بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی عمران

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران – مهندسی محیط زیست

مکان‌یابی بهینه مراکز دفن پسماند با استفاده از تحلیل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بر مبنای GIS (مطالعه موردی: کرمانشاه)

نگارنده: محمد مهدی سروش

استاد راهنما

دکتر رمضان واقعی

استاد مشاور

دکتر کیوان باقری

دی ۹۸

در این صفحه صورت جلسه دفاع را قرار دهید. لازم است پس از صحافی این صفحه مجدداً توسط دانشکده مهر گردد و استاد راهنما با امضای خود اصلاحات پایان‌نامه را تایید کند.

تقدیم به

پدر و مادر دلسوز و مهربان و برادر عزیزم، همچنین تمام کسانی که برای روشن نگه‌داشتن راه علم و خرد همانند شمعی آرام آرام سوختند و سعی نمودند که هر روز بر این راه تعالی ارزش بخشند.

تشکر و قدردانی

چو گشتی طبیب، از خود میازار چراغ از بهر تاریکی نگه دار

خداوندا چه بگویم که هیچ زبانی گویای نعمت‌ها و خوبی‌های تو در حق بنده‌هایت نبوده و هیچ گوشی یاری شنیدن اوصاف پاک تو را ندارد، هرچه بگویم باز قادر نخواهم بود ذره‌ای از دریای بی‌پایان الطاف تو را سپاس گویم. حال که نگارش این پایان نامه به پایان رسیده است، بر خود لازم می‌دانم به رسم ادب از اساتید گرانقدرم و همچنین تمامی کسانی که من را در انجام و نوشتن این پایان نامه یاری نموده‌اند. سپاسگزاری نمایم.

از استاد راهنمای عزیز و گرانقدرم جناب آقای دکتر رمضان واقعی به خاطر زحمات و حمایت‌های بی‌دریغشان و همچنین راهنمایی‌های ارزنده‌شان کمال تشکر را دارم. بودن در کنار ایشان تجربه‌ای بسیار گران‌بهاتر از کسب علم و دانش برای بنده بود. از استاد مشاور خویش جناب آقای دکتر کیوان باقری که در تمام مراحل انجام این پژوهش جدای از مقام استادی همانند یک دوست صمیمی از راهنمایی‌ها و همفکری‌های ارزنده‌ی ایشان بهره گرفتم، بسیار سپاسگزارم. همچنین از زحمات دوست عزیزم جناب مهندس میلاد باقری که من را در این راه یاری نموده‌اند سپاسگزارم.

از داوران گرانقدر خانم دکتر بهناز بیگدلی و آقای دکتر رامین امینی که زحمت بازخوانی این پایان نامه را متقبل شدند و با راهنمایی‌های ارزنده‌شان در ارائه هرچه بهتر این پژوهش کوشیدند، کمال تشکر را دارم. از جناب آقای دکتر جلیل شفائی نماینده تحصیلات تکمیلی که مدیریت جلسه دفاع را بر عهده داشتند سپاسگزارم. از تمامی اعضای خانواده‌ام که در تمام سال‌های تحصیل من را کمک نموده‌اند نهایت سپاس را دارم.

تعهد نامه

اینجانب **محمد مهدی سروش** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **مهندسی عمران – مهندسی محیط زیست** دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان‌نامه **"مکان‌یابی مناسب مراکز دفن پسماند با استفاده از تحلیل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بر مبنای *GIS* (مطالعه موردی: شهر کرمانشاه)"** تحت راهنمائی **دکتر رمضان واقعی** متعهد می‌شوم.

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

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .

استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

گسترش فزاینده و رو به رشد شهرها و در نتیجه افزایش بی‌رویه جمعیت شهری در کشورهای مختلف دنیا، مخصوصاً در سال‌های اخیر موجب افزایش بیش از حد مصرف و در نتیجه افزایش تولید انواع مواد زائد جامد در مناطق شهری شده است. مکان‌یابی مناسب برای دفن زباله یکی از مهم‌ترین جنبه-های مدیریتی مواد زائد جامد شهری می‌باشد. عدم توجه به مکان‌یابی مناسب، اثرات نامطلوب زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی را به دنبال خواهد داشت. هدف از انجام این تحقیق شناسایی و معرفی مکان‌های مناسب برای دفن مواد زائد جامد شهری، شهر کرمانشاه می‌باشد. برای انجام این پژوهش از ۲۵ لایه اطلاعاتی از مجموع معیارهای زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی استفاده شده و با بهره-گیری از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (*AHP*)، تحلیل شبکه‌ای (*ANP*)، مجموع ساده وزنی (*SAW*)، اولویت بندی بر اساس شباهت به راه حل ایده آل (*TOPSIS*) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (*GIS*) محل مناسب برای دفن بهداشتی پسماند در محدوده مطالعاتی تعیین شده است. درنتیجه با استفاده از فرآیند *AHP*، *ANP*، *SAW*، *TOPSIS* ماتریس مقایسه زوجی معیارها تشکیل و وزن‌های نهایی هریک از لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از نرم افزارهای مانند: *Expert Choice11*، *Super Decisions* و *Excel* محاسبه شده و در محیط *GIS*، مدلسازی انجام پذیرفت. با روی هم گذاری لایه‌ها با در نظر گرفتن حداقل مساحت مورد نیاز برای دفن در طول ۲۲ سال آینده، و محدوده در جنوب و جنوب غرب منطقه مورد مطالعه مکان‌یابی و مناسب تشخیص داده شد. نتایج نهایی مدل‌ها به پنج پهنه بسیار مساعد، مساعد، نسبتاً مساعد، نامساعد و بسیار نامساعد به عنوان محل دفن زباله تقسیم بندی شد که مناطق بسیار مساعد در *AHP* برابر ۶/۴ ٪، *ANP* برابر ۴/۵ ٪، *SAW* برابر ۳/۵ ٪ و *TOPSIS* برابر ۳/۲ ٪ به دست آمد و بهترین مناطق در منطقه غرب و جنوب غرب منطقه مورد مطالعه برای دفن پسماندهای شهر کرمانشاه انتخاب شدند.

کلمات کلیدی: پسماندهای جامد شهری ، مکان‌یابی، *AHP*، *ANP*، *SAW*، *TOPSIS*، کرمانشاه

فهرست مطالب

فهرست جداول **ل**

فهرست اشکال **ن**

فصل۱ : کلیات **۱**

۱-۱ **مقدمه** **۲**

۱-۲ بیان مسأله ۳

۱-۳ روش حل مسئله ۵

۱-۴ اهمیت و ضرورت تحقیق ۶

۱-۵ اهداف تحقیق ۷

۱-۶ سوالات تحقیق ۸

۱-۷ موقعیت جغرافیای منطقه ۸

فصل۲ :مروری بر مطالعات گذشته **۱۱**

۲-۱ مقدمه ۱۲

۲-۲ تعریف لندفیل ۱۲

۲-۳ دفن بهداشتی پسماند ۱۳

۲-۳-۱ مزایا و معایب روشن دفن بهداشتی پسماند ۱۳

۲-۴ مدفن پسماند مهندسی - بهداشتی ۱۵

۲-۵ اجزاء یک دفن مهندسی- بهداشتی ۱۵

۲-۶ طبقه‌بندی دفن زیر زمینی ۱۶

۲-۷ مفهوم مکان‌یابی محل دفن ۱۷

۲-۸ ملاحظات مکان‌یابی محل دفن ۱۸

۲-۸-۱ زمین‌شناسی..... ۱۸
۲-۸-۲ طبقات ارتفاعی..... ۲۰
۲-۸-۳ دسترسی به راه ها و جاده های اصلی..... ۲۰
۲-۸-۴ فرودگاه..... ۲۱
۲-۸-۵ شیب..... ۲۱
۲-۸-۶ آب‌های زیر زمینی..... ۲۲
۲-۸-۷ وضعیت آب‌های سطحی..... ۲۲
۲-۸-۸ کاربری اراضی..... ۲۳
۲-۸-۹ اراضی ناپایدار..... ۲۳
۲-۸-۱۰ بادهای غالب..... ۲۴
۲-۸-۱۱ سنگ بستر..... ۲۵
۲-۸-۱۲ دشت های سیلابی..... ۲۵
۲-۸-۱۳ تبخیر..... ۲۶
۲-۸-۱۴ درجه حرارت و رطوبت هوا..... ۲۶
۲-۸-۱۵ بارندگی..... ۲۷
۲-۸-۱۶ گسل..... ۲۷
۲-۸-۱۷ دسترسی به امکانات زیرساختی..... ۲۸
۲-۸-۱۸ عوامل زیست محیطی..... ۲۸
۲-۹ کاربرد نهایی محل‌های دفن تکمیل شده..... ۲۸
۲-۱۰ ضوابط زیست‌محیطی محل‌های دفع پسماندهای عادی (سازمان حفاظت از محیط زیست کشور)..... ۲۹
۲-۱۱ پیشینه تحقیق..... ۳۲
۲-۱۱-۱ بررسی منابع در سایر کشورهای جهان..... ۳۲
۲-۱۱-۲ بررسی منابع در ایران..... ۳۸

۲-۱۱-۳ جمع بندی ۴۴

فصل۳ : ابزار ها و روش ها **۴۵**

۳-۱ مقدمه ۴۶

۳-۲ مواد و روش‌ها ۴۶

۳-۳ وزن دهی به معیارها ۴۸

۳-۴ فرایند تحلیل سلسه مراتبی (*AHP*) ۴۹

۳-۴-۱ تعیین اهمیت شاخص ها و وزن دهی به آن ها ۵۰

۳-۵ روش تحلیل شبکه‌ای (*ANP*) ۵۷

۳-۵-۱ کاربرد مدل *ANP* برای مکان یابی ۵۸

۳-۵-۲ ایجاد شبکه و تعیین روابط و ارتباطات بین خوشه ها ۵۸

۳-۵-۳ ماتریس های مقایسات زوجی ۶۰

۳-۵-۴ تشکیل سوپر ماتریس ۶۱

۳-۶ روش *SAW* ۶۶

۳-۷ روش *TOPSIS* ۷۰

۳-۸ نرم افزارهای مورد استفاده ۷۵

۳-۸-۱ *ArcGIS* ۷۶

۳-۸-۲ *Expert Choice* ۷۶

۳-۸-۳ *Super Decision* ۷۶

۳-۸-۴ *MicroSoft Excel* ۷۶

فصل۴ : نتایج **۷۷**

۴-۱ مقدمه ۷۸

۴-۲ وضعیت فعلی مدیریت پسماند شهر کرمانشاه ۷۸

۴-۳ مکان یابی محل دفن پسماند در محیط *GIS* ۷۸

۴-۳-۱ مشخص کردن معیارهای مؤثر و استاندارد سازی..... ۷۸
۴-۳-۲ تهیه نقشه های لازم..... ۸۱
۴-۳-۳ اعمال ضوابط روی نقشه ها..... ۸۲
۴-۴ محاسبه زمین مورد نیاز جهت دفن پسماند..... ۹۸
۴-۵ اولویت بندی..... ۹۹
۴-۵-۱ اولویت برحسب روش *AHP*..... ۹۹
۴-۵-۲ اولویت برحسب روش *ANP*..... ۱۰۰
۴-۵-۳ اولویت بر حسب روش *SAW*..... ۱۰۱
۴-۵-۴ اولویت بر حسب روش *TOPSIS*..... ۱۰۲
۴-۶ جمع بندی فصل..... ۱۰۳
فصل۵ : نتیجه گیری **۱۰۵**
۵-۱ مقدمه..... ۱۰۶
۵-۲ نتیجه گیری..... ۱۰۷
۵-۳ پیشنهادات..... ۱۰۸
۵-۴ مشکلات اجرایی پژوهش..... ۱۰۹
مراجع **۱۱۰**
پیوستها و ضمائم **۱۲۱**

فهرست جداول

جدول ۲-۱: طبق‌بندی پسماند برای دفن ۱۷

جدول ۲-۲: ضریب نفوذپذیری و تخلخل سنگ ها ۱۹

جدول ۲-۳: ضریب نفوذپذیری انواع مختلف خاک ها ۲۰

جدول۳-۱: طبقه بندی معیارها ۴۷

جدول ۳-۲: ماتریس مقایسه زوجی شاخص ها در مدل AHP ۵۱

جدول ۳-۳: ماتریس مقایسه زوجی معیارها در مدل AHP ۵۲

جدول۳-۴: ارزش‌گذاری شاخص‌ها نسبت به هم ۵۳

جدول ۳-۵ نتایج نهایی مدل AHP برای مکان یابی محل دفن پسماند ۵۵

جدول۳-۶: مقدار RI برای n های مختلف ۵۶

جدول ۳-۷ : ماتریس اوزان شاخص ها ۶۴

جدول ۳-۸: نتایج نهایی مدل ANP برای مکان یابی محل دفن پسماند ۶۵

جدول۳-۹: ماتریس تصمیم ۶۷

جدول ۳-۱۰: ماتریس نرمال ۶۸

جدول۳-۱۱ : تعیین بردار وزن شاخص ها ۶۸

جدول ۳-۱۲: نتایج نهایی مدل SAW برای مکان یابی محل دفن پسماند ۶۹

جدول ۳-۱۴: امتیازات بی وزن شده مدل $TOPSIS$ ۷۱

جدول ۳-۱۵: ماتریس تصمیم نرمال وزن دار ۷۲

جدول ۳-۱۶: تعیین گزینه های ایده آل ۷۳

جدول ۳-۱۷: فاصله از ایده آل مثبت و ایده آل منفی ۷۴

جدول ۳-۱۸: نتایج نهایی مدل $TOPSIS$ برای مکان یابی محل دفن پسماند ۷۵

جدول ۴-۱: معیارهای مؤثر و ضوابط مربوط ۸۰

جدول ۴-۳: میزان مساحت و درصد کلاس‌های طبقه‌بندی شده روش AHP ۱۰۰

جدول ۴-۴: میزان مساحت و درصد کلاس‌های طبقه‌بندی شده روش ANP ۱۰۱

جدول ۴-۵: میزان مساحت و درصد کلاس‌های طبقه‌بندی شده روش *SAW*.....۱۰۲

جدول ۴-۶: میزان مساحت و درصد کلاس‌های طبقه‌بندی شده روش *TOPSIS*.....۱۰۳

فهرست اشکال

شکل ۱-۱: محدوده مورد مطالعه ۹

شکل۲–۱: طرح شماتیک یک مدفن مهندسی- بهداشتی پسماند..... ۱۶

شکل ۳-۱: شمای کلی روند مدلسازی..... ۴۶

شکل۳-۲: طرح گرافیکی از ساختار درخت سلسله مراتب ۵۱

شکل ۳-۳: وزن مربوط به شاخص ها در *AHP*..... ۵۴

شکل ۳-۴ : نمای کلی از شبکه، خوشه ها و عناصر برای مکان یابی محل دفن پسماند..... ۵۹

شکل ۳-۵: نمایی از مقایسه زوجی در مدل *ANP*..... ۶۱

شکل ۴-۱: نقشه طبقات ارتفاعی..... ۸۲

شکل ۴-۲: نقشه شیب..... ۸۳

شکل ۴-۳: نقشه فاصله از آبخوان..... ۸۳

شکل ۴-۴: نقشه فاصله از چاه قنات..... ۸۴

شکل ۴-۵: نقشه فاصله از چاه..... ۸۴

شکل ۴-۶: نقشه فاصله از چشمه..... ۸۵

شکل ۴-۷: نقشه فاصله از مسیل ها..... ۸۵

شکل ۴-۸: نقشه فاصله از گسل..... ۸۶

شکل ۴-۹: نقشه فاصله از رود خانه..... ۸۶

شکل ۴-۱۰: نقشه فاصله از فرودگاه..... ۸۷

شکل ۴-۱۱: نقشه فاصله از راه..... ۸۷

شکل ۴-۱۲: نقشه فاصله از راه آهن..... ۸۸

شکل ۴-۱۳: نقشه فاصله از شهر..... ۸۸

شکل ۴-۱۴: نقشه فاصله از روستا..... ۸۹

شکل ۴-۱۵: نقشه فاصله از خطوط انتقال نفت..... ۸۹

شکل ۴-۱۶: نقشه فاصله از خطوط انتقال برق..... ۹۰

شکل ۴-۱۷: نقشه فاصله از مناطق حفاظت شده ۹۰
شکل ۴-۱۸: نقشه فاصله از سد ۹۱
شکل ۴-۱۹: نقشه فرسایش ۹۱
شکل ۴-۲۰: نقشه بارش ۹۲
شکل ۴-۲۱: نقشه دما ۹۲
شکل ۴-۲۲: نقشه نفوذپذیری ۹۳
شکل ۴-۲۳: نقشه زمین شناسی ۹۳
شکل ۴-۲۴: نقشه تبخیر و تعرق ۹۴
شکل ۴-۲۵: نقشه کاربری اراضی ۹۴
شکل ۴-۲۶: گلباد فصل بهار ۹۵
شکل ۴-۲۷: گلباد فصل تابستان ۹۵
شکل ۴-۲۸: گلباد فصل پاییز ۹۶
شکل ۴-۲۹: گلباد فصل زمستان ۹۶
شکل ۴-۳۰: گلباد کل ۹۷
شکل ۴-۳۱: گلباد کل در گوگل ارث ۹۷
شکل ۴-۳۲: نقشه پهنه بندی مناطق مساعد دفن پسماند با روش *AHP* ۱۰۰
شکل ۴-۳۳: نقشه پهنه بندی مناطق مساعد دفن پسماند با روش *ANP* ۱۰۱
شکل ۴-۳۴: نقشه پهنه بندی مناطق مساعد دفن پسماند با روش *SAW* ۱۰۲
شکل ۴-۳۵: نقشه پهنه بندی مناطق مساعد دفن پسماند با روش *TOPSIS* ۱۰۳

فصل۱ : کلیات

۱-۱ مقدمه

یکی از مسائلی که امروزه به عنوان چالش مطرح است، مسئله مواد زائدی است که روز به روز بر حجم آن افزوده می‌شود. رشد بی‌رویه جمعیت، توسعه‌ی شهرنشینی، ظهور تکنولوژی‌های جدید و تغییرات حاصل شده در عادت و الگوی مصرف از یک سو و محدودیت در استفاده از منابع طبیعی از سوی دیگر علاوه بر به‌وجود آوردن انواع مشکلات پیچیده در کیفیت زندگی انسان، موجب بروز انواع ناسازگاری‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی شده است (عبدلی، ۱۳۷۹).

روش‌های متفاوتی برای کنترل مواد زائد وجود دارد که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به دفن بهداشتی یا دفن در لندفیل، سوزاندن، بازیافت و کنترل بیولوژیکی اشاره نمود *(Kontos et al., 2005)*.

یکی از روش‌های متداول و کاربردی که در اکثر نقاط دنیا جهت دفع مواد زائد بکار می‌رود، روش دفن بهداشتی است. دفن بهداشتی عبارتست از روشی که در آن زباله در لایه‌های مناسب زیر زمین پخش شده و سپس به خوبی فشرده می‌گردد. عمق لایه‌های فشرده نباید از ۲/۵ متر تجاوز کند. لایه‌های فشرده شده با مواد پوششی که معمولاً خاک می‌باشد، به ضخامت ۱۵ سانتی‌متر و به طور روزانه پوشانده می‌شوند. پوشش روزانه لایه‌ها از مزاحمت ناشی از پراکندگی مواد، تکثیر ناقلین و حشرات و آتش سوزی جلوگیری می‌کند. پس از تکمیل لایه‌ها سلول‌های دفن به ضخامت ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متر با خاک کوبیده شده و پوشش نهایی می‌یابند (عبدلی، ۱۳۸۰).

ساخت لندفیل فرآیند پیچیده‌ای است و علت پیچیدگی آن می‌تواند مرتبط با طراحی لندفیل پارامترهای اجتماعی، محیطی و تکنیکی باشد (*Siddiquiet et al., 1996*). همچنین فاکتورهای اقتصادی و ساختار ژئومورفولوژیکی باید در طی مراحل مکان‌یابی مورد توجه قرار گیرند. عدم توجه به برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح در امر مکان‌یابی محل دفن زباله می‌تواند موجب آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، خاک و هوا در سطح گسترده گشته و تبعات زیست محیطی از آن نتیجه گردد. بنابراین انتخاب محل دفن یک وظیفه‌ی کاملاً مهم با در نظر گرفتن تمامی قوانین و استانداردهای زیست محیطی متناسب هر جامعه است. برای این منظور، باید عوامل محیطی، اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و ... را به طور جامع در نظر گرفت (*Sener., 2005*).

زمان شروع و خاستگاه دفن بهداشتی مواد زائد به سال ۱۹۳۳ در آمریکا بر می‌گردد که تا آن تاریخ ریختن زباله شهرهای حاشیه منابع آبی به داخل اقیانوس و دریا درکشور ایالات متحده آمریکا روش مرسوم و متداولی بود. منع قانونی این عمل در سال ۱۹۳۳ موجب شد تا مسئولین چندین شهر در آمریکا با استفاده از ادوات و ابزار سنگین، مواد دفن شده را متراکم کنند و آن‌ها را در جای مناسبی قرار دهند. ضمن این‌که در زمین مورد نیاز برای دفن صرفه‌جویی شد، عمل دفن نیز به روش بهداشتی

در آمد. یعنی بین ممنوعیت تخلیه زباله در دریا، پس از تصویب دادگاه عالی آمریکا در نیویورک در سال ۱۹۳۳ و شروع دفن بهداشتی زباله، همزمانی وجود دارد. زیرا در این دوره بود که دفن بهداشتی و استفاده از ترانشه‌ها و پوشش مواد مطرح و مورد توجه قرار گرفت. در آن زمان چندین شهر در آمریکا مانند نیویورک و همچنین ارتش آمریکا، روش دفن بهداشتی را با موفقیت انجام دادند. این روش، سریعاً در شهرهای دیگر آمریکا توسعه پیدا کرد و در اواخر سال ۱۹۴۵ حدود ۱۰۰ شهر و در سال ۱۹۶۰، ۱۴۰۰شهر در آمریکا از این روش برای دفع نهایی مواد زائد جامد شهری استفاده می‌کردند (*Somati., 2008*).

هدف نهایی از مطالعات مکان‌یابی تعیین مکانی است که کمترین اثرات سوء را بر محیط زیست و منابع طبیعی داشته باشد و از نظر اقتصادی نیز کمترین هزینه و از دیدگاه مهندسی نیز بهترین ویژگی را داشته باشد (غضبان، ۱۳۸۱). تعیین و ارزیابی یک پهنه‌ی مستعد نسبت به پهنه‌های دیگر وظیفه‌ای دشوار می‌باشد (*Nwma et al., 1999*).

۱-۲ بیان مسأله

اغلب مردم دوست ندارند زباله یا مواد زائد را نگهداری کنند، زیرا نمی‌خواهند بخشی از محیط زندگی آنها را اشیاء بی‌مصرف اشغال کند. هریک از مواد زائد جامد چه به تنهایی و چه در ترکیب باهم، عموماً مخل نظم و زیبایی هستند. از این رو بسیاری از مردم تلاش می‌کنند که این مواد را از محیط زندگی خود دور کنند. دفن مواد زائد شهری به دو صورت سنتی و بهداشتی صورت می‌گیرد. دفن سنتی از روش‌های مضری است که بدون در نظر گرفتن آلودگی آب‌های زیرزمینی توسط شیرابه انجام می‌شود. هرچند دفن بهداشتی به طور معمول گران‌تر از دفن سنتی است، اما دفن بهداشتی در ابعاد اقتصاد کلان یک کشور باعث صرفه جویی و کاهش هزینه‌ها می‌شود. در اقتصاد خرد شهرها نیز می‌تواند با افزایش بهره‌وری دفن موجب کاهش هزینه‌ها گردد (عمرانی، ۱۳۷۷).

یافتن مکان مناسب و زیست‌محیطی برای دفن زباله یکی از مهم‌ترین جنبه‌های مدیریتی مواد زائد جامد شهری است و رشته‌های مختلف علمی با روش‌ها و تکنیک‌های مختلفی به مکان‌یابی تسهیلات عمومی و غیر عمومی به طور عام و مکان‌یابی زباله‌های بیمارستانی به طور خاص توجه دارند. با توجه به اینکه در امر مکان‌یابی دفن بهداشتی زباله بدون در نظر گرفتن کلیه عوامل تأثیرگذار طبیعی و انسانی میسر نیست لذا ضرورت شناخت جامع و همه جانبه منطقه مکان‌یابی شده با دخالت عوامل مختلف و جامع امری بدیهی در پژوهش‌های مربوط به مکان‌یابی به نظر می‌رسد. در انتخاب محل دفن مناسب معیارهای مختلفی دخالت دارند که هرکدام از اهمیت خاصی برخوردارند. هدف نهایی معیارها

یافتن مناسب‌ترین محلی است که ضمن یافتن بهینه‌ترین حالت اقتصادی، کمترین اثرات سوء زیست محیطی را بر محیط طبیعی اطراف محل دفن داشته باشد (سرخی، ۱۳۸۳ ؛ اصغری مقدم، ۱۳۷۸).

دفن بهداشتی پسماندهای شهری مانند هر پروژه مهندسی دیگر به اطلاعات پایه و برنامه‌ریزی دقیق نیازمند است. انتخاب فاکتورهای متعدد سبب تعدد لایه‌های اطلاعاتی شده و تلاش برای یافتن راه حلی مناسب برای تحلیل بر روی تعداد زیاد لایه‌های اطلاعاتی و اخذ نتیجه صحیح، تصمیم‌گیران را به طور ناخودآگاه به سمت و سوی استفاده از سیستمی سوق می‌دهد که علاوه بردقت بالا از نظر سرعت عمل و سهولت انجام عملیات در حد بالایی قرارداشته باشد. ازجمله رویکردهایی که مورد استقبال زیاد قرار گرفته استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری در سامانه اطلاعات جغرافیایی (*GIS*)[1] است. به علت قابلیت بالای تکنولولوژی سیستم اطلاعات جغرافیایی در مدیریت و تحلیل لایه‌ها می‌توان از این سیستم برای مدیریت بهینه زباله‌های شهری بهره برد.

متأسفانه شیوه دفن پسماند جامد در مناطق شهری ایران به گونه است که بدون هیچ‌گونه برنامه‌ریزی و مکان‌گزینی درستی در زمین‌های زراعی یا حاشیه شهرها صورت می‌گیرد. این مسئله در مناطق حساس و آسیب پذیر چون منطقه مورد مطالعه (شهر کرمانشاه) با دارا بودن امکانات و توانایی‌های بالقوه طبیعی و چشم انداز جالب اکولوژیک و به عنوان یکی از مناطق مهم کشاورزی، دامداری و توریستی از اهمیت زیادی برخوردار است.

شهر کرمانشاه با جمعیتی معادل ۹۴۶۶۵۱ نفر مهم‌ترین مرکز جمعیتی استان کرمانشاه و غرب ایران می‌باشد. این شهر بین ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۷ دقیقه طول شمالی نسبت به نصف النهار کرینویچ قرار گرفته است و دارای آب و هوای نیمه خشک است.

افزایش جمعیت و تغییر الگوی مصرف باعث افزایش چشم‌گیر زباله تولیدی شده است. میزان زباله تولیدی هر شهروند کرمانشاهی به طور متوسط روزانه ۶۰۰ الی ۷۰۰ گرم است (شهرداری کرمانشاه، ۱۳۹۷). اگر تمام پسماندهای شهر کرمانشاه که معادل ۶۵۰ تن در یک روز را روی هم تلنبار کنیم، حدود ۱۵۰۰متر مکعب می‌باشد. یعنی به اندازه‌ی حجم یک ساختمان پنج طبقه با زیر بنای ۱۰۰ متر مربع و ارتفاع ۱۵ متر، از این رو سالانه بالغ بر ۶۰۰ میلیون لیتر شیرابه و ۱/۵ میلیون تن گاز گلخانه‌ای متصاعد می‌گردد (شهرداری کرمانشاه، ۱۳۹۷).

مکان‌گزینی محل دفن فعلی زباله در نواحی جنوبی شهر کرمانشاه قرار گرفته است. با توجه به نزدیکی این مکان به مناطق مسکونی و همچنین سراب قنبر که آب شرب قسمتی از شهر را تأمین می‌کند همچنین توسعه مناطق سیاحتی-تفریحی در منطقه سراب قنبر علاوه بر مشکلات بصری به خطر

1-Geographic InformationSystem

افتادن بهداشت و سلامت مردم را در سال‌های اخیر به دنبال داشته است. هرچند که در سال‌های اخیر طرح بازیافت زباله‌ها در این شهر تأسیس شده است اما با توجه به زیاد بودن حجم زباله‌ها در این شهر، هنوز جوابگوی بازیافت تمام پسماندها نبوده و مقدار زیادی از این پسماندها به محل دفن فرستاده می‌شود. محل بازیافت شهر کرمانشاه با توجه به اینکه در منطقه شرقی واقع شده و به شهر نزدیک است همچنین با توجه به گلباد منطقه مشکلات زیادی را برای مناطق شرقی شهر ایجاد کرده است. با توجه به مشخصه‌های ضعیف در مکان‌گزینی این محل، مشکلات بهداشتی- بوی تعفن و شرایط نامناسبی را سبب شده که مورد اعتراض اهالی محل، سازمان حفاظت ازمحیط زیست- اداره بهداشت و ... قرار گرفته است. این موضوع لزوم مکان‌یابی محل دفن جدیدی را برای دفع زباله تولیدی این شهر ایجاب می‌کند.

