واحد J_l^1 در این زون رخنمون پیدا کرده است.

واحد J₁: این عضو از سنگ آهک کرم نخودی رنگ با لایه‌بندی ستبر و میان‌لایه‌هایی از مارن‌های خاکستری و سبز و ماسه‌سنگ پدید آمده است که پرتگاه منطقه را می‌سازد. ستبرای این عضو در روستای خیح تقریباً به ۳۰۰ متر می‌رسد.

سازند کشف‌رود (JKs): عضو ماسه‌سنگ مارنی این سازند شامل ماسه‌سنگ قهوه‌ای روشن، کنگلومرای دانه‌ریز و مارن خاکستری است.

سنگ آهک کرتاسه (K_t): بخش‌های تحتانی این واحد شامل سنگ آهک نازک لایه تا متوسط لایه است. بخش‌های میانی آن سنگ آهک نازک لایه زرد رنگی است که به سمت بالا به سنگ آهک ضخیم لایه‌ای با رنگ صورتی تبدیل می‌شود. افق‌های فوقانی آن آهک متوسط لایه تا نازک لایه است. سن این واحد سنگی بر اساس فسیل‌های فراوان آربیتولین، کرتاسه زیرین تعیین شده است که به صورت تدریجی بر روی واحد کنگلومرای کرتاسه قرار گرفته است. این واحد سنگی در جنوب شهر مشهد در شمال روستای امان‌آباد رخنمون دارد.

۳-۶-۱-۲- شرح واحدهای سنگی سنوزوئیک (نئوژن - کواترنری)

واحد PLQ^c: این واحد رسوبی از کنگلومرای خاکستری با سیمان ضعیف پدید آمده است. جورشدگی ذرات ضعیف و جنس قلوها به دلیل تنوع رخنمون‌های سنگی اطراف بسیار متنوع است. میان‌لایه‌هایی از عدسی گچی در برخی نقاط درون این واحد دیده می‌شود.

واحد Q^t: این رسوبات بر فراز برآمدگی‌ها، پوشش کف دشت و در مسیر رودخانه‌ها و سایر نقاط دیده می‌شوند و تقریباً فاقد هرگونه لایه‌بندی هستند. رسوبات مرتبط با بادزن‌های آبرفتی، رسوبات کف دشت‌ها

و پادگانه‌های آبرفتی و رسوبات آبرفتی جدید بخشی از این واحد به حساب می‌آیند (نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ مشهد).

واحد Q^{al}: اجزای تشکیل دهنده این واحد شامل نهشته‌های آبرفتی می‌باشد. بستر رودخانه‌ها در محدوده سرشاخه و مناطق کوهستانی در بیشتر موارد درشت دانه بوده و از گردش‌دگی و جورشدگی متوسط تا ضعیفی برخوردارند بیشترین ستبرای آبرفت عهد حاضر متعلق به رودخانه‌های کشف‌رود و چناران است.

واحد Q^f: این واحد شامل رسوبات دشت رسی است که موجب پیدایش دشت‌های مسطح با خاک حاصلخیز در منطقه شده است.

۳-۶-۲- زمین‌شناسی ساختمانی

عناصر ساختاری کپه‌داغ را چین‌ها و گسل‌هایی با ساختار ساده که بیشتر از نوع امتداد لغز و یا از نوع معکوس هستند، تشکیل می‌دهند. چین‌ها در این منطقه بیشتر به صورت قائم و از نوع پری کلین^۴ هستند که ویژگی مهم این چین‌ها زاویه میان دو یال آن‌ها است به طوری که هرچه به سمت شمال حوضه کپه‌داغ نزدیک می‌شویم، چین‌ها یال‌های بازتری را نمایش می‌دهند. در بخش شمالی کپه‌داغ، طبقات رسوبی به صورت افقی قرار دارند که نشان‌دهنده عدم تأثیرپذیری از حرکت‌های تکتونیکی است (نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چناران).

گسل‌ها در پهنه بینالود به صورت راندگی هستند و در بعضی نقاط، گسل‌هایی امتداد این گسل‌ها را قطع می‌کنند. چین‌های موجود در این واحدهای سنگی بیشتر از نوع خوابیده هستند (نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چناران). مهم‌ترین گسل‌های پهنه‌های کپه‌داغ و بینالود عبارتند از:

⁴ Precline

۳-۶-۲-۱- گسل کشفرود

گسل معکوس کشفرود، گسلی با راستای خم‌دار شمال‌باختری-جنوب‌خاوری است که حدود ۱۲۰ کیلومتر طول دارد. گسل اصلی کشفرود به موازات کوه‌ها کپه‌داغ و کناره شمال دشت مشهد کشیده شده است و به وضوح آبرفت‌های کواترنز دشت را قطع می‌کند. شیب این گسل به سمت شمال‌خاوری است. به دلیل عملکرد این گسل، دولومیت و سنگ آهک سازند مزدوران با سن ژوراسیک و شیل‌های گچ‌دار قرمز و قهوه‌ای و ماسه‌سنگ‌ساز شوربجه با سن کرتاسه زیرین (از سمت شمال‌خاوری) بر روی بادزن‌های رسوبات آبرفتی و پهنه‌های سیلتی کواترنز دشت (در جنوب باختری) رانده شده‌اند. وجود شکل‌های تخت سه گوش در راستای گسل خوردگی، برش در رسوبات جوان آبرفتی و چشمه‌های فراوان و ایجاد دیواره در تمام طول آن، نشانه فعال بودن گسل فشارشی کشفرود است (بربریان و قرشی، ۱۳۶۸).

۳-۶-۲-۲- گسل جنوب مشهد-چناران

گسل جنوب مشهد-چناران به عنوان یکی از گسل‌های دامنه شمال‌شرق رشته‌کوه بینالود در حد فاصل شهرهای مشهد و چناران قرار گرفته است و طی تغییرات زمین‌ساختی در بینالود دوباره فعال شده است و باعث تغییرات زمین‌ریختی در دشت مشهد شده است (نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ مشهد). این گسل دارای طول تقریباً ۱۵۰ کیلومتر می‌باشد که با روند شمال‌غرب-جنوب‌شرق از آبرفت‌ها و مخروط‌افکنه‌های دشت چناران عبور کرده و سپس روی لایه‌بندی‌های سنگ آهک و شیل‌های معادل سازند لار تأثیر گذاشته است و در نهایت، با عبور از رسوبات کواترنری خاتمه می‌یابد. به عبارت دیگر، بیشتر طول این گسل در زیر آبرفت‌های عهد حاضر مدفون شده است اما امتداد آن را می‌توان در سازند لار (مزوزوئیک) در محدوده کوه‌های جمع‌آب پیگیری نمود (ایزدی و همکاران، ۱۳۹۵).

۳-۶-۲-۳- گسل شانديز-سنگ‌بست

گسل مزبور یکی از عمده‌ترین گسل‌های موجود در قسمت شمالی ارتفاعات بینالود است که بقایای پالئوتتیس و مجموعه توربیدیتی همراه آن یا محدوده مفصلی (Suture zone) را از زون بینالود جدا می‌کند. این گسل تراستی بوده و جهت راندگی در آن از شمال و شمال‌شرق به جنوب و جنوب‌غرب است. در محدوده آبادی درخت توت، رسوبات کنگلومرای کرتاسه پایین روی گسل فوق را می‌پوشاند در حالی که در نقاط دیگر این گسل، بقایای پالئوتتیس را روی رسوبات کنگلومرای ژوراسیک می‌راند. بنابراین، سن تشکیل گسل شانديز-سنگ‌بست را می‌توان پس از رسوبگذاری ژوراسیک و قبل از تشکیل رسوبات کنگلومرای کرتاسه در نظر گرفت (نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ گسل‌های فعال و غیرفعال خراسان رضوی).

۳-۷- هیدرولوژی

شهرستان چناران دارای پنج رودخانه دائمی (کشف‌رود، اخمد، فریزی، گلمکان و رادکان) و هفت رودخانه فصلی (آب‌دیوانه، جمع‌آب، پایه و غیره) است. رودخانه‌های شهرستان چناران بیشتر فصلی هستند که در زمان جریان به رود دائمی کشف‌رود می‌پیوندند. شعبه‌ای از کشف‌رود از کوه‌های هزارمسجد و شعبه دیگر آن از کوه‌های بینالود سرچشمه گرفته و از شمال شهر می‌گذرد. کشف‌رود در بهار نسبتاً پر آب است و اطراف مسیر خود را مشروب می‌نماید. این رودخانه از غرب به شرق جریان دارد و در پل خاتون واقع در شهرستان صالح‌آباد از توابع تربت جام وارد هریرود می‌شود و از آن جا به بعد، رودخانه تجن نام گرفته و به سمت ترکمنستان ادامه می‌یابد. طول رودخانه کشف‌رود حدود ۲۹۰ کیلومتر است.

یکی دیگر از رودخانه‌های دائمی منطقه، رودخانه فریزی است. رودخانه فریزی یکی از سرشاخه‌های سمت راست رودخانه بزرگ کشف‌رود بوده و دارای دبی آب پایه و سیلاب‌های بهاری است که در مواقع طغیان‌های

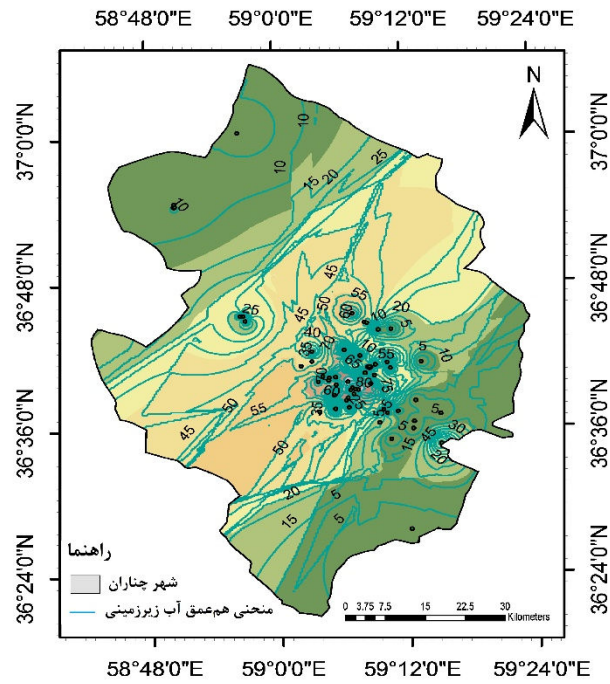
شدید، آب آن به کشف رود منتهی به دشت مشهد وارد می‌شود. مساحت حوضه آبریز رودخانه فریزی ۳۴۱۳۷ هکتار است (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری خراسان رضوی، ۱۳۹۰).

۳-۸- هیدروژئولوژی

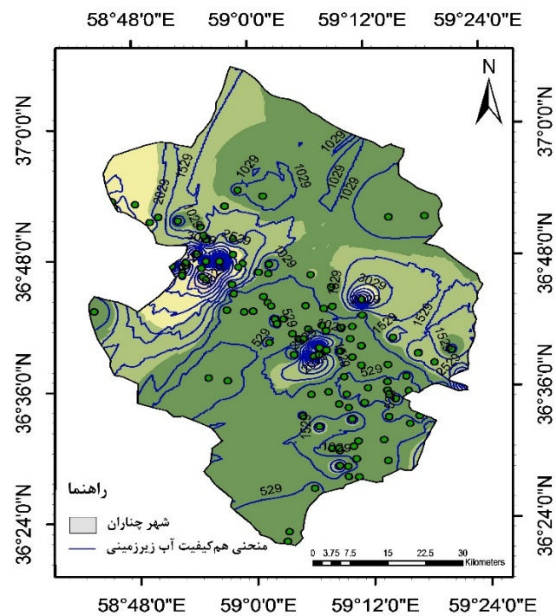
به منظور بررسی عمق سطح آب زیرزمینی و توزیع مکانی آن، نقشه هم‌عمق سطح آب زیرزمینی برای سال ۱۳۸۹ ترسیم شده است (شکل ۳-۵). برای این منظور از عمق سطح آب زیرزمینی در ۴۵ حلقه چاه پیژومتری مربوط به سفره آب زیرزمینی سطحی استفاده شده است.

بر اساس نقشه هم‌عمق سطح آب‌های زیرزمینی ملاحظه می‌گردد که عمق سطح آب به دلیل مصرف بی‌رویه در مرکز شهرستان چناران حداکثر بوده و در نواحی شمالی شهرستان کاهش یافته و به حداقل خود می‌رسد. حداکثر عمق برخورد به آب حدود ۱۰۹ متر بود که در حوالی مرکز شهر می‌باشد و حداقل آن کم‌تر از یک متر می‌باشد که در نواحی شمال شرق واقع شده است. به طور کلی می‌توان گفت که در قسمت عمده دشت چناران سطح ایستابی کم بوده و در قسمت‌های مرکزی به دلیل مصرف بیش از حد از آب‌های زیرزمینی افزایش پیدا کرده است.

در شکل (۳-۶) نقشه هدایت الکتریکی سفره آب زیرزمینی در شهرستان چناران ترسیم شده است. بر اساس این نقشه ملاحظه می‌گردد که حداقل مقدار هدایت الکتریکی در بخش‌های مرکزی دشت حدود ۲۹ میکروموس بر سانتی‌متر و حداکثر آن در قسمت شمال غرب شهرستان حدود ۱۱۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر است. همان‌گونه که از نقشه مذکور ملاحظه می‌شود، بخش اعظم دشت تحت پوشش منحنی بیش‌تر از ۲۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر است که بیانگر کیفیت نامطلوب آب سطحی است که از این نظر، جهت احداث محل لندفیل مناسب محسوب می‌شود.



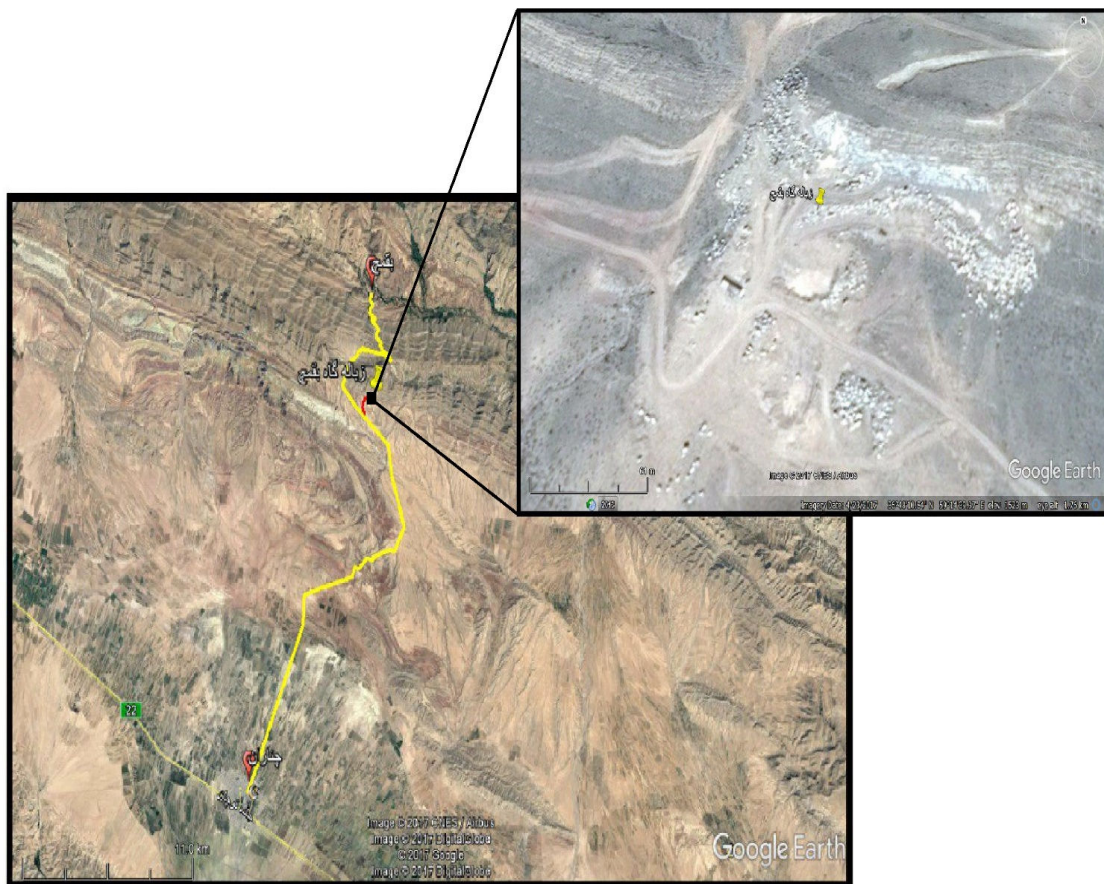
شکل ۳-۵. نقشه منحنی‌های هم‌عمق آب زیرزمینی شهرستان چناران (تهیه شده از داده‌های آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی).



شکل ۳-۶. نقشه منحنی‌های هم‌کیفیت آب زیرزمینی شهرستان چناران (تهیه شده از داده‌های آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی)

۳-۹- وضعیت فعلی پسماندهای جامد شهری در شهرستان چناران

محل کنونی دفن زباله‌های جامد شهری شهرستان چناران با موقعیت ۵۹ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی با وسعت ۴۲ هکتار در مسیر جاده چناران-بقمچ (در ۲۳ کیلومتری شمال شرق شهرستان چناران و ۱ کیلومتری حاشیه جاده بقمچ واقع شده است (شکل ۳-۷). جمع‌آوری زباله از سطح شهر چناران و روستاهای اطراف آن به طور منظم روزانه از ۶ صبح تا ۹ شب توسط مسئولان بخش خدمات شهری شهرداری چناران انجام می‌گیرد. زباله‌ها توسط ۴ دستگاه کامیونت کمپرسی از سطح شهرستان جمع‌آوری و پس از آن به محل دفن انتقال داده می‌شوند و به طور سنتی روی سطح زمین رها می‌شوند. به طور کلی، روزانه حدود ۷۰ تن زباله از سطح شهرستان چناران جمع‌آوری می‌شود که ۷۰ درصد آن را زباله‌های تر و ۳۰ درصد آن را زباله‌های خشک و قابل بازیافت شامل انواع کاغذ، شیشه، بطری، چوب و فلزات تشکیل می‌دهد. لازم به ذکر است که تفکیک زباله توسط افراد متخصص از مبدأ صورت نمی‌گیرد؛ زباله‌های خشک و تر توسط افراد دوره‌گرد در محل تخلیه پسماندها از یکدیگر تفکیک می‌شوند (گزارش شهرداری چناران، ۱۳۹۲). به منظور بی‌خطر نمودن زباله‌های بیمارستانی در این منطقه، یک دستگاه اتوکلاو در بیمارستان شهر چناران نصب و راه‌اندازی شده است که زباله‌های عفونی را استریل و بی‌خطر می‌سازد. محل دفن کنونی فاقد هرگونه حصارکشی است که این امر موجب پراکنده شدن اشیاء سبک مانند کاغذ، پلاستیک و ... می‌شود. همچنین می‌تواند باعث ترغیب ورود سگ‌سانان (که اکثراً ناقل بیماری‌های سالک، هاری و کیست هیئاتیک هستند) به منطقه شوند و شیوع بیماری‌های مذکور در مناطق اطراف را افزایش دهند. سنگلاخی بودن زباله‌گاه بقمچ باعث شده است امکان حفاری ترانشه جهت دفن بهداشتی وجود نداشته باشد. با این وجود، شهرداری ملزم شده است هر هفته زباله‌ها را با یک لایه خاک ریزدانه پوشش دهد؛ در حالی که این عمل به طور منظم و روزانه صورت نمی‌گیرد (مهندسین مشاور آذین آمایش، ۱۳۹۴).