۱-۳ روش حل مسئله

برای بدست آوردن یک مکان مناسب برای دفن بهداشتی، می‌توان از روش‌های مختلفی مانند تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده نمود. استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (*MCDM*)[1] و برای ارزش‌گذاری معیارها در تصمیم‌گیری بسیار مؤثر است.

تصمیم‌گیری چند معیاره انتخاب بهترین گزینه از بین گزینه‌های موجود با توجه به چندین معیار تصمیم به‌کار می‌رود. فرآیند تصمیم‌گیری چند معیاره شامل چهار مسئله اساسی: شناسایی و ارزیابی، وزن‌دهی، انتخاب گزینه برتر و تحلیل حساسیت و انتخاب گزینه نهایی است. در این زمینه از روش‌ها و تکنیک‌های مختلفی می‌توان استفاده نمود که در ادامه به آنها اشاره می‌شود (کریمی و همکاران، ۱۳۸۸).

یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (*AHP*)[2] است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چند گانه است زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مسأله را به‌صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی را در مسئله دارد.

روش دوم فرآیند تحلیل شبکه‌ای (*ANP*)[3] است. به‌دلیل آنکه روش *AHP*، جامعیت لازم را نداشت، ساعتی و همکاران در سال ۱۹۹۶ روش گسترش یافته‌ای تحت عنوان فرآیند تحلیل شبکه‌ای *(ANP)* را ارائه نمودند.*ANP* ساختاری را ایجاد می‌نماید که به گونه‌ای بالقوه، خطاهای ناشی از قضاوت‌ها را از

1- Multi Criteria Dicision Making
2- Analytical Hierarchy Process
3- Analytical Network Process

طریق بهبود اطمینان از پردازش اطلاعات کاهش می‌دهد. گرچه این فرآیند نیازی به ساختار سلسله مراتبی ندارد اما همانند *AHP* از مقیاس نسبی با قضاوت‌ها بهره می‌برد. تمامی تأثیرات و قضاوت‌های افراد اخذ گردیده و به وسیله‌ی مقیاس‌ها پیش‌بینی دقیقی در رابطه با آن صورت می‌پذیرد.

روش سوم روش وزن‌دهی ساده یا مجموع ساده وزن‌دار(*SAW*)[1] ، ساده‌ترین روش تصمیم‌گیری چند معیار است. این روش در سال ۱۹۸۱ توسط هدانگ و یون ارائه شده است. روش *SAW* به‌دلیل سهولتی که دارد محبوب‌ترین و رایج‌ترین روش در *MCDM* است. روش *SAW* را می‌توان ساده‌ترین و مستقیم‌ترین روش مواجهه با مسائل تصمیم‌گیری چند شاخصه در نظر گرفت. چرا که در این روش از یک تابع افزایش خطی برای نمایش ترجیحات تصمیم‌گیرندگان استفاده می‌شود. با این حال این تکنیک زمانی کاربرد پیدا می‌کند که فرض کنیم اولویت‌های تصمیم مستقل یا مجزا از هم هستند.

روش چهارم مورد استفاده در این پژوهش روش *TOPSIS*[2] است. روش *TOPSIS* یکی از روش های تصمیم‌گیری چند شاخصه است که به رتبه‌بندی گزینه‌ها می‌پردازد. در این روش از دو مفهوم "حل ایده آل[3]" و "شباهت به حل ایده آل[4]" استفاده شده است. حل ایده آل چنان‌چه از اسم آن پیداست بهترین روش حل از هر جهت می‌باشد که عموماً در عمل وجود ندارد و سعی ما بر این است که هرچه بیشتر به آن نزدیک شویم. به منظور اندازه‌گیری شباهت یک طرح (یا گزینه) به حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل، فاصله آن طرح (یا گزینه) از حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل اندازه‌گیری می‌شود. سپس گزینه‌ها بر اساس نسبت فاصله از حل ضد ایده‌آل به مجموع فاصله از حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل ارزیابی و رتبه‌بندی می‌شوند.

در این تحقیق با استفاده از روش‌های مذکور به مکان‌یابی محل دفن بهداشتی در محدوده مورد مطالعه پرداخته می‌شود.

۱-۴ اهمیت و ضرورت تحقیق

در مدیریت مواد زائد جامد، روش‌های متفاوتی برای دفع و انهدام زباله وجود دارد، اما در دنیای امروز بازیافت و استفاده مجدد، از اهمیت چشمگیری برخوردار است، زیرا این روش علاوه بر کاهش حجم زباله تولیدی و جلوگیری از آلودگی بیشتر محیط، باعث صرفه‌جویی درهزینه، انرژی و منابع طبیعی نیز می‌شود (سیاح زاده، ۱۳۸۸). با این حال مرحله دفع مواد زائد، مرحله بسیار حساس و نیازمند

1-Simple Additive Weighting
2- Technique for Order of Perference by Similarity to Ideal Solution
3- Ideal Solution
4- Similarity to Ideal Solution

مطالعه و بررسی دقیق می‌باشد اثرات مخرب این معضل به حدی است که برخی را به این باور رسانده است که پس از مسأله تامین غذا، دفع مواد زائد جامد از بزرگترین مشکلات جوامع بشر است (مسگراف، ۱۳۸۰). مشکلی که از دفع زباله ایجاد می‌شود خود این مواد نیستند بلکه بیشتر انواع آلودگی است که می‌تواند در اثر تماس هوا یا آب با این مواد به محیط راه پیدا کند. چهار نوع آلودگی اصلی عبارتند از: آلودگی آب، هوا، خاک و آلودگی های منظره (عبدلی، ۱۳۷۹). آلودگی خاک توسط زباله‌ها و شیرابه‌های حاصل از آن اثر مستقیم در آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی منطقه داشته و می‌تواند به عنوان مرکز تولید انواع و اقسام باکتری‌ها، انگل‌ها و ویروس‌ها سبب اشاعه بیماری‌های عفونی و انگلی شود (*Ayomeh et al., 2008*).

مسئله مکان‌یابی محل دفن مواد زائد شهری تنها گریبان گیر شهر کرمانشاه نیست بلکه اکثر شهرهای کشور به نحوی با این مسئله درگیر هستند. لیکن عدم توجه صحیح به مقوله مکان‌یابی و توجه صرف به این مقوله تنها از لحاظ اینکه ما بتوانیم صرفاً به یک مکان‌یابی با چند پارامتر خاص توجه کنیم راه را اشتباه رفته و با لحاظ کردن بیشتر پارامترهای به روز و موجود همراه با مقایسه روش‌های مختلف تصمیم‌گیری نه‌تنها می‌توانیم به حفظ محیط زیست شهری کمک کنیم، بلکه بر مخاطرات طبیعی در آینده نزدیک فائق بیاییم و در واقع به توسعه پایدار برسیم.

۱-۵ اهداف تحقیق

هدف کلی پژوهش حاضر مکان‌یابی محل بهینه دفع مواد در محدوده شهر کرمانشاه می‌باشد. معیارهای مختلفی در این امر دخیل می‌باشند که سعی بر این است آن‌ها را در سه شاخص محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی و بیست و پنج معیار شامل فاصله از آبخوان، فاصله از راه کاربری اراضی، نفاصله از مناطق شهری و .... در مکان‌یابی مطلوب و بهینه دفن مواد زائد شهری مورد بررسی قرار گیرد. برای نیل به این هدف، علاوه بر هدف اصلی، اهداف فرعی نیز مطرح هستند.

۱. شناسایی عوامل و معیارهای مؤثر در انتخاب محل دفن پسماندها (انتخاب ۳ شاخص و ۲۵ معیار).

۲. بررسی و شناخت ویژگی‌هایی از منطقه مورد مطالعه که در مکان‌یابی محل دفن پسماندها نقش دارند.

۳. تهیه نقشه‌های مورد نیاز با استفاده از نرم افزار *ArcGIS*

۴. انتخاب مناسب‌ترین مکان دفن پسماندهای شهر کرمانشاه با توجه به پارامترهای مؤثر در انتخاب لندفیل.

۵. تعیین مقدار کل (حجم، وزن و چگالی) پسماندهای شهر کرمانشاه (روزانه و سالانه و تخمین حجم پسماند شهر کرمانشاه با توجه به نرخ رشد جمعیت در طی حداقل بیست سال آینده.

هدف اصلی این پژوهش مطالعه و بررسی مکان مناسب جهت دفن پسماندهای شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی *GIS*، استفاده از روش *AHP*، *ANP*، *SAW* و *TOPSIS* در شهر کرمانشاه می باشد که برای رسیدن به این هدف، از اطلاعات و داده‌های توصیفی و کمی جمع آوری شده از منابع متنوع موجود استفاده شده است. سیستم اطلاعات جغرافیایی *GIS* ابزاری مناسب برای ذخیره، نگهداری، مدیریت و تجزیه و تحلیل اطلاعات جغرافیایی است و جهت کار همزمان با داده‌هایی که وابستگی مکانی (جغرافیایی) و توصیفی به همدیگر دارند، طراحی شده است (صمدی و همکاران، ۱۳۸۶). در این تحقیق کاربردی با توجه به پارامترهای موجود در منطقه و بررسی شرایط مختلف سعی شده است مکانی برای دفن زباله انتخاب شود که حداقل آسیب و ضرر احتمالی به محیط زیست و سلامت انسان‌ها را در پی داشته باشد.

۱-۶ سوالات تحقیق

مشخصات مکانی محل بهینه دفن مواد زائد برای محدوده مطالعاتی که منطبق با معیارهای زیست محیطی و دارای شرایط مناسب‌تری نسبت به محل دفن فعلی مواد زائد این شهر باشد چیست؟

بهترین مدلی که می‌توان جهت انجام عملیات مکان‌یابی در *GIS* برای انتخاب بهترین مکان‌ها جهت دفن مواد زائد بکار برد چه مدلی می‌باشد؟

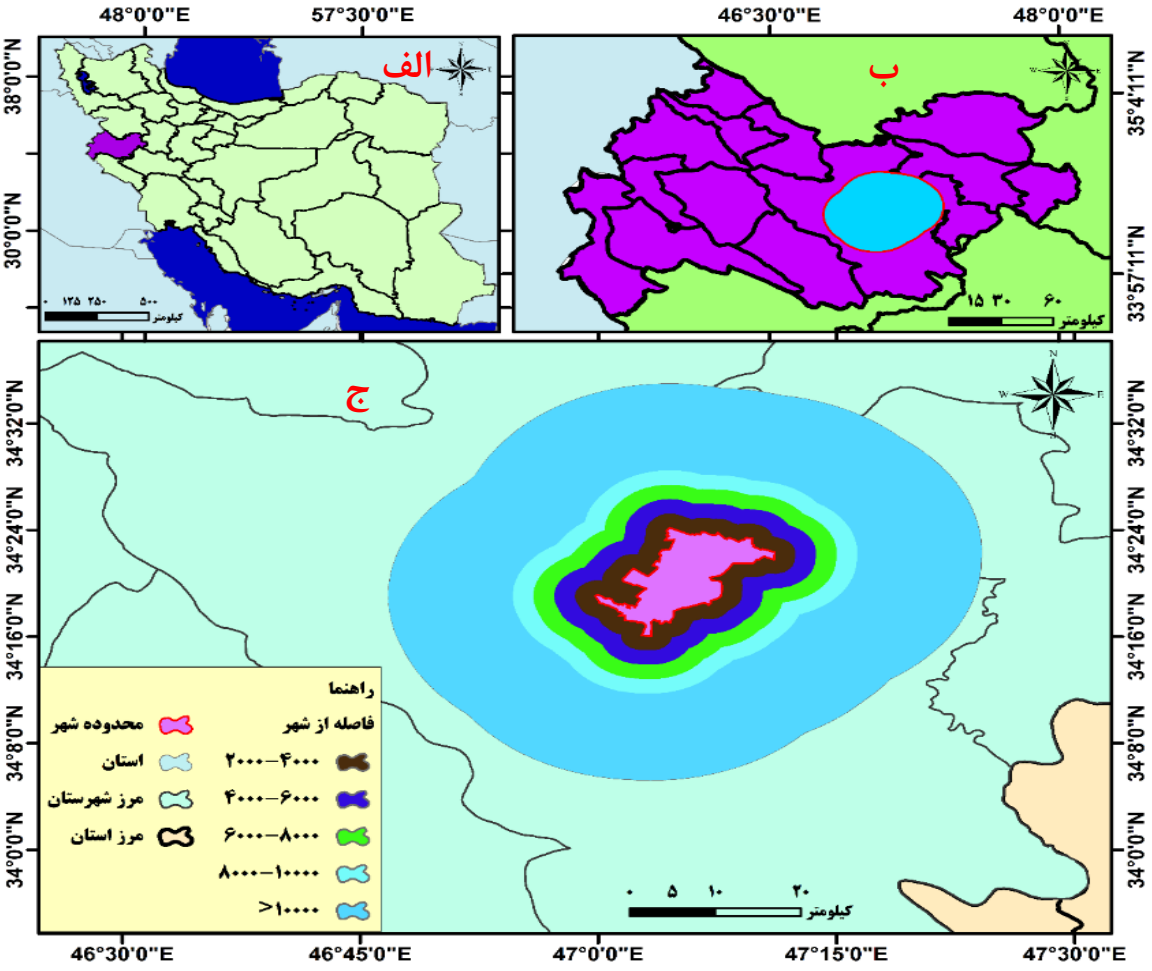
این پایان نامه در پنج فصل تنظیم شده است. فصل اول مقدمه، فصل دوم ادبیات موضوعی و مروری بر مطالعات پیشین در خصوص روش‌های مکان‌یابی محل دفن پسماند پرداخته شده است. فصل سوم ابزار و روش تحقیق که در این فصل به چگونگی استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به معرفی منطقه مورد مطالعه پرداخته شد. فصل چهارم شامل نتایج و بحث و فصل پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادات است.

۱-۷ موقعیت جغرافیای منطقه

شهرستان کرمانشاه با وسعت تقریبی ۸۵۴۶ کیلومتر مربع به عنوان یکی از شهرهای بزرگ ایران و مرکز استان کرمانشاه می‌باشد. از شمال باختری به شهرستان کامیاران، از باختر به شهرستان‌های پاوه و اسلام آباد غرب، از جنوب به شهرستان شیروان و چرداول، از خاور به شهرستان‌های بیستون و هرسین و از شمال خاوری به شهرستان سنقر محدود می‌شود. شهرستان کرمانشاه بین ۴۷ درجه و ۴

دقیقه تا ۴۷ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی و ۳۴ دقیقه و ۱۶ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۳۳ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. ارتفاع متوسط این شهرستان ۱۴۱۰ متر از سطح دریا است و دارای چهار بخش به نام‌های مرکزی، فیروزان، کوزران و ماهیدشت و سیزده دهستان و ۸۱۵ روستا و جمعیت آن در سال ۱۳۹۵ برابر با ۱۰۸۳۸۳۳ نفر بوده است.

بخش مرکزی این شهرستان یا همان شهر کرمانشاه، در محدوده ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی نسبت به نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۳۲۲ متر می‌باشد. جمعیت این شهر (بدون حومه) بر طبق برآورد آماری سال ۱۳۹۵ حدود ۹۴۶۶۵۱ نفر بوده است. شکل (۱-۱) محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱: الف) موقعیت استان کرمانشاه در ایران و کشورهای مجاور، ب) محدوده مورد مطالعه در استان و سایر استان‌های مجاور، ج) موقعیت شهر نسبت به محدوده‌ی مورد مطالعه

فصل۲ :مروری بر مطالعات گذشته

۲-۱ مقدمه

دفن مواد زائد جامد در واقع آخرین گزینه دفع در مدیریت مواد زائد جامد می‌باشد. با توجه به جایگاه دفن بهداشتی لزوم انجام مطالعات و تحقیقات در زمینه مکان‌یابی و احداث مکان‌های دفن بیش از پیش احساس می‌شود. در این میان مرحله مکان‌یابی از مهم‌ترین مراحل است چرا که یک مکان‌یابی مناسب می‌تواند بسیاری از مشکلات قابل پیش‌بینی در یک محل دفن را به شکل قابل توجهی مرتفع سازد. این مشکلات، نه تنها جنبه‌های زیست محیطی و اجتماعی بلکه جنبه اقتصادی را نیز شامل می‌شود. بدین لحاظ شناخت و دسته بندی معیارها و محدوده‌های مکان‌یابی محل دفن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهد بود. در این فصل توضیحات کلی در مورد لندفیل، مکان‌یابی محل دفن و پژوهش‌های صورت گرفته در ایران و سایر کشورهای جهان که در زمینه مکان‌یابی محل‌های دفن پسماند با استفاده از روش‌های مختلف و کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره انجام شده‌اند مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

۲-۲ تعریف لندفیل

لندفیل روش مهندسی شده برای دفع پسماندهای جامد یا مواد پرخطر در زمین است به نحوی که به محیط زیست آسیبی نرساند.در یک لندفیل فرایندهای زیستی، شیمیایی و فیزیکی اتفاق می‌افتد که سبب تسریع تجزیهٔ پسماندها می‌شود و در نتیجه تولید شیرابه و گاز می‌کند.

در حال حاضر روزانه بیش از ۳/۵ میلیون تن زباله در دنیا تولید می‌شود که باعث شده است جمع‌آوری، حمل و دفن زباله به مهم‌ترین وظیفه شهرداری‌ها مبدل شود *(Geo., 2010)*. در کشورهای در حال توسعه شهرداری‌ها معمولاً بین ۳۰-۵۰ درصد از درآمد سالیانه خود را صرف مدیریت مواد زائد جامد می‌کنند، دفن بهداشتی روش مهندسی جهت دفن مواد زائد جامد در زمین، برای ممانعت از آسیب زدن به محیط زیست می‌باشد. در این روش زائدات در لایه‌های با ضخامت مناسب پخش و فشرده شده و در انتهای هر روز با خاک پوشانده می‌شوند. بررسی‌های تجربی نشان می‌دهد که در کشورهای پیشرفته و سایر جوامع، دفن بهداشتی در زمین اغلب به عنوان اقتصادی‌ترین راه حل درازمدت برای مشکل مواد زائد جامد انتخاب شده است (عبدلی و مجلسی، ۱۳۷۰).

اگر چه خاک مهم‌ترین و گسترده‌ترین صافی فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آب‌ها، بازیافت کننده ضایعات و نیز دریافت کننده بسیاری از مواد می‌باشد اما ظرفیت خاک محدود بوده و ممکن است بسیاری از مواد سمی و آلاینده‌ها که به خاک افزوده می‌گردند از نظر تمرکز آلودگی افزایش یافته و در نهایت به صورت تهدیدی جدی برای محیط زیست در آیند (غضبان، ۱۳۸۵). عمده‌ترین مشکل محل

دفن مواد زائد جامد شهری، شیرابه و گاز تولید شده در اثر تجزیه زباله‌های دارای ترکیبات آلی می‌باشد. در این بین مهم‌ترین عامل آلودگی آب در محل دفن مواد زائد جامد، شیرابه است که با ورود به آب‌های سطحی و یا زیرزمینی مخاطرات بهداشتی و زیست محیطی برای انسان و جانوران ایجاد می‌کند.

اخیراً شرکت‌های خصوصی لندفیل‌های وسیع دوردستی را در مناطق روستایی ایجاد نموده‌اند. برای مثال ایالت واشنگتن و اورگان[1] پسماندهای خود را توسط کشتی به یک لندفیل منطقه‌ای خصوصی در شرق اورگان حمل می‌کنند. شهر نیویورک نیز پسماندهای خود را به ایالات اوهایو و ویریجینیای غربی صادر می‌کند.

هنگامی که مرز جغرافیایی محل بالقوه برای لندفیل تعیین شد، موقعیت‌های نامناسب باید شناخته شوند. این فرایند یک آزمون سعی و خطاست که تجزیه و تحلیل شرایط محدود نامیده می‌شود (وارال و وسیلیند، ۱۳۹۵).

۲-۳ دفن بهداشتی پسماند

یکی از مقبول‌ترین و اقتصادی‌ترین سیستم‌های دفع پسماندها، دفن بهداشتی آنها می‌باشد. متأسفانه برداشت نادرست از مفهوم دفن بهداشتی باعث شده است که متولیان مدیریت پسماند در شهرها، صرفاً تعیین دره و گودال طبیعی و یا حفر آن، تخلیه زباله در آن و پوشاندن سطح زباله با خاک را دفن بهداشتی تلقی نمایند. در صورتی که عملیات دفن بهداشتی، فرآیندی با مراحل حساس و نیازمند دقت نظر و مطالعات تخصصی و طراحی در مراحل مکان‌یابی، آماده سازی و اعمال مدیریت صحیح در مرحله بهره‌برداری می‌باشد. اولین مرحله از فرآیند دفن بهداشتی پسماندهای شهری مکان‌یابی و تعیین محل و محدوده مناسب برای این منظور می‌باشد بدیهی است اجرای صحیح مراحل بعدی ارتباط تنگاتنگی با نحوه بررسی و مطالعات در انتخاب محل مناسب برای مواد زائد جامد شهری را دارد. بطور کلی یک محل دفن باید درمکانی استقرار یابد که از جهات گوناگون اعم از زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی کمترین ضرر را به وجود آورد (فتایی، ۱۳۸۵).

۲-۳-۱ مزایا و معایب روشن دفن بهداشتی پسماند

روش دفن بهداشتی به عنوان گزینه نهایی دفع مواد زائد جامد دارای مزایا و معایب متعددی است که عمده‌ترین آنها به شرح زیر می‌باشند (منوری، ۱۳۸۶):

1-Avorgan

مزایا:

- در مناطقی که زمین قابل دسترس و مناسب موجود باشد، دفن بهداشتی اقتصادی‌ترین روش محسوب می‌شود.
- سرمایه‌گذاری در این روش، نسبت به روش‌های شناخته شده بسیار کمتر است.
- دفن بهداشتی یک روش کامل یا نهایی در دفع مواد زائد جامد است.
- در یک محل دفن بهداشتی، می‌توان انواع زائدات (به جز زائدات سمی و خطرناک) را دفن نموده و دراین روش می‌توان به دفع مواد زائد بیشتر با حداقل کارکنان و تجهیزات اقدام نمود.
- در اراضی حاشیه‌ای محل دفن، می‌توان تأسیساتی نظیر انبار وسایل مستعمل، پارکینگ، زمین ورزش و یا کاربری‌های عمومی احداث نمود.
- قابلیت توسعه، بازسازی، ترمیم و کاربری آتی در محل‌های دفن مواد زائد وجود دارد.

معایب:

- نبود زمین مناسب در بسیاری از مناطق پرجمعیت و مشکلات ناشی از حمل و نقل.
- احداث محل دفن با ضوابط و استانداردها مطابقت نماید.
- مجاورت محل دفن با مناطق مسکونی احتمال بروز مخالفت افکار عمومی را ایجاد می‌نماید.
- یک محل دفن نیاز به زمان‌بندی جهت مراحل پرکردن و جاگذاری دارد.
- ساختمان و طراحی خاصی برای احداث و راهبری محل دفن مورد نیاز است.
- مخاطره آمیز بودن گاز متان به علت قابلیت انفجار آن و یا دیگر گازها که می‌تواند پس از تکمیل محل دفن زباله سبب بروز خسارات قابل توجهی شوند.
- نیاز به زمین زیاد برای بهره برداری
- احتمال آلودگی آب‌های زیر زمینی در اثر شیرابه
- خطرات آتش سوزی
- تخریب وکاهش ملاحظات زیبایی شناختی
- کاهش ارزش مستقلات و محدودیت‌ها
- افزایش جمعیت ناقلین بیماری‌ها (حشرات، موش، سوسک و ...)
- پراکنش اشیاء سبک نظیر کاغذ، پلاستیک و غیره در محل و مسیر حمل و نقل
- آلودگی هوای ناشی از سوزاندن زائدات در محل دفن
- تولید بو در محل دفن

۲-۴ مدفن پسماند مهندسی - بهداشتی

مدفن‌های بهداشتی مهندسی شده[1] امروزه در اغلب کشورهای توسعه یافته دنیا اجرا می‌شوند (*US EPA*[2]*., 1993*). در آمریکای شمالی (آمریکا و کانادا) قوانین زیست محیطی جزئیات طرح‌های مهندسی دفن زباله‌های شهری و زباله‌های خطرناک را بطور کاملی تشریح نموده است و متولیان امر دفن زباله ملزم به رعایت قوانین هستند (EPA US,. *1995*).

۲-۵ اجزاء یک دفن مهندسی- بهداشتی

یک مدفن مهندسی می‌بایستی قادر باشد خطرات ناشی از زباله را به محیط اطراف به حداقل مقدار ممکن کاهش دهد. از جمله این خطرات به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:

۱ - نفوذ شیرابه زباله به لایه‌های تحتانی محل دفن و آلوده کردن سفره آب زیرزمینی منطقه دفن.

۲ - پخش زباله‌ها به محیط اطراف مدفن توسط باد یا پرندگان، و پخش بوی نامطبوع زباله در محیط اطراف مدفن.

۳ - تولید و انتشار گازهای تولید شده از تجزیه زباله‌ها خصوصاً گازهای متان و دی اکسید کربن به محیط اتمسفر (*SAVANA*[3]*.*, ۱۹۹۲).

در شکل۲-۱ جزئیات یک مدفن مهندسی - بهداشتی بطور شماتیک نشان داده شده است. این طرح مدفن از بالا به پایین شامل لایه‌های زیر است(بدو، ۱۳۸۶)

۱ - لایه پوشش نهایی[4] ، پس از پر شدن مدفن برای بستن مدفن و با جدا کردن زباله‌ها از محیط طبیعی اجرا می‌شود.

۲ - زباله‌های متراکم شده و مدفون[5] که در طول بهره‌برداری از مدفن طی یک برنامه معین جاگذاری و متراکم شده‌اند.

۳ - لایه شنی زهکشی اولیه شیرابه[6] که وظیفه‌ی جمع‌آوری و زهکشی شیرابه تولید از زباله‌ها را در زیر مدفن به عهده دارد.

۴ - یک لایه ژئوتکستایل[7] که به عنوان جدا کننده ما بین لایه زهکش شنی و لایه رسی زیر آن عمل می‌کند.

1-Engineered Sanitary Landfills
2-US Environmental Protection Ageny
3- Soild Waste Association of North Amrerica
4- Final caver
5-Soil waste
6-Primary leachate collection System
7-Geotextile

۵ – لایه سیلت رسی متراکم شده اولیه[1] که به عنوان اولین لایه مانع انتقال آلودگی (شیرابه) به پایین عمل می‌کند.

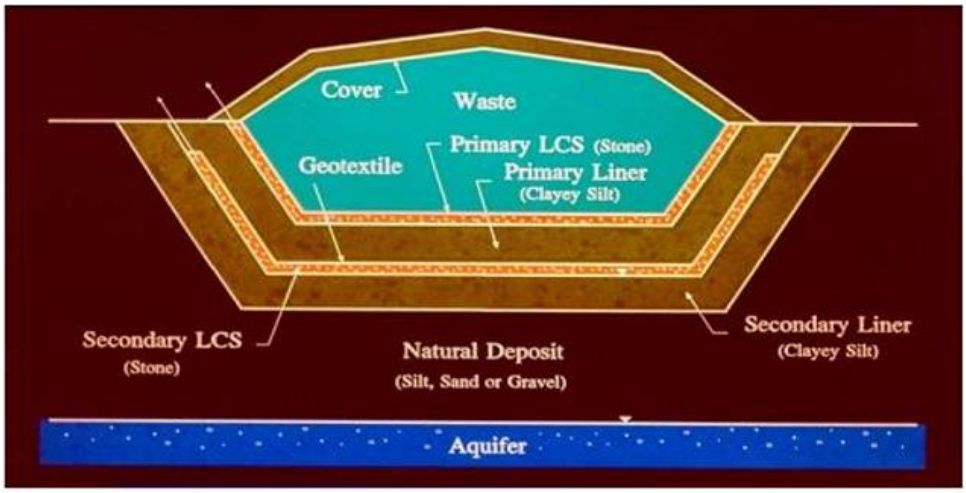
۶ – یک لایه جدا کننده ژئوتکستایل دیگر.

۷ – لایه شنی زهکش ثانویه شیرابه[2] که وظیفه‌ی جمع‌آوری و زهکش شیرابه رد شده از لایه سیلت رسی اولیه را برعهده دارد.

۸ – لایه سیلت متركم شده ثانویه[3] که به عنوان دومین لایه مانع انتقال آلودگی (شیرابه) به پایین عمل می‌کند.

۹ - لایه /لایه‌های زمین طبیعی[4] زیر دفن.

۱۰ – سفره آب زیرزمینی زیر دفن که به عنوان اولین و مهم‌ترین منبع طبیعی در معرض آلودگی ناشی از مدفن قرار دارد. به مجموعه لایه‌های زهکش شیرابه و لایه‌های سیلت رسی متراکم شده، لایه‌های مانع انتقال[5] گفته می‌شود.