شکل ۳-۷. تصویر ماهواره‌ای از موقعیت کنونی زباله‌گاه بقمچ در شهرستان چناران.

۳-۹- بررسی کمیت پسماندهای جامد شهری در منطقه مورد مطالعه

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 و غفوری، 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.

۳-۹-۱- برآورد جمعیت و میزان زباله تولیدی در طول ۲۵ سال آینده

یکی از موارد بسیار مهم در تعیین مناسب‌ترین مکان جهت دفن زباله، مناسب و کافی بودن آن در بازه زمانی مورد نظر است. در مرحله اول، نرخ رشد جمعیت از آمار سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ محاسبه شد. با توجه به نرخ رشد جمعیت، میزان جمعیت شهرستان چناران در ۲۵ سال آینده از طریق معادله (۲-۳) (بنی‌اسدی، ۱۳۹۲) پیش‌بینی گردید:

$$p_t = p_0 (1 + r)^t \quad \text{رابطه (۲-۳)}$$

$$p_0 = \text{جمعیت در سرشماری اول}$$

$$p_t = \text{جمعیت در سرشماری دوم}$$

$$r = \text{نرخ رشد جمعیت}$$

$$t = \text{تفاوت سال‌ها بین دو سرشماری مورد نظر}$$

با توجه به معادله فوق و اینکه جمعیت در سال ۱۳۹۰ معادل ۱۲۵۶۰۱ نفر و در سال ۱۳۹۵ برابر ۱۵۵۰۱۳ نفر بوده است، جمعیت شهرستان چناران با نرخ رشد ۴/۳ درصد در سال ۱۴۲۰ به حدود ۴۴۴۰۹۴ نفر خواهد رسید. در مرحله بعد، به منظور محاسبه زمین مورد نیاز برای دفن زباله‌های شهری، تعیین سه پارامتر زیر اهمیت پیدا می‌کند:

- متوسط حجم سالانه زباله
- برآورد حجم پسماند تولید شده در ۲۵ سال آینده
- محاسبه سطح محل دفن مورد نیاز

۳-۹-۲- محاسبه حجم زباله و مساحت مورد نیاز برای دفن زباله در طول ۲۵ سال آینده

با توجه به اینکه جمعیت شهرستان چناران در سال ۱۳۹۵ معادل ۱۵۵۰۱۳ نفر است و روزانه به طور متوسط ۷۰ تن زباله در سطح شهرستان تولید می‌شود، میزان سرانه تولید زباله به ازاء هر نفر حدود ۰/۴۵۱ کیلوگرم در روز خواهد شد (شاگری، ۱۳۹۲) (رابطه ۳-۳):

$$\text{رابطه (۳-۳)} \quad ۰/۴۵۱ \text{ Kg.day} = \frac{۷۰ \times ۱۰۰۰ \times ۳۶۵}{۱۵۵۰۱۳} = \text{میزان سرانه تولید زباله به ازاء هر نفر در سال } ۱۳۹۵$$

بنابراین، وزن مجموع پسماند تولید شده در سال ۱۳۹۵ بر حسب کیلوگرم را می‌توان از معادله (۴-۳) تعیین نمود (شاگری، ۱۳۹۲).

رابطه (۴-۳) $۲۵۵۱۷۴۶۵ = ۱۵۵۰۱۳ \times ۰/۴۵۱ \times ۳۶۵ =$ وزن مجموع پسماند تولید شده در سال ۱۳۹۵
به این ترتیب مجموع وزن زباله تولید شده در ۲۵ سال آینده برابر ۷۳۱۰۴۵۳۴ کیلوگرم تعیین گردید.
سپس با توجه به چگالی متوسط زباله فشرده و با استفاده از رابطه (۵-۳) می‌توان متوسط حجم سالانه زباله را مشخص نمود (شاگری، ۱۳۹۲).

$$\text{رابطه (۵-۳)} \quad \text{متوسط حجم سالانه زباله} = \frac{۷۳۱۰۴۵۳۴}{۳۵} = ۲۰۸۸۷۰ \text{ m}^3$$

در نهایت، به منظور محاسبه سطح زمین مورد نیاز برای دفن زباله در ۲۵ سال آینده فرض می‌شود که این حجم زباله باید در لایه‌ای از خاک رس برای پوشش مواد زاید (که ۲۵ درصد حجم کل مواد ورودی به مدفن است) دفن شود و پس از آن حجم مواد پوششی مورد نیاز مدفن محاسبه شد. در نهایت، از تقسیم حجم کل مدفن (حجم مواد پوششی + حجم زباله) بر ارتفاع گودال که ۴ متر در نظر گرفته شده است، مساحت مورد نیاز برای دفن زباله ۶۵۲۷۲ متر مربع (۶/۵ هکتار) خواهد شد. با در نظر گرفتن مساحت مورد نیاز

برای تجهیزات لندفیل، مساحت نهایی ۶۵۲۷۲۰ متر مربع خواهد بود. در جدول (۳-۸) میزان جمعیت، وزن و حجم زباله تولید شده در ۲۵ سال آینده منطقه مورد مطالعه آورده شده است.

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

حجم کل (m^3)	حجم مواد پوششی مورد نیاز (m^3)	مجموع حجم زباله فشرده (m^3)	چگالی زباله فشرده (kg/m^3)	مجموع پسماند تولید شده (kg)	جمعیت (۱۳۹۵-۱۴۲۰)
۲۶۱۰۸۷	۵۲۲۱۷	۲۰۸۸۷۰	۳۵۰	۷۳۱۰۴۵۳۴	۴۴۴۰۹۴

فصل چهارم

فرآیند مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری

۴-۱- مقدمه

در بسیاری از کشورها از بین روش‌های مختلف مدیریت پسماند، احداث لندفیل یکی از مرسوم‌ترین روش‌ها به منظور دفن زباله‌های جامد شهری است (Yesilnacar and Cetin 2005). از قرن بیستم، استفاده از محل‌های دفن زباله، یکی از مقرون به صرفه‌ترین و سازگارترین روش‌های سازگار محیط زیست برای دفع زباله‌های جامد در سراسر جهان محسوب می‌شود (Tohobanoglius et al., 2002). مهم‌ترین گام در احداث لندفیل، انتخاب محل مناسب به منظور دفن زباله است که فرآیندی پیچیده و زمان‌بر است و به ارزیابی عوامل مختلف که در آن ویژگی‌های متعدد در نظر گرفته می‌شود، نیازمند است (Nazari et al., 2010). به طور کلی، هدف از مکان‌یابی محل دفن زباله، دستیابی به مناسب‌ترین محلی است که از جهات گوناگون از قبیل شرایط زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و بهداشتی کم‌ترین خسارت را در منطقه به وجود آورد. در این فصل به منظور شناسایی مکان‌های مناسب برای دفن زباله در شهرستان چناران، ابتدا مناطق ممنوعه شناسایی شدند و سپس طبقه‌بندی لایه‌های اطلاعاتی انجام گردید. سپس اهمیت زیرمعیارها نسبت به یکدیگر و نحوه وزن‌دهی به زیرمعیارها بررسی شده و در نهایت نقشه هر زیرمعیار ارائه شده است. پس از تلفیق نقشه‌ها، منطقه مورد مطالعه از نظر مناسب بودن برای دفن زباله پهنه‌بندی شده است. در ادامه به شرح این مراحل پرداخته خواهد شد.

۴-۲- پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه به منظور تعیین مناطق مناسب برای دفن

پسماند

بر اساس نوع روش کاربردی و ویژگی‌های هدف، مراحل متفاوتی در فرآیند مکان‌یابی وجود دارد که عبارتند از:

- شناسایی و حذف مناطق ممنوعه

- طبقه‌بندی لایه‌های اطلاعاتی

- تعیین اهمیت معیارها و وزن‌دهی به معیارها (با استفاده از روش AHP)

- هم‌پوشانی (تلفیق) لایه‌های اطلاعاتی

- پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه به رده‌های بسیار مناسب تا نامناسب

- انتخاب پهنه‌های مناسب

- بازدید صحرایی و انتخاب پهنه منتخب

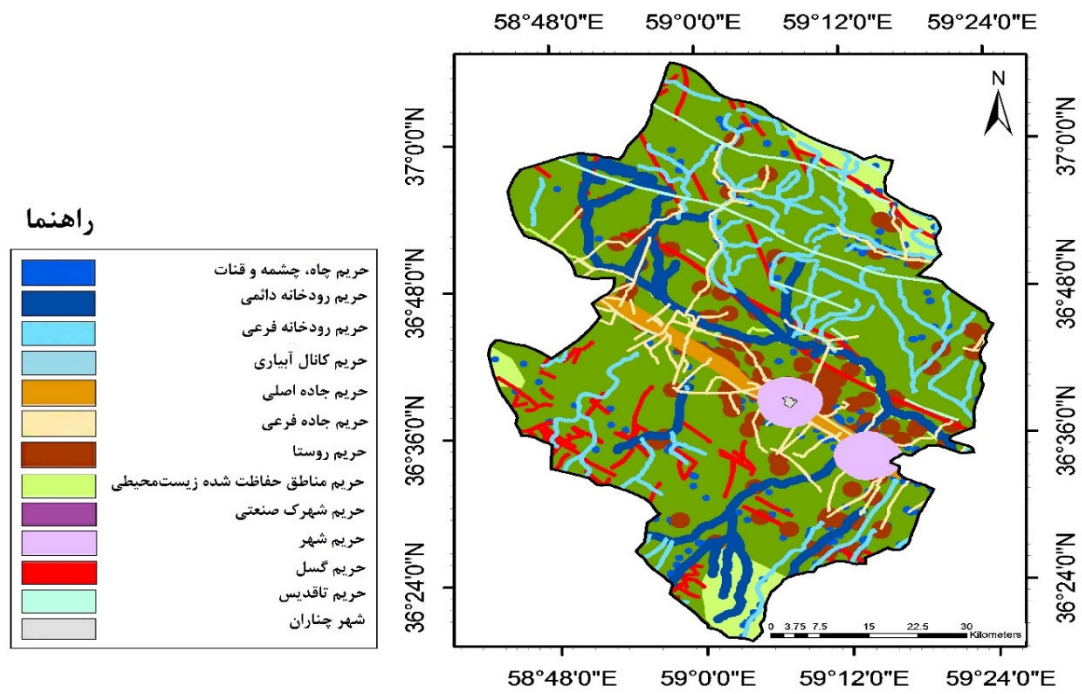
۴-۲-۱- شناسایی و حذف مناطق ممنوعه

در فرآیند مکان‌یابی لندفیل، مناطق ممنوعه مناطقی هستند که به علت ایجاد خطرات بالقوه بر محیط زیست و سلامت انسان و یا تحمیل هزینه‌های بیش از حد برای دفن زباله، نامناسب در نظر گرفته می‌شوند. به فاصله مجاز به هر یک از عوامل محدود کننده مکان‌یابی که در نقشه‌ها به صورت محدوده‌ای با ابعاد تعریف شده نشان داده می‌شود، اصطلاحاً بافرگذاری گفته می‌شود. پس از تعیین بافر برای کلیه عوامل و معیارهای مذکور، باید نقشه‌های موضوعی بافردار را (که به صورت لایه‌های رقومی تعریف شده‌اند) روی یکدیگر قرار داد. از هم‌پوشانی این لایه‌ها، بخش‌هایی که دارای محدودیت ایجاد لندفیل هستند حذف گردیده و سایر محدوده‌ها مجاز شناسایی می‌شوند. کلیه نقاطی که به این نحو شناسایی می‌شوند، پتانسیل ایجاد لندفیل را دارا بوده و می‌توانند به عنوان یک محل مناسب و بدون محدودیت برای احداث لندفیل در نظر گرفته شوند. از آنجا که ممکن است نقاط بی‌شماری دارای این ویژگی باشند، باید طی یک فرآیند سیستماتیک نقاط با ارجحیت بیش‌تر را شناسایی نمود. برای انجام این کار، از فرآیند تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده می‌شود که در ادامه توصیف خواهد شد. در مطالعه حاضر پس از تعیین معیارهای حذفی،

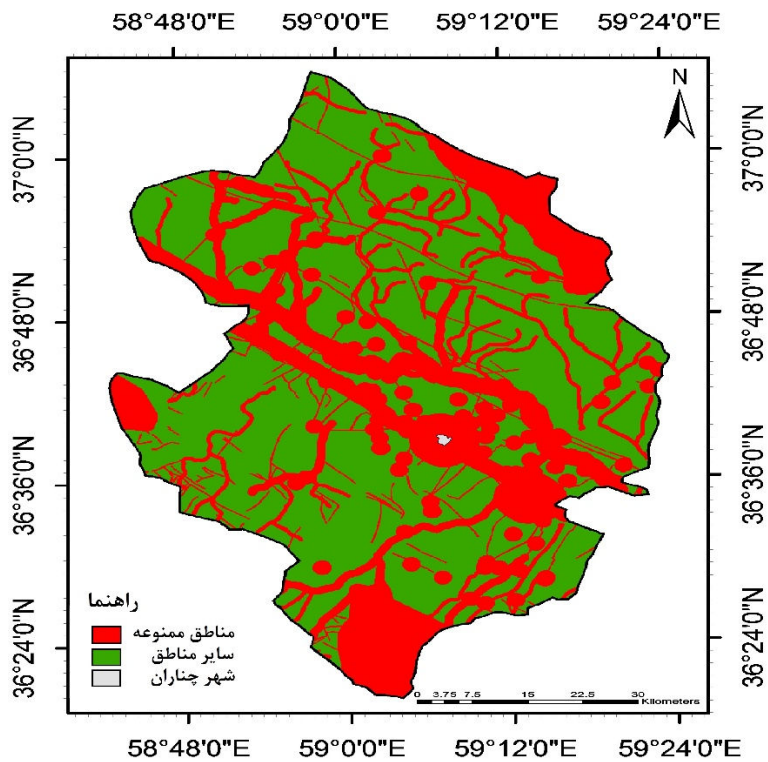
حريم‌هایی برای آن‌ها در نظر گرفته شد (جدول ۱-۴). سپس عمليات بافرگذاري در محيط GIS با عمل Buffering انجام شد (شکل ۱-۴) و در نهايت از هم‌پوشاني لايه‌ها، نقشه مناطق ممنوعه استخراج گردید (شکل ۲-۴).

جدول ۱-۴. حريم اعمال شده برای معيارهای حذفی.

سال	منبع	فاصله (متر)	معيارها
۱۳۹۵	سازمان مدیریت پسماند	۴۰۰	چاه، چشمه و قنات
2010	Nas et al.,	۱۰۰	کانال آبياری
۱۳۹۵	سازمان مدیریت پسماند	۵۰۰	رودخانه دائمی
۱۳۹۰	اسکندری	۲۵۰	رودخانه فرعی
۱۳۹۵	سازمان مدیریت پسماند	۱۰۰۰	جاده اصلی
2004	Leo et al.,	۱۰۰	جاده فرعی
۱۳۹۵	سازمان مدیریت پسماند	۳۰۰۰	مراکز تاریخی و باستانی
۱۳۹۵	سازمان مدیریت پسماند	۳۰۰۰	شهر
۱۳۹۵	سازمان مدیریت پسماند	۱۰۰۰	روستا
۱۳۹۱	شاعری و رحمتی	۱۰۰۰	شهرک صنعتی
۱۳۹۵	سازمان مدیریت پسماند	۱۰۰۰	مناطق حفاظت شده زیست‌محیطی
۱۳۹۵	سازمان مدیریت پسماند	۲۰۰	گسل



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



شکل ۴-۲. نقشه مناطق ممنوعه.

۴-۲-۲- طبقه‌بندی لایه‌های اطلاعاتی

در مطالعه حاضر، سه معیار اصلی زیست‌محیطی، زمین‌شناسی و اقتصادی-اجتماعی به منظور مکان‌یابی محل دفن پسماند در نظر گرفته شد. بدیهی است که به کار بردن همه شاخص‌های مؤثر در مدل‌های مکان‌یابی میسر نیست. از این رو، عوامل یاد شده با توجه به نکاتی از قبیل هدف، مقیاس کار و دقت قابل انتظار، شرایط منطقه، میزان تأثیرگذاری هر عامل و کافی بودن و در دسترس بودن اطلاعات، تعیین می‌شوند (حکمت‌پور و همکاران، ۱۳۸۴). در این پژوهش، چهارده معیار مؤثر در مکان‌یابی محل دفن زباله‌های جامد شهری از قبیل سنگ‌شناسی، شیب منطقه، بافت خاک، کاربری اراضی، کیفیت آب زیرزمینی، سطح آب زیرزمینی، فاصله از آبراهه اصلی، فاصله از آبراهه فرعی، فاصله از مناطق شهری، فاصله از جاده اصلی، فاصله از گسل، لرزه‌خیزی منطقه، دسترسی به منابع قرضه و جهت باد غالب در نظر گرفته شده است. پس از آماده‌سازی لایه اطلاعاتی مربوط به این معیارها در محیط GIS، هر کدام از لایه‌های اطلاعاتی با توجه به میزان تأثیرگذاری در مکان‌یابی، به ۴ رده بسیار مناسب (A)، مناسب (B)، نسبتاً مناسب (C) و نامناسب (D) رده‌بندی شدند. در ادامه نحوه طبقه‌بندی لایه‌های اطلاعاتی به تفصیل بیان می‌شود.

الف- معیارهای زمین‌شناختی

۴-۲-۲-۱- سنگ‌شناسی

برای تهیه لایه اطلاعاتی سنگ‌شناسی منطقه مورد مطالعه از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ مشهد و نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی درگز استفاده شد. این منطقه از نظر سنگ‌شناسی غالباً در رده سنگ‌های رسوبی قرار دارد و قسمت اعظم آن را رسوبات ماسه‌سنگ و آبرفتی قدیم و جدید تشکیل می‌دهد. با توجه به خصوصیات سنگ‌شناسی محل دفن زباله و ویژگی‌های سنگ‌شناسی منطقه مورد مطالعه در فصل‌های پیشین، محدوده مورد مطالعه از نظر مناسب بودن به منظور احداث لندفیل طبقه‌بندی گردید. به این ترتیب،

بخش‌هایی از جنوب شهرستان چناران به عنوان بهترین مناطق از نظر زمین‌شناسی انتخاب شدند. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار سنگ‌شناسی در جدول (۴-۲) و نقشه توصیفی سنگ‌شناسی منطقه مورد مطالعه در شکل (۴-۳) آورده شده است.

جدول ۴-۲. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار سنگ‌شناسی (Hafezi and Hajizadeh., 2011).

رده	واحد‌های سنگ‌شناسی	توصیف رده
A	شیل، مارن، رس و توف رسی، نهشته‌های ریز دانه با ضخامت زیاد، پهنه‌های رسی و گلی، لس دانه ریز	بسیار مناسب
B	سنگ‌های دگرگونی و توف توده‌ای با شکستگی کم، دشت‌های سیلابی با سنگ کف نفوذناپذیر، لس سیلتی توده‌ای	مناسب
C	تناوب سنگ‌های رده B و D، دشت‌های سیلابی با سنگ کف نفوذپذیر	نسبتاً مناسب
D	ماسه، سنگ آهک، دولومیت، سنگ‌های تبخیری، تراورتن، کنگلومرا،	نامناسب

۴-۲-۲-۲- بافت خاک

بافت خاک یکی از پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی محل دفن زباله است. خاک‌های ریزدانه دارای نفوذپذیری پایین و خاک‌های درشت‌دانه دارای نفوذپذیری بالاتر هستند. بافت خاک سرعت تراوش شیرابه حاصل از پسماند، میزان جذب آلاینده‌ها و همچنین نفوذ آب‌های سطحی به داخل مدفن را کنترل می‌کند (Doerhoefer and Siebert., 1998). خاک‌های ریزدانه از یک سو با جذب شیرابه‌ها مانع رسیدن آن‌ها به آب‌های زیرزمینی می‌شوند و از سوی دیگر مانند یک فیلتر طبیعی، شیرابه را تصفیه می‌کنند. در این مطالعه

مناطقى كه داراى خاكى با ضخامت زياد و نفوذپذيرى پايين هستند براى احداث لندفيل مناسب در نظر گرفته شده است. به اين ترتيب قسمت‌هايى از شمال، شرق و جنوب شهرستان چناران براى دفن پسماند مناسب مى‌باشند. نحوه طبقه‌بندي زيرمعيار بافت خاك در جدول (۴-۳) و نقشه توصيفى بافت خاك منطقه مورد مطالعه در شكل (۴-۴) آورده شده است.

جدول ۴-۳. نحوه طبقه‌بندي زيرمعيار بافت خاك (Chitsazan and Dehghan.,2013).

رده	بافت خاك	توصيف رده
A	سنگين	بسيار مناسب
B	سنگين تا متوسط	مناسب
C	متوسط تا سبك	نسبتاً مناسب
D	سبك	نامناسب

۴-۲-۲-۳- شيب

شيب سطح زمين يكي از عوامل ضرورى در مكان‌يابى محل دفن زباله‌هاى شهري است كه با هزينه‌هاى ساخت و ساز ارتباط مستقيم دارد. احداث لندفيل در زمين‌هايى با شيب تند باعث افزايش هزينه‌هاى اقتصادى ساخت و نگهدارى لندفيل و همچنين افزايش احتمال وقوع لغزش و فرسايش مى‌شود. در فرآيند مكان‌يابى، به محدوده‌هايى كه از شيب بيشترى برخوردارند، امتياز كمترى تعلق مى‌گيرد. زيرا اين مناطق نيازمند خاك‌بردارى و خاك‌ريزى بيشترى هستند و از جنبه اقتصادى مقرون به صرفه نيستند (حسنى و همكاران، ۱۳۹۴). در مطالعه حاضر از نظر قابليت احداث لندفيل، مناطقى با شيب كمتر از ۵ درصد بسيار مناسب و مناطقى با شيب بيشتر از ۲۰ درصد نامناسب در نظر گرفته شد. نحوه طبقه‌بندي زيرمعيار شيب در جدول (۴-۴) و نقشه توصيفى شيب زمين در منطقه مورد مطالعه در شكل (۴-۵) آورده شده است.

جدول ۴-۴. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار شیب (Khomehchian et al., 2015).

رده	شیب (درصد)	توصیف رده
A	۰-۵	بسیار مناسب
B	۵-۱۰	مناسب
C	۱۰-۲۰	نسبتاً مناسب
D	۲۰	نامناسب

۴-۲-۲-۴- فاصله از گسل

منطقه‌ای که گسلیده است محل مناسبی برای دفن پسماند محسوب نمی‌شود. وجود گسل فعال مانند مجرای باعث نفوذ شیرابه‌ها و در نتیجه آلودگی محیط اطراف آن به ویژه آب‌های زیرزمینی می‌شود؛ همچنین باعث کاهش مقاومت ساختمان سنگ بستر لندفیل و تجهیزات دیگر نیز می‌شود (Allen, 2000). هرچه فاصله از گسل بیش‌تر باشد، خطرپذیری احداث لندفیل کم‌تر می‌شود. زیرمعیار فاصله از گسل پس از اعمال حریمی به فاصله ۲۰۰ متر، به چهار رده طبقه‌بندی شد (جدول ۴-۵) و نقشه توصیفی آن در شکل (۴-۶) نمایش داده شده است.

جدول ۴-۵. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار فاصله از گسل (Pece et al., 2012).

رده	فاصله از گسل (متر)	توصیف رده
A	> 1000	بسیار مناسب
B	۷۵۰-۱۰۰۰	مناسب
C	۵۰۰-۷۵۰	نسبتاً مناسب
D	< 500	نامناسب

۴-۲-۵- لرزه خیزی

در مناطقی که لرزه خیزی بالایی دارند، قابلیت آسیب پذیری سازه‌های محل دفن پسماند بیشتر است، لذا در مرحله مکان‌یابی، لرزه خیزی باید مورد توجه قرار گیرد. منطقه مورد مطالعه از لحاظ شدت لرزه خیزی در محدوده ضعیف تا شدید قرار می‌گیرد. بنابراین، مناطق جنوبی و غربی شهرستان چناران مناسب‌ترین مناطق برای احداث لندفیل می‌باشند. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار لرزه خیزی منطقه در جدول (۴-۶) و نقشه توصیفی لرزه خیزی منطقه مورد مطالعه در شکل (۴-۷) آورده شده است.

جدول ۴-۶. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار شدت لرزه خیزی (شاکری، ۱۳۹۲).

رده	شدت لرزه خیزی (مرکالی)	توصیف رده
A	ضعیف	بسیار مناسب
B	متوسط	مناسب
C	قوی	نامناسب

ب- معیارهای زیست محیطی

۴-۲-۶- کیفیت آب زیرزمینی

به منظور محافظت از آب‌های شرب زیرسطحی، لندفیل‌ها را نباید بر روی منابع آب زیرزمینی که دارای کیفیت بالایی هستند، احداث نمود. در این مطالعه، به منظور طبقه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی منطقه از اطلاعات مربوط به هدایت الکتریکی (EC) آب چاه‌ها، چشمه‌ها و قنات‌های منطقه استفاده شد. منطقه مورد مطالعه از لحاظ قابلیت احداث لندفیل، بر اساس کیفیت آب زیرزمینی به چهار رده بسیار مناسب (مناطق با $EC > 3000 \mu\text{s/cm}$) تا نامناسب (مناطق با $EC < 1000 \mu\text{s/cm}$) طبقه‌بندی شد. نحوه طبقه‌بندی

زیرمعیار کیفیت آب زیرزمینی در جدول (۴-۷) و نقشه توصیفی کیفیت آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه در شکل (۴-۸) آورده شده است.

جدول ۶-۷. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار کیفیت آب زیرزمینی (شاگری، ۱۳۹۰).

رده	کیفیت آب زیرزمینی ($\mu\text{s/cm}$)	توصیف رده
A	> 3000	بسیار مناسب
B	2000-3000	مناسب
C	1000-2000	نسبتاً مناسب
D	< 1000	نامناسب

۴-۲-۲-۷- سطح آب زیرزمینی

یکی از پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی محل دفن زباله، سطح (تراز) آب زیرزمینی است. هرچه ضخامت منطقه غیراشباع بیشتر باشد، احتمال نفوذ آلودگی به آب زیرزمینی کمتر می‌شود؛ بنابراین مناسب‌ترین محل جهت دفن زباله، مناطقی است که سطح ایستابی در آن عمیق باشد (Bolton, 1995). در صورت بالا بودن سطح آب زیرزمینی از یک مقدار مشخص، منطقه مورد نظر جهت احداث مکان دفن بهداشتی انتخاب نمی‌شود و یا در صورت انتخاب به دلیل پتانسیل طبیعی خطر آلودگی آب زیرزمینی طراحی‌ها می‌باید به گونه‌ای باشد که تا حد امکان زیرسازی محل دفن به لایه‌های نفوذ ناپذیر انجام گردد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۴). منطقه مورد مطالعه از نظر مناسب بودن برای احداث لندفیل بر اساس سطح آب زیرزمینی به چهار رده بسیار مناسب تا نامناسب طبقه‌بندی شد. نحوه طبقه‌بندی عمق سطح تراز آب زیرزمینی در جدول (۴-۸) و نقشه توصیفی سطح آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه در شکل (۴-۹) نمایش داده شده است.

جدول ۴-۸. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار سطح آب زیرزمینی (Bolton, 1995).

رده	سطح تراز آب زیرزمینی (متر)	توصیف رده
A	>۷۵	بسیار مناسب
B	۵۰-۷۵	مناسب
C	۲۵-۵۰	نسبتاً مناسب
D	۰-۲۵	نامناسب

۴-۲-۲-۸- فاصله از رودخانه‌های اصلی و فرعی

احداث لندفیل در مجاورت رودخانه‌های دائمی و فصلی، باعث انتقال آلودگی و آلوده شدن منابع سطحی می‌گردد. بنابراین محل دفن پسماند باید از رودخانه‌ها فاصله داشته باشد. 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 رده بسیار مناسب تا نامناسب طبقه‌بندی گردیدند. نحوه طبقه‌بندی فاصله از رودخانه‌های دائمی و فصلی و همچنین نقشه توصیفی این زیرمعیارها در منطقه مورد مطالعه به ترتیب در جدول‌های (۴-۹ و ۴-۱۰) و شکل‌های (۴-۱۰ و ۴-۱۱) آورده شده است.

جدول ۴-۹. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار فاصله از رودخانه‌های اصلی (کیانفرد و همکاران، ۱۳۹۲).

رده	فاصله از رودخانه اصلی (متر)	توصیف رده
A	>۳۰۰۰	بسیار مناسب
B	۲۰۰۰-۳۰۰۰	مناسب
C	۱۰۰۰-۲۰۰۰	نسبتاً مناسب
D	۰-۱۰۰۰	نامناسب

جدول ۴-۱۰. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار فاصله از رودخانه‌های فرعی (شاگری، ۱۳۹۲).

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

۴-۲-۲-۹- جهت باد غالب

به طور کلی، مناطقی که در جهت جریان باد غالب نسبت به مناطق مسکونی قرار دارند برای دفن زباله نامناسب هستند. منطقه مورد مطالعه از نظر قرار گرفتن در جهت جریان بادهای غالب، به دو رده مناسب و نامناسب طبقه‌بندی شد (جدول ۴-۱۱). با توجه به گلباد منطقه (شکل ۴-۱۲) باد غالب از سمت غرب و شمال غرب می‌وزد؛ لذا این مناطق برای دفن پسماند مناسب نیستند.

جدول ۴-۱۰. طبقه‌بندی زیرمعیار جهت باد غالب (سروری، ۱۳۹۵).

رده	جهت باد غالب	توصیف رده
A	مناطقی که در جهت باد غالب نسبت به مناطق مسکونی قرار ندارند	بسیار مناسب
D	مناطقی که در جهت باد غالب نسبت به مناطق مسکونی قرار دارند	نامناسب

ج- معیار اقتصادی - اجتماعی

۴-۲-۲-۱۰- کاربری اراضی

منظور از کاربری اراضی، نحوه استفاده از زمین به منظور رفع نیازهای گوناگون انسانی است که شامل اراضی کشاورزی، صنعتی، مسکونی و غیره است (منصوری، ۱۳۹۰). با توجه به اینکه انتخاب یک نقطه برای احداث مدفن زباله محدودیت‌هایی را برای برخی از کاربری‌ها ایجاد می‌کند، لذا می‌توان بر اساس میزان و شدت این محدودیت‌ها، کاربری‌های موجود در منطقه را اولویت‌بندی کرد. منطقه مورد مطالعه از نظر زیرمعیار کاربری اراضی، به چهار رده بسیار مناسب تا نامناسب طبقه‌بندی شد (جدول ۴-۱۲). نقشه توصیفی کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه نیز در شکل (۴-۱۳) ارائه شده است.

جدول ۴-۱۲. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار کاربری اراضی (Khamsehchian et al., 2015).

رده	کاربری اراضی	توصیف رده
A	اراضی بدون پوشش گیاهی و بیرون‌زدگی سنگی	بسیار مناسب
B	مراتع متراکم و نیمه متراکم	مناسب
C	زمین‌های زراعی و جنگل	نسبتاً مناسب
D	بستر رودخانه‌ها، سطوح آبی و مناطق مسکونی	نامناسب

۴-۲-۲-۱۱- فاصله از جاده

محل دفن زباله بایستی نزدیک به جاده باشد تا ضمن اینکه حمل و نقل را آسان می‌کند، هزینه‌ها را نیز کاهش دهد. با توجه به حذف حریم راه‌های دسترسی، هرچه فاصله لندفیل از جاده کمتر باشد هزینه اجرایی کمتر خواهد بود. طبقه‌بندی زیرمعیار فاصله از جاده پس از اعمال حریمی به فاصله ۱۰۰۰ متر انجام شد.

نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار فاصله از جاده در جدول (۴-۱۳) و نقشه توصیفی فاصله از جاده در شهرستان چناران در شکل (۴-۱۴) آورده شده است.

جدول ۴-۱۳. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار فاصله از جاده (شاگری، ۱۳۹۲).

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

۴-۲-۲-۱۲- فاصله از مناطق شهری

در مکان‌یابی محل دفن پسماند، فاصله از مناطق شهری از دیدگاه زیست‌محیطی و اقتصادی-اجتماعی مورد بررسی قرار می‌گیرد. محل دفن زباله به دلیل ایجاد شرایط نامساعد زیست‌محیطی و اجتماعی، از یک سو باید در فاصله دورتر از مناطق مسکونی قرار گیرد؛ از سوی دیگر، از نظر اقتصادی دور بودن بیش از حد محل دفن زباله باعث افزایش هزینه حمل و نقل می‌گردد. با در نظر گرفتن این موارد پس از اعمال حریمی به فاصله ۳۰۰۰ متر، طبقه‌بندی زیرمعیار فاصله از مناطق شهری در منطقه مورد مطالعه انجام شد (جدول ۴-۱۴) و نقشه توصیفی آن تهیه گردید (شکل ۴-۱۵).

جدول ۴-۱۴. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار فاصله از مناطق شهری (Khomehchian et al., 2015).

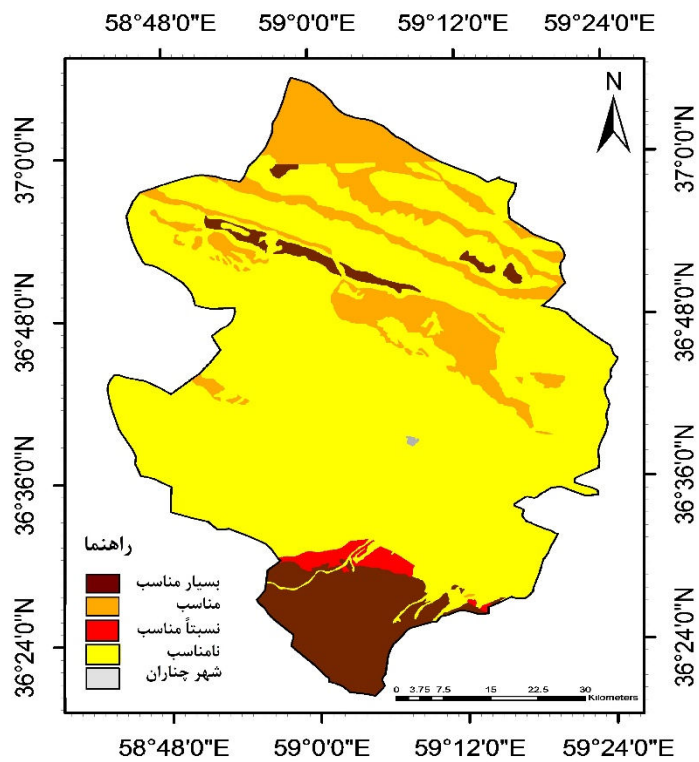
رده	فاصله از مناطق شهری (کیلومتر)	توصیف رده
A	۳-۱۰	بسیار مناسب
B	۱۰-۲۰	مناسب
C	۲۰-۳۰	نسبتاً مناسب
D	>۳۰	نامناسب

۴-۲-۲-۱۳- دسترسی به منابع قرضه

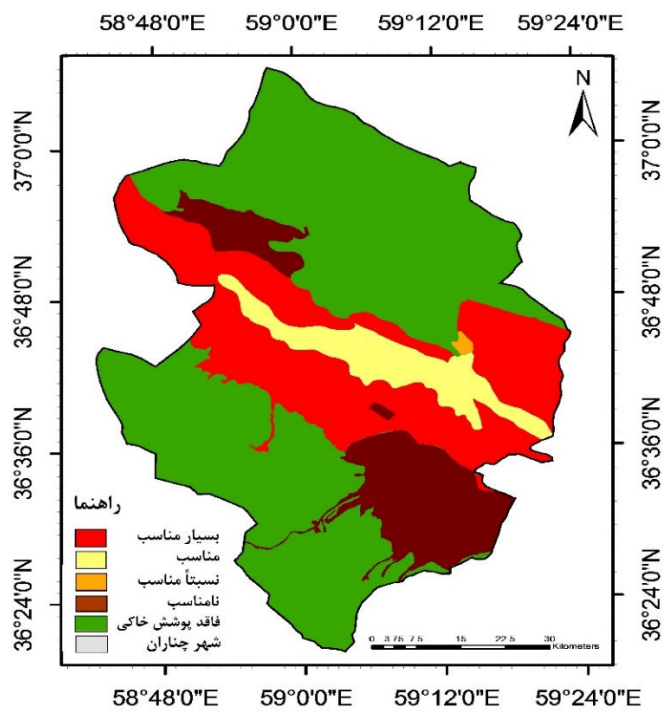
معمولاً در طراحی محل‌های دفن بهداشتی زباله، وجود منابع کافی خاک با بافت مناسب به منظور پوشش روزانه و پوشش نهایی از جمله مشکلات عمده است. خاک‌های دانه زیر نسبت به خاک‌های دانه درشت برای احداث محل دفن مناسب‌تر هستند (Oweis and Khera., 1998). نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار دسترسی به منابع قرضه در جدول (۴-۱۵) و نقشه توصیفی آن در منطقه مورد مطالعه در شکل (۴-۱۶) نشان داده شده است.

جدول ۴-۱۵. نحوه طبقه‌بندی زیرمعیار دسترسی به منابع قرضه (شاگری، ۱۳۹۲).