شکل۲–۱: طرح شماتیک یک مدفن مهندسی- بهداشتی پسماند

۲-۶ طبقه‌بندی دفن زیر زمینی

اگرچه شمار زیادی سیستم‌های طبقه‌بندی برای دفن پیشنهاد شده است، اما سیستم طبقه‌بندی اتخاذ شده توسط ایالت کالیفرنیا در سال ۱۹۸۳ احتمالاً گسترده‌ترین سیستم طبقه‌بندی پذیرفته

1-site Primary liner, clayey
2-Secondary leachate collection System
3- Secondary liner, clayey silt
4-Natural deposit
5-Barreir

شده برای محل‌های دفن می‌باشد. در این سیستم که در جدول (۲-۱) گزارش شده، سه طبقه بندی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول ۲-۱: طبقه‌بندی پسماند برای دفن

طبقه‌بندی		نوع پسماند
I	(گروه ۱)	پسماند خطرناک
II	(گروه ۲)	پسماند محدود شده
III	(گروه ۳)	پسماند شهری

پسماندهای محدود شده، شامل پسماندهای غیر خطرناکی هستند که می‌توانند اجزایی را با غلظت‌های بالاتر از کیفیت قابل اجرای آب، آزاد کنند و یا پسماندهایی را در برمی‌گیرند که توسط اداره خدمات بهداشت ایالتی (*DOHS*[1]) برای آنها یک محدوده تضمینی ارائه شده باشد. باید توجه نمود که این سیستم طبقه‌بندی بیش از آن که به حرکت گاز در محل دفن یا کیفیت هوا توجه نماید، بر حفاظت آب‌های سطحی و زیرسطحی تأکید می‌کند. (چوبانگلوس و همکاران، ۱۳۸۸).

۲-۷ مفهوم مکان‌یابی محل دفن

در مکان‌یابی باید نقش علوم کاربردی مختلف را به طور همزمان و سیستمی در نظر گرفت. از یک سو با معیارهای اقتصادی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر امر مدیریت پسماندهای شهری مؤثرند و از سویی دیگر شرایط مدیریتی حاکم بر فرآیند جمع‌آوری، بازیابی و دفن آن، همچنین شرایط بسیار حساس جغرافیایی-زیست محیطی وجود دارد که تأثیرگذار بر امر مکان‌یابی بوده و متأثر از آن است. بنابرین از این منظر نیز مکان‌یابی محل دفن زباله یک وظیفه کاملاً مهم با در نظر گرفتن تمامی قوانین و استانداردهای زیست محیطی متناسب همه جوامع است. برای این منظور، باید عوامل محیطی، اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و ... را به طور جامع و سیستمی در نظر گرفت (*Sener., 2005*). در این میان وجود محدودیت‌های مختلف فنی، زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و گاه سیاسی، تصمیم‌گیری را با چالش روبرو می‌کند. هر چند در حال حاضر پارامترهای مختلفی برای قضاوت، تصمیم‌گیری و غربال‌گری در مورد دفن مناسب زباله در مکان‌یابی درست شناسایی شده و در منابع مختلف به صورت متعدد موجود می‌باشد اما این عوامل برای مکان‌یابی مناسب می‌توانند به طور کلی در دسته‌های زیر قرار گیرند (مدیری، ۱۳۷۴).

۱. نوع نیاز جامعه تولید کننده زباله؛

1-department of health services

۲. نوع محل دفن مورد نیاز؛
۳. نوع کاربری زمین‌های مجاور؛
۴. نوع کاربری آینده منطقه مجاور؛
۵. منابع آب زیرزمینی؛
۶. تمایز و نوع حیات وحش در منطقه؛
۷. تأسیسات زیربنایی؛

۲-۸ ملاحظات مکان‌یابی محل دفن

یکی از مشکل‌ترین وظایف و تکالیفی که اغلب جوامع در اجرای یک برنامه جامع مدیریت پسماند با آن رو به رو هستند، مکان‌یابی محل‌های دفن جدید می‌باشد (چوبانگلوس و همکاران، ۱۳۸۸).
در این مبحث به عواملی که باید در مکان‌یابی یک محل دفن جدید مورد توجه قرار گیرند، پرداخته می‌شود:

۲-۸-۱ زمین‌شناسی

از لحاظ علم زمین شناسی، سنگ‌های آذرین دارای نفوذ کم، متراکم و یکپارچه هستند و از بابت دفن مواد زائد بسیار مناسب هستند. از سوی دیگر، سنگ‌های رسوبی برای ذخیره آب‌های زیرزمینی قابلیت بسیار زیادی دارند. اما از لحاظ نفوذپذیری این سنگ‌ها رفتارهای متفاوتی از خود نشان می‌دهند. سنگ‌های آهکی بخاطر قابلیت نفوذپذیری زیاد، نامناسب تلقی می‌شود و خاک‌های رسی از نظر منابع آب زیرزمینی ضعیف و در مقابل برای مسئله دفن پسماند مناسب هستند. سنگ‌های دگرگونی نیز با توجه به منشأشان دارای رفتار دوگانه‌ای هستند و در صورت عدم وجود گسل و تراکم بالا، محل مناسبی برای دفن پسماند به‌حساب می‌آیند (حیدرزاده، ۱۳۸۰). در وضعیت‌های غیرهمگن می‌توان برای توده سنگ‌ها یک جدول نفوذپذیری بر اساس جدول (۲-۵) تهیه کرد.

جدول ۲-۲: ضریب نفوذپذیری و تخلخل سنگ‌ها (*Gbami et al., 2013*)

سنگ		ضریب نفوذپذیری $K\ (^{cm}/_{sec})$	تخلخل η
آذرین	بازالت	$۱۰^{-۵} - ۱۰^{-۴}$	۳ – ۱
	دیاباز	$۱۰^{-۷} - ۱۰^{-۵}$	۵ – ۱
	گابرو	$۱۰^{-۷} - ۱۰^{-۵}$	۵ – ۱
	گرانیت	$۱۰^{-۷} - ۱۰^{-۳}$	۴ – ۱
رسوبی	دولومیت	$۱۰^{-۹} - ۴.۶ * ۱۰^{-۸}$ $۱.۲ * ۱۰^{-۸}$	–
	سنگ آهک	$۱۰^{-۴} - ۱۰^{-۲}$	۱۵ – ۵
	ماسه سنگ	$۱۰^{-۴} - ۱۰^{-۲}$	۴ – ۲
	اسلیت	$۱۰^{-۴} - ۱۰^{-۳}$	۵ – ۲
دگرگونی	گنایس	$۱۰^{-۴} - ۱۰^{-۳}$	–
	ماربل	$۱۰^{-۵} - ۱۰^{-۴}$	۴ – ۲
	کوارتزیت	$۱۰^{-۷} - ۱۰^{-۵}$	۰,۶ – ۰,۲
	شیست	$۱۰^{-۴} - ۳ * ۱۰^{-۴}$	–
	اسلیت	$۱۰^{-۷} - ۱۰^{-۴}$	۱ – ۰,۱

دانه‌بندی خاک منطقه مورد مطالعه که مخلوطی از ذرات رس، شن و سیلت است، در انتخاب محل دفن بسیار حائز اهمیت است. به این دلیل که عامل اصلی تعیین کنندگی میزان نفوذپذیری خاک به نسبت درصد ذرات ذکر شده بستگی دارد. به طور مثال که هر چه درصد شن در ساختار خاک محل بیشتر باشد، میزان نفوذ پذیری بیشتر می‌گردد و در مقابل، افزایش درصد میزان رس در خاک نفوذپذیری آن را کاهش می‌دهد. در جدول (۲-۶) میزان نفوذپذیری انواع مختلف خاک‌ها نشان داده شده است.

جدول ۲-۳: ضریب نفوذپذیری انواع مختلف خاک‌ها (داس و براجا، ۱۳۸۴)

نوع خاک	ضریب نفوذپذیری K (cm/sec)
شن متوسط تا درشت	10^{-1}
ماسه درشت تا ریز	$10^{-1} - 10^{-3}$
ماسه ریز، ماسه لای دار	$10^{-3} - 10^{-5}$
لای، لای رس‌دار، رس لای‌دار	$10^{-4} - 10^{-6}$
رس	10^{-7} یا کمتر

۲-۸-۲ طبقات ارتفاعی

ارتفاع نقش کلیدی در سطح زمین و روند جوی آن و همچنین بسیاری از ویژگی‌های محیطی مانند شیب و جهت شیب دارد. این ویژگی‌ها غالباً مسئول تغییرات مکانی مناظر مختلف هستند (*Gorsevski et al., 2012; Bahrani et al., 2016*). همچنین ارتفاعات مناطقی هستند که دسترسی و حمل و نقل دشوار دارند. پژوهشگران معتقدند که مناطق با ارتفاع متوسط برای احداث مدفن مناسبند. در حالیکه ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر را اصلاً مناسب نمی‌دانند (*Alavi., 2012 ; Donevska et al., 2011; Sener et al., 2010*).

معمولاً مناطق مرتفع و مسطح (با شیب کم) در صورت داشتن سایر شرایط نظیر نفوذناپذیر بودن خاک، مکان‌های مناسبی هستند. چنین زمین‌هایی در آینده می‌توانند به عنوان مناطق صنعتی و یا تفریحی مورد استفاده قرار گیرند (شمسایی، ۱۳۸۲).

زمین‌های گود و پست اگرچه قابلیت پذیرش مقادیر بیشتری از مواد زائد را دارند، به‌دلیل آن‌که پایین‌تر از سطح زمین قرار گرفته‌اند، بیشتر در معرض سیلاب‌ها هستند و در اثر جاری شدن آب، این گونه زمین‌ها به تدریج فرسایش می‌یابند. به همین جهت در صورتی که برای دفن مواد زائد، زمین‌های دره‌ای شکل انتخاب شوند، جهت جلوگیری از جاری شدن آب در آن و فرسایش خاک، طراحی زهکشی‌های سطحی ضروری است (مبدلی، ۱۳۷۹).

۲-۸-۳ دسترسی به راه‌ها و جاده‌های اصلی

مکان‌دفن باید تا حد امکان دارای جاده بوده و به راه‌های موجود نزدیک باشد تا زمان حمل و نقل کاهش یابد، دسترسی آسان‌تر شود و هزینه کاهش یابد. لازم به ذکر است که دقت نمود اگر جاده‌ها

دو طرفه بودند باید از نظر عرض و انحنا برای عبور تجهیزات و کامیون‌های مرکز دفن مناسب باشند. عرض جاده دائمی را عمدتاً ۶ تا ۷ متر در نظر می‌گیرند و در صورتی که محل دفن دارای تجهیزات عظیم و سنگین نباشد، جاده با عرض۴ تا ۵ متر نیز مناسب است جاده‌های دائمی و اصلی لازم است که حتماً آسفالت و صاف باشند، همچنین شیب بهینه جاده‌های دسترسی در سر بالایی کمتر از ۷ درصد و در سرازیری کمتر از ۱۰ درصد باشد. جاده‌های موقت محل دفن را می‌توان با کوبیدن و فشردن خاک محل آماده نمود. معمولاً در مناطقی که بارندگی زیاد است جاده‌های فرعی را با لایه‌ای از بتن یا مواد آسفالتی می‌پوشانند تا در اثر خیس شدن زمین، وسایل نقلیه دچار مشکل نگردند (حیدرزاده، ۱۳۸۲).

۲-۸-۴ فرودگاه

در محل دفن بهداشتی، مواد زائد در بعضی مواقع به صورت روباز می‌مانند و یا حداقل در حین عملیات مدت زمان مشخصی به صورت سرباز و بدون پوشش در محیط باقی می‌مانند که خود باعث جذب حیوانات گوناگون مثل پرندگان است. ازدحام پرندگان در این مکان‌ها به نحوی است که می-تواند مشکل ساز باشد. مثلاً نزدیکی مکان‌های دفن به فرودگاه‌ها می‌تواند مشکلات خاص خودش را به وجود آورد.

پرندگان معمولاً در محل دفن دنبال غذا می‌گردند. این عمل علاوه بر نازیبایی بصری و انتشار بسیاری از باکتری‌های مضر به طبیعت، موجب ایجاد خطراتی برای پرواز هواپیماها می‌شود به همین منظور تا شعاع ۵ کیلومتری از فرودگاه‌های بین المللی به عنوان منطقه ممنوعه تعریف می‌شود. به ویژه اگر محل دفن پسماند نزدیک فرودگاه محلی باشد. بهترین راه مقابله با این معضل، کنترل درست و منطقی و پوشش سریع و کامل زباله پس از تخلیه در محل است. با رعایت این موارد دیگر طعمه‌ای آزاد برای تغذیه پرندگان وجود نخواهد داشت (عمرانی، ۱۳۶۳). حداقل شعاع ۱۵۰۰ متر از فرودگاه محلی به عنوان منطقه‌ای که در آن مدفن پسماند نمی‌تواند واقع شود تعریف می‌شود. (*Siddiqui., 1996*).

۲-۸-۵ شیب

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های دامنه است، در حقیقت ناهمواری‌ها منطبق بر سیستمی از شیب‌ها می‌باشد (محمودی، ۱۳۸۱). عامل شیب یکی از مهم‌ترین عوامل در مکان‌یابی دفن زباله می‌باشد (شایان، ۱۳۷۹). پستی و بلندی زمین، جهت و میزان شیب از عوامل مهم در مکان‌یابی دفن زباله

می‌باشد. طبقه‌بندی شیب دارای سه خاصیت می‌باشد. یکی سریع و آسان‌تر تشخیص دادن شیب منطقه، دوم طبقات شیب منطقه، سوم پیدا کردن زمینی جهت تشکیل واحدهای شکل زمین که اساس شناسایی واحدهای اکولوژیکی است استفاده می‌گردد. داشتن نقشه طبقات شیب در برنامه-ریزی‌ها و ارزیابی‌ها کمک مؤثری می‌کند. در امر مکان‌یابی دفن زباله شیب به عنوان یک پارامتر فیزیکی به حساب می‌آید، زیرا در شیب‌های تند دفن زباله چه از نظر جاری شدن شیرابه زباله به هنگام بارندگی و چه از نظر اقتصادی (احداث راه‌ها و زیرساخت‌ها) با مشکل مواجه می‌شود (فرهودی و همکاران، ۱۳۸۴).

همانطور که ذکر شد شیب یک فاکتور با اهمیت در مکان‌یابی پسماند جامد شهری می‌باشد. وقتی دفن پسماند جامد در شیب‌های تند واقع شود، حجم روان آب آلوده شده توسط شیرابه پسماند جامد دفن شده افزایش خواهد یافت و باعث آلوده شدن بخشی از منطقه پایین دست می‌شود.

۲-۸-۶ آب‌های زیر زمینی

پتانسیل آلوده‌سازی آب‌های زیر زمینی توسط شیرابه به شدت وابسته به وضعیت فیزیکی محل دفن، خلل و فرج خاک در منطقه تخلیه و محل استقرار خط ایستابی آب‌های زیرزمینی است (سرخی، ۱۳۸۳). البته هنوز میزان مشخص جهت فاصله کف سلول دفن تا خط ایستابی آب معین نشده است و مراجع مختلف محدوده ۷ تا ۱۵متری را برای حداقل فاصله پیشنهاد کرده‌اند (سعیدنیا، ۱۳۸۳).

جهت حفظ منابع آب زیر زمینی مدفن پسماندها نباید در محل آبخوان‌های با کیفیت مناسب قرار گیرند و یا با استفاده از آسترهای چندلایه‌ای ترکیبی و چاه‌های پایش حفاظت شوند (*Baghchi., 1994*).

۲-۸-۷ وضعیت آب‌های سطحی

یکی از پارامترهای مهمی که در مکان‌یابی محل دفن پسماندها باید مورد توجه قرار گیرد، وجود آب‌های سطحی آن منطقه می‌باشد. آب‌های سطحی شامل دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، آبراهه‌ها، مسیل‌ها، باتلاق‌ها و ... باید شناسایی و بررسی‌های لازم انجام گیرد. مدفن پسماندها نباید در محیطی واقع شوند که احتمال خطر آلودگی آب‌های سطحی و منابع آب وجود داشته باشد (*Baghchi., 1994*).

با توجه به اهمیت آب‌های سطحی، مواردی که باید مورد توجه قرار گیرند عبارتند از (*Martin., 1987*):

- پهنه‌های ذخیره آبخوان‌ها

- پهنه‌های سیل خیز
- تالاب‌ها
- سطوح ایستایی بالای آب‌های فصلی
- منابع تهیه آب‌های آشامیدنی نزدیک

۲-۸-۸ کاربری اراضی

کاربری اراضی یکی از عوامل بسیار مهم در مکان‌یابی محل دفن پسماندها می‌باشد. زیرا معمولاً کاربری اراضی خود متأثر از دیگر ویژگی‌های زمین نظیر ریخت‌شناسی، پوشش‌گیاهی، توپوگرافی، خاک‌شناسی و دیگر عوامل می‌باشد. بنابراین سازگاری کاربری اراضی جهت استفاده به عنوان مدفن پسماندها یک نیاز ضروری در مکان‌یابی محل دفن پسماندها می‌باشد. از آن جایی که مرکز دفن بهداشتی به طور بالقوه می‌تواند خطرات زیست محیطی را به دنبال داشته باشد، لذا بهتر است که به دور از کاربری‌هایی نظیر فضای سبز و یا کشاورزی مکان‌یابی شود. بنابراین مکان مورد نظر باید با برنامه‌های فعلی و آتی کاربری زمین سازگاری داشته باشد. همچنین باید جهت توسعه آتی شهر نیز در نظر گرفته شود. بهتر است در مطالعات اولیه مکان‌یابی، طرح‌های جامع شهری مطالعه گردند تا مشخص شود که جهات توسعه آینده شهر چگونه دیده شده است. پس با توجه به این موضوع باید از مکان‌یابی در چنین مناطقی اجتناب نمود (هادی‌لو، ۱۳۸۵).

از آنجا که مکان‌یابی مرکز دفن بهداشتی در اطراف مناطق مسکونی و صنعتی، هزینه‌های متعددی از نظر زیست‌محیطی و زیبایی شناختی به همراه دارد و چنانچه به هر دلیل در انجام صحیح و منظم امور خللی وارد شود، موجب نارضایتی ساکنان و شاغلان اطراف محل می‌گردد (شعاعی احمدآبادی، ۱۳۸۵). لذا توصیه می‌شود که در حد امکان سعی شود تا زمین دفن به دور از مناطق شهری و صنعتی انتخاب شده و در جهت توسعه و رشد آتی مراکز صنعتی و مسکونی قرار نگیرد. به لحاظ پوشش گیاهی دارای کاربری با ارزشی (کشاورزی، جنگل، مرتع و...) نباشد. از مدارس، پارک های عمومی، رستوران، هتل، تأسیسات صنعتی و کارخانه‌ها حداقل فاصله مجاز را داشته باشد (سرخی، ۱۳۸۴).

۲-۸-۹ اراضی ناپایدار

با توجه به وزن ایجاد شده به وسیله خود مدفن پسماند و پسماندهایی که در آن دفن می‌شوند، منطقه مورد نظر باید ظرفیت باربری لازم را داشته باشد. مناطق ناپایدار به مناطقی گفته می‌شود که در اثر

اجرای مدفن پسماندها امکان وقوع خطراتی مانند زمین لغزش‌ها و فروریختگی‌ها افزایش می‌یابد. مناطق ناپایدار شامل مناطق کارستی (غارها و فروچاله‌ها)، مناطق مستعد حرکت‌های دامنه‌ای و خاک‌های با قابلیت روان‌گرایی و متورم شونده می‌باشند (*Schwartz., 2001*).

گاهی ممکن است حرکات دامنه‌ای تا اندازه‌ای محسوس باشند. این دامنه‌ها گرچه در ظاهر خسارت آفرین و مشکل‌زا نیستند ولی عواملی مانند تغییرات دما و بارندگی، تخریب مکانیکی و فعالیت‌های تکتونیکی می‌تواند یکباره خطر آفرین باشند و محل دفن زباله را با مشکلاتی روبرو می‌سازند که لازم است در این مورد مطالعات دقیقی صورت گیرد (اصغری مقدم، ۱۳۸۷ ؛ عادلی، ۱۳۸۶).

۲-۸-۱۰ بادهای غالب

باد یکی از عوامل مهم در تعیین جایگاه دفن بهداشتی به شمار می‌رود. در نواحی کم باران و خشک کمتر اتفاق می‌افتد که عملیات بهره‌برداری با گرد و خاک همراه نباشد. برای مثال، وجود باران‌های شدید منجر به پراکنده شدن مواد و زباله‌های سبک و متصاعد شدن بوی آن‌ها در فضا شده و حتی می‌تواند به تعطیلی عملیات بهره‌برداری بینجامد (عبدلی، ۱۳۸۰). در مواقع ضروری با شناسایی مسیر باد غالب می‌توان از بادشکن‌ها برای کاهش اثرات باد استفاده نمود.

نکته دیگر در مکان‌یابی، تعیین جهت بادهای غالب یک شهر و لحاظ آن در انتخاب مکان مناسب برای دفن پسماند جامد شهری می‌باشد. جهت وزش باد غالب نباید به سمت اجتماع باشد (معتمدی و همکاران، ۱۳۹۳). بادهای غالب حتی در جهت توسعه آتی یک شهر می‌توانند تأثیرگذار باشند. در مورد محل‌های دفن نیز وضعیت به همین منوال است. این مکان هم حین انجام عملیات بر روی آن و هم بعد از اتمام عملیات آن و پس از تکمیل، عامل بیماری‌های مختلفی می‌تواند باشد. حال این‌که اگر این محل در مسیر بادهای غالب آن منطقه قرار گرفته باشد، این بادها می‌توانند به عنوان ناقل این آلودگی‌ها به شهر عمل کنند، مخصوصاً اگر محل‌های دفن نزدیک به شهر باشند. برای بررسی این موضوع در راستای مکان‌یابی محل دفن پسماند یک شهر ابتدا بایستی گلباد آن منطقه را به دست آورد، سپس با مطالعات بر روی آن اقدام به تصمیم‌گیری کرد (محسن زاده، ۱۳۸۴). برای جلوگیری از پخش یا معلق شدن گرد و خاک و زباله در هوا باید بادشکن‌ها بنا نهاده شوند. شکل باد شکن‌ها بستگی به شرایط محلی دارد (چوبانوگلوس و همکاران، ۱۳۸۸).

۲-۸-۱۱ سنگ بستر

مقایسه نرخ تراوایی نشان می‌دهد که سنگ‌های آذرین فاقد شکستگی میزان بسیار کمی سیال را از خود عبور می‌دهند، در حالی که ماسه سنگ‌ها با سیمان شدگی ضعیف اجازه انتقال سریع را به سیالات می‌دهند. مکان‌هایی که به وسیله تشکیلات ماسه‌ای پوشانده شده‌اند، به دلیل تراوایی بالا و وجود آبخوان‌های مناسب و وجود خاک‌های شنی و ماسه‌ای، به عنوان مناطق نامناسب مورد بررسی قرار می‌گیرند. سنگ‌های بلورین گرچه معمولاً شکسته شده‌اند و در اثر هوازدگی خاک‌های شنی و ماسه‌ای را تشکیل می‌دهند، اما غالباً شباهت زیادی با پوشش نازکی از خاک دارند. ماسه سنگ‌ها نسبت به دیگر سنگ‌های رسوبی مانند سنگ‌های آهکی و شیل‌ها، به دلیل نرخ تراوایی بیشتر، نامناسب‌تر می‌باشند.

سنگ‌های آهکی به دلیل وجود قابلیت حل شدن در برابر شیرابه‌های با *pH* کم در سنگ‌های کربناتی، نسبت به شیل‌ها نامناسب‌تر هستند؛ همچنین این سنگ‌ها معمولاً دارای شکستگی می‌باشند و ریخت‌های کارستی نظیر فروریختگی‌ها ، فروچاله‌ها و غارها را تشکیل می‌دهد. تشکیلات شیلی از این رو که می‌توانند به عنوان یک لایه کند کننده و یا محصورکننده در مقابل شیرابه‌ها، عمل کنند، محل مناسبی برای دفن پسماندها می‌باشند (*Schwartz., 2001*).

۲-۸-۱۲ دشت های سیلابی

پیشنهاد کلی بر اساس تحقیقات به عمل آمده این است که از انتخاب مکان دفن در پهنه‌های سیلابی باید دوری کرد تا خطر آلودگی ناشی از زهکشی زمین کاهش یابد (*Lin et al., 1999*). دشت‌های سیلابی با پوشش نازکی از آبرفت که معمولاً از سیلت و ماسه و شن تشکیل شده‌اند، مشخص می-گردند. هنگامی که سیل رخ می‌دهد، آب بستر طغیانی رودخانه را فرا گرفته و همه دشت به زیر آب می‌رود (*Nishanth et al., 2010*). اگر شیب زمین کمتر از ۱۵ و خاک نیز از نوع رسوبی باشد در نتیجه پهنه سیلابی به وجود می‌آید (*Sener., 2004*). از نظر سیل‌گیری USEPA[1] پیشنهاد نموده است که محل‌های دفن در مناطق سیل‌گیر با دوره بازگشت بالاتر از ۱۰۰ سال قرار گیرد. در ایران نیز محل دفن بر اساس همین قانون می‌باشد.

1- US Environmental Protection Ageny

۱۳-۸-۲ تبخیر

برخلاف بارندگی، هر اندازه میزان تبخیر بالاتر باشد، شرایط مطلوب‌تری برای مدفن پسماندها ایجاد می‌شود. تبخیر باعث کاهش نشت شیرابه به آب‌های زیر زمینی می‌گردد (*BCRC., 2006*).

۱۴-۸-۲ درجه حرارت و رطوبت هوا

آب و هوای بسیار سرد می‌تواند تا حدود زیادی فعالیت بیولوژیکی داخل لندفیل را کاهش دهد. در بعضی نواحی که دمای زمستان کمتر از ۳۰ درجه فارنهایت است فقط کمینه تثبیت مواد رخ می‌دهد. در چنین آب و هوایی خاک یخ زده و امکان حفر زمین در فصول یخبندان وجود ندارد به این دلیل باید همیشه گودال‌هایی حفر شده و از قبل آماده باشد. همچنین خاک پوششی باید در انبارهای مخصوص ذخیره گردد تا در مواقع یخبندان به توان از آن استفاده نمود (*Ireland EPA., 2006*). چنین مناطقی، دسترسی به سایت را محدود می‌کند. در مناطقی که احتمال یخ زدن زمین وجود دارد، مواد پوششی لازم باید در پشته‌هایی که روی زمین قرار دارند ذخیره سازی شود. (معتمدی و همکاران، ۱۳۹۳).

درآب و هوای مرطوب به علت بارندگی شدید، حفظ قدرت مانور تجهیزات و وسایل نقلیه حمل زباله کم می‌شود. همچنین با توجه به توپوگرافی مناطق شیب‌دار، بارندگی شدید سبب ایجاد رواناب و فرسایش خاک می‌شود. محل دفن در چنین آب و هوایی باید در مناطقی مسطح و یا دارای شیب کم باشد. همچنین زهکشی اطراف زمین می‌تواند مسائل ناشی از بارش شدید را کم کند. سیل‌خیزی و دوره تناوب سیل‌های احتمالی محل مورد نظر باید مورد بررسی قرار گیرد (*EPA., 2006*).

مشکلات آب و هوای خشک عمدتاً ناشی از حرکت و جابه‌جایی گرد و غبار، کاغذ و بو به علت وجود بادهای شدید و همچنین متوقف شدن فعالیت بیولوژیکی در زباله‌ها می‌باشد. برای کنترل جابه‌جایی زباله‌ها می‌توان از حصار و بادشکن‌هایی در اطراف گودال دفن استفاده کرد که به صورت ثابت یا متحرک هستند و همچنین می‌توان برای مقابله با چنین وضعیتی روی مواد زائد را سریعاً پوشاند. قدرت و الگوهای باد نیز بایستی مورد آزمایش قرار گیرد و در صورت نیاز بادشکن‌هایی جهت جلوگیری از پراکندگی و پخش مواد ریز و زائد به محیط احداث گردد (*EPA., 2006*).

۲-۸-۱۵ بارندگی

از دیگر پارامترهای مهم آب و هوایی، توجه به ارتباط توپوگرافی و شدت بارش است. به‌طور کلی آگاهی از شدت و مدت بارش و محاسبه تخمینی آن، در جلوگیری از تماس آب‌های سطحی با مواد دفن شده و همچنین تخمین میزان شیرابه تولیدی کمک شایانی می‌نماید. اگر محل مورد نظر دارای شیب تند و خاک پوششی قابل فرسایش باشد، وقوع باران شدید می‌تواند خسارت بسیار به بار آورد و در صورتی‌که خاک محل به آسانی قابل فرسایش باشد، باید محل دفن مسطح و یا دارای شیب کم باشد. که ضمناً زهکشی اطراف زمین تا حدودی می‌تواند مسائل ناشی از باران شدید را کم کند. شایان ذکر است که سیل‌خیز بودن محل مورد نظر و دوره تناوب سیل‌های احتمالی نیز نباید از نظر دور بماند (حیدرزاده، ۱۳۸۰).

از نظر بارش بهترین مکان‌ها برای دفن پسماندها در مناطق خشک قرار می‌گیرند. در چنین مکان‌هایی شرایط دفن نسبتاً مناسب و ایمن می‌باشد، زیرا به دلیل پایین بودن آب زیر زمینی توجه کمتری به میزان نفوذپذیری می‌شود. البته این که چه مقدار شیرابه قابل قبول خواهد بود بستگی به نوع استفاده از آب منطقه و قوانین محل و قدرت طبیعی سیستم هیدرولوژیکی در رقیق نمودن و پخش شیرابه و تجزیه و تبدیل آن به حالت بی‌ضرر دارد (حیدرزاده، ۱۳۸۰).

بهترین مکان برای دفن بهداشتی در مناطق مرطوب جایی است که خاک نسبتاً از جنس غیر قابل نفوذ رس و سیلت بوده و کف مرکز دفن بالای سطح آب زیرزمینی باشد. شیرابه در اثر فیلتراسیون طبیعی و تبادل یونی بین خاک رس و شیرابه، تجزیه می‌گردد(حیدرزاده، ۱۳۸۰).

۲-۸-۱۶ گسل

گسل عبارت است از ناپیوستگی که دو مجموعه سنگی را از هم جدا می‌کند. گسل‌ها عامل اصلی زلزله در یک منطقه می‌باشند. از نظر زمین شناسی گسل‌ها به دو دسته اصلی و فرعی تقسیم می‌شوند. گسل‌ها در امر مکان‌یابی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند مکان‌یابی‌ها باید به دور از نقاط گسلی باشند چرا که وجود گسل‌ها به دلیل شکاف‌ها و لرزه‌هایی که ایجاد می‌کنند که باعث نفوذ شیرابه حاصل از زباله‌ها به درون آب‌های زیرزمینی شده و در واقع باعث آلودگی سفره‌های آب زیرزمینی می‌شوند (شهابی، ۱۳۸۸).

۲-۸-۱۷ دسترسی به امکانات زیرساختی

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). در مکان‌یابی زمین دفن، جهت رفاه کارکنان و تسهیل در عملیات، امکان دسترسی زمین به تسهیلات برق رسانی، آب رسانی و سیستم فاضلاب باید بررسی گردد این بررسی در مواردی نظیر استفاده از ژنراتورهای قابل حمل در صورت فقدان سیستم برق رسانی، تصفیه و گندزدایی آب موجود در محل (چشمه و چاه) پس از انجام آزمایش‌های شیمیایی و میکروبیولوژی و یا حمل آب از مناطق دیگر قابل انجام است (مجلسی و نوری، ۱۳۷۱).

۲-۸-۱۸ عوامل زیست محیطی

به طور کلی یک محل دفن باید در مکانی استقرار یابد که از جهات گوناگون اعم از زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی کمترین ضرر را به وجود آورد. به جرأت می‌توان گفت که یک مکان‌یابی صحیح می‌تواند بیش از نیمی از نگرانی‌های موجود در یک محل دفن را مرتفع سازد (فتایی، ۱۳۸۵). اجرای هر پروژه ممکن است اثرات مثبت و منفی بسیاری بر محیط زیست داشته باشد (*Hefazi and Hajizadeh., 2011*). ارزیابی اثرات زیست محیطی فرآیندی است که باید این امکان را فراهم آورد که از پتانسیل اثرات منفی در محیط جلوگیری کند و یا آن‌ها را کاهش دهد و با ارائه اقدامات صحیح موجب افزایش اثرات مثبت شود (آخوندی قهرودی و همکاران، ۱۳۹۱). بنابراین باید از واحدهای زیست بومی حساس مانند جنگل‌ها، زمین‌های کشاورزی و مناطق حفاظت‌شده‌ای همچون کارست و فروچاله‌ها در انتخاب محل دفن زباله اجتناب شود (*Ghobadi et al., 2013*). محیط‌زیست یک سامانه کاملاً پیچیده است و مدفن پسماند نباید با ایجاد مشکلاتی چون ترافیک، صدا، بو، گرد و غبار و ایجاد مکانی برای تجمع ناقلین بیماری‌زا، برای سلامتی اجتماعات مسکونی یا صنعتی مجاور، مخاطره‌ای ایجاد کند (معتمدی و همکاران، ۱۳۹۳).

۲-۹ کاربرد نهایی محل‌های دفن تکمیل شده

یکی از قابلیت‌های محل دفن بعد از تکمیل، این است که زمین نسبتاً وسیعی برای سایر مقاصد به دست می‌آید. با توجه به این که کاربرد نهایی در طراحی و بهره‌وری محل دفن تأثیر دارد این موضوع باید قبل از شروع جانمایی و طراحی محل دفن مشخص شود (چوبانوگلوس و همکاران، ۱۳۸۸).

از جمله موارد استفاده مناسب به عنوان استفاده نهایی از زمین مرکز دفن از محل دفن می‌توان به مواردی نظیر زمین‌های گلف، پیست‌های اسکی، زمین‌های بازی، تفرجگاه‌ها، باغ‌های گیاه‌شناسی و پارک‌ها، اشاره نمود. به طور کلی استفاده از زمین دفن برای فضای سبز متداول‌تر است. همچنین استفاده کشاورزی از محل دفن به‌علت خطر آلودگی محصولات با مواد شیمیایی و بیولوژیکی موجود در این مکان‌ها کمتر دیده شده است. در نهایت ذکر این نکته ضروری است که مکان‌های دفن اختصاصی پسماند جامد خطرناک به هیچ عنوان نباید مورد استفاده مجدد قرار گیرد و نیز این گونه مکان‌ها باید با علائم ویژه‌ای مشخص گردند (حیدرزاده، ۱۳۸۰).

۲-۱۰ ضوابط زیست‌محیطی محل‌های دفع پسماندهای عادی (سازمان حفاظت از محیط‌زیست کشور)

این ضوابط به استناد ماده ۱۲ قانون و ماده ۲۳ آئین نامه اجرایی مدیریت پسماندها و به منظور کاهش اثرات مخرب زیست محیطی فعالیت‌ها، مکان‌ها و تأسیسات مرتبط با پردازش، و دفع پسماندهای عادی ازجمله کلیه اماکن دفن و بازیافت تهیه گردیده است.

ماده ۱ : تعاریف و اصطلاحات به کار رفته دراین ضوابط، همان تعاریف مندرج در قانون و آیین نامه اجرایی مدیریت پسماندها می‌باشد.

ماده ۲ : در انتخاب محل دفع پسماندهای عادی، باید کلیه معیارهای زیست محیطی، زمین‌شناسی، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، توپوگرافی، فیزیوگرافی، اقلیمی، خاک‌شناسی، مناطق چهارگانه تحت مدیریت سازمان، حریم خطوط انتقال مواد نفتی، آب و نیرو، راه‌های دسترسی، مناطق جمعیتی و سایر معیارهای مندرج در این ضوابط در نظر گرفته شوند.

ماده ۳ : محل‌های دفع نباید در مسیر و حریم رودخانه‌های فصلی و دائمی، مسیل‌ها و آبراهه‌های منتهی به رودخانه‌ها واقع شوند.

ماده ۴ : محل‌های دفع بایستی خارج از محدوده سیلاب با دوره بازگشت سیل ۱۰۰ ساله واقع گردد.

ماده ۵ : انتخاب محل‌های دفع در مناطقی مانند تالاب‌ها، باتلاق‌ها، مرداب‌ها، دریاچه‌ها و برکه‌ها و موارد مشابه ممنوع است.

تبصره : محل دفع باید حداقل یک کیلومتر از مناطق یاد شده فاصله داشته باشد.

ماده ۶ : محل دفع باید حداقل یک کیلومتر از آب‌های جاری فاصله داشته باشد.

ماده ۷ : محل دفع باید حداقل یک کیلومتر از سواحل شمالی و جنوبی کشور فاصله داشته باشند.

ماده ۸ : محل دفع نباید روی آبخوان‌هایی که منبع تأمین آب منطقه است، انتخاب شود.

تبصره : محل‌های دفع نباید در فاصله کمتر از ۳۰۰ متر از هرگونه چاه آب و یا در بالا دست چاه‌های آب شرب قرار داشته باشد.

ماده ۹ : محل‌های دفع نباید در مناطقی که به عنوان تغذیه آب‌های زیر زمینی محسوب می‌شود، واقع شود.

ماده ۱۰: محل دفع نباید در منطقه‌ای انتخاب شود که در آن، سطح آب زیرزمینی در ۱۰ساله گذشته، در عمق کمتر از ۵ متر بوده است.

تبصره : در طراحی مهندسی محل دفع، گود برداری به گونه‌ای صورت پذیرد که پایین‌ترین بخش محل دفن، با سطح آب‌های زیرزمینی درازمدت منطقه حداقل ۲ متر فاصله داشته باشد.

ماده ۱۱ : محل دفع باید حداقل یک کیلومتر از سازه‌های هیدرولیکی فاصله داشته باشند.

ماده ۱۲ : محل دفع نباید در شاخه‌های اصلی خشک یا آبی منتهی به سدها انتخاب شود.

ماده ۱۳ : محل دفع نباید در مناطقی با احتمال بروز بهمن، سیل، رانش زمین، مناطق ناپایدار و سایر حوادث غیرمترقبه طبیعی واقع شوند.

ماده ۱۴ : احداث مراکز دفن در دره‌ها و مناطقی با سنگ بستر درشت دانه و متخلخل، مخروطه افکنه، دارای پی سنگ آهکی و دولومیتی کارستی، سنگ‌های انحلال‌پذیر و گنبدهای نمکی ممنوع است.

ماده ۱۵ : مکان دفن نباید در مسیر و حریم گسل‌های فعال شناخته شده و گسل‌های پنهان قرار داشته باشد.

ماده ۱۶ : محل دفع باید ۲۰۰ متر از محدوده‌های قابل پیش بینی برای خطرات زمین لرزه فاصله داشته باشد.

ماده ۱۷ : مساحت منطقه انتخابی به عنوان محل دفن باید به اندازه‌ای باشد که براساس برآورد کمی تولید پسماند، دوره دفن حداقلی ۱۰ سالی را پوشش دهد.

ماده ۱۸ : احداث محل‌های دفع بر روی ذخایر معدنی ممنوع است.

ماده ۱۹ : از نظر بادهای غالب، محل دفع نباید در بالا دست مناطق جمعیتی واقع شوند.

ماده ۲۰ : محل دفع نباید در داخل مناطق حفاظتی تحت پوشش سازمان قرار داشته باشد.

تبصره : محل دفع باید حداقل یک کیلومتر از مناطق فوق فاصله داشته باشد.

ماده ۲۱ : از نظر زیبایی شناختی، به گونه‌ای عمل شود که محل دفن از مناطق جمعیتی، راه‌ها، تفریحگاه‌ها و مانند آن‌ها چشم انداز نداشته باشند.

ماده ۲۲ : محل دفع باید از حریم فرودگاه‌های بین المللی و محلی به ترتیب ۸ و ۳ کیلومتر فاصله داشته باشد.

ماده ۲۳ : برای دسترسی آسان به محل دفع پسماندها، جاده دسترسی با شرایط زیر در نظر گرفته شود:

الف/ عرض جاده دسترسی در شهرها حداقل ۶ متر و در روستاها حداقل ۴/۵ متر باشد.

ب/ حداقل ترافیک را داشته باشد.

ج/ در تمام شرایط آب و هوایی فصول سال قابل استفاده باشد.

ماده ۲۴ : فاصله جاده دسترسی تا منطقه مسکونی باید به گونه‌ای باشد که فعالیت‌های حاصل از رفت و آمد و عملیات دفع برای منطقه آلودگی صوتی ایجاد نکند.

ماده ۲۵ : زمین‌های شامل مکان‌های باستانی و تاریخی که در فهرست آثار تاریخی- ملی قرار دارند، نباید به عنوان محل دفع انتخاب شوند و حداقل فاصله محل‌های دفع با مراکز تاریخی و باستانی باید ۳ کیلومتر باشند.

ماده ۲۶ : مراکز دفع باید از جاده اصلی، بزرگراه‌ها و آزاد راه‌ها ، حداقل ۳۰۰ متر فاصله داشته باشد.

ماده ۲۷ : محل دفع باید حداقل ۱ کیلومتر با مناطق موجود یا توسعه آتی مسکونی، بیمارستانی، آموزشی، زیارتی، تجارتی و صنعتی فاصله داشته باشد.

تبصره : در محدوده ۵۰۰ متری از مرز محل دفن پسماندها نباید هیچ‌گونه توسعه مسکونی صورت گیرد.

ماده ۲۸ : محل های دفع باید حداقل ۵۰۰ متر از خطوط انتقال نیرو، نفت و گاز فاصله داشته باشد.

ماده ۲۹ : دفن پسماندهای ویژه، بیمارستانی و تخلیه انواع فاضلاب در محل دفن پسماندهای عادی ممنوع است.

ماده ۳۰ : مدیریت‌های اجرایی پسماند حداقل ۲ سال مانده به پایان زمان بسته شدن محل‌های دفن موجود، با رعایت ضوابط زیست محیطی، نسبت به انتخاب و معرفی مکان جدید در قالب طرح جامع مدیریت پسماند با تایید کارگروه استانی و نظارت عالیه وزارت کشور و نیز ارائه طرح تعطیلی و بازگردانی محل (*restoration*) به سازمان اقدام نمایند.

ماده ۳۱ : سوزاندن پسماندها در فضای آزاد (Burning Space Open) در محل‌های دفن ممنوع است.

ماده ۳۲ : با توجه به محدودیت‌های مکانی، زمین شناسی، توپوگرافی و اقلیمی در استان‌های شمالی کشور، کارگروه استانی مدیریت پسماند می‌تواند ضوابط محلی ماده‌های ۶ ، ۷ ، ۱۰ و تبصره ماده‌های

۵ و ۸ را تعیین و جهت تصویب به شورای عالی حفاظت محیط زیست ارسال نماید.
ماده ۳۳ : بسته شدن محل دفن باید ظرف مدت یکسال پس از توقف عملیات دفن انجام شود و پایش محل دفن باید به مدت ۱۵ سال بعد از تعطیلی آن انجام گردد.
ماده ۳۳ : نظارت بر حسن اجرای این ضوابط بر عهده سازمان است (سایت سازمان حفاظت از محیط زیست).

۲-۱۱ پیشینه تحقیق

در این بخش به بررسی مطالعات پیشین در خصوص انواع روش‌های مکان‌یابی محل دفن در داخل و خارج از کشور می‌پردازیم.

۲-۱۱-۱ بررسی منابع در سایر کشورهای جهان

Hendrix و *Biokly* در پژوهشی با عنوان کاربرد *GIS* در مکان‌یابی محل دفن مناسب زباله در ایالت ورمونت آمریکا، منطقه‌ای ۲۱۰ هکتاری را از لحاظ شاخص‌های فیزیکی و اقتصادی چون خاک، کاربری زمین، آب‌های سطحی و زیرزمینی، عمق سنگ بستر و پهنه‌بندی طبقات ارتفاعی مورد ارزیابی قرار دادند و مکان مناسب دفن زباله را در اطراف ناحیه‌ای موسوم به *Mad* شناسایی کردند (*Hendrix and Biokly., 1992*).

Oroblin با استفاده از روش منطقی بولین[1] اقدام به یافتن مکان مناسب دفع پسماندها نمود. در این مطالعه ضخامت مواد سطحی، شیب، نفوذپذیری، نوع سنگ بستر، فاصله از مناطق مسکونی و عوامل زیست محیطی توجه شده است (*Oroblin., 1994*).

Lin و همکاران با استفاده از روش وزن‌دهی ساده به کمک منطق فازی در محیط *GIS* یک روش وزن‌دهی را در امر مکان‌یابی دفن زباله ارائه نمودند که در آن مقادیر نهایی مورد پذیرش جهت ادغام نمودن لایه‌های اطلاعاتی مختلف پیشنهاد و ضریب اصلاح وزن‌های معیار تعریف شده که در این بررسی ۸ معیار توسعه شهری، مناطق حفاظت شده، دشت‌های سیلابی، فاصله تا رودخانه، شیب، بهای زمین، فاصله از آبراهه‌ها و جمعیت به منظور مکان یابی دفن زباله مورد بررسی قرار دادند (*Lin et al., 1977*).

1-Boolean

Vastava و *Naswat* در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی محل دفن زباله در اطراف شهر *Rance-sivry* با استفاده از *GIS* با در نظر گرفتن معیارهای چون زمین شناسی، گسل، نوع سنگ بستر، شیب زمین، خاک، مراکز شهری، آب‌های سطحی و عمق آب‌های زیر زمینی، شبکه ارتباطی موجود، فاصله از فرودگاه و .... با استفاده از این معیارها و وزن‌دهی به شاخص‌ها از طریق مقایسه‌ای زوجی ۴ محل مجزا در اندازه‌های مختلف را برای دفن زباله این شهر ۸۰۰ هزار نفری انتخاب کردند (*Vastava and Naswat., 2003*).

Al-Jarrah و *Hani Abu-Qdais* در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی مراکز دفن زباله‌های شهر امان با در نظر گرفتن ۱۵ لایه اطلاعاتی مانند زمین شناسی، شیب، توپوگرافی، آب‌های سطحی و زیر زمینی، نوع سنگ و ... با استفاده از سیستم *GIS* و الگوریتم منطق فازی اقدام به مکان‌یابی محل دفن پسماند شهری نمودند. در نهایت مناسب‌ترین مکان جهت دفن پسماند جامد شهری را در جنوب غرب این شهر انتخاب کردند (*Omar Al-Jarrah and Hani Abu-Qdais., 2005*).

Gemitizi و همکاران نیز در تحقیقی شامل سرویس‌دهی خدمات مواد زاید شهری با استفاده از *GIS* ارائه کرده‌اند. در این تحقیق سرویس‌دهی و خدمات شهری شارلوت و کارولینای شمالی شامل سه قسمت عمده مجموع سرویس‌ها، سرویس‌های مخصوص و بهبود وضع کلی جامعه است و در آن *GIS* به عنوان ابزاری برای بررسی و خدمات رسانی برای این سه قسمت و توسعه و نگهداری طیف وسیعی از داده‌های جغرافیایی شامل مسیرها، نیازهای مدیریت، بررسی خدمات، روند اجرایی تجزیه و تحلیل و برنامه‌ریزی راهبردی و همچنین بررسی شناسایی قطعات زمین و مالکیت برای اجرای مقررات جاری در شهر مورد استفاده قرار گرفته است (*Gemitizi et al., 2007*).

Sumathi و همکاران نیز در پژوهشی که در مورد مکان‌یابی بهینه دفن بهداشتی پسماندهای جامد شهری با استفاده از *GIS* برای شهر پوندیچری[1] هندوستان ارائه کردند. ۱۴ لایه اطلاعاتی مانند فاصله از مناطق مسکونی و فرودگاه‌ها، فاصله از آب‌های سطحی و زیر زمینی، فاصله از گسل‌ها و ... با استفاده از روش *AHP* وزن دهی شده سپس به وسیله ترکیب آن‌ها در محیط *GIS*، مناسب‌ترین مکان جهت دفن زباله‌های شهری را ارائه دادند (*Sumathi et al., 2008*).

Zamorano و همکاران در پژوهشی تحت عنوان مکان‌یابی محل مناسب دفن پسماند جامد شهر گرانادا (*Granada*) در اسپانیا به وسیله *GIS*، ۵ مؤلفه اصلی مؤثر در امر مکان‌یابی لندفیل از قبیل معیارهای زیست محیطی، آب‌های سطحی، آب زیرزمینی، جو و خاک را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش، ارزش گذاری محل‌های مناسب بر اساس ارزیابی اثرات زیست محیطی صورت گرفت و

1-Puducherry

مناطق دارای کمترین اثر زیست محیطی حاصل از ماتریس لئوپولد، به عنوان بهترین مکان‌ها برای دفن پسماند در نظر گرفته شد (*Zamorano et al., 2008*).

Sener و همکاران در مطالعه‌ای مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (*GIS*) مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مطالعه، مکان‌هایی مناسب دفن زباله نواحی (*Vicinity*) آنکارا به وسیله ترکیب *GIS* و تحلیل تصمیم گیری چند معیاره (*MCDM*) در نظر گرفته شده است. برای این منظور، ۱۴ لایه نقشه ورودی شامل توپوگرافی، سکونتگاه‌ها (مراکز شهری و روستایی)، خطوط راه آهن، فروگاه، جاده‌ها (بزرگراه و جاده‌های روستایی)، تالاب‌ها، شیب، زمین-شناسی، کاربری ارضی، دشت‌های سیلابی، سفره آب زیرزمینی، و آب‌های سطحی و زیرساخت‌ها (خطوط انتقال لوله و برق) فراهم شده و روش‌های *MCDM* (وزن‌دهی افزودنی ساده و فرآیند سلسله مراتبی) با سیستم اطلاعات جغرافیایی ترکیب شده‌اند. مقایسه‌ی نقشه‌های ایجاد شده به دو روش نتایج قابل قبولی را نشان داده و سازگاری بین مکان‌های در نظر گرفته شده با معیارهای انتخاب شده را تأیید کرد (*Sener et al., 2005*).

Guiqin و همکاران در پژوهشی به مطالعه مکان‌یابی محل دفن مواد زائد شهر بیجینگ چین با استفاده از سیستم اطلاعات جغرفیایی (*GIS*) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (*AHP*) پرداخته‌اند. در این پژوهش بر اساس شرایط واقعی نواحی مورد مطالعه و عوامل اقتصادی مورد ملاحظه قرارگرفته سپس وزن معیارها به وسیله فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (*AHP*) محاسبه شده است. از سیستم اطلاعات جغرفیایی (*GIS*) جهت اداره و ارائه اطلاعات مکانی به کار برده شده و همه نقشه‌ها از۱ (پایین ترین) تا ۵ (بالاترین) درجه تناسب نمره گذاری شده و مکان‌های انتخابی بر اساس بالا بودن وزن معیارها تعیین شده است. که به مناطق محل دفن بهترین، خوب، و نامناسب تقسیم شده‌اند. بهترین مناطق محل دفن، مکان‌های بهینه را ارائه داده و مناطق محل دفن خوب، به عنوان مکان‌های انتخابی جایگزین در نظر گرفته شده است (*Guiqin et al., 2009*).

Sener و همکاران مکان‌یابی دفن مواد زائد جامد را با استفاده از تکنیک *GIS*، مدل (*AHP*), و روش‌های سنجش از دور برای شهر *Albuera* انجام داده‌اند. که یکی از مهم‌ترین نواحی آب شیرین در ترکیه است. بدین منظور، ۱۰ معیار مختلف مانند آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی، عمق آب زیرزمینی، ارتفاع، شیب، کاربری اراضی، خاک پوششی، منظره، فاصله از جاده‌ها و لیتولوژی در رابطه با مکان دفع زباله بررسی شده‌اند. نتایج این بررسی نشان داده که ۹۶/۳ درصد از نواحی در داخل حوضه نامناسب؛ ۱/۶درصد متوسط؛ و ۱/۲درصد مناسب است. نواحی مناسب در داخل حوضه برای دفع مواد زائد جامد مشخص و مورد تأیید قرار گرفته‌اند (*Sener et al., 2010*).

Yildirim در پژوهشی تحت عنوان کاربرد تکنیک *GIS* در مکان‌یابی لندفیل در استان ترابزون *(Trabzon)* در ترکیه، معیارهای زیست محیطی، زمین شناسی و اقتصادی - اجتماعی را در محیط *GIS* به صورت فایل رستری در آورده و پس از وزن‌دهی و تلفیق لایه‌ها مناطق مستعد برای دفن پسماند را در نظر گرفت. در نهایت دو منطقه را به عنوان برای دفن پسماند انتخاب کرد (*Yildirim., 2012*).

Aydi و همکاران در تحقیقی با عنوان مکان یابی اصولی محل مناسب دفن به منظور به حداقل رساندن خطرات زیست محیطی محل دفن زباله به وسیله *AHP* در محیط برای شهر آرینا (*Ariana*) در کشور تونس انجام شد. در این مطالعه از تحلیل سلسله مراتبی *(AHP)* در ارزیابی چند معیاره استفاده شده است و با در نظر گرفتن عوامل و معیارهای زیست محیطی و اجتماعی- اقتصادی، مکان-یابی مناسب برای ۲۰ سال آینده انجام پذیرفت. پس از استفاده از معیارها و وزن‌دهی آن‌ها با *AHP* و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی با *GIS*، ۵ مکان مناسب که دارای ویژگی‌های مطلوب از قبیل حریم حفاظت از آبخوان و آب سطحی بودند و همچنین از نظر ژئوتکنیکی جزء مناطق غیرفعال به شمار می‌رفتند به عنوان مناسب‌ترین مکان‌ها برای احداث لندفیل انتخاب شدند (*Aydi et al., 2012*).

Choudhury و همکاران در پژوهشی به منظور مدیریت پسماند جامد شهری در منطقه شمال تریپورا (پنچاپ) هند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های ارزیابی چند معیاره اقدام به انتخاب محل مناسب برای دفن زباله نموده‌اند. آن‌ها پس از تجزیه و تحلیل معیارها و تهیه نقشه‌ها، دو منطقه را برای دفن زباله انتخاب کردند. سپس با استفاده از روش تصمیم گیری *AHP* یکی از پهنه‌ها را به عنوان بهترین مکان معرفی کردند (*Choudhury et al., 2012*).

Uyan درپژوهشی برای منطقه کنیا در ترکیه به منظور انتخاب یک محل مناسب برای احداث لندفیل با کمترین اثر زیست محیطی در منطقه، پژوهشی تحت عنوان مکان‌یابی محل مناسب دفن به وسیله ترکیب *GIS* و *AHP* صورت گرفت. در این پژوهش از روش ارزیابی چند معیاره استفاده شده است. مدل شاخص نهایی از مناسب تا نامناسب رده‌بندی شده و در نهایت ۶۹/۱۲ درصد منطقه برای دفن پسماند مناسب در نظر گرفته شد (*Uyan., 2013*).

Gobaie و همکاران به مکان‌یابی محل دفن زباله با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی *GIS* و مدل *MCDA* روش تصمیم گیری چند معیاره پرداخته است. نتیجه به دست آمده نشان می‌دهد *83/3* درصد از منطقه برای دفن زباله نامناسب است. براساس پارامترهای شیب، لیتولوژی، توپوگرافی، فاصله از شهر، جاده، قیمت زمین، منظر و رضایت‌مندی جامعه نتیجه‌گیری کرده است (*Gobaie et al., 2013*).

Alavi و همکاران در مطالعه دیگری برای شهر ماهشهر استان خوزستان با عنوان مکان‌یابی دفن پسماند جامد شهری، به وسیله *GIS* و *AHP* صورت گرفت. در این مطالعه مهم‌ترین معیارهای مورد استفاده شامل فاصله از آب‌های سطحی، کاربری اراضی، فاصله از مناطق شهری و روستایی، پوشش گیاهی، فاصله از جاده و شیب بودند، که هر معیار با استفاده از روش هم امتیاز مورد بررسی قرار گرفته و در مرحله بعدی اهمیت نسبی معیارها نسبت به یکدیگر توسط *AHP* محاسبه شد. لایه‌های اطلاعاتی در محیط *GIS* تلفیق و ترکیب، مناطق مناسب و نامناسب در چهار رده تقسیم‌بندی شد و در نهایت ۶ پهنه انتخاب شد (*Alavi et al., 2013*).

Beskese و همکاران در پژوهشی به مکان یابی دفن زباله شهری استانبول با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی و تاپسیس فازی پرداختند. برای این منظور معیارهای قابلیت دسترسی، شرایط خاک و توپوگرافی، شرایط اقلیمی هیدرولوژی و ملاحظات اقتصادی را در نظر گرفته شد. در نتیجه مقایسه زوجی معیارها با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی، شرایط و توپوگرافی منطقه بیشترین وزن نسبی را به خود اختصاص داد. بعد از پهنه‌بندی مناطق با استفاده از مدل *AHP*، سه گزینه به عنوان منطقه دفن زباله شهری معرفی گردید که این سه منطقه با استفاده از تاپسیس فازی اولویت‌بندی گردید. با مطالعات میدانی، نتایج حاصل از مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی و تاپسیس فازی مورد تایید قرار گرفت. آنها به این نتیجه رسیدند که برای انتخاب بهینه مکان دفن زباله شهری علاوه بر تحلیل مکانی داده کاوی، می‌بایست عوامل سیاسی و پذیرش عمومی نیز مورد توجه قرار گیرند (*Beskese et al., 2014*).

Arkoe در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی محل مناسب دفن با استفاده از *GIS* مطالعه موردی در کرلو *(Korlo)* ترکیه انجام داد. در این پژوهش برای هم پوشانی لایه‌ها از *GIS* استفاده شد. برای این منظور از سه معیار اصلی زمین شناسی، زیست محیطی و اقتصادی و اجتماعی استفاده شده است. وزن دهی بر اساس اهمیت هر لایه به وسیله *AHP* صورت پذیرفت و در نهایت پس از تلفیق لایه‌ها در محیط *GIS* مناطق مناسب تعیین شد (*Arkoe., 2014*).