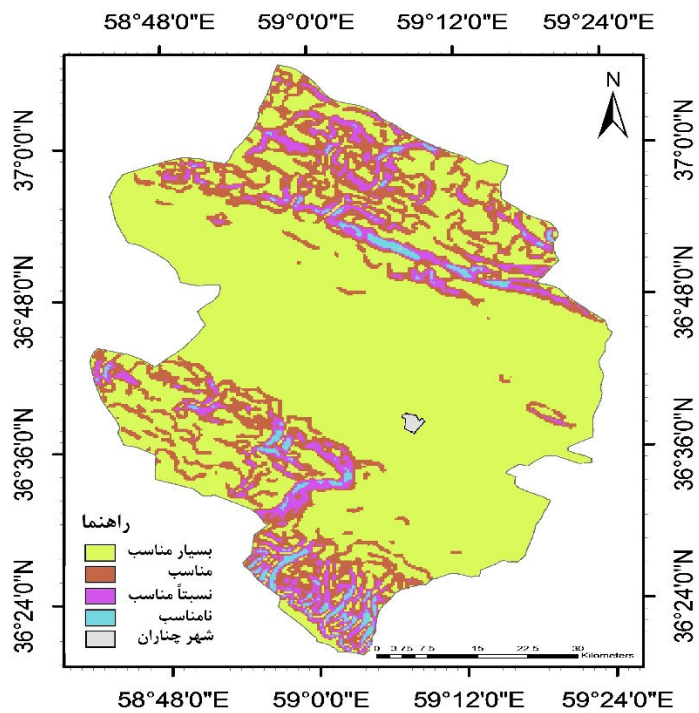
رده	دسترسی به منابع قرضه	توصیف رده
A	مناطق دارای مواد دانه ریز	بسیار مناسب
D	مناطق دارای مواد دانه درشت	نامناسب



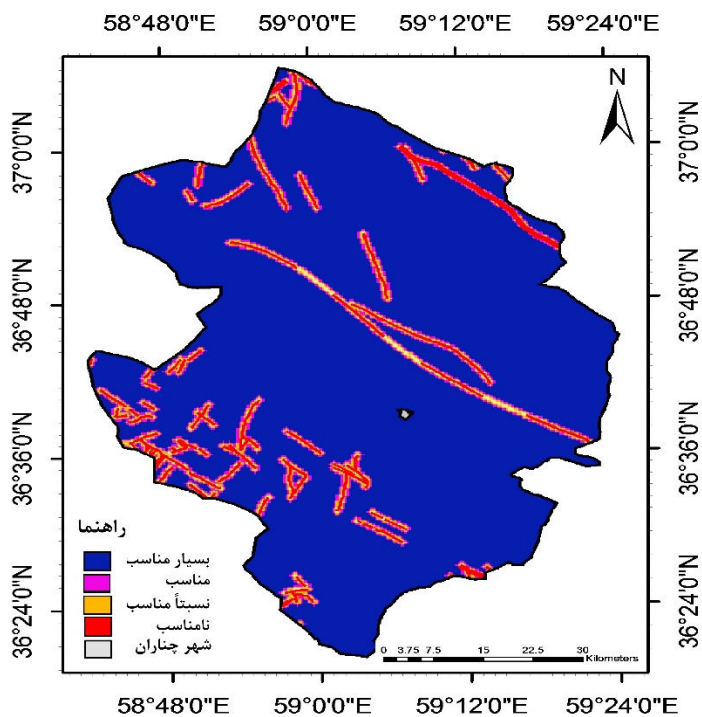
شکل ۴-۳. نقشه توصیفی رده‌بندی سنگ‌شناسی در منطقه مورد مطالعه.



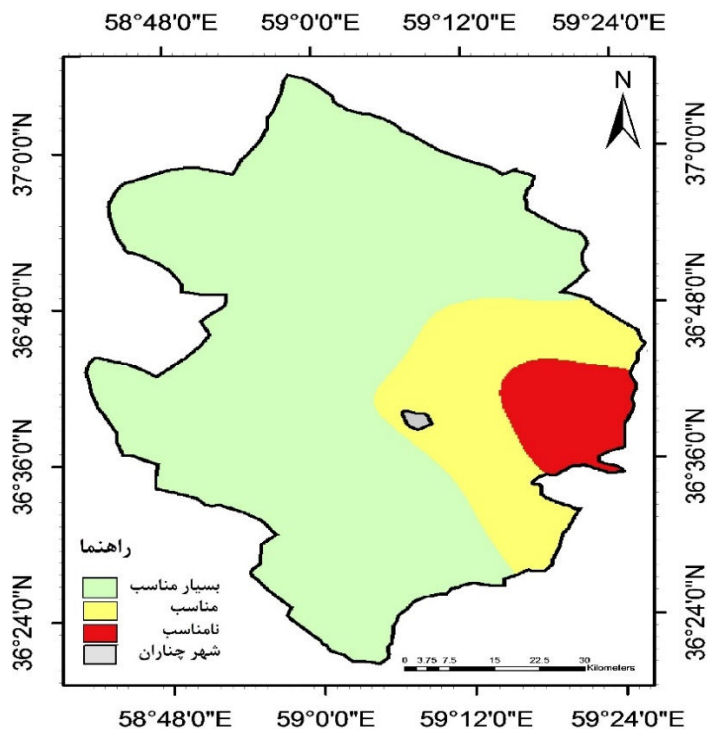
شکل ۴-۴. نقشه توصیفی رده‌بندی بافت خاک در منطقه مورد مطالعه.



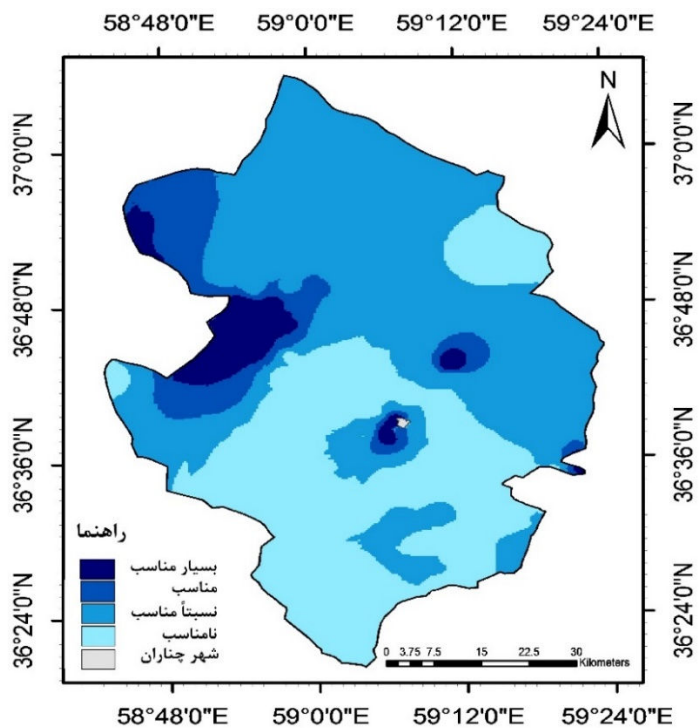
شکل ۴-۵. نقشه توصیفی رده‌بندی شیب در منطقه مورد مطالعه.



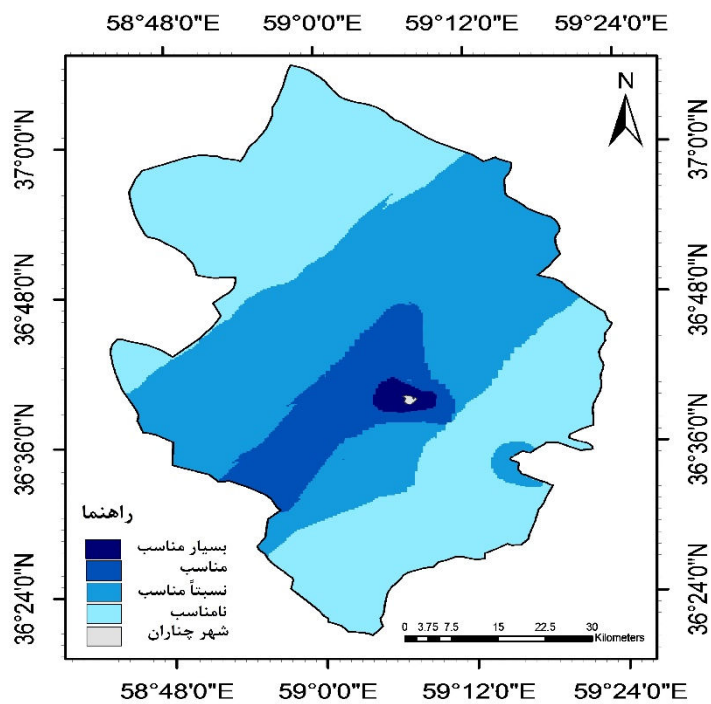
شکل ۴-۶. نقشه توصیفی رده‌بندی فاصله از گسل در منطقه مورد مطالعه.



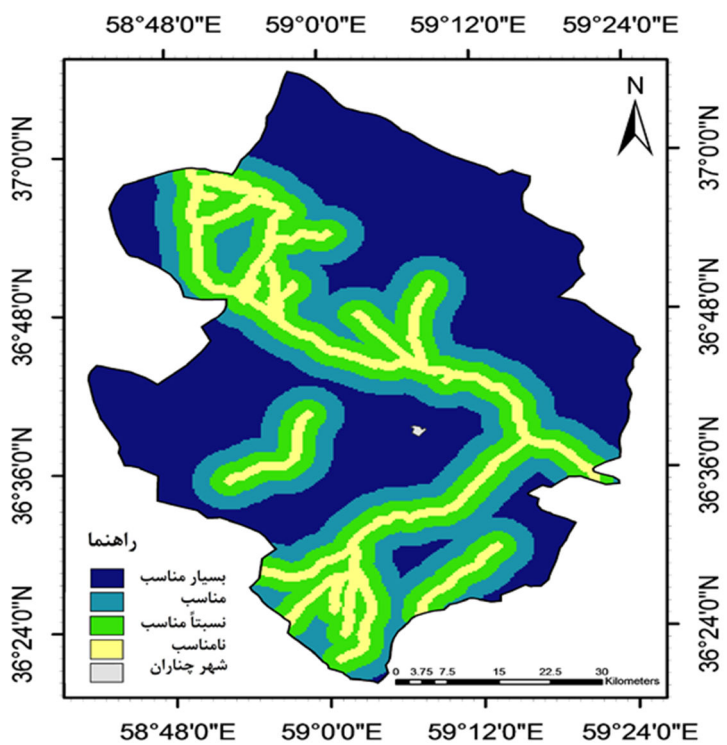
شکل ۴-۷. نقشه توصیفی رده‌بندی شدت لرزه‌خیزی در منطقه مورد مطالعه.



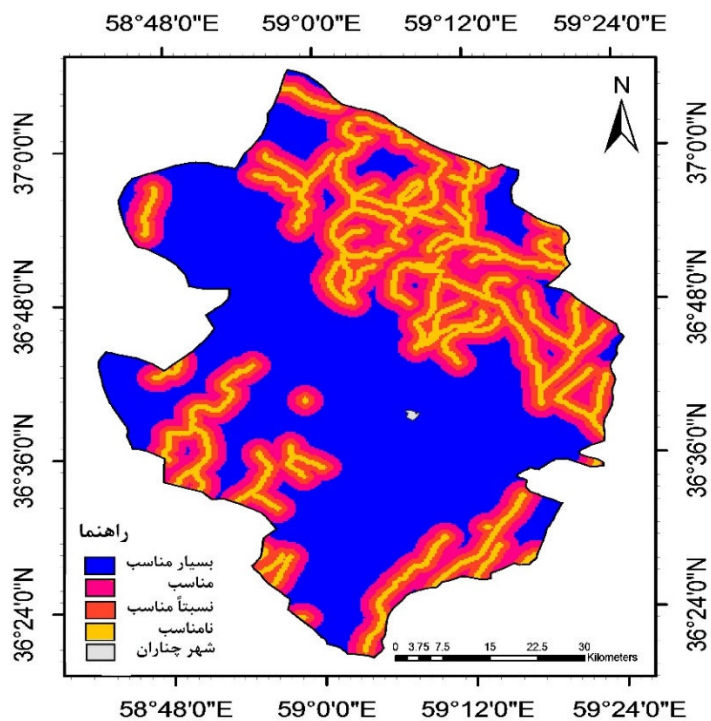
شکل ۴-۸. نقشه توصیفی کیفیت آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه.



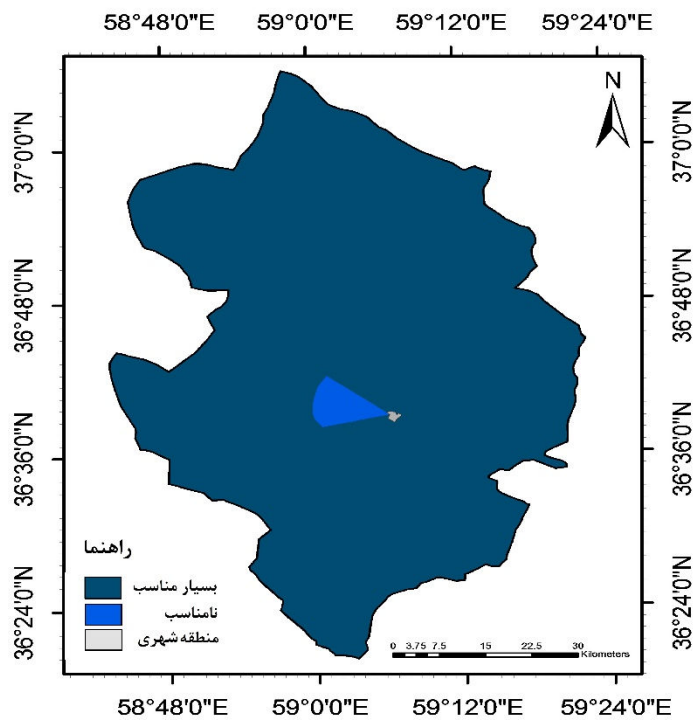
شکل ۴-۹. نقشه توصیفی سطح آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه.



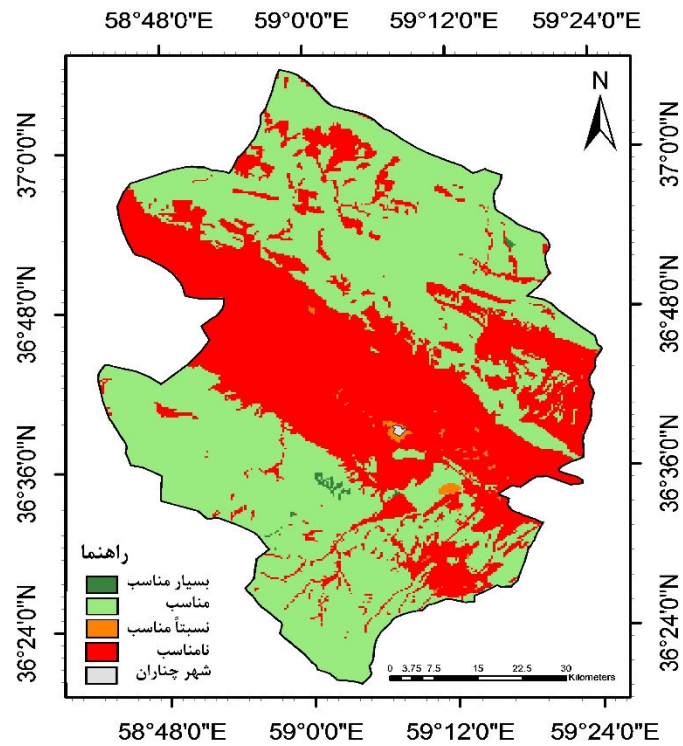
شکل ۴-۱۰. نقشه رده‌بندی فاصله از رودخانه اصلی در منطقه مورد مطالعه.



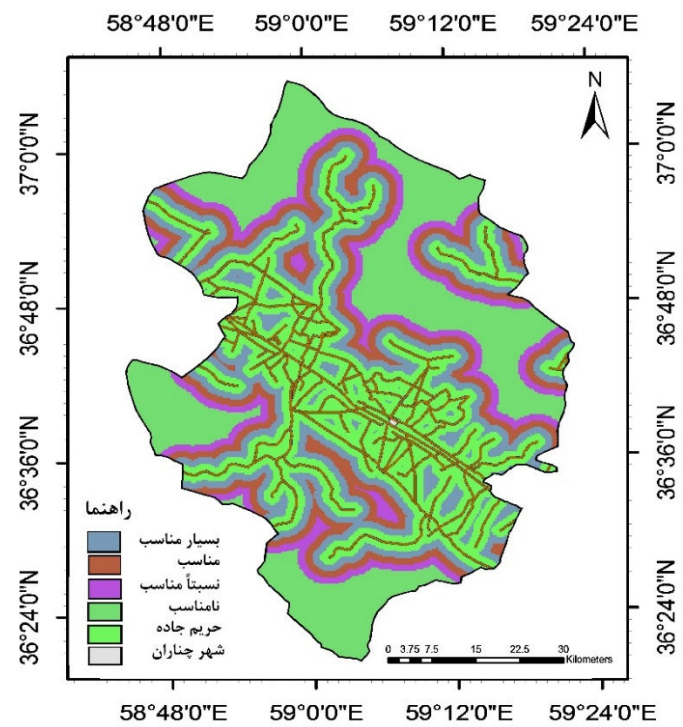
شکل ۴-۱۱. نقشه توصیفی رده‌بندی فاصله از رودخانه فرعی در منطقه مورد مطالعه.



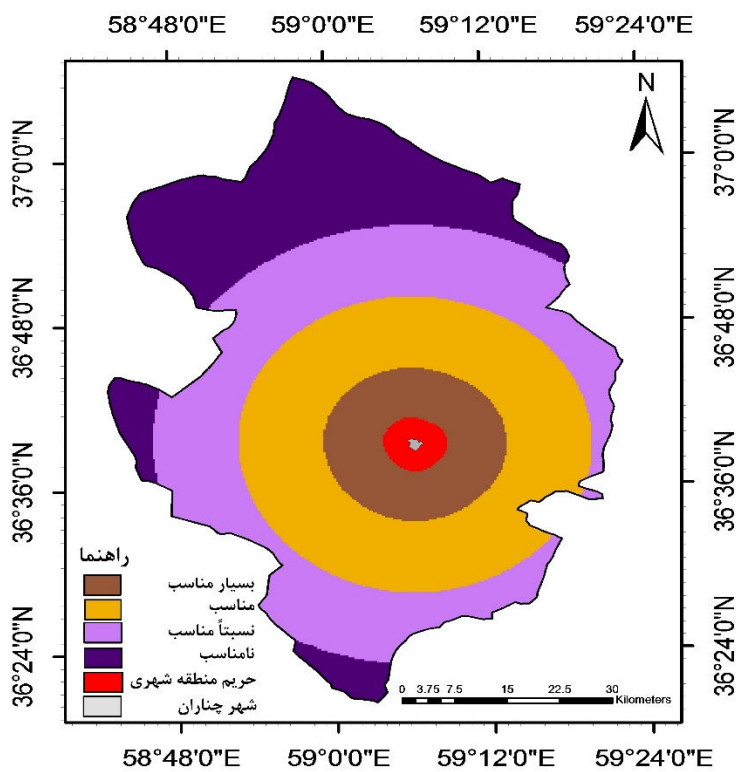
شکل ۴-۱۲. نقشه توصیفی رده‌بندی جهت باد غالب در منطقه مورد مطالعه.



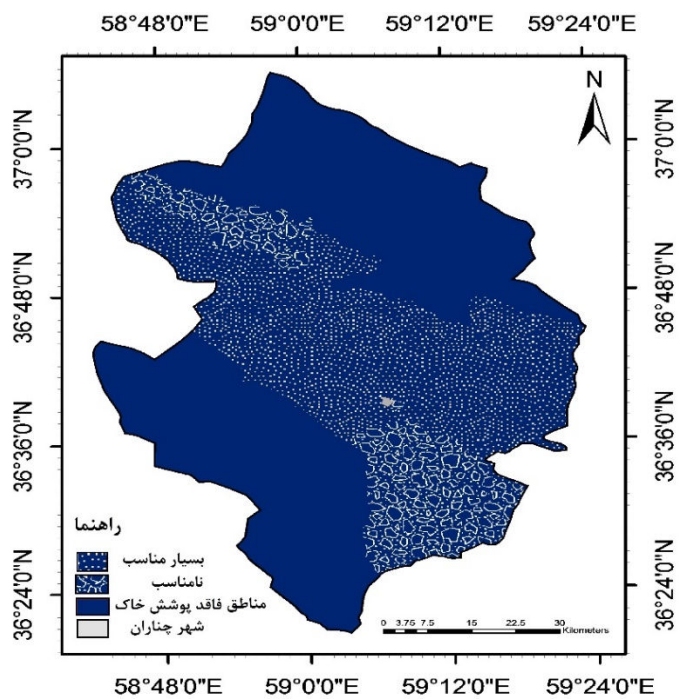
شکل ۴-۱۳. نقشه توصیفی رده‌بندی کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه.



شکل ۴-۱۴. نقشه توصیفی رده‌بندی راه‌ها در منطقه مورد مطالعه.