Eskandari و همکاران در پژوهشی در شهر مرودشت استان فارس به مکان‌یابی محل دفن به وسیله کلاس بندی نقشه‌ها پرداختند. در این مطالعه از روش ساده مکانی و افزایشی ساده جهت انجام امر مکان‌یابی استفاده شده است. در ابتدا معیارهای لازم برای مکان‌یابی دفن زباله مشخص شد. سپس با استفاده از روش مجموع وزن دار ساده *(SAW)* ۴ محدوده به دست آمد. برای به دست آوردن یک نقشه مناسب، محدوده به ۵ کلاس تقسیم‌بندی شد و با استفاده از نتایج به دست آمده از تلفیق

نقشه‌ها و وزن‌دار کردن لایه‌ها، بهترین سایت از نظر بهره وری زمین انتخاب شد (*Eskandari et al., 2015*).

Kumar و همکاران ایده اصلی در مطالعه خود را تدوین متدولوژی یافتن مکان‌های مناسب برای تأسیسات بازیافت زباله با توجه به در دسترس بودن زباله و همچنین محدودیت‌های زیست محیطی و اجتماعی بیان کردند. برای شناسایی مناسب‌ترین مناطق و غربالگری اراضی نامناسب از یک سیستم اطلاعات جغرافیایی (*GIS*) تجزیه و تحلیل مکانی استفاده شد. فرایند سلسله مراتبی تحلیلی (*AHP*) برای ارزیابی چند معیار از ترجیحات نسبی عوامل مختلف محیطی و اجتماعی استفاده شده است. مطالعه موردی برای آلبرتا در کانادا ، با انجام ارزیابی در دسترس بودن زباله در سطح استان انجام شد. کل زباله‌های موجود در این مطالعه ۴۰۷۷۵۱۴ تن در سال برای ۱۹ بخش سرشماری جمع آوری شده از ۷۹ محل دفن زباله بود. در نتیجه، تجزیه و تحلیل تخصیص مکان برای تعیین مکان‌های مناسب، ۱۰ مرکز بازیافت در سراسر استان انتخاب شد. (*Kumar et al., 2017*).

An و همکاران با مدل ارزیابی خطرات بهداشتی محیط زیست بر اساس مدل ارزیابی ریسک بهداشتی بر روی سطح زیربنایی فازی مبتنی بر روش ارزیابی ریسک سلامت از سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا[1] و روش‌های اعداد فازی مثلثی و انتساب بخش سنی را ارائه دادند. این روش به عنوان یک مطالعه موردی برای ارزیابی ریسک سلامت محیط زیست آب زیرزمینی انتخاب و برای محل دفن زباله خانگی در شمال غربی چین برنامه‌ریزی شده است. نتایج نشان داد که ارزش جامع ریسک سلامتی سایت ۱ برابر ۶۶، در حالی که سایت ۲ برابر ۶۹ و سایت ۱ از سایت ۲ بهتر است. آن‌ها سایت ۱ را به عنوان مکان مناسب توصیه می‌کنند. در مقایسه با روش‌های متداول، این مدل نه تنها می‌تواند بهترین توصیه را از نظر علمی و کارآمد انجام دهد، بلکه می‌تواند سطح ریسک را نیز به طور دقیق محاسبه کند، به این صورت اطلاعات ارزیابی دقیق‌تری را به تصمیم گیرندگان در طی فرآیند انتخاب سایت دفن زباله ارائه می‌دهند (*An et al., 2018*).

Ertis و همکاران در پژوهشی مطالعه تکنیک‌های مختلف دفع که در سطح جهانی مورد استفاده قرار گرفته‌اند را بررسی کردند. سپس سناریوهای مختلفی که می‌توانستند برای ترکیه قابل استفاده باشند را مورد بررسی قرار دادند. این سناریوها ممکن بود برای سایر کشورهای اروپایی و آسیای مرکزی (ECA) نیز قابل اجرا باشد. برای این منظور، ۸ سناریو دفع زباله جامد از طریق ۷ معیار مورد ارزیابی قرار گرفت که با توجه به نظر کارشناسان این حوزه تعیین شود. در این راستا از سه روش تصمیم-گیری چند معیاره مختلف، یعنی روش تاپسیس (*TOPSIS*)، پرامتی ۱ (*PROMETHEE I*) دسته

1-US EPA

بندی جزئی و پرامتی ۲ (*PROMETHEE II*) دسته‌بندی کامل برای ارزیابی سناریو استفاده شد. در نتیجه مناسب‌ترین و عملی‌ترین سناریوها تعیین شدند. نتایج حاکی از فناوری‌های بازیافت و دفع زباله برای کشورهای در حال توسعه است. نتایج نهایی با استفاده از هر سه روش مورد استفاده سازگار داشتند (*Ertis et al., 2018*).

۲-۱۱-۲ بررسی منابع در ایران

در ایران نیز مانند سایر کشورها تحقیقات متنوعی در زمینه مکان‌یابی‌ها و به خصوص دفن پسماند صورت گرفته است از جمله:

عبدلی (۱۳۷۲) در پژوهشی با عنوان سیستم مدیریت مواد جامد زائد شهری و روش‌های کنترل آن مجموعه کامل مباحث تولید زباله، جابه‌جایی در محل تولید، جمع‌آوری مواد، حمل و نقل، پردازش و بازیافت، روش‌های مختلف دفع، دفن بهداشتی، آماده سازی محل دفن و ... را بررسی و ارزیابی کرد. عبدلی در سال (۱۳۷۹) با چاپ مجموعه ۳ جلدی مدیریت مواد زائد جامد شهری در جهان و ایران مباحث ذکر شده را در شهرهای ایران مورد بررسی قرار داد.

خراسانی و کورکی نژاد (۱۳۷۹) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای انتخاب محل مناسب دفن زباله در مناطق خشک (مطالعه موردی زباله‌های شهر کرمان) انواع پارامترهایی چون شیب، ایستابی زیرزمینی، بارندگی سالیانه، فاصله محل دفن تا شهر و ... را به کار بردند و محل مناسب را در ۷ کیلومتری شهر کرمان مکان گزینی کرده‌اند.

حیدرزاده (۱۳۷۹) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود مکان‌یابی محل دفن زائد جامد شهری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی برای شهر تهران را با در نظر گرفتن ۱۲ پارامتر و بر طبق دو منطق بولین و فازی گزارش نموده است.

شکرایی (۱۳۸۱) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود برای مکان‌یابی محل دفن بهداشتی پسماند شهر ساری، آن دسته از مناطقی که به هیچ وجه برای توسعه مورد نظر توانی ندارند را از سایر مناطق جدا کرد (غربال اولیه) که این امر با توجه به لایه‌های ورودی اعمال محدودیت‌های لازم قابل تصمیم‌گیری صورت گرفت. سپس کار را بر روی زمین‌های باقیمانده به انجام رساند. برخی از عوامل موثر در مکان-یابی محل دفن پسماند شهر ساری که در این ارتباط مورد بررسی قرار گرفتند، شامل سطح آب‌های زیرزمینی، شیب، فاصله از شهر و مراکز جمعیتی، فاصله از جنگل‌های پر تراکم و نیمه متراکم، فاصله از منابع آب‌های سطحی، فاصله از جاده‌های دسترسی، فاصله از خطوط انتقال نیرو، نوع خاک‌ها و سنگ‌ها بود. در این پژوهش با تعیین محدوده‌های قابل قبول از لحاظ هر کدام از معیارهای دخالت

داده شده در قالب مدل، معیارهای مذکور با منطق های بولین و فازی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. و در نهایت نقشه مکان‌های مناسب برای دفن پسماند این شهرستان به دست آمد و در عین حال نتیجه حاصل از منطق‌های استفاده شده مورد مقایسه واقع گردید که منطق فازی جواب بهتری را ارائه نمود.

خراسانی و همکاران (۱۳۸۳) برخی از عوامل موثر در مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهر ساری مانند: سطح آب زیرزمینی،، فاصله از جنگل، فاصله از منابع آب سطحی، شیب، فاصله از جاده‌های دسترسی، فاصله از خطوط انتقال نیرو، نوع خاک‌ها و سنگ‌ها را مورد بررسی قرار داده‌ند.در این تحقیق سعی شده پارامترهای مذکور با دو روش منطق بولین و فازی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند و نهایتاً نقشه مکان‌های مناسب برای دفن زباله‌های این شهرستان حاصل آید و در عین حال نتیجه حاصل از منطقه‌های استفاده شده، مورد مقایسه واقع گردد.

فرهودی و همکاران (۱۳۸۴) پژوهشی تحت عنوان مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از منطق فازی در محیط *GIS* (مطالعه موردی: شهر سنندج) انجام دادند. در این پژوهش با استفاده از داده‌هایی چون محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده و فرودگاه و ... از طریق مدل‌های مختلف تلفیق اطلاعات و نقشه‌ها که بر اساس مدل منطق فازی ترکیب شده‌اند و با ژئورفرنس نمودن این داده ها سه حوزه مختلف مکان گزینی شده است.

امینی (۱۳۸۴) با روش‌هایی مختلف در محیط GIS به مکان‌یابی محل دفن زباله در شهر ساری پرداخته است.

شاه علی (۱۳۸۵) در پژوهشی مکان‌یابی دفن زباله‌های شهری زنجان را با روش فازی انجام داده است. وی با در نظر گرفتن پارامترهایی مانند آب‌های سطحی، شرایط زمین شناسی، شیب، فاصله از جاده‌ها، تحلیل‌های مورد نیاز در مورد مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری را انجام داده است.

احمدپور و همکاران (۱۳۸۶) در پژوهشی با استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS مکان‌یابی دفن زباله‌های شهر بابلسر را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مطالعه با استفاده از داده‌هایی چون فاصله از گسل‌ها، فاصله از آب‌های سطحی، فاصله از محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده، جهت باد، خاک شناسی، زمین‌شناسی، توانایی اراضی، فاصله از عوارض مصنوعی، هیپسومتریک، پوشش‌گیاهی و از طریق مدل‌های مختلف تلفیق اطلاعات و نقشه‌ها که بر اساس مدل منطق فازی ترکیب شده‌اند، مکان‌های مناسب برای دفن بهداشتی مواد زائد مکان‌گزینی و در نقشه‌های مختلف ارائه شده است.

ولی‌زاده و همکاران (۱۳۸۶) به مکان‌یابی محل دفع و دفن پسماندهای ویژه صنعتی در منطقه شمال غرب کشور با استفاده از ۲۳ لایه اطلاعاتی و به‌کارگیری روش‌های بولین، فازی و همپوشانی لایه‌ها پرداخته و مکان‌های بهینه را مورد شناسایی قرار دادند.

متکان و همکاران (۱۳۸۷) در پژوهشی به مکان‌یابی محل دفن پسماند شهر تبریز پرداخت. در این مطالعه عوامل موثر در مکان‌یابی محل دفن بررسی شد و با کمک منطق‌های فازی، بولین و ارزیابی چند معیاره به مکان‌یابی محل دفن پسماند پرداخته است که با مقایسه منطق فازی و منطق بولین، منطق فازی عملکرد بهتر داشته است و ارزیابی چند معیاره نتایج مطلوبی داشته است.

شهابی (۱۳۸۸) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود نقش عوامل ژئومورفیک در مکان‌یابی محل دفن مواد زائد شهری سقز را با استفاده از مدل‌های *GIS* و فناوری سنجش از دور مورد بررسی قرار داده است. به همین منظور در مرحله اول، ۲۲ عامل موثر در مکان‌یابی محل دفن مواد زائد شهر سقز در نظر گرفته شده و در نهایت با رقومی کردن و وزن‌دهی ۱۳ لایه بر اساس استانداردهای موجود و وارد کردن آن‌ها به محیط نرم افزارهای *IDRISI* و *GIS* لایه‌های اطلاعاتی تشکیل شده و سپس مدل‌های منطق بولین، *AHP* و دو مدل منطق فازی اجرا گردیده است. نتایج حاکی از این است که روش بولین دقت کمتری نسبت به سایر مدل‌ها داشته و در نهایت با تلفیق نتاج مدل‌ها مکان مناسب محل دفن مواد زائد شهر سقز در نظر گرفته شده است.

نیک نامی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی اقدام به مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری در شهر گلپایگان با استفاده از سیستم *GIS* نمودند. بر اساس این تحقیق و با استفاده از ۱۰ لایه اطلاعاتی به روش نرخ دهی، ۵ منطقه مناسب جهت احداث لندفیل مشخص شد که یکی از آن‌ها در شمال شرقی و چهار منطقه دیگر در جنوب شرقی گلپایگان قرار دارد.

لطیفی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی برای انتخاب یک مکان مناسب دفع پسماندها با منظور نمودن معیارهای زیست محیطی از سیستم اطلاعات جغرافیـایی (*GIS*) استفاده کردند. بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل نهایی، مکان مناسب برای اولویت بر روی نقشه تهیه شد.

صمدی وهمکاران (۱۳۸۹) مکانیابی دفن پسماندهای شهری زنجان را با استفاده از *AHP*، *GIS* و *TOPSIS* مورد ارزیابی قرار داده و بیان داشته‌اند که تلفیق این تکنیک‌ها در جهت حفظ و مدیریت محیط می‌تواند موثر واقع گردد.

فرجی سبکبار و همکاران (۱۳۸۹) در مقاله‌ای با عنوان مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله های روستایی با استفاده از مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای (*APN*) که در نواحی روستایی شهرستان قوچان انجام داده از چندین معیار اجتماعی ، اقتصادی، محیطی و فنی برای انتخاب محل مناسب دفن زباله استفاده کرده است.

اسکندری (۱۳۹۰) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود اقدام به شناسایی محل مناسب برای دفن پسماندهای خطرناک، با کمترین اثرات سوء زیست محیطی در منطقه انارک در ایران مرکزی پرداخته است. لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده در این تحقیق کاربری اراضی در آینده، پوشش گیاهی، زمین ریخت شناسی، شیب، لیتولوژی، بافت خاک، ساختار زمین شناسی، فاصله از شهر، مراکز جمعیتی (شهر، روستا، مراکز نظامی، ایستگاه قطار و...)، گسل، خطوط انتقال نیرو، منابع تأمین آب (قنات، چاه و چشمه)، آبراهه‌ها، و جاده‌های دسترسی (اصلی و فرعی) می‌باشد. از روش‌های روش تحلیل سلسله مراتبی (*AHP*) و روش وزن دهی ساده *(SAW)* جهت وزن دهی به لایه‌ها استفاده شده است.

هادیانی و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی با استفاده از منطق فازی برای تعیین ارزش و وزن معیارهای مختلف موثر در مکان‌یابی محل دفن پسماند جامد شهری زنجان در محیط *GIS* به طراحی یک مدل جهت انتخاب محل دفن پرداختند. نتایج حاصل از تحلیل را مورد کنترل زمینی قرار دادند و تا حدی رضایت بخش بود.

ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی محل دفن پسماندهای شهر اردبیل را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی *GIS* مکان‌یابی نمودند. محل مناسب برای دفن زباله‌های شهر با رعایت کلیه پارامترها تعیین گردید. برای این منظور از اطلاعات متعددی از قبیل مناطق حفاظت شده، زمین-شناسی، توپوگرافی، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، نفوذ پذیری، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، راه‌ها، مناطق مسکونی و ... استفاده شده است. در نهایت هفت منطقه به عنوان محل های نهایی انتخاب و اولویت دهی شدند.

کیانفرد و همکاران (۱۳۹۲) در شهر رامهرمز پژوهشی با عنوان مکان‌یابی لندفیل شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی *GIS* و *AHP* تحلیل سلسله مراتبی انجام گرفت. ایشان در این پژوهش با تهیه لایه‌های اطلاعاتی از قبیل فاصله از آب‌های سطحی و زیرزمینی، زمین شناسی، نفوذ پذیری و بافت خاک، کاربری اراضی، شیب زمین، فاصله از گسل، فاصله از خطوط انتقال نیرو، فاصله از جاده و ... به مکان‌یابی محل مناسب لندفیل شهری شهر رامهرمز پرداختند.

شاکری (۱۳۹۲) در پژوهشی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی *AHP* و سیستم اطلاعات جغرافیایی *GIS* با تهیه ۱۴ لایه‌های اطلاعاتی از قبیل هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، سنگ‌شناسی، بافت خاک، کاربری اراضی، ژئومورفولوژی، شیب زمین، لرزه‌خیزی، فاصله از گسل، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از مناطق حفاظت‌شده زیست محیطی، جهت باد، فاصله از شبکه، جاده‌ها اصلی و فرعی به مکان‌یابی محل مناسب در شهر گرمسار پرداختند.

صالحی (۱۳۹۳) در پژوهشی تحت عنوان مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهر هیدج (استان زنجان) توسط مدل *AHP* و نرم افزار *ArcGIS* از پارامترهایی نظیر زمین‌شناسی، خاکشناسی (جنس، بافت و عمق خاک)، هیدروژئولوژی، شیب، کاربری اراضی، مناطق مسکونی و ... استفاده کردند و با استفاده از روش *AHP* و سامانه اطلاعات جغرافیایی مکان‌ها از مناسب تا نامناسب شناسایی شدند و در نهایت بهترین مکان برای دفن زباله‌ها در غرب شهر هیدج تعیین گردید.

حیدریان و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی با استفاده از روش *Fuzzy-AHP* هریک از معیارها را وزن‌دهی و همپوشانی کردند. و در مرحله‌ی بعد با استفاده از روش *Fuzzy-TOPSIS* اولویت بندی انجام دادند نتایج نشان داد که گزینه‌های انتخابی در مقایسه با مرکز دفن فعلی در مکان بهتری واقع شده‌اند.

رضویان و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی تلاش کردند تا با روش توصیفی-تحلیلی، تناسب اراضی سایت را با کاربری‌های همجوار موجود، مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و مکانی بهینه برای دفع پسماندهای جامد پیشنهاد شد. نقشه‌های هر یک از متغیرها با استفاده از توابع عضویت فازی و هم پوشانی فازی، تمام متغیرهای مؤثر در پژوهش، ارزش‌گذاری و استاندارد شد و در نتیجه همه لایه‌ها با روش هم‌پوشانی فازی، با یکدیگر تلفیق یافتند. نتیجه نهایی پس از هم پوشانی نقشه‌های معیار در محیط نرم‌افزاری مشخص شد که مکان‌یابی محل دفن زباله فعلی مطابق با استانداردها نامناسب است.

یمانی و همکاران (۱۳۹۴) پژوهشی تحت عنوان مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهر خرم آباد با تأکید بر روش دفن زمین شناسی پسماندهای بیمارستانی را انجام دادند؛ در این تحقیق از تکنیکهای چند معیاره استفاده گردید و براساس مطالعات، دو مکان مناسب برای دفن زباله انتخاب شد. اما در جمع‌بندی نهایی، پهنه شماره یک (واقع در غرب منطقه مورد مطالعه از نظر بیشتر شاخص‌های مورد بررسی به پهنه شماره دو (واقع در شمال غرب منطقه مورد مطالعه ارجحیت داشته و پیشنهاد شد تا پهنه یک برای دفن زباله‌های بیمارستانی شهر خرم آباد و پهنه دوم جهت دفن پسماندهای خانگی استفاده شود.

نظرپور (۱۳۹۴) مدل منطق فازی را برای مکان‌یابی محل دفن پسماند جامد شهری شهر آبادان در نظر گرفت. در این تحقیق از میان عوامل مؤثر در مکان‌یابی ۱۲ عامل شناسایی شده و در ادامه لایه‌ها در دو مرحله تصحیح و استانداردسازی شده، سپس به کمک *GIS* مدل منطق فازی با گامای ۹, ترکیب گردیدند.

زاکریان و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تکنیک انتخاب برترین پیشنهاد از راه حل ایده آل به انتخاب مکان مناسب برای دفن پسماندهای شهر اردکان پرداختند. با استفاده از نرم افزار *ArcGIS* نقشه‌هایی با توجه به معیارها ایجاد شده و با استفاده از روش *AHP* وزن دهی به معیارها صورت پذیرفت و در نهایت با استفاده از روش *TOPSIS* مناسب ترین گزینه با رتبه ۰/۷۵ انتخاب گردید.

عرب عامری و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی از شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه با الگوریتم آموزش لورنبرک–مارگوریت استفاده کردند و از تابع سیگموئید لگاریتمی به منزله‌ی تابع فعالساری برای هر واحد پردازشگر در شبکه انتخاب استفاده کرده بودند. آموزش داده‌ها با ۱۲ پارامتر ورودی شامل فاصله از آبراهه، فاصله از جاده، فاصله از گسل، لیتولوژی، پوشش گیاهی و کاربری اراضی، شیب، جهت شیب، فاصله از سکونتگاه، طبقات ارتفاعی، بافت خاک، سطح آب زیرزمینی و نقشه همبارش، ۷ لایه پنهان ویک لایه خروجی که نقشه‌ی پهنه بندی را نشان دادند. در نهایت پس از تعیین بهترین ساختار شبکه مدل اجرا و منطقه به ۵ کلاس طبقه بندی شد.

شهبازی (۱۳۹۵) در تحقیقی تحت عنوان تعیین محل مناسب برای دفن پسماندهای شهری شاهین دژ با استفاده از *GIS* با تأکید بر عوامل زمین شناسی زیست محیطی، در منطقه مورد مطالعه با استفاده از لایه‌های اطلاعاتی لیتولوژی، توپوگرافی، فاصله از شهر، فاصله از مراکز جمعیتی، هیدرولوژی (آبراهه‌های اصلی و فرعی)، راه‌های دسترسی، خطوط انتقال نیرو، هیدروژئولوژی (قنات، چشمه، چاه)، معادن، بافت خاک، لندفرم، حوضه آبریز سد شهید کاظمی و گسل، پوشش گیاهی، کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه، به روش تحلیل سلسله مراتبی و با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی پهنه بندی شده و سپس با حذف مناطق ممنوعه ۶ پهنه مناسب تعیین گردیده است. با توجه به خصوصیات هر کدام از پهنه‌ها، سه پهنه مناسب از بین ۶ منطقه حاصل شده شناسایی و به منظور احداث محل دفن پسماندهای شهری پیشنهاد شده است.

عرب عامری و رامشت (۱۳۹۵) پژوهشی تحت عنوان مکان‌یابی دفن پسماند با تأکید بر پارامترهای هیدروژئومورفولوژیکی-زیست محیطی در حوضه شاهرود- بسطام به عنوان منطقه مطالعاتی با استفاده از ادغام سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره شامل تکنیک اولویت‌بندی به وسیله شباهت به راه حل ایده آل *(TOPSIS)* برای انتخاب مکان مناسب دفن پسماند اجرا گردید و در نتیجه از بین پنج پهنه، پهنه بسیار مناسب به مساحت ۲۰۵/۱۷ کیلومتر مربع به دلیل داشتن امتیاز بالاتر به عنوان بهترین پهنه انتخاب شد.

شایان و همکاران (۱۳۹۶) با هدف تحقیق مکان‌یابی بهینه دفن زباله شهر اهواز با استفاده از نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی و نرم افزار و مدل *Visual PROMETHE* از روش پژوهش توصیفی و تحلیلی که در بخش توصیفی به مطالعه اسنادی و کتابخانه‌ای پرداخته شده است و در بخش تحلیلی، با بررسی عوامل موثر در مکان‌یابی دفن زباله‌ها در محیط نرم افزاری *Visual PROMETHE* به بررسی داده‌های خام پرداختند و سپس برای تجزیه و تحلیل نهایی وارد محیط *ArcMap* شده است. نتایج تحقیق نشان داد با توجه به اهمیت تمامی معیارها، بهترین مکان پیشنهادی برای دفن بهداشتی زباله-ها در شهر اهواز، شرق و تا حدودی شمال شرق این شهر می‌باشد که این مکان‌ها از استانداردهای لازم برای تحقق این امر برخوردارند.

بنی اسدی و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای عواملی مانند جهات جغرافیایی، آب‌های سطحی، گسل‌ها، مناطق حفاظت‌شده، خاک‌شناسی، زمین‌شناسی، سکونتگاه‌ها و کاربری اراضی، در قالب معیارهای زیست محیطی و عوامل فاصله از جاده اصلی و فرعی، شیب و ارتفاع از سطح دریا در قالب عوامل اقتصادی مورد مطالعه قرار دادند. پس از اولویت بندی عوامل به روش تحلیل سلسله مراتبی با استفاده از نظرات متخصصان و تلفیق آن‌ها در محیط نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی ۳ مکان مناسب برای دفن زباله انتخاب شد. سپس مساحت زمین مورد نیاز برای دفن زباله در این شهرستان محاسبه و با توجه به مساحت محاسبه شده مناسب‌ترین مکان پیشنهاد گردید.

۲-۱۱-۳ جمع بندی

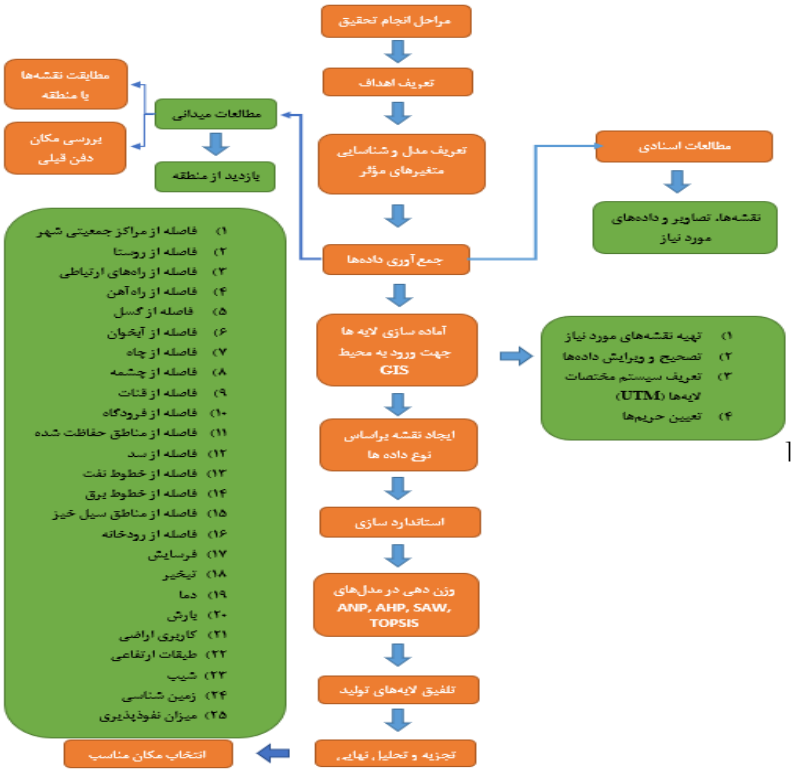
در مطالعات پیشین حداکثر سه مورد از روش‌های تصمیم گیری چند معیاره از دیدگاه تخصصی رشته‌های مختلف، برای مطالعه‌ی موردی خاص در تعداد معیارها و شاخص‌های متفاوت استفاده شده است. مزایای این مطالعات استفاده از لایه‌های مختلف اطلاعاتی درتصمیم‌گیری چند معیاره و تلفیق در *GIS* به منظور اتخاذ تصمیم درست می‌باشد. از معایب این مطالعات می‌توان به تعداد کم لایه‌های اطلاعاتی و عدم طبقه‌بندی مناسب شاخص‌ها و معیارها اشاره کرد. دراین مطالعه سعی شده با به کارگیری بیشترین تعداد لایه‌های اطلاعاتی و مشخص کردن سه شاخص مهم محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی، با ارائه‌ی دیدگاه وسیع‌تر و مقایسه چهار روش پرکاربرد در تصمیم‌گیری‌های چند معیاره به بهترین نتیجه‌ی ممکن دست یافت.

فصل۳ : ابزار ها و روش‌ها

۳-۱ مقدمه

دنیای اطراف ما مملو از مسائل چند معیاره است و انسان‌ها همیشه مجبور به تصمیم‌گیری در این زمینه‌ها هستند. به طور مثال هنگام انتخاب شغل معیارهای مختلفی مانند درآمد، موقعیت اجتماعی، خلاقیت و ابتکار و ... مطرح می‌باشد که فرد تصمیم گیرنده گزینه‌های مختلف را باید بر اساس این معیارها بسنجد. برای انتخاب منزل نیز معیارهای متفاوتی چون هزینه، نزدیکی به محل کار، فرهنگ مردم محله، دسترسی به مراکز خرید، دسترسی به مراکز آموزشی کودکان مطرح می‌باشد که تصمیم-گیرنده باید بهترین گزینه را از نظر این معیارها انتخاب کند .

در این پژوهش تلاش بر این است تا مکان مناسب برای دفن پسماندهای شهر کرمانشاه با تأکید بر کارایی مدل‌های *AHP*، *ANP*، *SAW*، *TOPSIS* و با بهره برداری از *GIS* مواد روش‌ها مکان‌یابی به‌دست آید. بر این اساس روند انجام این تحقیق در شکل (۳-۱) ارائه شده است.



شکل ۳-۱: شمای کلی روند مدلسازی

۳-۲ مواد و روش‌ها

برای رسیدن به اهداف و نتایج مورد نظر در هر کار پژوهشی، روش‌ها و ابزارهای مختلفی استفاده می‌شود. آگاهی یافتن از ابزار و روش‌های تحقیق، فنون کشف واقعیت‌ها و درک حقایق را برای محققین راحت‌تر می‌کند. در پژوهش حاضر از مواد و روش‌هایی به شرح زیر استفاده شده است:

- استفاده از نقشه‌ها و تصاویر ماهواره‌ای.
- روش کتابخانه‌ای: از روش کتابخانه‌ای و اسنادی اعم از کتب، مقاله‌ها و مجله‌ها، پایان‌نامه‌ها، آمارنامه‌ها، سایت‌های اینترنتی و ... جهت گردآوری اطلاعات پیرامون موضوع مورد مطالعه و بررسی پیشینه تحقیق استفاده شده است.
- مشاهده و روش‌های میدانی: با توجه به ماهیت پژوهش حاضر مشاهده میدانی یکی از مهمترین مراحل است. دراین رابطه داده‌های حاصل از طریق روش اسنادی در زمینه کنترل، اطلاعات کامل‌تری از طریق مصاحبه با افراد و مسئولین حاصل شد.

معیارهای مورد استفاده در این پژوهش براساس شاخص‌های محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی بر اساس جدول (۳-۱) طبقه بندی می‌شود.

جدول۳-۱: طبقه بندی معیارها

معیار	زیست محیطی	اقتصادی	اجتماعی
آبخوان	❊	❊	❊
چاه	❊		❊
چشمه	❊		❊
قنات	❊	❊	❊
رودخانه	❊		❊
سد	❊	❊	❊
سیل	❊	❊	❊
فرودگاه	❊	❊	
جهت باد	❊		❊
مناطق حفاظت شده	❊		❊
نفوذپذیری	❊	❊	❊
فرسایش	❊		
دما	❊		
تبخیر	❊		
بارش	❊		
کاربری اراضی	❊		❊
زمین شناسی	❊	❊	

ادامه جدول ۳-۱

معیار	زیست محیطی	اقتصادی	اجتماعی
گسل	❊	❊	❊
راه		❊	
راه آهن		❊	
شیب	❊	❊	
طبقات ارتفاعی	❊	❊	
فاصله از خطوط انتقال برق	❊	❊	
فاصله از خطوط انتقال نفت	❊	❊	
فاصله از شهر		❊	❊
فاصله از روستا		❊	❊

۳-۳ وزن‌دهی به معیارها

وزن‌دهی به معیارها یکی از مراحل مهم و اساسی در به کارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی (*AHP*)، روش تحلیل شبکه‌ای (*APN*)، روش نزدیکی به حل ایده‌آل (*TOPSIS*) و مجموع وزنی ساده (*SAW*) است. هدف از وزن دادن به معیارها (صفت یا هدف) بیان نمودن اهمیت هر معیار نسبت به معیار دیگر است.

پس از آن که معیارهای ارزیابی به مقیاس‌های قابل مقایسه و استاندارد تبدیل شدند باید وزن و اهمیت نسبی هریک از آن‌ها را در رابطه با هدف مورد نظر تعیین کرد. در این پژوهش مقایسه‌های دو دویی به عنوان سبک پایه‌ی مورد استفاده برای اندازه‌گیری به کار گرفته شده است.

برای انجام روش مقایسه دو تایی ابتدا تک تک معیارهای مورد بررسی را مقایسه نموده و میزان اهمیت نسبی هر جفت نسبت را با توجه به امتیاز بندی بین ۱ تا ۹ (براساس جدول ۲-۲) اختصاص داده و آن را در یک ماتریس وارد می‌نماییم. پس از آن وزن‌ها و همچنین نسبت سازگاری (CR) را محاسبه نموده، چنانچه CR< ۰/۱ باشد، مقایسه‌های انجام شده را پذیرفته و وزن‌های معیار را استخراج می‌کنیم. در صورتی که CR> ۰/۱ باشد، می‌باید با اعمال تغییراتی در ماتریس دوتایی، CR را در حد قابل قبول تنظیم نمود. در ادامه وزن معیارها با استفاده از نرم افزار *Super Decision*، *Excel* و *Expert Choice* محاسبه می‌شود.

۳-۴ فرایند تحلیل سلسه مراتبی (*AHP*)

یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است که اولین بار توسط *Thomas L. Saaty* در سال ۱۹۸۰ مطرح شد. این فرآیند امکان بررسی سناریوهای مختلف را به تصمیم گیرندگان می‌دهد. ویژگی اصلی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برا اساس قضاوت دودویی است. نتایج بدست آمده در استفاده از این روش برای تعیین وزن لایه‌ها نشان می‌دهد که باتوجه به سادگی و انعطاف‌پذیری آن و همچنین محاسبه سازگاری در قضاوت‌ها، می‌توان در بررسی موضوعات مربوط به مکان‌یابی دفن پسماند کاربرد مطلوبی داشته باشد *(Vaidya et al., 2006)*. مدل *AHP* در نرم افزار *Expert choice* قابل اجرا و پیاده سازی است. در این برنامه، هدف به عنوان اصلی‌ترین شاخه سلسله مراتبی و معیارها و گزینه‌های آن به عنوان زیر شاخه‌های هدف محسوب و معرفی می‌شوند. در مدل *AHP* معیارها و گزینه‌ها در یک نظام سلسله مراتبی قرار گرفته و با اختصاص وزنی در مقیاس ۱ تا ۹ به صورت زوجی مقایسه می‌شوند. سپس ارزش نهایی آن‌ها از طریق استاندارد سازی بر اساس یکی از روش‌های موجود تعیین می‌شود.

استفاده از مقایسه‌های زوجی برای تعیین اهمیت نسبی مولفه‌های هر سطح نسبت به سطح بالاتر باعث افزایش دقت و ایجاد امکان مقایسه داده‌ها در هر سطح خواهد شد *(Cimren., 2007)*. پس از ایجاد جدول هر یک از معیارها و مشخص شدن وزن هریک از طبقات آن‌ها، وزن و نرخ سازگاری تمام معیارهای مورد استفاده در مکان‌یابی نیز به همان شیوه محاسبه خواهد شد تا درجه اهمیت و وزن هریک از معیارها در مکان‌یابی مشخص شود. سپس نقشه هر یک از معیارها در محیط *GIS* تهیه خواهد شد.

Thomas L. Saaty چهار اصل زیر را به عنوان اصل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بیان نموده و کلیه محاسبات، قوانین و مقررات را بر این اصول بنا نهاده است. این تکنیک مبتنی بر ۴ اصل است:

۱. اگر ترجیح عنصر A برابر n باشد، ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر $\frac{۱}{n}$ خواهد بود. (شرط معکوسی)[۱]
۲. عنصر A با عنصر B باید همگن و قابل قیاس باشد. به بیان دیگر، برتری عنصر A بر عنصر B نمی‌تواند بی‌نهایت یا صفر باشد. (شرط همگنی)[۲]
۳. هر عنصر سلسله مراتبی به عنصر سطح بالاتر خود وابسته می‌باشد و به صورت خطی، این

1-Condition Reciprocal
2-Homogeneity

وابستگی تا بالاترین سطح می‌تواند ادامه داشته باشد. (شرط وابستگی)[1]

۴. هرگاه تغییر در ساختمان سلسله مراتبی رخ دهد، پروسه ارزیابی باید مجدداً فعال شود. (اصل انتظارت)[2]

۳-۴-۱ تعیین اهمیت شاخص ها و وزن دهی به آن‌ها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

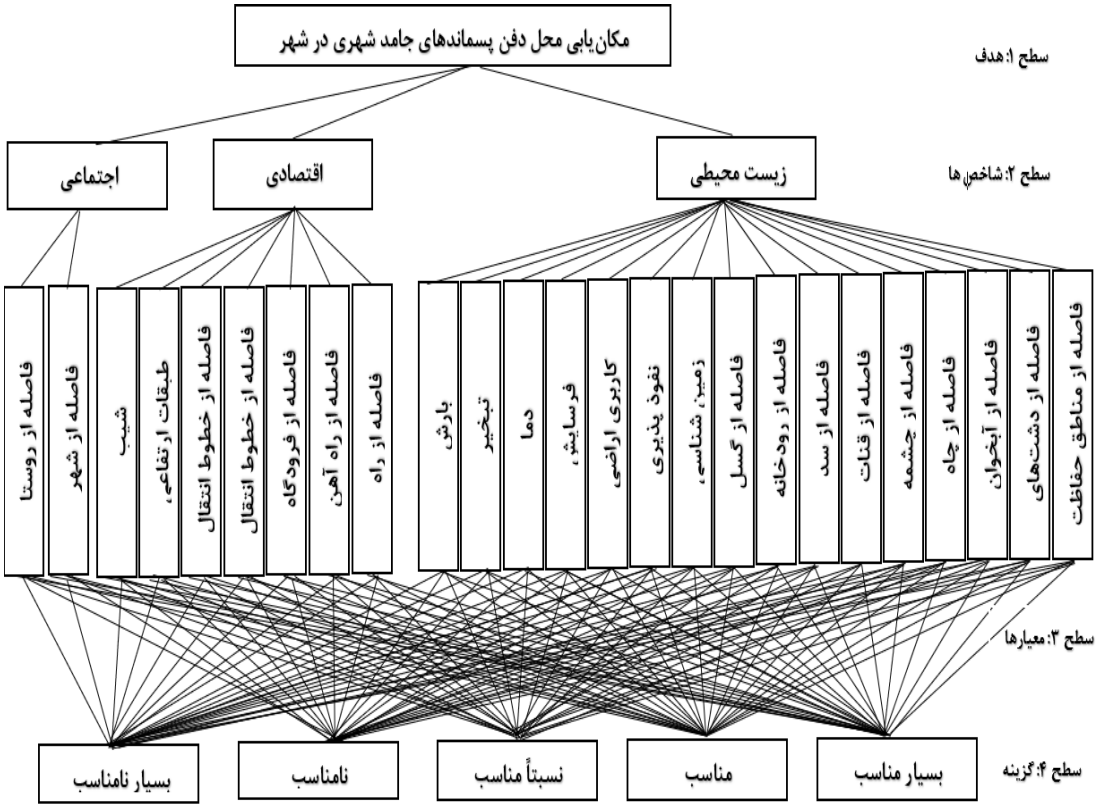
همانطور که دربخش قبل اشاره شد، اساس روش تصمیم‌گیری در مقایسات زوجی نهفته است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی از چهار مرحله تشکیل شده است. تصمیم گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله مراتبی، تصمیم (هدف) را آغاز می‌کند. درخت سلسله مراتب، عوامل مورد مقایسه و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد. سپس مجموعه‌ای از مقایسات زوجی صورت می‌گیرد که بر اساس این مقایسه‌ها، وزن هر یک از شاخص‌ها به‌دست می‌آید. در نهایت، منطق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به گونه‌ای ماتریس‌های 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.

۳-۴-۱-۱ ساخت درخت سلسله مراتب تصمیم گیری

هرگاه از *AHP* به عنوان ابزار تصمیم‌گیری استفاده شود، در ابتدا برنامه‌ریز باید یک درخت سلسله مراتبی که بیان کننده مسئله مورد مطالعه است را فراهم کند. در این پژوهش، درخت سلسله مراتب با توجه به هدف (مکان‌یابی محل دفن زباله های جامد شهری) شامل چهار سطح می‌شود. سطح اول، بیان کننده هدف تصمیم‌گیری است. سطح دوم، معیارهای تصمیم‌گیری را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که هر معیار بر حسب ضرورت می‌تواند زیر معیارهایی را نیز در بر گیرد. سطح آخر هر درخت سلسله مراتبی، بیان کننده 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 (۳-۱) نشان داده شده است، معیارهای اصلی

1- Dependency
2- Expectations

در نظر گرفته شده در مکان‌یابی پسماندهای جامد شهری منطقه مورد مطالعه شامل شاخص‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی است.



شکل۳-۲: طرح گرافیکی از ساختار درخت سلسله مراتب با هدف مکان‌یابی محل دفن پسماند

۳-۴-۱-۲ انجام مقایسات زوجی

در ابتدا برای هر یک از لایه‌های اطلاعاتی طبقه بندی شده، به منظور مقایسات زوجی از یک ماتریس $K\times K$ استفاده می‌شود. برای پر کردن ماتریس مقایسات زوجی از مقیاس ۹-۱ ساعتی استفاده شد (جدول (۳-۴)) 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 شاخص‌ها نسبت به هدف در جدول (۳-۲) آورده شده است. ماتریس مقایسه زوجی همه معیارهای مؤثر در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری در منطقه مورد مطالعه در جدول (۳-۳) ارائه شده است.

جدول ۳-۲: ماتریس مقایسه زوجی شاخص‌ها در مدل *AHP*

معیارها	زیست محیطی	اقتصادی	اجتماعی
زیست محیطی	۱	۴	۳
اقتصادی	۰/۲۵	۱	۳
اجتماعی	۰/۳۳	۰/۳۳	۱

جدول ۳-۳: ماتریس مقایسه زوجی معیارها در مدل *AHP*

ردیف	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*I*	*J*	*K*	*L*	*M*	*N*	*O*	*P*	*Q*	*R*	*S*	*T*	*U*	*V*	*W*	*X*	*Y*
A	۱	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۱	۱	۰/۵۰	۰/۵۰	۱	۰/۳۳	۰/۳۳	۱	۲	۰/۳۳	۰/۲۵	۱	۱	۰/۵۰	۰/۵۰
B		۱	۱	۱	۲	۰/۵۰	۱	۱	۲	۲	۱	۲	۱	۱	۳	۰/۵۰	۰/۵۰	۲	۳	۱	۰/۳۳	۲	۳	۲	۱
C			۱	۰/۳۳	۲	۱	۰/۵۰	۰/۵۰	۲	۲	۰/۵۰	۲	۰/۵۰	۱	۳	۱	۰/۵۰	۲	۳	۲	۰/۵۰	۲	۳	۲	۲
D				۱	۲	۳	۲	۱	۲	۲	۱	۲	۱	۲	۳	۱	۰/۵۰	۲	۲	۲	۰/۵۰	۲	۳	۲	۱
E					۱	۲	۰/۵۰	۰/۵۰	۲	۲	۰/۳۳	۲	۱	۱	۳	۰/۵۰	۰/۳۳	۲	۲	۱	۰/۳۳	۳	۳	۲	۲
F						۱	۰/۵۰	۰/۵۰	۱	۰/۵۰	۰/۳۳	۲	۰/۵۰	۰/۵۰	۴	۱	۱	۳	۳	۲	۰/۵۰	۳	۲	۳	۱
G							۱	۰/۵۰	۳	۲	۰/۳۳	۲	۱	۰/۵۰	۳	۱	۱	۲	۲	۲	۰/۵۰	۲	۲	۳	۲
H								۱	۵	۴	۱	۵	۳	۴	۴	۳	۲	۳	۵	۴	۲	۳	۳	۴	۳
I									۱	۰/۳۳	۰/۳۳	۱	۰/۵۰	۰/۵۰	۲	۰/۵۰	۰/۳۳	۲	۳	۱	۰/۵۰	۲	۳	۲	۰/۲۵
J										۱	۰/۵۰	۲	۱	۱	۳	۱	۱	۳	۳	۳	۱	۳	۳	۳	۲
K											۱	۳	۴	۳	۵	۲	۲	۳	۴	۳	۲	۲	۳	۳	۳
L												۱	۰/۵۰	۰/۵۰	۱	۰/۳۳	۰/۲۵	۲	۲	۱	۰/۳۳	۱	۲	۰/۵۰	۱
M													۱	۱	۳	۰/۵۰	۰/۵۰	۲	۲	۱	۰/۵۰	۲	۲	۲	۱
N														۱	۲	۰/۵۰	۰/۳۳	۲	۲	۱	۰/۵۰	۱	۲	۱	۱
O															۱	۰/۳۳	۰/۵۰	۱	۱	۱	۰/۵۰	۱	۱	۱	۰/۲۵
P																۱	۱	۳	۳	۳	۱	۳	۲	۲	۲
Q																	۱	۳	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۱
R																		۱	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۱	۲	۰/۵۰	۱
S																			۱	۱	۰/۵۰	۱	۱	۰/۵۰	۰/۲۵
T																				۱	۰/۵۰	۱	۲	۱	۱
U																					۱	۲	۲	۳	۲
V																						۱	۲	۲	۰/۲۵
W																							۱	۰/۵۰	۰/۲۵
X																								۱	۰/۲۵
Y	***CR=*** ***./۰۴***																								۱

A: فاصله از آبخوان، *B*: فاصله از چاه، *C*: فاصله از چشمه، *D*: فاصله از قنات، *E*: فاصله از سد، *F*: فرسایش،

G: تبخیر، *H*: فاصله از گسل، *I*: کاربری اراضی، *J*: فاصله از مناطق حفاظت شده، *K*: بارش، *L*: فاصله از رودخانه،

M: دما، *N*: ارتفاع، *O*: شیب، *P*: فاصله از خطوط انتقال نفت، *Q*: فاصله از خطوط انتقال برق، *R*: فاصله از راه،

S: فاصله از راه آهن، *T*: فاصله از شهر، *U*: فاصله از روستا، *V*: زمین شناسی، *W*: فاصله از فرودگاه، *X*: نفوذپذیری، *Y*: فاصله از دشت‌های سیلابی.

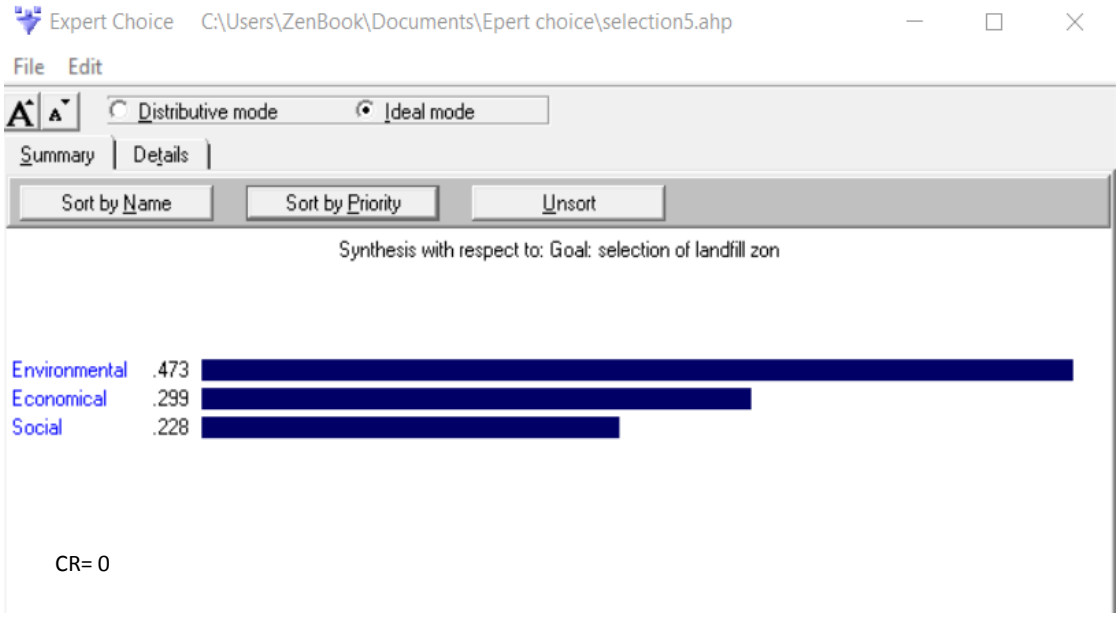
جدول۳-۴: ارزش‌گذاری شاخص‌ها نسبت به هم (منبع: مهرگان، ۱۳۸۳)

	وضعیت مقایسه i نسبت به j	**توضیح**
۱	اهمیت برابر	شاخص **i** نسبت به **j** اهمیت برابر دارد و یا ارجحیتی نسبت به هم ندارند.
۳	نسبتاً مهم‌تر	شاخص **i** نسبت به **j** کمی مهم‌تر است.
۵	مهم‌تر	شاخص **i** نسبت به **j** مهم‌تر است.
۷	خیلی مهم‌تر	شاخص**i** دارای ارجحیت خیلی بیشتر از **j** است.
۹	کاملاً مهم‌تر	شاخص **i** مطلقاً نسبت به **j** مهم‌تر و قابل مقایسه با **j** نیست.
۸،۶،۴،۲	-	ارزش‌های میانی بین ارزش‌های ترجیحی را نشان می‌دهد. مثلاً ۸ بیانگر اهمیتی بیشتر از ۷ و کمتر از ۹ می‌باشد.

۳-۴-۱-۳ محاسبه وزن

به منظور محاسبه وزن نسبی از روش‌های مختلفی استفاده می شود. در صورتی که ابعاد ماتریس‌ها زیاد باشند، محاسبه مقادیر و بردارهای ویژه طولانی و وقت گیر خواهد بود. به همین منظور، پس از این که با توجه به نظر کارشناسی ماتریس‌های مقایسه زوجی تشکیل شدند، با استفاده از نرم افزار *Expert Choice 11* وزن‌دهی به شاخص‌ها، معیارها و گزینه‌های رده بندی شده مختلف صورت پذیرفت. در شکل ۳-۳ وزن نسبی شاخص‌ها در نرم افزار مذکور نشان داده شده است. وزن نهایی

لایه‌های اطلاعاتی تهیه شده در مرحله قبل، از حاصلضرب وزن هر معیار در وزن شاخص رده‌بندی شده همان معیار بدست آمد که مجموع وزن نهایی در جدول (۳-۵) قابل مشاهده است.



شکل ۳-۳: وزن مربوط به شاخص‌ها در *AHP*

جدول ۳-۵ نتایج نهایی مدل AHP برای مکان‌یابی محل دفن پسماند

معیار	وزن
طبقات ارتفاعی	۰/۰۴۰
شیب	۰/۰۴۹
فاصله از آبخوان	۰/۰۲۲
فاصله از قنات	۰/۰۱۸
فاصله از چاه	۰/۰۴۵
فاصله از چشمه	۰/۰۳۷
فاصله از مسیل‌ها	۰/۰۶۳
فاصله از گسل‌ها	۰/۰۵۷
فاصله از رودخانه	۰/۰۴۳
فاصله از فرودگاه	۰/۰۵۴
فاصله از راه	۰/۰۴۰
راه‌آهن	۰/۰۲۲
فاصله از شهر	۰/۰۹۰
فاصله از روستا	۰/۰۲۸
فاصله از خطوط انتقال نفت	۰/۰۱۷
فاصله از خطوط انتقال برق	۰/۰۲۴
فاصله از مناطق حفاظت شده	۰/۰۸۳
فاصله از سد	۰/۰۵۹
فرسایش	۰/۰۱۹
بارش	۰/۰۲۷
دما	۰/۰۲۳
نفوذپذیری	۰/۰۴۰
زمین شناسی	۰/۰۳۳
تبخیر و تعرق	۰/۰۱۸
کاربری اراضی	۰/۰۴۶

۳-۴-۱-۴ سازگاری در قضاوت‌ها

تقریباً تمامی محاسبات مربوط به فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بر اساس قضاوت اولیه تصمیم‌گیرنده که در قالب ماتریس مقایسات زوجی ظاهر می‌شود، صورت می‌پذیرد و هرگونه خطا و ناسازگاری در مقایسه و تعیین اهمیت بین گزینه‌ها و شاخص‌ها نتیجه نهایی به دست آمده از محاسبات را مخدوش می‌سازد.

نرخ ناسازگاری که در ادامه با نحوه محاسبه آن آشنا خواهیم شد، وسیله‌ای است که ناسازگاری را مشخص ساخته و نشان می‌دهد که تا چه حد می‌توان به اولویت‌های حاصل از مقایسه اعتماد کرد. برای مثال اگر گزینه A نسبت به B مهم‌تر (ارجحیت ترجیحی ۵) و B نسبتاً مهم‌تر (ارزش ارجعیت ترجیح ۳) باشد، آنگاه باید انتظار داشت A نسبت به C خیلی مهم‌تر (ارجحیت ترجیحی ۷ یا بیشتر) ارزیابی گردد یا اگر ارزش ترجیحی A نسبت به B، ۲ و B نسبت به C، ۳ باشد آن‌گاه ارزش A نسبت به C باید ارزش ترجیحی ۴ را ارائه کند.

شاید مقایسه دو گزینه امری ساده باشد، اما وقتی تعداد مقایسات افزایش یابد اطمینان از سازگاری مقایسات به راحتی میسر نبوده و باید با به کارگیری نرخ ناسازگاری به این اعتماد دست یافت. تجربه نشان داده است که اگر نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ باشد سازگاری مقایسات قابل قبول بوده و در غیر اینصورت مقایسه‌ها باید تجدید نظر شود (مهرگان، ۱۳۸۳). گام‌های زیر برای محاسبه نرخ ناسازگاری به کار گرفته می‌شود:

- گام اول: محاسبه ماکزیمم مقدار ویژه(لاندا ماکسیموم) متناظر با ماتریس مقایسه.
- گام دوم: محاسبه شاخص مقداری از رابطه (۱-۳) که در آن n تعداد معیارهای بررسی می-باشد.

رابطه (۱-۳)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - ۱}$$

- گام سوم: محاسبه نسبت سازگاری از رابطه (۲-۳).

رابطه (۲-۳)

$$CR = \frac{CL}{RI}$$

که در آن RI شاخص تصادفی می باشد و از جدول ۳-۶ قابل مشاهده است.

جدول۳-۶: مقدار RI برای n های مختلف (منبع: حبیبی و ایزدکار، ۱۳۹۳)

N	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
R	۰	۰	۰/۵۲	۰/۸۸	۰/۱۰	۰/۲۴	۰/۳۴	۰/۴۰	۰/۴۴	۰/۴۸	۰/۵۱	۰/۵۳	۰/۵۵	۰/۵۷	۰/۵۸
I	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

نسبت ناسازگاری ۰/۱ یا کمتر سازگاری در مقایسات را بیان می‌کند (حبیبی و ایزدکار، ۱۳۹۳).

۳-۵ روش تحلیل شبکه‌ای (*ANP*)

فرآیند تحلیل شبکه‌ای روشی توانمند برای تصمیم‌گیری‌های دقیق می‌باشد، که توسط *Thomas L. Saaty* در سال ۱۹۹۶ میلادی مطرح گردیده است. فرض اصلی در مدل *AHP* بر روی عملکرد مستقل گروه‌های بالایی سلسله مراتبی از همه‌ی قسمت پایین و از معیارهای هر سطح و طبقه بنا شده است (*Chang et al., 2005*). وی در مقدمه مقاله اصول فرآیند تحلیل شبکه‌ای خود بیان می‌دارد که یک مرحله‌ی اساسی و ضروری در فرآیند تصمیم‌گیری به‌حساب می‌آید که به دلیل احمال و قصور رویکرد سنتی *ANP* به دلیل ساختار خطی، ساختار بازگشت پذیری را مورد توجه قرار داده است که با در نظر گرفتن تمامی جوانب مثبت و منفی می‌توان آن را یک مرحله‌ی گمشده در فرآیند تصمیم سازی به حساب آورد. از این رو مهم‌ترین وجه تمایز میان این روش سلسله مراتبی در نحوه‌ی تأثیرپذیری معیارها بر روی یکدیگر می‌باشد. فرآیند تحلیل شبکه‌ای یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است (فرجی سبکبار و همکاران، ۱۳۸۹) که در آن ساختار شبکه‌ای جانشین ساختار سلسله مراتبی شده است (سعیدی و نجی، ۱۳۸۹). بسیاری از مسائل تصمیم را نمی‌توان در یک ساختار سلسله مراتبی جای داد و این به دلیل تعملات بین فاکتورهای مختلف است که بعضی از فاکتورهای سطح بالا وابستگی خاصی به فاکتورهای سطح پایین دارند. *Satty* در سال ۱۹۸۰ استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی را برای حل مسائل با معیارها و آلترناتیوهای مستقل پیشنهاد کرد *(Saaty., 1980)*. همچنین *Saaty* در سال ۱۹۹۶ روشی را تحت عنوان تحلیل شبکه‌ای پایه‌ریزی نمود که در این روش برای حل مسائل با معیارها و آلترناتیوهای وابسته به هم، عناصر مختلف به یکدیگر وابسته می‌شوند *(Lee & Kim., 2000)*. بدین ترتیب روش *ANP* به عنوان تعمیمی از *AHP* ارئه گردید. همانطور که *AHP* بستری را برای ساختارهای سلسله مراتبی با روابط یک سویه فراهم می‌کند *(Saaty., 1980)*. در ساختار سلسله مراتبی ابتدا یک هدف یا یک گروه واقع شده که در انتها به یک گروه یا خوشه مقصد ختم می‌گردد. بنابراین در آن ساختاری خطی (یعنی از بالا به پایین و بر عکس)، از بالا به پایان و بدون بازگشت از سطوح پایین‌تر و یا بالاتر وجود دارد (برگشت‌ناپذیر). ولی درحالت شبکه‌ای، یک شبکه و خوشه‌هایش به صورت منظم توزیع نمی‌شوند. به علاوه در یک خوشه اجازه تأثیرپذیری یک خوشه از خودش (وابستگی داخلی) یا تأثیرگذاری بر خوشه دیگر (وابستگی خارجی) وجود داشته و همچنین اجازه بازگشت به طور مستقیم از خوشه‌ی دوم یا عبور از طریق خوشه میانه وجود دارد. در ساختار شبکه‌ای ممکن است یک سیستم از یک سلسله مراتب با افزایش تدریجی ارتباط‌هایش شکل

بگیرد، به طوری که یک جفت از اجزای مرتبط کننده به طور دلخواه به هم مرتبط گردند و برخی از اجزایش وابستگی حلقه‌ای درونی داشته باشند (ساعتی، ۲۰۰۴). بنابراین اصلاح خوشه در *ANP* جایگزین اصلاح سطح در *AHP* می‌شود *(Sucu and Buyukazici., 2003)*. یکی از روش‌های پرکاربرد در تصمیم‌گیری‌های چند معیاره فرآیند تحلیل شبکه‌ای (*ANP*) است. اگر وابستگی دو طرفه باشد یعنی وزن شاخص‌ها به گزینه‌ها و وزن گزینه‌ها به شاخص وابسته باشد، مسئله از گونه‌ی سلسله مراتبی خارج شده و تشکیل شبکه یا سیستم غیر خطی را می‌دهد که دیگر نمی‌تواند قوانین و فرمول‌های روش *AHP* را به‌کار برد (مؤمنی و شریفی، ۱۳۹۱). به طور کلی روش *ANP* سه بخش دارد: بخش اول، سلسله مراتب کنترل برای شبکه معیارها و زیر معیارها، بخش دوم شبکه‌ای از روابط میان عناصر و خوشه‌ها و بخش سوم بازخورد بین خوشه‌های مختلف و عناصر داخل یک خوشه است *(Khan and Nishat., 2008)*. *ANP* اجازه می‌دهد تا برای روابط متقابل پیچیده میان سطوح تصمیم‌گیری و صفات و معیارها بدون رعایت ساختار سلسله مراتبی و به صورت چند جهته عمل نماید. با توجه به توضیحات فوق می‌توان بیان نمود که از چهار شرط مطرح در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی که عبارتند از: معکوس‌پذیری، همگنی، وابستگی و انتظارات (قدسی‌پور، ۱۳۸۹). شرط سوم همان شرط وابستگی فرایند سلسله مراتبی است که در فرآیند تحلیل شبکه‌ای نقض می‌گردد. در ضمن *ANP* ساختاری را ایجاد می‌نماید که به گونه‌ای بالقوه، خطاهای ناشی از قضاوت‌ها را از طریق بهبود اطمینان از پردازش اطلاعات کاهش می‌دهد. گرچه این فرآیند نیازی به ساختار سلسله مراتبی ندارد اما همانند *AHP* از مقیاس نسبی با قضاوت‌های ترجیحی بهره می‌برد. تمامی تأثیرات و قضاوت‌های افراد اخذ گردیده و به وسیله‌ی مقیاس‌ها پیش‌بینی دقیقی در رابطه با آن صورت می‌پذیرد *(Tuzkaya., 2008)*.