شکل ۴-۱۵. نقشه رده‌بندی فاصله از مراکز شهری در منطقه مورد مطالعه.



شکل ۴-۱۶. نقشه رده‌بندی دسترسی به منابع قرضه در منطقه مورد مطالعه.

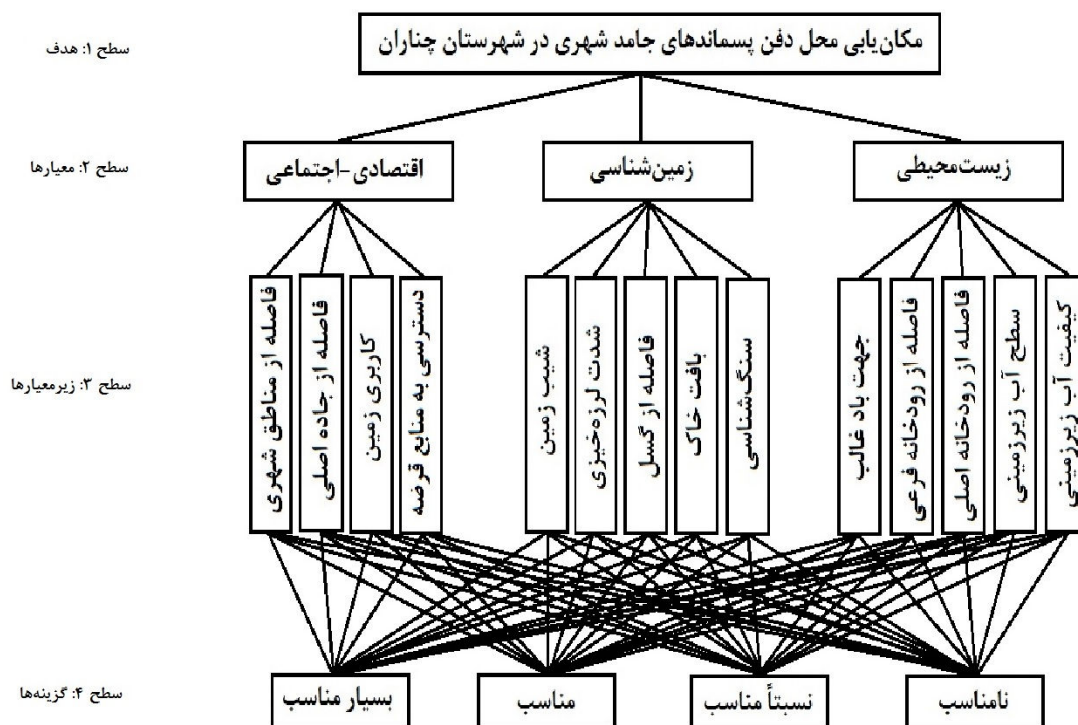
۴-۲-۳- تعیین اهمیت شاخص‌ها و وزن‌دهی به آن‌ها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

همانطور که در فصل ۲ اشاره شد، اساس روش تصمیم‌گیری در مقایسات زوجی نهفته است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی از چهار مرحله تشکیل شده است. تصمیم‌گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله مراتبی، تصمیم (هدف) را آغاز می‌کند. درخت سلسله مراتب، عوامل مورد مقایسه و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد. سپس مجموعه‌ای از مقایسات زوجی صورت می‌گیرد که بر اساس این مقایسه‌ها، وزن هر یک از شاخص‌ها به دست می‌آید. در نهایت، منطق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به گونه‌ای ماتریس-های حاصل از مقایسات زوجی را با یکدیگر تلفیق می‌کند که بهترین تصمیم حاصل شود (پرهیزکار و غفاری، ۱۳۸۵). در مرحله پایانی از این فرآیند، نرخ ناسازگاری حاصل از کلیه ماتریس‌های مقایسه زوجی در منطقه مورد مطالعه محاسبه می‌شود. در ادامه، مراحل انجام این روش در مطالعه حاضر به تفصیل آورده می‌شود.

۴-۲-۳-۱- ساخت درخت سلسله مراتب تصمیم‌گیری

هرگاه از AHP به عنوان ابزار تصمیم‌گیری استفاده شود، در ابتدا برنامه‌ریز باید یک درخت سلسله‌مراتبی که بیان‌کننده مسئله مورد مطالعه است را فراهم کند. در این پژوهش، درخت سلسله مراتب با توجه به هدف (مکان‌یابی محل دفن زباله‌های جامد شهری) شامل چهار سطح می‌شود. سطح اول، بیان‌کننده هدف تصمیم‌گیری است. سطح دوم، معیارهای تصمیم‌گیری را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که هر معیار بر حسب ضرورت می‌تواند زیرمعیارهایی را نیز در بر گیرد. سطح آخر هر درخت سلسله مراتبی، بیان‌کننده گزینه‌هایی است که با یکدیگر مقایسه می‌شوند و برای انتخاب، در رقابت با یکدیگر هستند. مرحله اساسی در این روش، تعیین پارامترهایی است که بر اساس آن‌ها گزینه‌های رقیب با یکدیگر مقایسه می‌شوند. همانطور که در شکل (۴-۱۷) نشان داده شده است، معیارهای اصلی در نظر گرفته شده در مکان‌یابی

پسماندهای جامد شهری منطقه مورد مطالعه شامل معیارهای زیست‌محیطی، زمین‌شناسی و اقتصادی-اجتماعی است.



شکل ۴-۱۷. طرح گرافیکی از ساختار درخت سلسله مراتب با هدف مکان‌یابی محل دفن پسماند.

۴-۲-۳-۲- انجام مقایسات زوجی

در ابتدا برای هر یک از لایه‌های اطلاعاتی طبقه‌بندی شده، به منظور مقایسات زوجی از یک ماتریس K استفاده می‌شود. برای پر کردن ماتریس مقایسات زوجی از مقیاس ۹-۱ ساعتی استفاده شد تا اهمیت نسبی هر شاخص نسبت به شاخص دیگر در رابطه با خصوصیت مورد نظر مشخص گردد. هرچه ارزش یک شاخص نسبت به شاخص دیگر بالاتر باشد، امتیاز بیشتری به آن شاخص تعلق می‌گیرد. ماتریس مقایسه زوجی معیارها نسبت به هدف در جدول (۴-۱۵) آورده شده است. ماتریس مقایسه زوجی زیرمعیارها نسبت به معیار مربوطه در جداول (۴-۱۶)، (۴-۱۷) و (۴-۱۸) مشخص شده است. همچنین ماتریس مقایسه زوجی

هر یک از گزینه‌های رده‌بندی شده نسبت به زیرمعیار مربوطه در جداول (۴-۱۹) الی (۴-۳۱) آورده شده است. ماتریس مقایسه زوجی همه زیرمعیارهای مؤثر در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری در منطقه مورد مطالعه در جدول (۴-۳۲) ارائه شده است.

جدول ۴-۱۵. ماتریس مقایسه زوجی معیارها.

معیارها	زیست‌محیطی	زمین‌شناسی	اقتصادی-اجتماعی
زیست‌محیطی	۱	۳	۴
زمین‌شناسی	۰/۳۳	۱	۳
اقتصادی-اجتماعی	۰/۲۵	۰/۳۳	۱

جدول ۴-۱۶. ماتریس مقایسه زوجی زیرمعیارهای زیست‌محیطی.

زیرمعیارها	سطح آب زیرزمینی	کیفیت آب زیرزمینی	فاصله از رودخانه اصلی	فاصله از رودخانه فرعی	جهت باد غالب
سطح آب زیرزمینی	۱	۲	۵	۵	۹
کیفیت آب زیرزمینی	۰/۵۰	۱	۵	۵	۷
فاصله از رودخانه اصلی	۰/۲۰	۰/۲۰	۱	۱	۳
فاصله از رودخانه فرعی	۰/۲۰	۰/۲۰	۱	۱	۳
جهت باد غالب	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۲۰	۱

جدول ۴-۱۷. ماتریس مقایسه زوجی زیرمعیارهای زمین‌شناسی.

زیرمعیارها	سنگ‌شناسی	بافت خاک	شیب زمین	فاصله از گسل	شدت لرزه‌خیزی
سنگ‌شناسی	۱	۲	۳	۵	۷
بافت خاک	۰/۵۰	۱	۲	۵	۷
شیب زمین	۰/۳۳	۰/۵۰	۱	۵	۹
فاصله از گسل	۰/۲۰	۰/۲۰	۲	۱	۲
شدت لرزه‌خیزی	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۵۰	۱

جدول ۴-۱۸. ماتریس مقایسه زوجی زیرمعیارهای اقتصادی-اجتماعی.

زیرمعیارها	فاصله از شهر	فاصله از جاده	کاربری زمین	منابع قرضه
فاصله از شهر	۱	۳	۵	۴
فاصله از جاده	۰/۳۳	۱	۳	۳
کاربری زمین	۰/۲۰	۰/۳۳	۱	۲
منابع قرضه	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۵۰	۱

جدول ۴-۱۹. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار سطح آب زیرزمینی.

رده‌ها	رده A	رده B	رده C	رده D
رده A	۱	۵	۷	۹
رده B	۰/۲۰	۱	۳	۵
رده C	۰/۱۴	۰/۳۳	۱	۳
رده D	۰/۱۱	۰/۲۰	۰/۳۳	۱

جدول ۴-۲۰. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار کیفیت آب زیرزمینی.

رده‌ها	رده A	رده B	رده C	رده D
رده A	۱	۵	۷	۹
رده B	۰/۲۰	۱	۳	۵
رده C	۰/۱۴	۰/۳۳	۱	۳
رده D	۰/۱۱	۰/۲۰	۰/۳۳	۱

جدول ۴-۲۱. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار فاصله از رودخانه‌های اصلی و فرعی.

رده‌ها	رده A	رده B	رده C	رده D
رده A	۱	۳	۵	۷
رده B	۰/۳۳	۱	۳	۲
رده C	۰/۲۰	۰/۳۳	۱	۲
رده D	۰/۱۴	۰/۵۰	۰/۵۰	۱

جدول ۴-۲۲. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار جهت باد غالب.

رده‌ها	رده A	رده D
رده A	۱	۴
رده D	۰/۲۵	۱

جدول ۴-۲۳. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار سنگ‌شناسی.

رده‌ها	A رده	B رده	C رده	D رده
A رده	۱	۲	۴	۶
B رده	۰/۵۰	۱	۳	۵
C رده	۰/۲۵	۰/۳۳	۱	۲
D رده	۰/۱۶	۰/۲۰	۰/۵۰	۱

جدول ۴-۲۴. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار فاصله از گسل.

رده‌ها	A رده	B رده	C رده	D رده
A رده	۱	۳	۵	۷
B رده	۰/۳۳	۱	۳	۲
C رده	۰/۲۰	۰/۳۳	۱	۲
D رده	۰/۱۴	۰/۵۰	۰/۵۰	۱

جدول ۴-۲۵. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار بافت خاک.

رده‌ها	A رده	B رده	C رده	D رده
A رده	۱	۳	۵	۸
B رده	۰/۳۳	۱	۲	۴
C رده	۰/۲۰	۰/۵۰	۱	۲
D رده	۰/۱۲	۰/۲۵	۰/۵۰	۱

جدول ۴-۲۶. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار شدت لرزه‌خیزی.

رده‌ها	رده A	رده B	رده C
رده A	۱	۵	۷
رده B	۰/۲۰	۱	۳
رده C	۰/۱۴	۰/۳۳	۱

جدول ۴-۲۷. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار شیب.

رده‌ها	رده A	رده B	رده C	رده D
رده A	۱	۳	۵	۷
رده B	۰/۳۳	۱	۳	۵
رده C	۰/۲۰	۰/۳۳	۱	۲
رده D	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۵۰	۱

جدول ۴-۲۸. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار فاصله از نقاط شهری.

رده‌ها	رده A	رده B	رده C	رده D
رده A	۱	۲	۵	۷
رده B	۰/۵۰	۱	۴	۶
رده C	۰/۲۰	۰/۲۵	۱	۳
رده D	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۳۳	۱

جدول ۴-۲۹. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار فاصله از جاده.

رده‌ها	رده A	رده B	رده C	رده D
رده A	۱	۳	۴	۵
رده B	۰/۳۳	۱	۳	۵
رده C	۰/۲۵	۰/۳۳	۱	۳
رده D	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۳۳	۱

جدول ۴-۳۰. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار کاربری اراضی.

رده‌ها	رده A	رده B	رده C	رده D
رده A	۱	۲	۴	۶
رده B	۰/۵۰	۱	۳	۵
رده C	۰/۲۵	۰/۳۳	۱	۴
رده D	۰/۱۶	۰/۳۳	۰/۲۵	۱

جدول ۴-۳۱. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مربوط به زیرمعیار دسترسی به منابع قرضه.

رده‌ها	رده A	رده D
رده A	۱	۴
رده D	۰/۲۵	۱

جدول ۴-۳۲. ماتریس مقایسه زوجی زیرمعیارها.

ردیف	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
A	۱	۲	۳	۳	۵	۶	۷	۷	۷	۸	۷	۷	۸	۹
B	۰/۵۰	۱	۲	۲	۵	۳	۶	۶	۹	۶	۷	۹	۸	۹
C	۰/۳۳	۰/۵۰	۱	۱	۳	۲	۴	۶	۵	۶	۶	۷	۷	۸
D	۰/۳۳	۰/۵۰	۱	۱	۳	۲	۴	۶	۵	۶	۶	۷	۷	۷
E	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۳۳	۰/۳۳	۱	۲	۴	۴	۵	۶	۴	۷	۶	۷
F	۰/۱۶	۰/۳۳	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۱	۴	۵	۷	۵	۷	۸	۸	۷
G	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۱	۳	۳	۳	۵	۷	۵	۶
H	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۳۳	۱	۲	۲	۴	۶	۵	۴
I	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۳۳	۰/۵۰	۱	۲	۲	۵	۵	۴
J	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۲۰	۰/۳۳	۰/۵۰	۰/۵۰	۱	۳	۵	۴	۵
K	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۵۰	۰/۳۳	۱	۲	۳	۴
L	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۵۰	۱	۱	۳
M	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۳۳	۱	۱	۳
N	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۳۳	۱

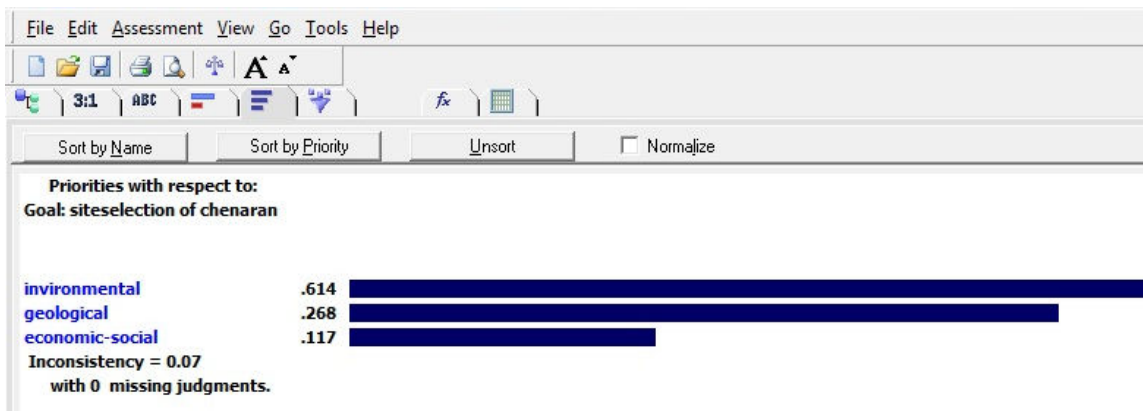
A= سطح آب زیرزمینی، B= کیفیت آب زیرزمینی، C= فاصله از رودخانه اصلی، D= فاصله از رودخانه فرعی، E= سنگ-شناسی،

F= شیب، G= بافت خاک، H= فاصله از جاده، I= کاربری اراضی، J= فاصله از شهر، K= فاصله از گسل، L= جهت باد غالب،

M= شدت لرزه‌خیزی، N= دسترسی به منابع قرضه.

۴-۲-۳-۳- محاسبه وزن

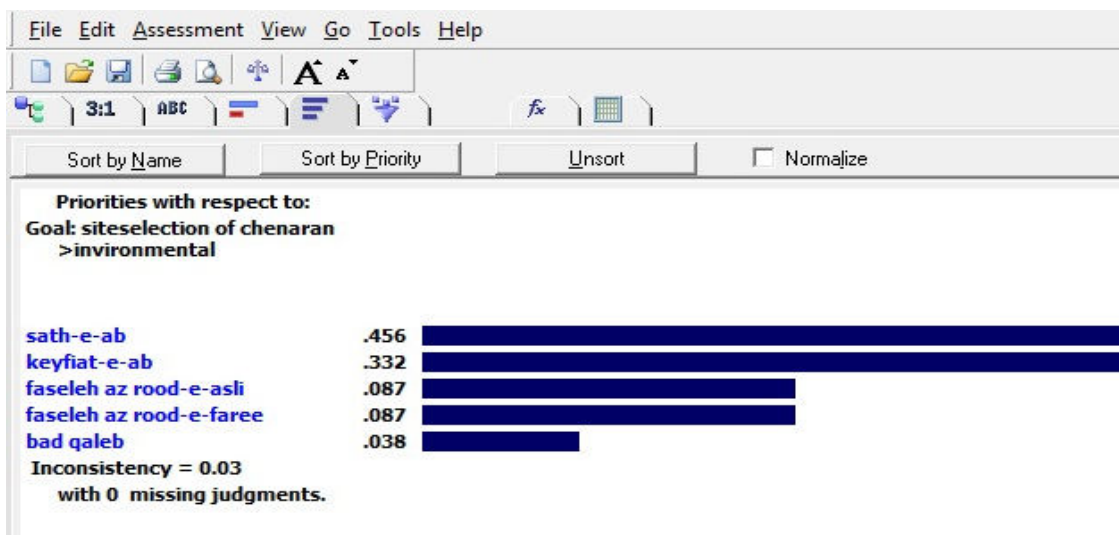
به منظور محاسبه وزن نسبی از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. از میان این روش‌ها (که در فصل دوم به آن‌ها اشاره شد)، معمولاً از روش بردار ویژه استفاده می‌شود. در صورتی که ابعاد ماتریس‌ها زیاد باشند، محاسبه مقادیر و بردارهای ویژه طولانی و وقت‌گیر خواهد بود. به همین منظور، پس از این که با توجه به نظر کارشناسی ماتریس‌های مقایسه زوجی تشکیل شدند، با استفاده از نرم‌افزار Expert choice 11 وزن‌دهی به معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌های رده‌بندی شده مختلف صورت پذیرفت. در شکل (۴-۱۸) و جدول (۴-۳۲) وزن نسبی معیارها در نرم‌افزار مذکور نشان داده شده است. در شکل‌های (۴-۱۹) الی (۴-۲۱) و جداول (۴-۳۳) الی (۴-۳۵) وزن نسبی هر معیار و زیرمعیارهای مربوط به آن‌ها آورده شده است. وزن نهایی لایه‌های اطلاعاتی تهیه شده در مرحله قبل، از حاصلضرب وزن هر زیرمعیار در وزن گزینه رده‌بندی شده همان زیرمعیار به دست آمد که در جدول (۴-۳۷) قابل مشاهده است.



شکل ۴-۱۸. وزن نسبی معیارها در نرم‌افزار Expert choice.

جدول ۴-۳۳. وزن نسبی معیارها.