۳-۵-۱ کاربرد مدل *ANP* برای مکان‌یابی

به منظور طراحی مدل تحلیل شبکه‌ای مراحل مختلفی به کار گرفته شده، اولین مرحله ساختن یک مدل شبکه‌ای ۲ لایه و سازماندهی مسأله تحقیق بود. مدل شبکه‌ای ۲ لایه متشکل از لایه هدف و لایه معیارها با توجه به مسآله تحقیق طراحی شد.

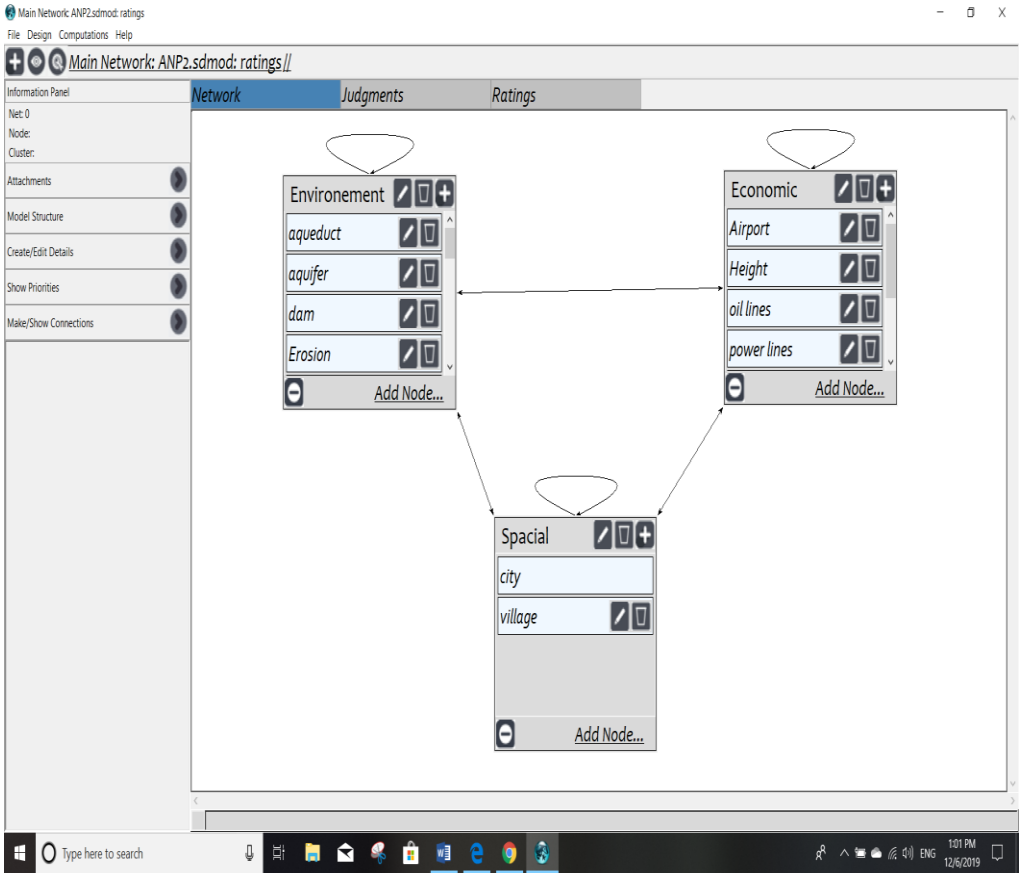
۳-۵-۲ ایجاد شبکه و تعیین روابط و ارتباطات بین خوشه‌ها

معیارها در ۳ خوشه شامل عوامل زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی قرار گرفتند. در زیر هر خوشه دسته‌ای از عناصر قرار دارند مانند شکل (۴-۳). عناصر هر خوشه ضمن آنکه در داخل خوشه به هم

مربوط می‌شوند برخی از آن‌ها ممکن است با عناصر سایر خوشه‌ها نیز وابسته باشند (فرجی سبکبار، ۱۳۸۹).

حال در این مرحله به تعیین و شناسایی روابط بین خوشه‌ها و عناصر می‌رسیم اینکه عناصری که تعیین کردیم چه رابطه‌ای می‌توانند داشته باشند. این مرحله چون یکی از مراحل مهم *ANP* می‌باشد. تأکید بر این است که از پرسشنامه و مدل ویژه‌ای در تعیین روابط استفاده شود. مدلی که برای تعیین روابط بین عناصر استفاده می‌شود، دیماتل[1] می‌باشد که از طریق پرسشنامه این امر صورت می‌گیرد. طراحی کلی تعیین روابط با مدل دیماتل به صورت زیر می‌باشد:

- ✓ تهیه پرسشنامه‌ی مربوط به دیماتل برای تعیین ارتباط بین عناصر
- ✓ محاسبه نتایج پرسشنامه از طریق مدل در برنامه *Excel*
- ✓ اعمال نتایج بدست آمده در عناصر و خوشه‌ها
- ✓ شکل (۳-۴) نمونه مدل را در نرم افزار *Super Decisions* در زیر نشان می‌دهد.



شکل ۳-۴ : نمای کلی از شبکه، خوشه‌ها و عناصر برای مکان‌یابی محل دفن پسماند

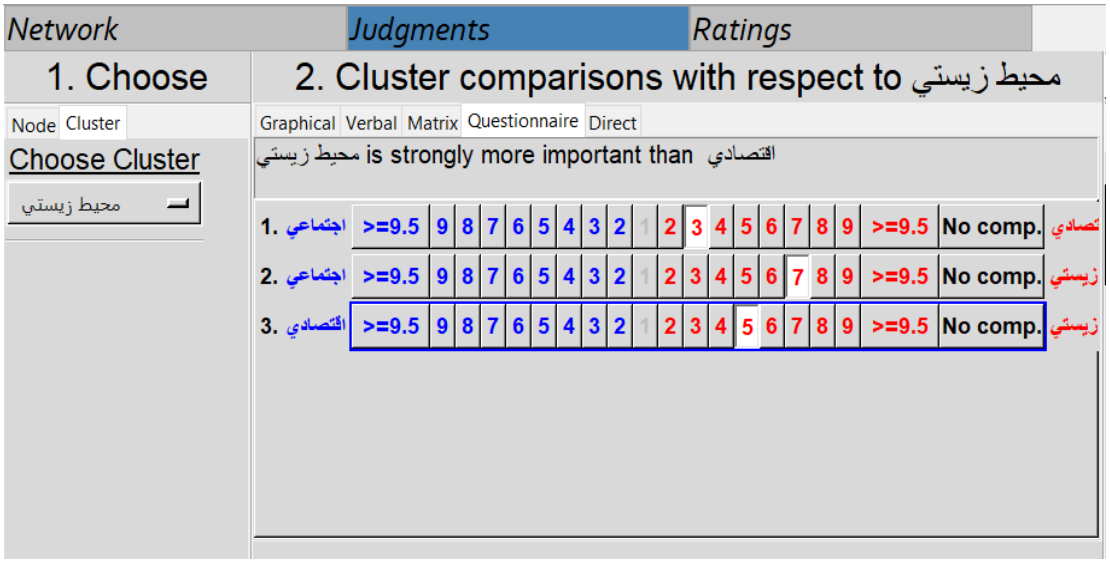
1-Dimaytel

۳-۵-۳ ماتریس‌های مقایسات زوجی

این گام مشابه با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد بدین صورت که در ابتدا میزان اهمیت یا ارجحیت معیارها یا زیر معیارها با توجه به معیار کنترل در بازه ۱ الی ۹ و یا با مقدار عددی معکوس توسط کارشناس یا کارشناسان مورد سوال و سنجش قرار گرفته می‌شود. سپس میزان ناسازگاری قضاوت‌ها توسط ضریبی که به نام ضریب ناسازگاری شناخته می‌شود مورد سنجش قرار می‌گیرد در صورتی که این ضریب کوچکتر از ۰/۱ باشد، با سازگاری در قضاوت‌ها مورد قبول است وگرنه باید در قضاوت‌ها تجدید نظر کرد. پس از کسب اطمینان در رابطه با سازگار بودن قضاوت‌ها نوبت تعیین ضرایب اهمیت معیارها می‌باشد. در صورتی که محاسبات این روش از طریق نرم افزار *SuperDecision* صورت می‌پذیرد مشابه آن‌چه در *AHP* در مقایسه‌ی معیارها صورت می‌گیرد در *ANP* نیز تکرار می‌شود. در *ANP* عناصر تصمیم در خوشه براساس میزان اهمیت آن‌ها در ارتباط با معیارهای کنترلی دو به دو مقایسه می‌شوند. خود خوشه‌ها نیز براساس نقش و تأثیری که در دستیابی به هدف دارند، دو به دو مقایسه می‌شوند. همچنین با توجه به وجود وابستگی درونی، عناصر یک خوشه نیز باید مقایسه دودویی شوند. همانند *AHP* اهمیت نسبی عناصر بر اساس مقایسه ۹ کمیتی ساعتی سنجیده می‌شود (زبر دست، ۱۳۸۹). با تشکیل ماتریس‌های مقایسه‌ای، بردار ویژه (ضریب اهمیت) به وسیله یکی از روش‌های پیشنهادی توسط روش مرسوم به ساعتی محاسبه می‌شود. در مرحله‌ی بعد ابر ماتریس را تشکیل می‌دهیم، ابر ماتریس مفهومی مشابه با زنجیر مارکوف دارد یعنی مدلی تصادفی برای توصیف یک توالی از رویدادهای احتمالی است که در آن احتمال هر رویداد فقط به حالت رویداد قبلی بستگی دارد *(Yaksel., 2007)*.

در نرم افزار *Super Desision* در قسمت فرم مقایسه‌های زوجی چهار شیوه برای مقایسه‌های زوجی خوشه‌ها و عناصر وجود دارد که عبارتند از سبک پرسشنامه‌ای[۱]، سبک ماتریسی[۲]، سبک کلامی[۳] و سبک گرافیکی[۴] در تحقیق حاضر مقایسات زوج همان طوری که در بالا آمده به سبک پرسشنامه‌ای و ماتریسی انجام شد. شکل (۳-۵) نمایی از یک مقایسه زوجی از دو عنصر را نشان می‌دهد.

1-Questionnaire
2-Matrix
3-Verbal
4-Graphic



شکل ۳-۵: نمایی از مقایسه زوجی در مدل *ANP*

پس از انجام مقایسه، برای مشاهده نتایج مقایسه‌ها میزان نرخ ناسازگاری آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نرخ ناسازگاری قضاوت انجام شده برابر با ۰/۰۸۸ بوده و کمتر از ۰/۱ می باشد. در این روش میزان نرخ ناسازگاری نباید بیشتر از ۰/۱ باشد. این میزان از خطا با توجه به تعداد زیاد قضاوت‌ها قابل قبول می‌باشد.

۳-۵-۴ تشکیل سوپر ماتریس

برای محاسبه ضریب نهایی باید سه نوع سوپر ماتریس مورد محاسبه قرار بگیرد:

- سوپر ماتریس غیر وزنی (اولیه)
- سوپر ماتریس وزنی
- سوپر ماتریس حد (بردار وزن عمومی)

۳-۵-۴-۱ تشکیل سوپر ماتریس اولیه یا غیر وزنی

عناصر *ANP* با یکدیگر در تعامل قرار دارند. این عناصر می‌توانند واحد تصمیم گیرنده شاخص‌ها، معیارها، نتایج حاصل، گزینه‌ها و هر چند دیگر باشند. وزن نسبی هر ماتریس بر اساس مقایسه‌ی زوجی محاسبه می‌شود. وزن‌های حاصل در سوپر ماتریس وارد می‌شوند که رابطه متقابل بین عناصر سیستم را نشان می‌دهد (سبکبار و همکاران، ۱۳۸۹). سوپر ماتریس به دست آمده در این مرحله سوپر ماتریس اولیه معرفی می‌شود که شکل(۳-۶) آن را نشان می‌دهد.

Main Network: ANP2.sdmod: ratings: Unweighted Super Matrix

Clusters	Nodes	فاصله از روستا	فاصله از شهر	ارتفاع	شیب	فاصله از خطوط برق	فاصله از خطوط نفت	فاصله از راه	فاصله از راه آهن
اجتماعي	فاصله از روستا	0.500000	0.333333	0.200000	0.333333	0.333333	0.333333	0.333333	0.333333
	فاصله از شهر	0.500000	0.666667	0.800000	0.666667	0.666667	0.666667	0.666667	0.666667
اقتصادي	ارتفاع	0.061330	0.056107	0.225888	0.229236	0.078350	0.080058	0.090364	0.089166
	شيب	0.101593	0.080049	0.294597	0.410460	0.158869	0.152142	0.204129	0.255332
	فاصله از خطوط برق	0.211637	0.148736	0.095273	0.064854	0.416816	0.160418	0.033967	0.039843
	فاصله از خطوط نفت	0.136762	0.116753	0.065774	0.060322	0.081674	0.256251	0.033739	0.038534
	فاصله از راه	0.288798	0.299304	0.117646	0.061810	0.127085	0.132092	0.436107	0.126481
	فاصله از راه آهن	0.072611	0.137482	0.061938	0.063366	0.068370	0.115215	0.151775	0.395730
	فاصله از فرودگاه	0.127270	0.161569	0.138883	0.109951	0.068836	0.103824	0.049918	0.054914
محيط زيستي	بارش	0.031732	0.039672	0.058074	0.040080	0.026034	0.020607	0.024730	0.019566
	تبخير	0.031299	0.026770	0.050517	0.039011	0.027189	0.020183	0.024091	0.018526
	دما	0.028874	0.039134	0.051468	0.030229	0.024379	0.017811	0.022615	0.017082
	رطوبت	0.017104	0.034171	0.069222	0.038088	0.023068	0.018621	0.024957	0.019895
	زمين شناسي	0.094893	0.062521	0.045537	0.146279	0.056681	0.056883	0.052463	0.049664
	فاصلله از قنات	0.043439	0.028296	0.057008	0.039193	0.027568	0.060453	0.037851	0.033111
	فاصله از آبخوان	0.032179	0.033744	0.026036	0.037849	0.026525	0.039482	0.030078	0.037831
	فاصله از دشت هاي سيلابي	0.150819	0.141119	0.101535	0.068901	0.115386	0.107185	0.110626	0.129388
	فاصله از رودخانه	0.061311	0.089913	0.050356	0.059348	0.065910	0.047742	0.064720	0.068328
	فاصله از سد	0.055061	0.050743	0.068494	0.042068	0.100398	0.096408	0.085099	0.110882
	فاصله از مناطق حفاظت شده	0.112533	0.114163	0.103298	0.149492	0.149385	0.120775	0.146077	0.144985
	فاصله از چاه	0.046697	0.037384	0.033558	0.048233	0.046916	0.049065	0.046589	0.038636
	فاصله از چشمه	0.044757	0.034671	0.036103	0.041644	0.040196	0.053229	0.041025	0.041346
	فاصله از گسل	0.086230	0.102348	0.079840	0.044671	0.091093	0.100089	0.095316	0.095372
	فرسايش	0.028182	0.044296	0.026836	0.035950	0.032403	0.042758	0.028805	0.034152
	نفوذپذيري	0.040442	0.029795	0.044449	0.041081	0.038319	0.046337	0.046849	0.036747
	كاربري اراضي	0.094446	0.091262	0.097669	0.097885	0.108549	0.102371	0.118109	0.104487

شکل ۳-۶: سوپر ماتریس بدون وزن یا اولیه مربوط به مدل *ANP*

۳-۵-۴-۲ تشکیل سوپر ماتریس وزنی

درواقع ستون‌های سوپرماتریس از چند بردار ویژه تشکیل می‌شود که جمع هر کدام از بردارها برابر یک است. بنابراین این امکان وجود دارد که جمع هر ستون سوپر ماتریس اولیه بیش از یک (متناسب با بردار ویژه‌های که در هر ستون وجود دارد) شود. برای آن‌که از عناصر ستون مناسب با وزن نسبی آن‌ها فاکتور گرفته شود و جمع ستون برابر یک شود، هر ستون ماتریس استاندارد می‌شود درنتیجه ماتریس جدیدی به دست می‌آید که جمع هر یک از ستون‌های آن برابر یک خواهد بود این موضوع شبیه به زنجیر مارکوف است که جمع احتمالی همه وضعیت‌ها معادل یک است. ماتریس جدید، ماتریس وزنی یا ماتریس استوکاستیک گفته می‌شود (سبکبار و همکاران، ۱۳۸۹). شکل (۳-۷) سوپر ماتریس وزنی را در نرم افزار نشان می‌دهد.

Main Network: ANP2.sdmod: ratings: Weighted Super Matrix

Clusters	Nodes	فاصله از روستا	فاصله از شهر	ارتفاع	شیب	فاصله از خطوط برق	فاصله از خطوط نفت	فاصله از راه
اجتماعي	فاصله از روستا	0.341670	0.227780	0.018723	0.031205	0.031205	0.031205	0.031205
	فاصله از شهر	0.341670	0.455560	0.074893	0.062411	0.062411	0.062411	0.062411
اقتصادي	ارتفاع	0.007166	0.006556	0.141563	0.143662	0.049101	0.050172	0.056631
	شيب	0.011871	0.009354	0.184623	0.257234	0.099563	0.095347	0.127927
	فاصله از خطوط برق	0.024730	0.017380	0.059707	0.040644	0.261217	0.100534	0.021287
	فاصله از خطوط نفت	0.015981	0.013643	0.041221	0.037804	0.051185	0.160592	0.021144
	فاصله از راه	0.033746	0.034974	0.073728	0.038736	0.079644	0.082781	0.273307
	فاصله از راه آهن	0.008485	0.016065	0.038816	0.039712	0.042847	0.072205	0.095117
	فاصله از فرودگاه	0.014871	0.018879	0.087038	0.068906	0.043139	0.065066	0.031283
محيط زيستي	بارش	0.006340	0.007927	0.016243	0.011210	0.007281	0.005763	0.006917
	تبخير	0.006254	0.005349	0.014129	0.010911	0.007604	0.005645	0.006738
	دما	0.005769	0.007819	0.014395	0.008455	0.006819	0.004982	0.006325
	رطوبت	0.003418	0.006828	0.019360	0.010653	0.006452	0.005208	0.006980
	زمين شناسي	0.018961	0.012492	0.012736	0.040912	0.015853	0.015909	0.014673
	فاصلله از قنات	0.008680	0.005654	0.015945	0.010962	0.007710	0.016908	0.010587
	فاصله از آبخوان	0.006430	0.006742	0.007282	0.010586	0.007419	0.011043	0.008412
	فاصله از دشت هاي سيلابي	0.030135	0.028197	0.028398	0.019271	0.032272	0.029978	0.030941
	فاصله از رودخانه	0.012251	0.017966	0.014084	0.016599	0.018434	0.013353	0.018101
	فاصله از سد	0.011002	0.010139	0.019157	0.011766	0.028080	0.026964	0.023801
	فاصله از مناطق حفاظت شده	0.022485	0.022811	0.028891	0.041811	0.041781	0.033779	0.040856
	فاصله از چاه	0.009330	0.007470	0.009386	0.013490	0.013122	0.013723	0.013030
	فاصله از چشمه	0.008943	0.006928	0.010098	0.011647	0.011242	0.014888	0.011474
	فاصله از گسل	0.017230	0.020450	0.022330	0.012494	0.025478	0.027994	0.026659
	فرسايش	0.005631	0.008851	0.007506	0.010055	0.009063	0.011959	0.008056
	نفوذپذيري	0.008081	0.005953	0.012432	0.011490	0.010717	0.012960	0.013103
	كاربري اراضي	0.018871	0.018235	0.027317	0.027377	0.030360	0.028632	0.033034

شکل ۳-۷: سوپر ماتریس وزنی مربوط به مدل ANP

۳-۵-۴-۳ محاسبه بردار وزن عمومی یا سوپر ماتریس حد

در مرحله‌ی بعد، سوپر ماتریس وزنی، به توان حدی می‌رسد تا عناصر ماتریس همگرا شده و مقادیر سطری آن با هم برابر شوند بر پایه رابطه (۳-۳). بر اساس ماتریس به‌دست آمده بردار وزن عمومی مشخص می‌شود.

رابطه ۳-۳

$$\lim_{k\to\infty} W^{k}$$

ماتریسی که در نتیجه به توان رسیدن به دست می‌آید، ماتریسی حدی است که مقادیر هر سطر آن با هم برابر می‌شود.

اگر سوپر ماتریس اثر زنجیرواری داشته باشد، ممکن است دو یا چند سوپر ماتریس داشته باشد در این مورد جمع سطرها برا اساس رابطه‌ی (۳-۴) و به صورت ماتریس وزنی همگرا می‌شود (سبکبار، ۱۳۸۹).

رابطه ۳-۴

$$\lim_{K\to\infty} \frac{1}{n} \sum^{K} W_I$$

شکل (۳-۸) سوپر ماتریس حدی مربوط به مدل را نشان می‌دهد.

Main Network: ANP2.sdmod: ratings: Limit Matrix

Clusters	Nodes	فاصله از روستا	فاصله از شهر	ارتفاع	شیب	فاصله از خطوط برق	فاصله از خطوط نفت	فاصله از راه
اجتماعي	فاصله از روستا	0.081935	0.081935	0.081935	0.081935	0.081935	0.081935	0.081935
	فاصله از شهر	0.131489	0.131489	0.131489	0.131489	0.131489	0.131489	0.131489
اقتصادي	ارتفاع	0.051563	0.051563	0.051563	0.051563	0.051563	0.051563	0.051563
	شيب	0.072777	0.072777	0.072777	0.072777	0.072777	0.072777	0.072777
	فاصله از خطوط برق	0.034133	0.034133	0.034133	0.034133	0.034133	0.034133	0.034133
	فاصله از خطوط نفت	0.028538	0.028538	0.028538	0.028538	0.028538	0.028538	0.028538
	فاصله از راه	0.047956	0.047956	0.047956	0.047956	0.047956	0.047956	0.047956
	فاصله از راه آهن	0.034759	0.034759	0.034759	0.034759	0.034759	0.034759	0.034759
	فاصله از فرودگاه	0.038492	0.038492	0.038492	0.038492	0.038492	0.038492	0.038492
محيط زيستي	بارش	0.028828	0.028828	0.028828	0.028828	0.028828	0.028828	0.028828
	تبخير	0.021356	0.021356	0.021356	0.021356	0.021356	0.021356	0.021356
	دما	0.027373	0.027373	0.027373	0.027373	0.027373	0.027373	0.027373
	رطوبت	0.023373	0.023373	0.023373	0.023373	0.023373	0.023373	0.023373
	زمين شناسي	0.028259	0.028259	0.028259	0.028259	0.028259	0.028259	0.028259
	فاصلله از قنات	0.023097	0.023097	0.023097	0.023097	0.023097	0.023097	0.023097
	فاصله از آبخوان	0.024969	0.024969	0.024969	0.024969	0.024969	0.024969	0.024969
	فاصله از دشت هاي سيلابي	0.034618	0.034618	0.034618	0.034618	0.034618	0.034618	0.034618
	فاصله از رودخانه	0.037309	0.037309	0.037309	0.037309	0.037309	0.037309	0.037309
	فاصله از سد	0.032262	0.032262	0.032262	0.032262	0.032262	0.032262	0.032262
	فاصله از مناطق حفاظت شده	0.033340	0.033340	0.033340	0.033340	0.033340	0.033340	0.033340
	فاصله از چاه	0.029354	0.029354	0.029354	0.029354	0.029354	0.029354	0.029354
	فاصله از چشمه	0.032372	0.032372	0.032372	0.032372	0.032372	0.032372	0.032372
	فاصله از گسل	0.026153	0.026153	0.026153	0.026153	0.026153	0.026153	0.026153
	فرسايش	0.018848	0.018848	0.018848	0.018848	0.018848	0.018848	0.018848
	نفوذپذيري	0.025303	0.025303	0.025303	0.025303	0.025303	0.025303	0.025303
	كاربري اراضي	0.031545	0.031545	0.031545	0.031545	0.031545	0.031545	0.031545

شکل ۳-۸: سوپر ماتریس حدی مربوط به مدل *ANP*

نتایج نهایی مربوط به خوشه‌ها و عناصر در جدول‌های(۳-۷) و (۳-۸) ارائه شده است.

جدول ۳-۷ : ماتریس اوزان شاخص‌ها

Main Network: ANP2.sdmod: ratings: Cluster Matrix View

Clusters	اجتماعي	اقتصادي	محيط زيستي
اجتماعي	0.683340	0.093616	0.080961
اقتصادي	0.116850	0.626696	0.188394
محيط زيستي	0.199810	0.279688	0.730645

Done

جدول ۳-۸: نتایج نهایی مدل *ANP* برای مکان‌یابی محل دفن پسماند

معیار	وزن
طبقات ارتفاعی	۰/۰۵
شیب	۰/۰۷
فاصله از آبخوان	۰/۰۲
فاصله از قنات	۰/۰۲
فاصله از چاه	۰/۰۲
فاصله از چشمه	۰/۰۳
فاصله از دشت های سیلابی	۰/۰۳
فاصله از گسل‌ها	۰/۰۲
فاصله از رودخانه	۰/۰۳
فاصله از فرودگاه	۰/۰۳
فاصله از راه	۰/۰۴
راه‌آهن	۰/۰۳
فاصله از شهر	۰/۰۱
فاصله از روستا	۰/۰۸
فاصله از خطوط انتقال نفت	۰/۰۲
فاصله از خطوط انتقال برق	۰/۰۳
فاصله از مناطق حفاظت شده	۰/۰۳
فاصله از سد	۰/۰۳
فرسایش	۰/۰۱
بارش	۰/۰۲
دما	۰/۰۲
نفوذپذیری	۰/۰۲
زمین شناسی	۰/۰۲
تبخیر و تعرق	۰/۰۲
کاربری اراضی	۰/۰۳

هریک از مقادیر فوق را در هر لایه ضرب کرده و آن‌ها را در نرم افزار *Arc Map* روی هم‌گذاشته و لایه نهایی به دست می‌آید.

۳-۶ روش *SAW*

مدل *SAW* نیز به سادگی قابل اجرا و پیاده سازی است. به این صورت که به معیارها و گزینه‌هایشان براساس تجربیات فرد یا گروه امتیاز و ارزشی تعلق می‌گیرد و نقشه‌های هریک از مشخصه‌ها بر اساس آن ارزش‌ها در *GIS* طبقه‌بندی می‌شوند. این مدل ساده‌ترین و اغلب پرکاربردترین روش به عنوان یک تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره است که امتیازها به طور مستقیم توسط تصمیم‌گیرنده تخمین زده می‌شوند. اولین مرحله *SAW* تعریف وزن معیارهاست. از آنجایی که قبلاً از مدل *AHP* استفاده شده، بنابراین وزن مربوط به معیارها آماده می‌باشد. مرحله بعدی در این روش، محاسبه وزن گزینه‌ها می‌باشد. اگر شاخص مثبت باشد از رابطه‌های (۳-۵) و (۳-۶) و اگر شاخص منفی باشد از رابطه‌های (۳-۷) و (۳-۸) استفاده می‌کنیم.