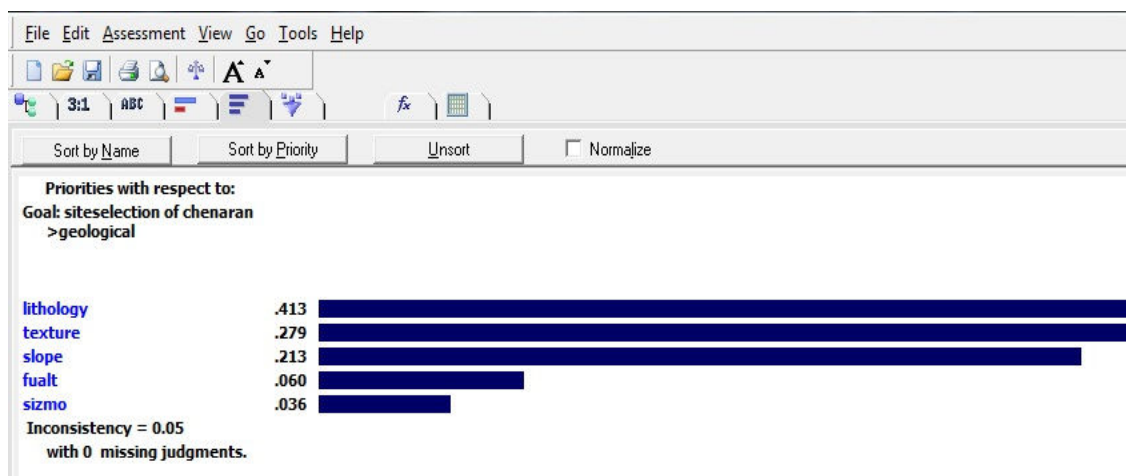
اقتصادی-اجتماعی	زمین‌شناسی	زیست‌محیطی	معیارها
۰/۱۱۷	۰/۲۶۸	۰/۶۱۴	وزن نسبی



شکل ۴-۱۹. وزن نسبی زیرمعیارهای مرتبط به معیار زیست‌محیطی در نرم‌افزار Expert choice.

جدول ۴-۳۴. وزن نسبی زیرمعیارها در معیار زیست‌محیطی.

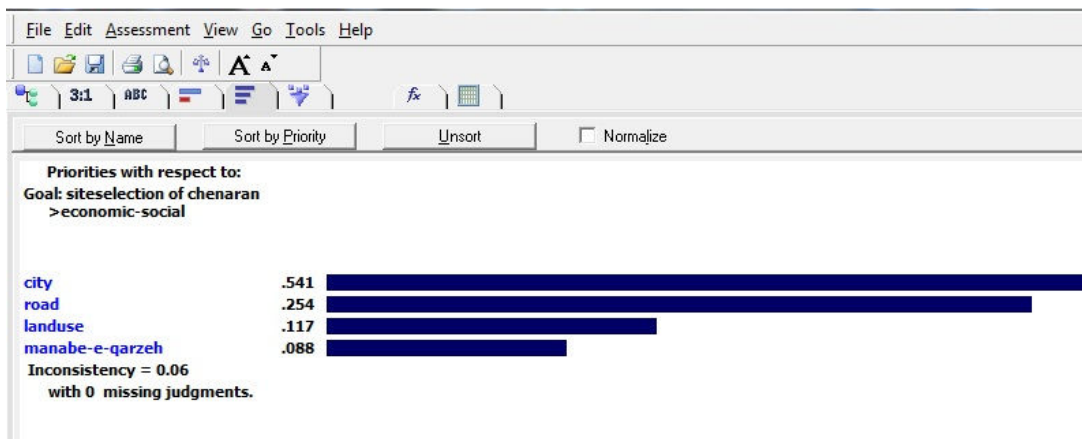
زیرمعیارها	سطح آب زیرزمینی	کیفیت آب زیرزمینی	فاصله از رودخانه اصلی	فاصله از رودخانه فرعی	جهت باد غالب
وزن نسبی	۰/۴۵۶	۰/۳۳۲	۰/۰۸۷	۰/۰۸۷	۰/۰۳۸



شکل ۴-۲۰. وزن نسبی زیرمعیارهای مرتبط به معیار زمین‌شناسی در نرم‌افزار Expert choice.

جدول ۴-۳۵. وزن نسبی زیرمعیارها در معیار زمین‌شناسی.

زیرمعیارها	سنگ‌شناسی	بافت خاک	شیب زمین	فاصله از گسل	شدت لرزه‌خیزی
وزن نسبی	۰/۴۱۳	۰/۲۷۹	۰/۲۳۱	۰/۰۶۰	۰/۰۳۶



شکل ۴-۲۱. وزن نسبی زیرمعیارهای مرتبط به معیار اقتصادی-اجتماعی در نرم‌افزار Expert choice.

جدول ۴-۳۶. وزن نسبی زیرمعیارها در معیار اقتصادی-اجتماعی.

زیرمعیارها	فاصله از شهر	فاصله از جاده	کاربری اراضی	دسترسی به منابع قرضه
وزن نسبی	۰/۵۴۱	۰/۲۵۴	۰/۱۱۷	۰/۰۸۸

جدول ۴-۳۷. رده‌بندی و وزن‌دهی لایه‌های اطلاعاتی.

وزن نهایی	وزن هر رده	وزن هر زیرمعیار	امتیاز هر رده	رده	لایه اطلاعاتی
۰/۱۳۲	۰/۵۸۲	۰/۲۲۷	۷	A	سطح آب زیرزمینی
۰/۰۵۲	۰/۲۳۱		۵	B	
۰/۰۲۷	۰/۱۲۰		۳	C	
۰/۰۱۴	۰/۰۶۶		۱	D	
۰/۰۹۸	۰/۵۷۶	۰/۱۷۴	۷	A	کیفیت آب زیرزمینی
۰/۰۴۲	۰/۲۴۳		۵	B	
۰/۰۲۰	۰/۱۱۸		۳	C	
۰/۰۱۰	۰/۰۶۲		۱	D	
۰/۰۰۶	۰/۵۸۱	۰/۱۱۸	۷	A	فاصله از رودخانه اصلی
۰/۰۲۶	۰/۲۲۴		۵	B	
۰/۰۱۳	۰/۱۱۴		۳	C	
۰/۰۰۹	۰/۰۸۱		۱	D	
۰/۰۰۶	۰/۵۸۱	۰/۱۱۸	۷	A	فاصله از رودخانه فرعی
۰/۰۲۶	۰/۲۲۴		۵	B	
۰/۰۱۳	۰/۱۱۴		۳	C	
۰/۰۰۹	۰/۰۸۱		۱	D	
۰/۰۱۰	۰/۸۷۵	۰/۰۱۲	۷	A	جهت باد غالب
۰/۰۰۱	۰/۱۲۵		۱	D	
۰/۰۴۲	۰/۴۹۹	۰/۰۸۵	۶	A	سنگ‌شناسی
۰/۰۲۶	۰/۳۱۳		۴	B	
۰/۰۱۰	۰/۱۲۰		۲	C	
۰/۰۰۵	۰/۰۶۸		۱	D	

ادامه جدول ۴-۳۷. رده‌بندی و وزن‌دهی لایه‌های اطلاعاتی.

وزن نهایی	وزن هر رده	وزن هر زیرمعیار	امتیاز هر رده	رده	لایه اطلاعاتی
۰/۰۲۸	۰/۵۹۱	۰/۰۴۸	۸	A	بافت خاک
۰/۰۱۰	۰/۲۲۸		۵	B	
۰/۰۰۵	۰/۱۱۹		۳	C	
۰/۰۰۳	۰/۰۶۳		۱	D	
۰/۰۱۰	۰/۵۸۱	۰/۰۱۸	۷	A	فاصله از گسل
۰/۰۰۴	۰/۲۲۴		۵	B	
۰/۰۰۲	۰/۱۱۴		۳	C	
۰/۰۰۱	۰/۰۸۱		۱	D	
۰/۰۰۸	۰/۷۳۱	۰/۰۱۲	۷	A	لرزه‌خیزی
۰/۰۰۲	۰/۱۸۸		۵	B	
۰/۰۰۰۹	۰/۰۸۱		۱	C	
۰/۰۷۷	۰/۵۶۹	۰/۰۸۹	۷	A	شیب
۰/۰۲۳	۰/۲۶۴		۵	B	
۰/۰۰۹	۰/۱۰۶		۳	C	
۰/۰۰۵	۰/۰۶۱		۱	D	
۰/۰۱۳	۰/۵۰۹	۰/۰۲۶	۷	A	فاصله از شهر
۰/۰۰۸	۰/۳۲۷		۵	B	
۰/۰۰۲	۰/۱۱۱		۲	C	
۰/۰۰۱	۰/۰۵۳		۱	D	

ادامه جدول ۴-۳۷. رده‌بندی و وزن‌دهی لایه‌های اطلاعاتی.

لايه اطلاعاتی	رده	امتیاز هر رده	وزن هر زیرمعیار	وزن هر رده	وزن نهایی
فاصله از جاده اصلی	A	۵	۰/۰۳۴	۰/۵۲۷	۰/۰۱۷
	B	۴		۰/۲۷۹	۰/۰۰۹
	C	۳		۰/۱۳۱	۰/۰۰۴
	D	۱		۰/۰۶۴	۰/۰۰۲
کاربری اراضی	A	۶	۰/۰۲۸	۰/۴۹۰	۰/۰۱۳
	B	۴		۰/۳۰۸	۰/۰۰۸
	C	۲		۰/۱۴۵	۰/۰۰۴
	D	۱		۰/۰۵۷	۰/۰۰۱
دسترسی به منابع قرصه	A	۶	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۰۱
	D	۱		۰/۸۵۷	۰/۰۰۸

۴-۲-۳-۴- محاسبه نرخ ناسازگاری

از جمله مزایای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، کنترل سازگاری سیستم است. به عبارت دیگر، همواره در این فرآیند می‌توان میزان سازگاری تصمیم را محاسبه کرد و قابل قبول یا مردود بودن آن را بررسی نمود. در حالت کلی می‌توان اظهار کرد که میزان قابل قبول ناسازگاری یک سیستم به تصمیم گیرنده بستگی دارد، اما ساعتی عدد ۰/۱ را به عنوان حد قابل قبول ارائه کرده است و معتقد است چنانچه میزان ناسازگاری تصمیم بیشتر از ۰/۱ باشد، بهتر است در قضاوت‌ها تجدید نظر شود (Saaty., 2001).

نرخ ناسازگاری فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با استفاده از رابطه (۴-۱) محاسبه می‌گردد:

$$I.R = \frac{II}{I.I.R}$$

رابطه ۴-۱

I.I: شاخص سازگاری

R.I.I: شاخص ناسازگاری تصادفی

I.R: نرخ ناسازگاری

در این مطالعه نرخ ناسازگاری با استفاده از نرم افزار Expert choice محاسبه شد و عدد ۰/۰۷ به دست آمد که نشانگر قابل قبول بودن ماتریس تصمیم گیری است. نرخ ناسازگاری معیارها و زیرمعیارها در این پژوهش در جدول های (۴-۳۸) و (۴-۳۹) آورده شده است.

جدول ۴-۳۸. نرخ ناسازگاری مربوط به معیارها.

معیار	زیست محیطی	زمین شناسی	اقتصادی-اجتماعی
نرخ ناسازگاری	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۶

جدول ۴-۳۹. نرخ ناسازگاری مربوط به زیرمعیارها.

زیرمعیار	نرخ ناسازگاری	زیرمعیار	نرخ ناسازگاری
سطح آب زیرزمینی	۰/۰۱	فاصله از غسل	۰/۰۴
کیفیت آب زیرزمینی	۰/۰۲	شدت لرزه خیزی	۰/۰۶
فاصله از رودخانه اصلی	۰/۰۴	شیب	۰/۰۳
فاصله از رودخانه فرعی	۰/۰۴	فاصله از نقاط شهری	۰/۰۴
جهت باد غالب	۰/۰۰	فاصله از جاده	۰/۰۷
سنگ شناسی	۰/۰۱	کاربری اراضی	۰/۰۵
بافت خاک	۰/۰۱	دسترسی به منابع قرضه	۰/۰۰

۴-۲-۴- هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی

در این مرحله، پس از محاسبه امتیاز نهایی، ۱۴ لایه اطلاعاتی مورد نظر در محیط GIS روی یکدیگر قرار گرفتند. سپس با استفاده از گزینه Raster calculator، امتیاز نهایی هر معیار در امتیاز نهایی زیرمعیارهایش ضرب شد و مجموع آن برای تمام لایه‌های اطلاعاتی اعمال گردید. به این ترتیب، نقشه‌ها با یکدیگر تلفیق و به یک نقشه واحد تبدیل شدند (شکل ۴-۲۲). در نهایت، با اعمال نقشه معیارهای حذفی (شکل ۴-۲۳)، نقشه نهایی پهنه‌بندی شده مناطق از جنبه مستعد بودن جهت دفن پسماندهای جامد شهری استخراج گردید (شکل ۴-۲۴).

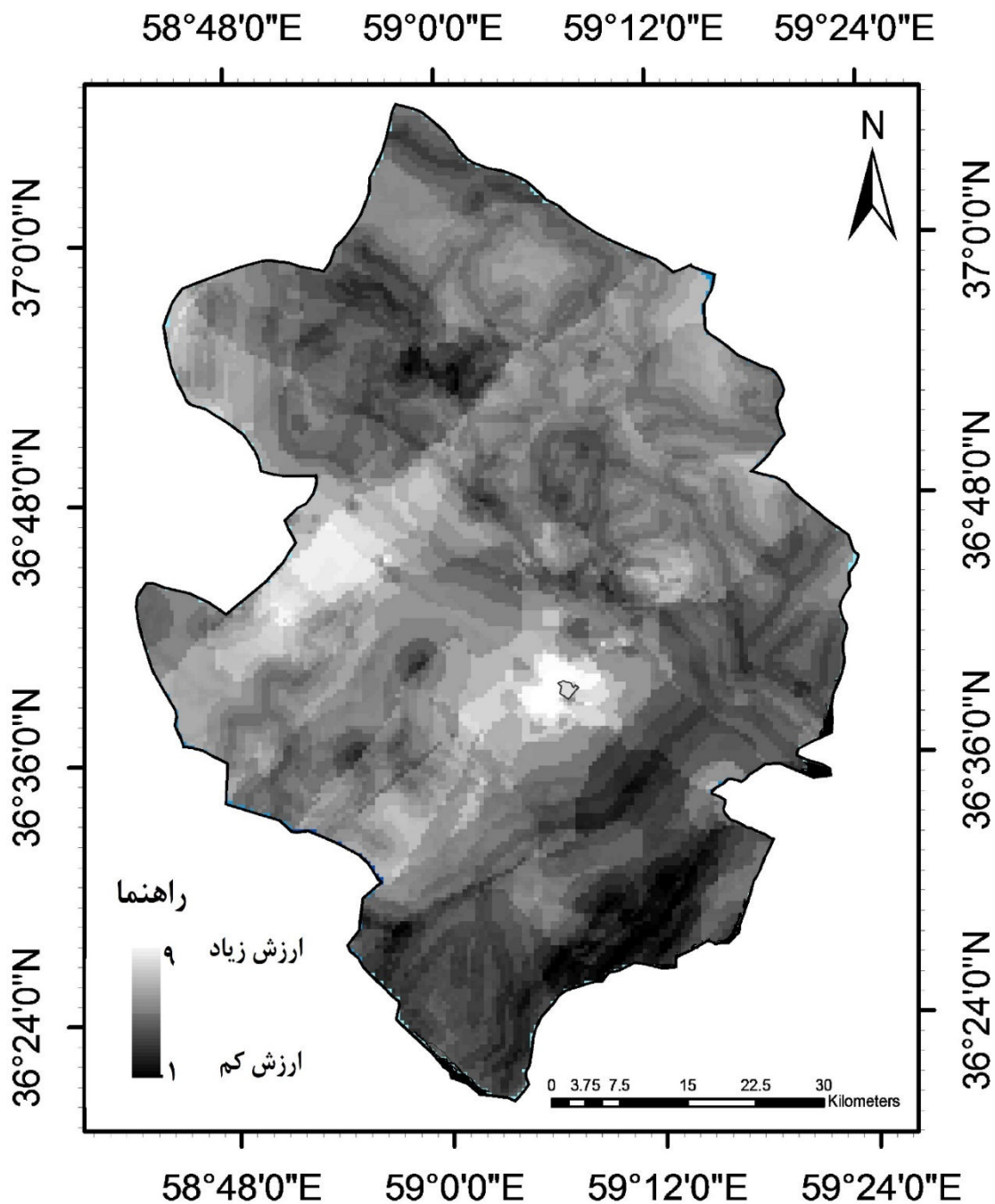
۴-۲-۵- پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه به رده‌های بسیار مناسب تا نامناسب

پس از رده‌بندی امتیازهای نهایی نقشه حاصل از هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی و حذف مناطق ممنوعه، منطقه مورد مطالعه از نظر مستعد بودن برای محل دفن زباله به چهار گروه بسیار مناسب، مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب طبقه‌بندی شد. نقشه پهنه‌بندی شهرستان چناران جهت دفن زباله‌های جامد در شکل (۴-۲۵) ارائه شده است.

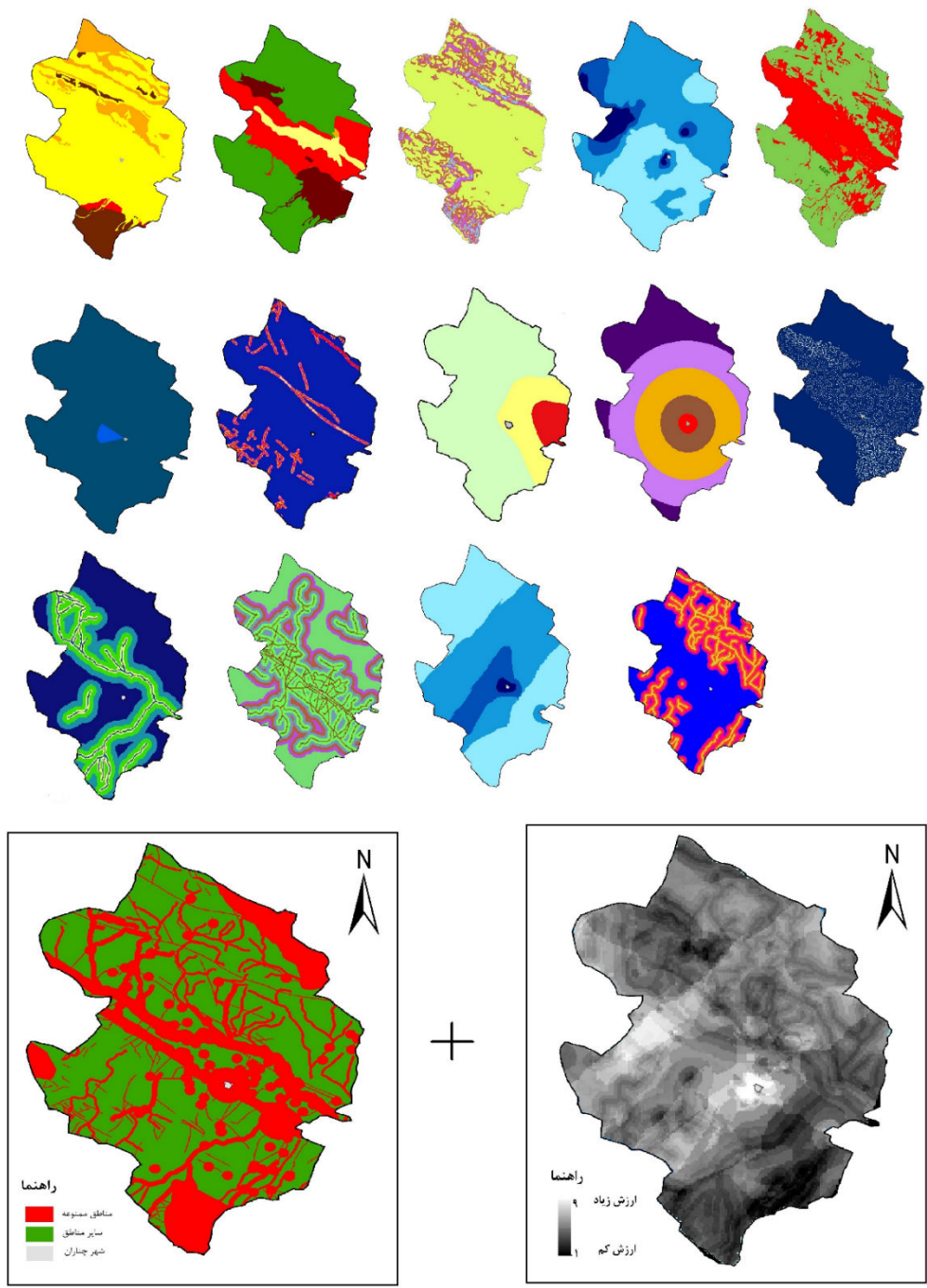
۴-۲-۶- انتخاب پهنه‌های مناسب جهت احداث محل دفن بهداشتی پسماندهای جامد

به منظور تعیین مکان مناسب برای دفن زباله، از پهنه‌هایی که در رده بسیار مناسب قرار گرفته‌اند، استفاده شد. ابتدا با توجه به مساحت مورد نیاز جهت دفن زباله‌ها در طول ۲۵ سال آینده، از میان مناطق با رده بسیار مناسب محدوده‌هایی که دارای مساحت کم‌تر از ۰/۰۶ کیلومتر مربع بودند، حذف شده و فرآیند ارزیابی بهترین مکان‌های مستعد برای احداث لندفیل روی سایر پهنه‌های باقی‌مانده صورت گرفت. از آنجایی که همه پهنه‌های انتخابی در این مطالعه، مساحت بیشتر از مقدار ذکر شده را داشتند، هیچ کدام حذف

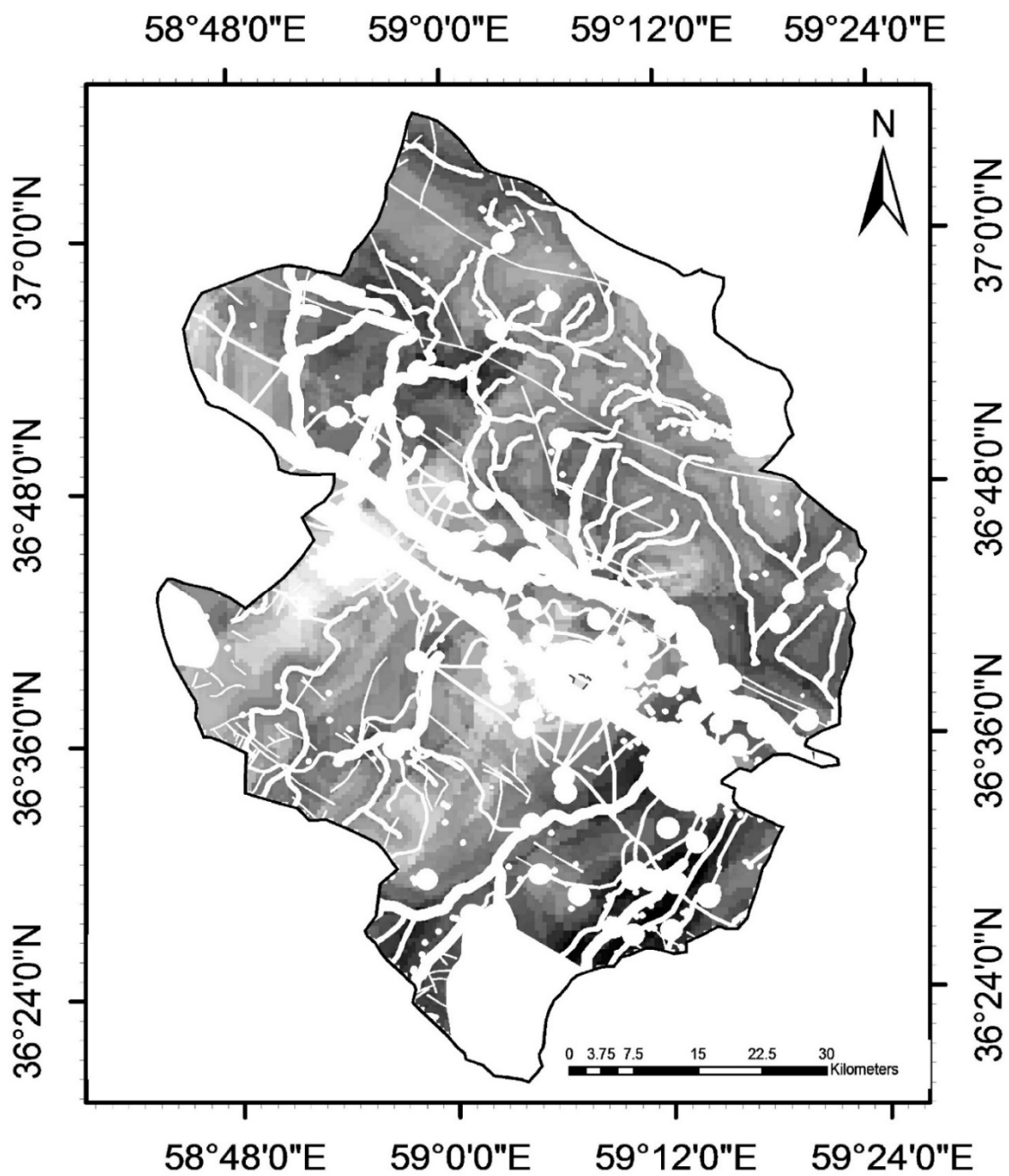
نگردیدند. سپس، این پهنه‌ها با در نظر گرفتن معیارهای زمین‌شناسی، زیست‌محیطی و اقتصادی-اجتماعی مورد بررسی قرار گرفتند. شکل (۴-۲۶) موقعیت پهنه‌های مناسب را در شهرستان چناران نشان می‌دهد.



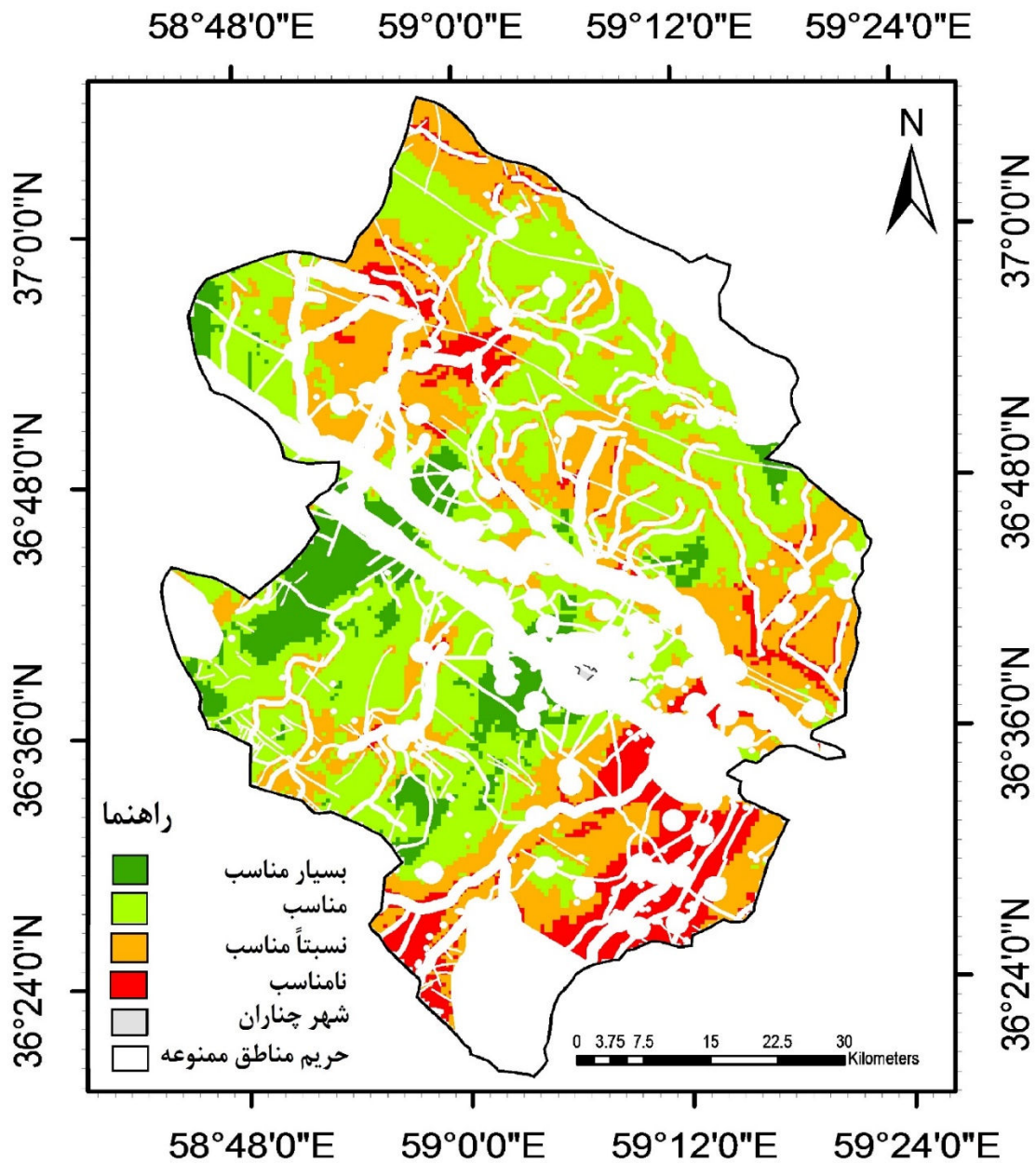
شکل ۴-۲۲. نقشه هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی در GIS.



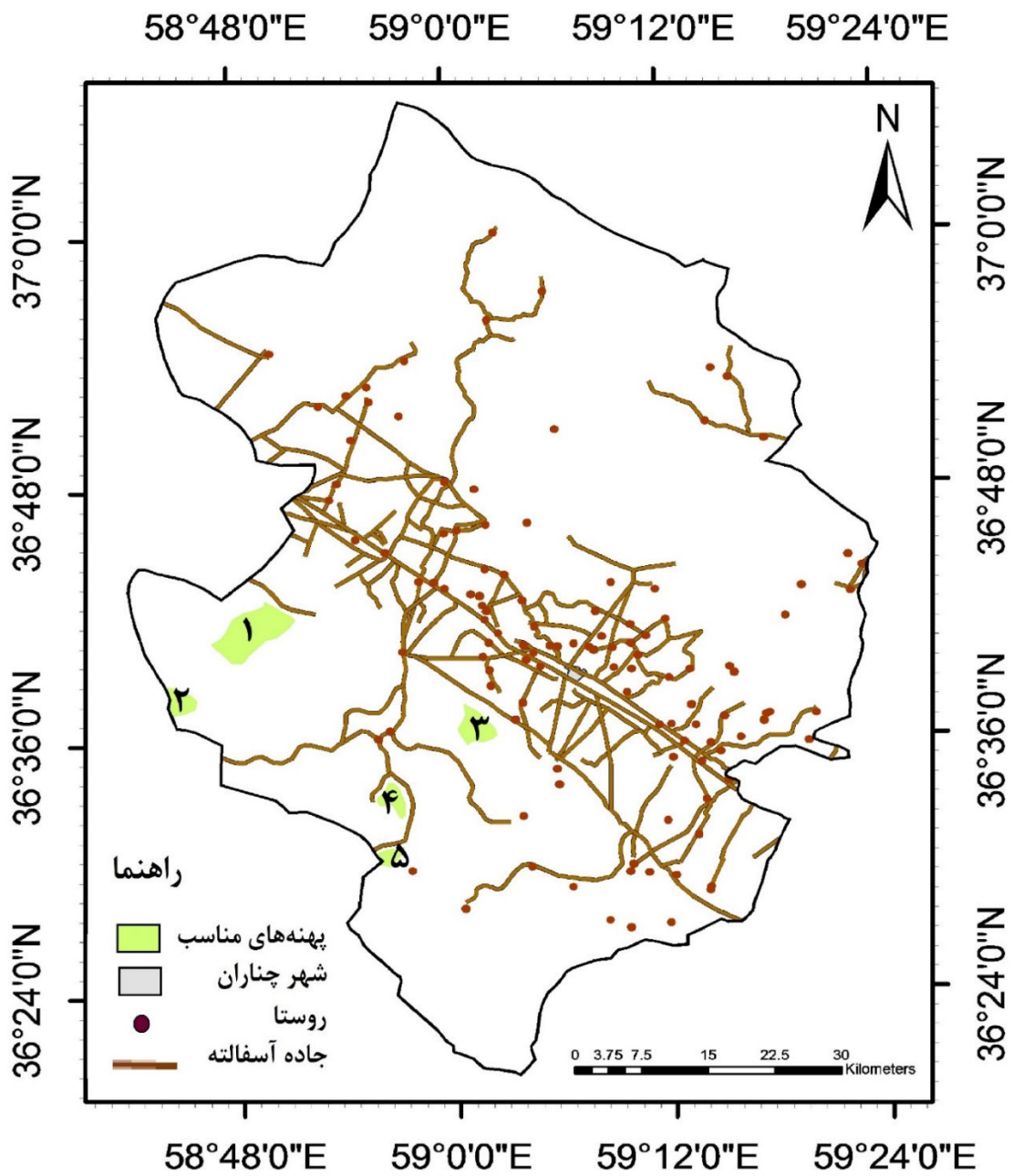
شکل ۴-۲۳. هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی و حذف مناطق ممنوعه.



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



شکل ۴-۲۵. پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه از نظر مستعد بودن جهت دفن زباله‌های جامد شهری.



شکل ۴-۲۶. موقعیت پهنه‌های مناسب به منظور دفن زباله‌های جامد شهری در منطقه مورد مطالعه.

۴-۴- بازدید صحرائی از پهنه‌های منتخب

پس از اتمام فرآیند پهنه‌بندی که در بخش‌های قبلی به تفصیل راجع به آن‌ها بحث شد، جهت تکمیل و تأیید اطلاعات مربوط به مناطق مناسب و گزینش بهترین و مناسب‌ترین مکان به منظور دفن زباله‌های جامد شهری در منطقه مورد مطالعه، بازدید صحرائی از مناطق مناسب انتخابی صورت گرفت. به منظور اطلاع از شرایط کنونی و تکمیل نهایی اطلاعات، بازدید صحرائی از مناطق مناسب منتخب صورت گرفت. به طور کلی، در بازدیدهای صحرائی در امر مکان‌یابی اهداف زیر دنبال می‌شوند:

- کاربری اراضی زمین‌های انتخاب شده و نواحی مجاور
- شرایط توپوگرافی و شیب منطقه
- احتمال عبور خط انتقال نیرو
- احتمال وجود چاه، چشمه، قنات و یا آبراهه فصلی
- ارتفاع محل پیشنهادی از سطح دریا
- احتمال وجود معادن ثبت نشده در نقشه زمین‌شناسی
- احتمال وجود مناطق ممنوعه جدید

۴-۲-۷-۱- حذف مناطق نامناسب

پس از بازدید صحرائی از منطقه مورد مطالعه، بعضی از مناطق به دلیل فقدان شرایط مناسب برای احداث لندفیل حذف شدند. در جدول (۴-۴۰) دلایل حذف این مناطق ذکر شده است. از میان پنج منطقه مناسب، یک پهنه به عنوان منطقه منتخب به منظور دفن بهداشتی پسماندهای جامد شهری معرفی شد.

جدول ۴-۴۰. دلایل حذف مناطق بررسی شده در بازدید صحرایی.

ردیف	شماره پهنه	توضیحات
۱	۱	نزدیک بودن به رودخانه، فاصله کم از جاده.
۲	۲	غیرقابل دسترس بودن منطقه.
۳	۳	وجود زمین‌های زراعی، نزدیک بودن به شهرک صنعتی چناران.
۴	۴	نزدیک بودن به رودخانه فصلی، فاصله کم از جاده، نزدیکی به روستاهای مجاور.

۴-۲-۷-۲- پهنه منتخب

این محدوده با مختصات جغرافیایی ۵۸ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی و با ارتفاع متوسط ۱۵۱۳ متر از سطح دریا دارای مساحت ۲/۴۳ کیلومتر مربع است. این پهنه حدوداً در ۱۸ کیلومتری جنوب شهرستان چناران و ۱ کیلومتری جاده اخلمد-چناران قرار گرفته است. این منطقه از تناوب شیل و میان‌لایه‌هایی از کنگلومرا تشکیل شده است و در حاشیه آن واحدهایی از جنس شیل و فیلیت (خرد نشده) وجود دارد. این پهنه تقریباً ۴ کیلومتر از رودخانه فصلی فریزی فاصله دارد. شایان ذکر است که در این منطقه هیچ گونه آثاری از چاه، چشمه، قنات و همچنین گسل مشاهده نشد. پوشش گیاهی در

این محدوده کم بوده و بیشتر از نوع بوته و خار می‌باشد. در شکل (۴-۲۷) تصویری از پهنه منتخب ۵ نمایش داده شده است.



شکل ۴-۲۷. نمایی از پهنه ۵، دید به سمت شمال شرق

فصل پنجم

نتیجہ گیری و مشہادہ

۵-۱- نتیجه‌گیری

در انتخاب محل دفن زباله‌های جامد شهری، معیارهای متعددی مؤثر 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 فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) ابزاری مفید است. تلفیق نتایج حاصل از GIS و روش AHP از کارایی بالایی در مکان‌یابی محل دفن زباله برخوردار است.

در این پژوهش، به منظور انتخاب مکان مناسب برای دفن پسماندهای جامد شهری در شهرستان چناران ابتدا معیارها و محدودیت‌های زیست‌محیطی، زمین‌شناسی، اقتصادی-اجتماعی (از قبیل سنگ‌شناسی، شیب، سطح آب زیرزمینی، کیفیت آب زیرزمینی، بافت خاک، کاربری اراضی، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از مناطق حفاظت شده زیست‌محیطی، فاصله از جاده، فاصله از گسل، لرزه‌خیزی منطقه، دسترسی به منابع قرضه، جهت باد غالب و غیره) تعیین شدند. سپس داده‌های مورد نیاز از سازمان‌های مختلف گردآوری و لایه‌های اطلاعاتی معیارها در محیط GIS تهیه شدند. برخی از لایه‌ها با تعیین حریم مناسب به عنوان معیارهای حذفی در نظر گرفته شدند و بر اساس آن، نقشه مناطق ممنوعه تهیه گردید. همچنین تعدادی از این لایه‌ها به عنوان معیار رده‌بندی در نظر گرفته شدند و در محیط GIS به چهار گروه بسیار مناسب، مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب رده‌بندی شد. برای اولویت‌بندی و وزن‌دهی به معیارهای رده‌بندی شده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده گردید. در این روش اهمیت معیارها از ۱ تا ۹ و اهمیت رده‌های هر معیار نیز از ۱ تا ۹ نسبت به هم در نرم‌افزار Expert choice به صورت کارشناسی اعمال و با انجام مقایسه زوجی، وزن نسبی زیرمعیارها 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، منطقه مورد مطالعه از نظر مناسب بودن برای دفن زباله به چهار گروه بسیار مناسب، مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب پهنه‌بندی شد. از بین مناطق بسیار مناسب با توجه به مساحت مورد نیاز برای احداث لندفیل، ۵ پهنه انتخاب شد. با در نظر گرفتن پارامترهای زمین‌شناسی، زیست‌محیطی و اقتصادی-اجتماعی این پهنه‌ها مورد بررسی قرار گرفتند و از بین آنها پهنه شماره ۵ به عنوان محل مناسب برای دفن زباله‌های شهری در شهرستان چناران پیشنهاد گردید.

۵-۲- پیشنهادها

- انجام مطالعات دقیق ژئوتکنیکی و بررسی خصوصیات زیرسطحی منطقه
- نصب پیزومتر به منظور بررسی دقیق وضعیت آب زیرزمینی در پهنه‌های منتخب
- انجام مطالعات دقیق تر روی کمیت و کیفیت پسماندهای جامد شهری با توجه به رشد جمعیت

منابع:

- اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری خراسان رضوی، ۱۳۹۰.
- اداره منابع طبیعی شهرستان چناران، ۱۳۸۶.
- اسکندری، ر.، (۱۳۹۰)، پایان نامه کارشناسی ارشد، "مکان یابی و ارزیابی اثرات زیست محیطی محل دفن پسماند های خطرناک مرجع در ایران مرکزی"، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۴۱ ص.
- افشار حرب، ع.، آقناباتی، ع.، مجیدی، ب.، علوی تهرانی، شهرابی، م.، داودزاده، م.، نوائی، الف (۱۳۶۵): نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی مشهد، سازمان زمین شناسی کشور.
- افشار، ع (۱۳۶۷): نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ درگز، سازمان اکتشافات معدنی کشور.
- ایزدی جاجرم، م.، رضانی اومالی، ر.، حافظی مقدس، ن.، (۱۳۹۵)، "معرفی گسل جنوب مشهد-چناران" سی و پنجمین گردهمایی ملی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- باقر کاظمی، ع.، (۱۳۸۸)، پایان نامه کارشناسی ارشد، "مدیریت پسماندهای جامد شهری در شهرستان شاهرود"، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۶۰ ص.
- بربریان، م.، قرشی، م.، (۱۳۶۸)، "بررسی های لرزه زمین ساختی و خطر زمین لرزه - گسلش در ساختگاه شهر جدید گلپهار مشهد (میان راه مشهد - قوچان) در فاز شناخت"، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن . وزارت مسکن و شهرسازی.

بزرگمهر، ک.، حکیم‌دوست، س.ی.، پورزیدی، ع.م.، صیدی، ز.، (۱۳۹۳)، "مکان‌یابی بهینه محل دفن مواد زاید جامد شهری با استفاده از مدل (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان تنکابن)"، فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، شماره ۹۱، دوره ۲۳، ۸۷-۸۴ ص.

بنی‌اسدی، ر.، احمدی‌زاده، س. س.، ر.، اعتباری، ب.، قمی معترضه، ع. ر (۱۳۹۲)، "تعیین مکان‌های مناسب دفن پسماندهای جامد شهری در آستارا با استفاده از روش AHP و منطق فازی"، مقاله علمی پژوهشی محیط زیست و توسعه، شماره ۸، ۴۱-۵۰ ص.

پرهیزکار، الف.، غفاری گیلانده، ع.، (۱۳۸۵)، "سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری، انتشارات سمت.

پولادوند م.، (۱۳۸۶)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد "مکان‌یابی محل دفن پسماندهای ویژه در استان گلستان به وسیله GIS"، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، ۳۲ ص.

ترشیزیان، ح (۱۳۷۰): نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

حافظی مقدس، ن.، غفوری، م.، (۱۳۸۸)، "زمین‌شناسی زیست‌محیطی"، چاپ اول، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود، ۲۷۰ ص.

حسنی‌مقدم ا.، جلیلی قاضی‌زاده م.، زاهدی ه.، (۱۳۹۴)، "شناسایی مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی محل دفن بهداشتی پسماند ویژه لندفیل و تعیین دامنه مطلوبیت برای هر پارامتر" دومین کنفرانس سالانه پژوهش‌های معماری، شهرسازی و مدیریت شهری.

دلبری س.ع و داودی س.ع، (۱۳۹۱)، " کاربرد تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در رتبه بندی شاخص های ارزیابی جاذبه های توریستی"، مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، شماره ۹، دوره ۲، ۵۷-۷۹ ص.

سازمان مدیریت پسماند، (۱۳۹۵).

سازمان هواشناسی خراسان رضوی، (۱۳۹۶).

سروری س، (۱۳۹۵)، پایان نامه کارشناسی ارشد "مکان یابی محل مناسب دفن پسماندهای جامد شهری در شهر کنگاور"، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، ۷۶ ص.

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

شاکری، ف، (۱۳۹۲)، پایان نامه کارشناسی ارشد، "مکان یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری در شهر گرمسار" دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۸ ص.

عطائی، م، (۱۳۸۹)، "تصمیم گیری چند معیاره"، چاپ اول، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود، ۳۳۳ ص.

عظیمی حسینی، م، نظری فر م.ه و مؤمنی ر، (۱۳۸۹)، "کاربرد GIS در مکان یابی"، چاپ اول، انتشارات مهرگان قلم، ۳۰۴ ص.

عمرانی، ق.ع و علوی نخجوانی، ن، (۱۳۸۶)، "مواد زاید جامد ۱ پسماندهای بیمارستانی" جلد اول، چاپ انتشارات رفیع تهران، ۱۲۸ ص.

عمرانی، ق، (۱۳۵۹)، "مواد زاید جامد"، جلد اول، مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، تهران.

- عمرانی، ق، (۱۳۸۰)، "مواد زاید جامد"، جلد دوم، مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، تهران.
- 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، ۲۴۳-۲۳۶ ص.
- قدسی پور س.ح، (۱۳۸۱)، "فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP"، چاپ دهم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۳۲۲ ص.
- قدسی پور، س.ح، (۱۳۸۸)، "تصمیم‌گیری چند معیاره"، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.
- گزارش پشت نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چناران.
- گزارش پشت نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ درگز.
- گزارش پشت نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ مشهد.
- گزارش شهرداری چناران، (۱۳۹۳)، مصاحبه، واحد خدمات.
- گزارش نقشه ۱:۵۰۰۰۰۰ گسل‌های فعال خراسان رضوی، (۱۳۹۳)، اداره کل زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی منطقه شمال شرق.
- مجلسی م و نوری ج، (۱۳۷۱)، "مکان‌یابی و مدیریت محل دفن بهداشتی"، انتشارات سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران، ۱۷۰ ص.
- مرکز آمار ایران، (۱۳۸۵-۱۳۵۵)، سرشماری عمومی نفوس و مسکن و سالنامه آماری استان خراسان رضوی.

مرکز آمار ایران، (۱۳۸۵-۱۳۷۵)، سرشماری عمومی نفوس و مسکن و سالنامه آماری استان خراسان رضوی.

مرکز آمار ایران، (۱۳۸۶) سرشماری عمومی نفوس و مسکن و سالنامه آماری استان خراسان رضوی.

مرکز آمار ایران، (۱۳۹۰)، سرشماری عمومی نفوس و مسکن و سالنامه آماری استان خراسان رضوی.

معاونت برنامه‌ریزی استانداری خراسان رضوی، ۱۳۸۶

منصوری، ز، (۱۳۹۰)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد "مکان‌یابی تصفیه‌خانه فاضلاب شهر فلاورجان در استان

اصفهان با نگرشی ویژه بر محیط زیست منطقه" دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، ۲۴-۲۲ ص،

۹۶ ص.

مهندسین مشاور آذین آمایش، ۱۳۹۴

نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ گسل‌های فعال و غیرفعال خراسان رضوی

Reference:

Ahmadi, M., Teymouri, P., Dinarvand, F., Hoseinzadeh, M., Babaei, A. A., & Jaafarzadeh, N. (2014). Municipal solid waste landfill site selection using analytical hierarchy process method and geographic information system in Abadan, Iran.

Akbari, V., Rajabi, M. A., Chavoshi, S. H., & Shams, R. (2008). Landfill site selection by combining GIS and fuzzy multi criteria decision analysis, case study: Bandar Abbas, Iran. *World Applied Sciences Journal*, 3(1), 39-47.

Allen, A. R., Brito, G., Caetano, P., Costa, C., Cummins, V., Donnelly, J., ... & Vendas, D. (2011). The Development of a GIS Model for the Location of Landfill Sites in Ireland and Portugal. Final Project Report.

Ayağ, Z., & Özdemir, R. G. (2009). A hybrid approach to concept selection through fuzzy analytic network process. *Computers & Industrial Engineering*, 56(1), 368-379.

Bahaa-Eldina EAR, Yusoffa I, Abdul Rahimb S, Wan Zuhairib WY, Abdul Ghanib MR. Heavy Metal Contamination of Soil Beneath a Waste Disposal Site at Dengkil, Selangor, Malaysia. *Soil Sediment Contam* 2008;17(5):449-66.

Bomboe, P. G., & Martac, E. N. (1997). Multi-attribute rating technique applied to geologic sites selection for hazardous waste disposal. *Engineering Geology and the Environment*, 2, 1623.

Byun, D. H. (2001). The AHP approach for selecting an automobile purchase model. *Information & Management*, 38(5), 289-297.

Chang, N. B., Parvathinathan, G., & Breeden, J. B. (2008). Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. *Journal of environmental management*, 87(1), 139-153.

Chitsazan, M., Dehghan, F. (2013) Landfill site selection using geographic information system (Case study: Ramhormoz city, Iran) *‘Eco. Env. & Cons.* 19 (2) : pp. (533-538).

Doerhoefer, G. & Siebert, H. (1998) Search for landfill sites - requirements and implementation in Lower Saxony, Germany. *Environmental Geology* 35, 55-65.

Donevska, K. R., Gorsevski, P. V., Jovanovski, M., & Peševski, I. (2012). Regional non-hazardous landfill site selection by integrating fuzzy logic, AHP and geographic information systems. *Environmental Earth Sciences*, 67(1), 121-131.

EPA (2006) United States environmental protection agency, EPA landfill manuals, manual for site selection, draft for consultation, Washington.

EPA, (2007), Guidelines for environmental management of landfill facilities (municipal solid waste and commercial and industrial general waste).

Eskandari, M., Homaei, M., Mahmoodi, S., & Pazira, E. (2013). Integrating GIS and AHP for municipal solid waste landfill site selection. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 3(4), 588-595.

Esteghamati, A., Eskandari, D., Mirmiranpour, H., Noshad, S., Mousavizadeh, M., Hedayati, M., & Nakhjavani, M. (2013). Effects of metformin on markers of oxidative stress and antioxidant reserve in patients with newly diagnosed type 2 diabetes: a randomized clinical trial. *Clinical nutrition*, 32(2), 179-185.

Foroughian, A., & Eslami, H. (2015). Application of AHP and GIS for landfill site selection (A case study: city of Susa). *Journal of Scientific Research and Development*, 2(5), 129-134.

Gorsevski, P. V., Donevska, K. R., Mitrovski, C. D., & 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*, 32(2), 287-296.

Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information systems for landfill site selection: A case study using ordered weighted average ,*Waste Management* 32 (2012) 287–296.

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

Kemp, L. D., Bonham-Carter, G. F., Raines, G. L., & Looney, C. G. (2001). Arc-SDM: Arcview extension for spatial data modelling using weights of evidence, logistic regression, fuzzy logic and neural network analysis.

Komilis, D. P., Ham, R. K., & Stegmann, R. (1999). The effect of municipal solid waste pretreatment on landfill behavior: a literature review. *Waste Management and Research*, 17(1), 10-19.

Kontos T.D., Komilis D.P. and Halvadakis C.P., (2005), "Siting MSW landfills with a spatial multiple analysis methodology", *Waste Management*, Vol. 25, pp. 818-832.

Korpela, J., & Tuominen, M. (1994). An analytic approach to the analysis and selection of transport services. In *Engineering Management Conference, 1994. 'Management in Transition: Engineering a Changing World'*, Proceedings of the 1994 IEEE International (pp. 300-314). IEEE.

Kumar, S., & Hassan, M. I. (2013). Selection of a landfill site for solid waste management: an application of AHP and spatial analyst tool. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 41(1), 45-56.

Langer, M. (1995) *Criteria for Site Selection, Characterization, Evaluation; Principle of Safety Assessment and Special Purpose Mapping*. Scientific Report and Recommendations of the IAEG Commission, No. 14, *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, Volume 51, 29 pp.

Leao, S., Bishop, I., & Evans, D. (2004). Spatial-temporal model for demand and allocation of waste landfills in growing urban regions. *Computers, Environment and Urban Systems*, 28(4), 353-385.

Lin, H. Y., & Kao, J. J. (1999). Enhanced spatial model for landfill siting analysis. *Journal of environmental engineering*, 125(9), 845-851.

Majlesi, N. (1992). *Solid Wastes Materials Management (Principles of Engineering and Managerial Issues)*, 2 nd Vol. Recycling and Processing Organization Publication.

Malczewski, J. (2006). Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis. *International journal of applied earth observation and geoinformation*, 8(4), 270-277.

Mashalah Khomehchiyan • Mohammad Reza Nikoudeh • Mehdi Boroumandi ,Identification of hazardous waste landfill site: a case study from Zanjan province, Iran •*Environ Earth Sci* (2011) 64:1763–1776 DOI 10.1007/s12665-011-1023-y.

Moghaddas, N. H., & Namaghi, H. H. (2011). Hazardous waste landfill site selection in Khorasan Razavi province, northeastern Iran. *Arabian journal of geosciences*, 4(1-2), 103-113.

Moustafa El Baba & Prabin Kayastha Florimond De Smed, (2015) , Landfill site selection using multi-criteria evaluation in the GIS interface: a case study from the Gaza Strip, Palestine.

Nas B., Cay T.,Iscan F.and Berktay 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.

Naser Hafezi Moghaddas & Hadi Hajizadeh Namaghi•*Arab J Geosci*, Hazardous waste landfill site selection in Khorasan Razavi Province, Northeastern Iran (2011) 4:103–113.

Nazari A, Salarirad MM, Bazzazi AA (2010) Landfill site selection by decision-making tools based on fuzzy multi-attribute decisionmaking method. *Environ Earth Sci* 65:1631–1642.

Ojha, C. S. P., Goyal, M. K., & Kumar, S. (2007). Applying Fuzzy logic and the point count system to select landfill sites. *Environmental monitoring and assessment*, 135(1-3), 99-106.

Oweis, I. S., & Khera, R. (1986). Criteria for geotechnical construction on sanitary landfills. In *International Symposium on Environmental Geotechnology* (Vol. 1, pp. 205-222). USA: NVO Publishing Company Inc.

Pandey PC, Sharma KL, Nathawat MS (2011) Geospatial strategy for sustainable management of municipal solid waste for growing urban environment. *Environ Monit Assess* 184:2419–2431.

Peavy, R., & Rowe, D. R. TCHOBANOGLOUS (1985): *Environmental Engineering*. International edition.

Pece V. Gorsevski a , Katerina R. Donevska b, Cvetko D. Mitrovski c, Joseph P. Frizado,.

Saaty, T. L. (2004). Decision making—the analytic hierarchy and network processes (AHP/ANP). *Journal of systems science and systems engineering*, 13(1), 1-35.

Saaty, Thomas L (1994). "How to make a decision: the analytic hierarchy process." *Interfaces* 24.6: 19-43.

Schübeler, P., Christen, J., & Wehrle, K. (1996). Conceptual framework for municipal solid waste management in low-income countries (Vol. 9). St. Gallen: SKAT (Swiss Center for Development Cooperation).

Schwartz, E. M. (2001). A simple approach to solid waste planning for urbanizing counties (Doctoral dissertation, Department of Geosciences. University of Missouri--Kansas City).

Sener B., (2004), M.Sc. Thesis, “Landfill site selction 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 methodologe: acase study in Senirkent-Uluborlu (isparta) Basin, Turkey”, *Environmental monitoring and asseament*, Vol. 173, pp. 533-554.

- Şener, Ş., Şener, E., Nas, B., & Karagüzel, R. (2010). Combining AHP with GIS for landfill site selection: a case study in the Lake Beyşehir catchment area (Konya, Turkey). *Waste management*, 30(11), 2037-2046.
- Sharifi, M. A., & Vanwesten, C. J. (1997). Siteselection for Wasted is Posal through Spatial Multiple Criteria Decision Making. ITC.
- Stocklin, J. (1968). Structural history and tectonics of Iran: a review. *AAPG Bulletin*, 52(7), 1229-1258.
- Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil S. *Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues*. New York: McGraw-Hill; 1993.
- Wang, G., Qin, L., Li, G., & Chen, L. (2009). Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: a case study in Beijing, China. *Journal of environmental management*, 90(8), 2414-2421.
- Wilson, D. G. (1977). *Handbook of solid waste management*. Van Nostrand Reinhold Company.
- Yeşilnacar MI, Cetin H (2005) Site selection for hazardous wastes: a case study from the GAP area, Turkey. *Eng Geol* 84:371–388.
- Yesilnacar, M. I., & Cetin, H. (2005). Site selection for hazardous wastes: a casestudy from the GAP area, Turkey. *Engineering Geology*, 81(4), 371-388.
- Yüksel, İ., & Dağdeviren, M. (2010). Using the fuzzy analytic network process (ANP) for Balanced Scorecard (BSC): A case study for a manufacturing firm. *Expert Systems with Applications*, 37(2), 1270-1278.
- Zamorano, M., Molero, E., Hurtado, Á., Grindlay, A., & Ramos, A. (2008). Evaluation of a municipal landfill site in Southern Spain with GIS-aided methodology. *Journal of hazardous materials*, 160(2), 473-481.
- Ziari, K. (2002). *Urban land use planning*, Yazd University Press.

Abstract:

The excessive urbanization and population growth has to an explanation in per-capita consumption. This has, in turn, led to the production of large amounts of municipal solid wastes that must be considered as one of most important threats of the living environment in urban areas. Selection of landfill sites is one of the important steps in the management of solid wastes. Considering the environmental, economic and ecological hazards which may be related to the landfills, the site selecting of landfills should be implemented on a scientific basis. Chenaran town in the North of Khorasan Razavi province with production of 70 tons of waste per day, has not any appropriate site for waste disposal. In the present study in order to select the most suitable site for landfill site in Chenaran area, an analytical hierarchy process (AHP) was combined with a geographic information system (GIS) to examine several criteria, such as hydrology/ hydrogeology, lithology, soil texture, land use, slope, seismicity, distance from faults, distance from residential areas, wind direction, distance from the roads and access to loan resources. Geographic information system (GIS) was used to manipulate the spatial data and to produce the maps. Data were assorted into four suitability classes within the study area, i.e., high, moderate, low and very low suitability areas, which represented 11%, 13%, 37% and 39%, of the study are. As a result, 5 candidate sites were suggested for landfill site. Considering all the criteria, candidate sites were discussed and finally one site (zone 5) with position $58^{\circ}57'$ E and $36^{\circ}29'$ N were suggested as the most suitable site for landfill in Chenaran area. The results of this research will be urban environment of the study area.

Keywords: Site selection, landfill, Chenaran, Geographic information system, Analytic hierarchy process.



Faculty of Geoscience

M.Sc Thesis in Earth Science

**Site selection of municipal solid waste landfill of Chenaran Township,
Khorasan Razavi Province**

By: Sara Arkanzadeh yazdi

Supervisor:

Dr. Afshin Gheslaghi

September 2017