رابطه (۳-۵)
$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{max\{X_{ij}\}}$$

رابطه (۳-۶)
$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} X_{ij}}$$

رابطه (۳-۷)
$$r_{ij} = 1 - X_{ij}$$

رابطه (۳-۸)
$$r_{ij} = \frac{min\{X_{ij}\}}{X_{ij}}$$

r_{ij} نمره استاندارد شده برای گزینه i و معیار j، X_{ij} نمره گزینه i و معیار j.

حال در انتها با ضرب ماتریس نرمال شده تصمیم در بردار وزن شاخص‌ها رتبه گزینه‌ها و در نهایت بهترین گزینه براساس رابطه (۳-۹) به دست می‌آید.

رابطه (۳-۹) بردار وزن شاخص‌ها × ماتریس نرمال شده تصمیم = رتبه بندی (نمره گزینه‌ها)

انتخاب بهترین گزینه با استفاده از روش وزن دهی ساده مراحل به شرح زیر می باشد:

۱. تشکیل ماتریس تصمیم: این روش شامل جدولی است که سطرهای آن را معیارها و ستون‌های آن را شاخص‌ها تشکیل می‌دهند و هر سلول این ماتریس ارزیابی هر شاخص نسبت به هر معیار است که بر اساس جدول (۳-۹) ارائه شده است.

۲.

جدول۳-۹: ماتریس تصمیم

معیار	محیط زیستی	اقتصادی	اجتماعی
فاصله از آبخوان	۷	۵	۶
فاصله از چاه	۸	۶	۷
فاصله از چشمه	۷	۵	۶
فاصله از قنات	۶	۴	۵
فاصله از سد	۹	۷	۸
فرسایش	۷	۳	۳
تبخیر و تعرق	۶	۳	۳
گسل	۹	۸	۷
کاربری اراضی	۸	۷	۸
مناطق حفاظت شده	۹	۸	۹
بارش	۷	۶	۵
فاصله از رودخانه	۷	۵	۶
دما	۵	۴	۳
ارتفاع	۷	۸	۵
شیب	۸	۹	۵
فاصله از خطوط انتقال نفت	۵	۸	۳
فاصله از خطوط انتقال برق	۵	۷	۳
فاصله از راه	۷	۹	۵
فاصله از راه‌آهن	۵	۷	۹
فاصله از شهر	۹	۸	۶
فاصله از روستا	۸	۶	۷
زمین شناسی	۷	۴	۴
فاصله از فرودگاه	۶	۹	۷
نفوذپذیری	۶	۶	۵
فاصله از از دشت‌های سیلابی	۹	۷	۷

۳. تبدیل ماتریس تصمیم‌گیری موجود به یک ماتریس نرمال (بی‌مقیاس شده) در جدول (۳-۱۰) ارائه شده است.

جدول ۳-۱۰: ماتریس نرمال

معیار	محیط زیستی	اقتصادی	اجتماعی
فاصله از آبخوان	۰/۴۰	۰/۲۳	۰/۳۶
فاصله از چاه	۰/۴۲	۰/۳۳	۰/۳۸
فاصله از چشمه	۰/۴۲	۰/۲۳	۰/۳۳
فاصله از قنات	۰/۴۲	۰/۲۳	۰/۳۳
فاصله از سد	۰/۳۷	۰/۲۹	۰/۳۳
فرسایش	۰/۶۰	۰/۲۰	۰/۲۰
تبخیر و تعرق	۰/۶۰	۰/۲۰	۰/۲۰
گسل	۰/۳۷	۰/۲۹	۰/۳۳
کاربری اراضی	۰/۳۷	۰/۳۳	۰/۲۹
مناطق حفاظت شده	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳
بارش	۰/۴۵	۰/۳۰	۰/۲۵
فاصله از رودخانه	۰/۳۹	۰/۲۱	۰/۳۹
دما	۰/۶۰	۰/۲۰	۰/۲۰
ارتفاع	۰/۳۳	۰/۴۲	۰/۲۳
شیب	۰/۳۳	۰/۴۲	۰/۲۳
فاصله از خطوط انتقال نفت	۰/۲۹	۰/۵۲	۰/۱۷
فاصله از خطوط انتقال برق	۰/۲۹	۰/۵۲	۰/۱۷
فاصله از راه	۰/۳۰	۰/۳۹	۰/۳۹
فاصله از راه‌آهن	۰/۲۶	۰/۴۷	۰/۲۶
فاصله از شهر	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳
فاصله از روستا	۰/۳۶	۰/۲۸	۰/۳۶
زمین شناسی	۰/۵۰	۰/۲۷	۰/۲۲
فاصله از فرودگاه	۰/۳۰	۰/۳۹	۰/۳۰
نفوذپذیری	۰/۴۰	۰/۳۱	۰/۲۷
فاصله از دشت‌های سیلابی	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۲۸

۴. تعیین بردار وزن شاخص‌ها با روش مقایسه زوجی (در روش *AHP* به دست آمد) در جدول (۳-۱۱) ارائه شده است.

جدول۳-۱۱ : تعیین بردار وزن شاخص‌ها

ردیف	محیط زیستی	اقتصادی	اجتماعی
وزن	۰/۴۷۴	۰/۴۷۴	۰/۲۲۸

۵. در این مرحله با ضرب ماتریس نرمال شده تصمیم در بردار وزن شاخص‌ها، امتیاز گزینه‌ها به دست می‌آید که در جدول (۳-۱۲) نتایج نهایی وزن معیارها قابل مشاهده است.

جدول ۳-۱۲: نتایج نهایی مدل SAW برای مکان‌یابی محل دفن پسماند

معیار	امتیاز نهایی
فاصله از آبخوان	۰/۳۴
فاصله از چاه	۰/۳۸
فاصله از چشمه	۰/۳۵
فاصله از قنات	۰/۳۵
فاصله از سد	۰/۳۴
فرسایش	۰/۳۸
تبخیر و تعرق	۰/۳۸
گسل	۰/۳۴
کاربری اراضی	۰/۳۴
مناطق حفاظت شده	۰/۳۳
بارش	۰/۳۵
فاصله از رودخانه	۰/۳۳
دما	۰/۳۸
ارتفاع	۰/۳۴
شیب	۰/۳۴
فاصله از خطوط انتقال نفت	۰/۳۳
فاصله از خطوط انتقال برق	۰/۳۳
فاصله از راه	۰/۳۳
فاصله از راه‌آهن	۰/۳۲
فاصله از شهر	۰/۳۳
فاصله از روستا	۰/۳۳
زمین شناسی	۰/۳۷
فاصله از فرودگاه	۰/۳۳
نفوذپذیری	۰/۳۵
فاصله از از دشت های سیلابی	۰/۳۴

۳-۷ روش *TOPSIS*

TOPSIS یکی از روش‌های تصمیم گیری چند معیاره است. یک روش تصمیم‌گیری برای اولویت بندی گزینه‌ها از طریق شبیه کردن به جواب ایده آل است. این روش برای اولین بار در سال ۱۹۹۲ توسط هوانگ[1] و یون[2] مطرح شد. سابقه استفاده از مدل *TOPSIS* در ایران با طیف کاربری زمینه‌های امکان سنجی، اولویت‌بندی و ارزیابی عملکرد از آغاز دهه ۱۳۷۰ به شکل محدود آغاز شده است. در این روش، گزینه انتخاب شده بایستی کوتاه ترین فاصله را از راه حل ایده آل و دورترین فاصله را از راه حل عکس ایده آل داشته باشد (فتحعلی و میرجلالی، ۱۳۸۸). روش *TOPSIS* به منزله یک تکنیک تصمیم‌گیری چند شاخصه جبرانی بسیار قوی، برای اولویت‌بندی گزینه‌ها از طریق شبیه کردن به جواب ایده آل است که به تکنیک وزن‌دهی، حساسیت بسیار کمی داشته، پاسخ‌های حاصل از آن، تغییر زیادی نمی‌کند. در این روش، گزینه انتخاب شده باید کوتاه ترین فاصله را از جواب ایده آل و دورترین فاصله را از ناکارآمدترین جواب داشته باشد (نسترن و همکاران، ۱۳۸۹). منطق اصولی *TOPSIS* تعریف حل ایده آل و ضد ایده آل می باشد. حل ایده آل، حلی است که معیارهای سود را ماکزیمم و معیارهای هزینه را مینیمم می‌نماید. به طور خلاصه، حل ایده آل شامل تمام بهترین مقادیر معیارهای در دسترس می‌باشد در حالی که ضد ایده آل ترکیبی از بدترین مقادیر معیارهای در دسترس می‌باشد. گزینه بهینه، گزینه‌ای است که کوتاه ترین فاصله از حل ایده آل و بیشترین فاصله را از حل ضد ایده آل دارد.

حال جهت پیاده سازی و انجام روش *TOPSIS* برای امر مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامدشهری مراحل انجام کار عبارتند از:

a. تعیین ماتریس شامل n معیار و m گزینه مانند جدول (۳-۱۴)

به طوریکه A_i نشان‌دهنده گزینه i ام، X_j نشان‌دهنده معیار j ام و r_{ij} نشان‌دهنده ارزش معیار j ام برای گزینه i ام می‌باشد.

b. تبدیل ماتریس تصمیم‌گیری موجود به یک ماتریس نرمال (بی‌مقیاس شده) بر اساس رابطه (۳-۱۰) که در جدول (۳-۱۴) ارائه شده است.

رابطه (۳-۱۰)

$$K_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{m} r_{ij}^{2}}}$$

1- *Hwang*
2 -*Yoon*

جدول ۳-۱۴: امتیازات بی وزن شده مدل *TOPSIS* (ماتریس نرمال تصمیم)

معیار	محیط زیستی	اقتصادی	اجتماعی
فاصله از آبخوان	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۲۰
فاصله از چاه	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۲۴
فاصله از چشمه	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۲۰
فاصله از قنات	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۱۷
فاصله از سد	۰/۲۴	۰/۲۱	۰/۲۷
فرسایش	۰/۱۹	۰/۰۹	۰/۱۰
تبخیر و تعرق	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۱۰
گسل	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴
کاربری اراضی	۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۲۷
مناطق حفاظت شده	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۳۱
بارش	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۱۷
فاصله از رودخانه	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۲۰
دما	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۱۰
ارتفاع	۰/۱۹	۰/۲۴	۰/۱۷
شیب	۰/۲۲	۰/۲۷	۰/۱۷
فاصله از خطوط انتقال نفت	۰/۱۳	۰/۲۴	۰/۱۰
فاصله از خطوط انتقال برق	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۱۰
فاصله از راه	۰/۱۹	۰/۲۷	۰/۱۷
فاصله از راه‌آهن	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۱۷
فاصله از شهر	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۰
فاصله از روستا	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۲۴
زمین شناسی	۰/۱۹	۰/۱۲	۰/۱۳
فاصله از فرودگاه	۰/۱۶	۰/۲۷	۰/۲۴
نفوذپذیری	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۱۷
فاصله از از دشت های سیلابی	۰/۲۴	۰/۲۱	۰/۲۴

c. ضرب ماتریس n_{ij} در وزن معیارها که از مقایسه زوجی در مدل *AHP* به دست آمد و تشکیل ماتریس V_{ij} . تعیین بردار وزن شاخص‌ها بر اساس رابطه (۱۱-۳) که در جدول (۳-۱۵) آورده شده است.

رابطه (۱۱-۳) $$V_{ij} = [W_j . K_{ij}]$$

جدول ۳-۱۵: ماتریس تصمیم نرمال وزن دار

معیار	محیط زیستی	اقتصادی	اجتماعی
فاصله از آبخوان	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۴
فاصله از چاه	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۵
فاصله از چشمه	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۵
فاصله از قنات	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۴
فاصله از سد	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۰۶
فرسایش	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۰۲
تبخیر و تعرق	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۲
گسل	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۰۵
کاربری اراضی	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۶
مناطق حفاظت شده	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۰۷
بارش	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۴
فاصله از رودخانه	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۵
دما	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۲
ارتفاع	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۴
شیب	۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۰۴
فاصله از خطوط انتقال نفت	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۲
فاصله از خطوط انتقال برق	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۲
فاصله از راه	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۴
فاصله از راه‌آهن	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۴
فاصله از شهر	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۰۵
فاصله از روستا	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۵
زمین شناسی	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۳
فاصله از فرودگاه	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۵
نفوذپذیری	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۴
فاصله از از دشت‌های سیلابی	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۰۵

d. مشخص نمودن گزینه ایده‌آل و گزینه نامطلوب هر معیار براساس روابط (۳-۱۲) تا (۳-۱۵) که نتایج آن در جدول (۳-۱۶) ارائه شده است.

رابطه (۳-۱۲)

$$\text{گزینه ایده‌آل} = \left\{\left(maxV_{ij}\middle|j \in j_{+}\right), \left(minV_{ij}\middle|j \in j_{-}\right)\middle|i = ۱,۲, \dots, m\right\} = \left\{V_{۱}^{+}, V_{۲}^{+}, \dots, V_{j}^{+}, \dots, V_{n}^{+}\right\}$$

رابطه (۳-۱۳)

$$\text{گزینه ایده‌آل} = \left\{\left(maxV_{ij}\middle|j \in j_{-}\right), \left(minV_{ij}\middle|j \in j_{-}\right)\middle|i = ۱,۲, \dots, m\right\} = \left\{V_{۱}^{-}, V_{۲}^{-}, \dots, V_{j}^{-}, \dots, V_{n}^{-}\right\}$$

به طوریکه:

رابطه (۳-۱۴)

$$J_{+} = \left\{\left(J = ۱,۲, \dots, n\middle|\text{های مربوط به اثر مثبت } J\right)\right\}$$

رابطه (۲-۱۵)

$$J_{-} = \left\{\left(J = ۱,۲, \dots, n\middle|\text{های مربوط به اثر منفی } J\right)\right\}$$

جدول ۳-۱۶: تعیین گزینه‌های ایده‌آل

	محیط زیستی	اقتصادی	اجتماعی
تعیین گزینه‌های ایده‌آل مثبت	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۰۷
تعیین گزینه‌های ایده‌آل منفی	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۰۲

e. محاسبه فاصله از گزینه‌های ایده‌آل مثبت و نامطلوب براساس روابط (۳-۱۶) و (۳-۱۷) که نتایج آن در جدول (۳-۱۷) ارائه شده است.

رابطه (۳-۱۶)

$$d_{i}^{+} = \sqrt{\sum_{j=۱}^{n} (V_{ij} - V_{j}^{+})^{۲}}$$

رابطه (۳-۱۷)

$$d_{i}^{-} = \sqrt{\Sigma_{j=۱}^{n} (V_{ij} - V_{j}^{-})^{۲}}$$

جدول ۳-۱۷: فاصله از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی

معیار	ایده‌آل +	ایده‌آل-
فاصله از آبخوان	۰/۰۵	۰/۰۴
فاصله از چاه	۰/۰۳	۰/۰۶
فاصله از چشمه	۰/۰۵	۰/۰۴
فاصله از قنات	۰/۰۷	۰/۰۲
فاصله از سد	۰/۰۲	۰/۰۷
فرسایش	۰/۰۷	۰/۰۳
تبخیر و تعرق	۰/۰۸	۰/۰۱
گسل	۰/۰۲	۰/۰۸
کاربری اراضی	۰/۰۲	۰/۰۷
مناطق حفاظت شده	۰/۰۱	۰/۰۸
بارش	۰/۰۵	۰/۰۴
فاصله از رودخانه	۰/۰۵	۰/۰۴
دما	۰/۰۸	۰/۰۱
ارتفاع	۰/۰۴	۰/۰۵
شیب	۰/۰۳	۰/۰۷
فاصله از خطوط انتقال نفت	۰/۰۷	۰/۰۴
فاصله از خطوط انتقال برق	۰/۰۷	۰/۰۴
فاصله از راه	۰/۰۴	۰/۰۶
فاصله از راه‌آهن	۰/۰۶	۰/۰۴
فاصله از شهر	۰/۰۲	۰/۰۷
فاصله از روستا	۰/۰۳	۰/۰۶
زمین شناسی	۰/۰۶	۰/۰۳
فاصله از فرودگاه	۰/۰۴	۰/۰۶
نفوذپذیری	۰/۰۶	۰/۰۳
فاصله از از دشت‌های سیلابی	۰/۰۲	۰/۰۷

f. اولویت‌بندی گزینه‌ها بر اساس مقدار رابطه (۳-۱۸).

رابطه (۳-۱۸)

$$F_i = \frac{d_i^-}{d_i^- - d_i^+}$$

مشخص است که F عددی بین صفر و یک خواهد بود. هرچقدر این عدد به یک نزدیک باشد، اولویت آن گزینه بالاتر خواهد بود و در جدول (۳-۱۸) نتایج نهایی ارائه شده است.

جدول ۳-۱۸: نتایج نهایی مدل *TOPSIS* برای مکان‌یابی محل دفن پسماند

معیار	امتیاز نهایی
فاصله از آبخوان	۰/۴۴
فاصله از چاه	۰/۶۲
فاصله از چشمه	۰/۴۴
فاصله از قنات	۰/۲۴
فاصله از سد	۰/۷۹
فرسایش	۰/۲۵
تبخیر و تعرق	۰/۱۳
گسل	۰/۸۰
کاربری اراضی	۰/۷۳
مناطق حفاظت شده	۰/۹۰
بارش	۰/۴۵
فاصله از رودخانه	۰/۴۴
دما	۰/۰۹
ارتفاع	۰/۵۶
شیب	۰/۶۶
فاصله از خطوط انتقال نفت	۰/۳۸
فاصله از خطوط انتقال برق	۰/۳۳
فاصله از راه	۰/۶۰
فاصله از راه‌آهن	۰/۳۸
فاصله از شهر	۰/۷۴
فاصله از روستا	۰/۶۲
زمین شناسی	۰/۳۰
فاصله از فرودگاه	۰/۶۰
نفوذپذیری	۰/۳۷
فاصله از از مناطق سیل‌خیز	۰/۷۴

هریک از مقادیر فوق را در هر لایه ضرب کرده و آن‌ها را در نرم افزار *Arc Map* روی هم‌گذاشته و لایه نهایی به‌دست می‌آید.

۳-۸ نرم افزارهای مورد استفاده

استفاده از نرم افزارها برای پیشبرد تحقیق و بدست آوردن نتایج مورد انتظار امری اجتناب ناپذیر است. در این پژوهش نیز از چند نرم افزار برای مدل سازی استفاده شد که به شرح زیر می باشد:

۳-۸-۱ *ArcGIS*

نرم افزار *ArcGIS* نرم افزاری آسان برای کاربردهای *GIS* است که به کاربران این امکان را می‌دهد که به سادگی اطلاعات مکانی و داده‌های توصیفی را برای ایجاد نقشه‌ها، جداول و نمودارها بکار گیرند و به عبارت دیگر *ArcGIS* نرم افزاری است که اجازه ساخت یک سیستم کامل اطلاعات مکانی را فراهم می‌کند. قسمت اعظم مدل سازی این مطالعه یعنی استانداردسازی لایه‌ها، ادغام لایه‌ها و مشخص کردن سایت‌های پیشنهادی، با ابزار *Spetial Analyst* این نرم افزار صورت گرفته است.

۳-۸-۲ *Expert Choice*

نرم افزار *Expert Choice* ابزاری قدرتمند برای تصمیم‌گیری چند معیاره بر اساس روش *AHP* می‌باشد. 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 محاسبه نرخ ناسازگاری را نیز دارا می‌باشد. محاسبه وزن نهایی معیارها و همچنین محاسبه نرخ ناسازگاری بین معیارها نیز با این نرم افزار محاسبه شد.

۳-۸-۳ *Super Decision*

این نرم افزار قابلیت ایجاد ماتریس اولیه، ماتریس وزن‌دار و سوپر ماتریس حدی را دارد. همچنین قابلیت تحلیل حساسیت مدل را نیز دارا است. این نرم افزار ابزاری برای ایجاد و مدیریت مدل‌های *AHP* و *ANP* فراهم می‌کند، قضاوت‌های خود را وارد می‌کنید، نتایج را می‌گیرید و تجزیه و تحلیل حساسیت را بر روی نتایج انجام می‌دهید. همچنین پشتیبانی از مدل‌های پیچیده و چند سطحی *BOCR*[1] (مزایا – فرصت‌ها – هزینه‌ها – ریسک‌ها) را فراهم می‌کند. برای دریافت نرم افزار باید به سایت *Super decision.com* رجوع و پس از مراحل ثبت‌نام آن را دانلود کنید.

۳-۸-۴ *Microsoft Excel*

نرم افزار اکسل زیرمجموعه آفیس، نرم افزاری محبوب برای کار با اعداد در قالب جداول یا نمایش آن‌ها و ترسیم نمودارهای مختلف می‌باشد. تحلیل مدل‌های *SAW*، *AHP*، *TOPSIS*، *ANP* و همچنین، اولویت‌بندی بین سایت‌های پیشنهادی و مشخص شدن محل دفن نهایی، به راحتی در این نرم افزار صورت گرفته است.

1- Risks and Costs, Opportunities, Benefits

فصل۴ : نتایج

۴-۱ مقدمه

هدف نهایی از مکان‌یابی، دستیابی به مناسب‌ترین محلی است که کمترین اثرات سوء را برای محیط زیست و منابع طبیعی اطراف و از نظر اقتصادی کمترین هزینه و از دیدگاه مهندسی نیز بهترین ویژگی را دارا باشد. معیارها و شاخص‌های متعددی جهت انتخاب محل مناسب برای دفن پسماندها ارائه شده است. در این فصل ابتدا به وضعیت فعلی مدیریت پسماند شهر کرمانشاه و در ادامه، به تشریح مدل سازی و مراحل مکان‌یابی پرداخته و در نهایت، اولویت‌بندی مدل‌های *SAW*، *AHP*، *ANP*، *TOPSIS* مشخص می‌گردد.

۴-۲ وضعیت فعلی مدیریت پسماند شهر کرمانشاه

در حال حاضر مدیریت پسماند جامد شهری شهر کرمانشاه طی قراردادی به شرکت بازیافت مواد و تولید کود آلی کرمانشاه واگذار شده است و پسماند تولید شده، روزانه به این مرکز منتقل می‌شود. طی سال‌های گذشته مشکلات فراوانی در خصوص مدیریت پسماند جامد شهر کرمانشاه وجود داشته که این امر باعث کند شدن و حتی متوقف شدن فرایند بازیافت در این کلانشهر شده است. همچنین در سال‌های گذشته استانداری، شهرداری و سازمان علوم پزشکی هر سه بر سر تفیکیک و دفن پسماند شهری و بیمارستانی به مشکلات جدی مواجه شده‌اند.

۴-۳ مکان یابی محل دفن پسماند در محیط GIS

با توجه به محدودیت زمین دفن موجود در نواحی شهری، پیدا کردن مکانی مناسب امر مشکلی است. علاوه بر این در سطح محلی این موضوع مشکلاتی نظیر ترافیک، سروصدا، بوی زننده، انتقال مواد با وزش باد و آلودگی آب‌های زیرزمینی را به وجود می‌آورد. مراحل مکان‌یابی به شرح زیر است:

۴-۳-۱ مشخص کردن معیارهای مؤثر و استاندارد سازی

به دلیل حساسیت بالای مکان‌های دفن بهداشتی در کشورهای مختلف اصول و قوانین جامعی در خصوص انتخاب محل دفن تدوین شده است که به طور کلی شبیه هم بوده ولی در مقایسه با یکدیگر هر کدام دارای نقاط ضعف و قوت خاصی هستند. به نحوی که به دلیل گستردگی پارامترها و عوامل اثرگذار و همچنین پیچیدگی سیستم‌های اکولوژیک، حتی معیارها و پارامترهای معتبرترین ارگان‌های

کشورهای پیشرفته نیز در عمل دارای نقص و نارسایی‌هایی می‌باشد. لذا یک مدل جامع و فراگیر برای مکان‌یابی لازم است تا با استفاده از آن نقص و نارسایی‌های مدل‌های فعلی برطرف گردد.

در پروژه حاضر با توجه به نقش مهم مراکز دفن مواد زاید جامد در انتشار آلودگی و لزوم توجه به مکان‌یابی صحیح و اصولی آن‌ها، قوانین و معیارهای چهار ارگان معتبر ملی و بین المللی در خصوص مکانیابی محل دفن مواد زائد جامد بررسی شد. نتایج نشان داد به دلیل وجود معایب و نقص‌هایی در هر یک از مدل‌های فوق، مکان‌یابی‌های انجام شده بر اساس هر کدام از آن‌ها به تنهایی مناسب نبوده و پهنه‌های تعیین شده دارای معایبی خواهند بود. لذا با بررسی عوامل موثر در مکان‌یابی محل دفن مواد زاید جامد، ابتدا ۴ دستورالعمل اصلی ملی و بین المللی در دسترس شامل دستورالعمل و ضوابط مکان‌یابی سازمان محیط زیست ایران[۱]، دستورالعمل و ضوابط مکان‌یابی سازمان مدیریت[۲]، دستورالعمل و ضوابط مکان‌یابی بریتیش کلمبیا[۳] و دستورالعمل و ضوابط مکان‌یابی *EPA*[۴] به طور دقیق مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت و سپس با تلفیق چهار دستور العمل فوق الذکر یک مدل جامع ارائه گردید و در جدول (۴-۱) ارائه گردید.

1-IRDOE
2-IRMPO
3-CA British Colombia
4-US EPA

جدول ۴-۱: معیار های مؤثر و ضوابط مربوط (Bagheri et al., 2017)

معیار	محدودیت	اولویت بندی در عملکرد هدف				
	مناطق ممنوعه	سازگاری بسیار زیاد (۵)	سازگاری بالا (۴)	سازگاری پایین (۳)	سازگاری بسیار کم (۲)	نامناسب (۱)
فاصله از رودخانه	کمتر از ۱ کیلومتر	۱۰ به بالا	۱۰ - ۶	۶ - ۴	۴ - ۲	۲ - ۱
فاصله از آبخوان	کمتر از ۱ کیلومتر	۸ به بالا	۸ – ۵	۵ - ۳	۳ - ۲	۲ - ۱
فاصله از چشمه	کمتر از ۰/۵ کیلومتر	۸ به بالا	۸ - ۵	۵ – ۳	۳ - ۲	۲ - ۱
فاصله از چاه	کمتر از ۰/۵ کیلومتر	۴ به بالا	۴ - ۳	۳ - ۲	۲ - ۱	۱ – ۰/۵
فاصله از قنات	کمتر از ۰/۵ کیلومتر	۴ به بالا	۴ - ۳	۳ - ۲	۲ - ۱	۱ – ۰/۵
فاصله از فرودگاه	کمتر از ۵ کیلومتر	---	---	---	---	---
فاصله از سد	کمتر از ۰/۵ کیلومتر	۴ به بالا	۴ - ۳	۳ - ۲	۲ - ۱	۱ – ۰/۵
فاصله از مناطق سیل‌خیز	کمتر از ۱ کیلومتر	۱۰ به بالا	۱۰ - ۶	۶ - ۴	۴ - ۲	۲ - ۱
فاصله از خطوط لوله نفت	کمتر از ۲۰۰ متر	۱۱۰۰- ۹۰۰	۹۰۰ – ۷۰۰	۷۰۰ - ۵۰۰	۵۰۰ – ۳۰۰	۳۰۰- ۲۰۰
فاصله از خطوط برق	کمتر از ۲۰۰ متر	۱۱۰۰- ۹۰۰	۹۰۰ – ۷۰۰	۷۰۰ - ۵۰۰	۵۰۰ – ۳۰۰	۳۰۰- ۲۰۰
نفوذپذیری	---	تریاس ژوراسیک کرتاسه پایین	کرتاسه- بالایی	تریاس	پالئوسن پلیوسن	کواترتری
فاصله از گسل	کمتر از ۰/۶ کیلومتر	۴ به بالا	۴ - ۳	۳ - ۲	۲ - ۱	۱ – ۰/۵
جهت باد	---	۲۰ به بالا	۲۰ - ۱۵	۱۵ - ۱۰	۱۰ - ۴	۴ - ۳
طبقات ارتفاعی	زمانیکه بیشتر از ۲/۵	۰/۸ – ۰	۱/۲ - ۰/۸	۱/۵ -۱/ ۲	۲ - ۱/۵	۲/۵ – ۲
شیب	زمانیکه بیشتر از ٪۳۰	۵ -۰	۱۰ – ۵	۱۵ – ۱۰	۲۰ – ۱۵	۳۰ – ۲۰

فاصله از مناطق شهری	برای تهران کمتر ۵ کیلومتر - برای سایر شهرها کمتر ۲ کیلومتر	۱۰ به بالا	۸ – ۱۰	۶ – ۸	۴ – ۶	۲ – ۴
فاصله از روستا	کمتر از ۰/۵ کیلومتر	۴ به بالا	۳ – ۴	۲ – ۳	۱ – ۲	۰/۵ – ۱
کاربری اراضی	جنگل - کشاورزی	خاک شور - فرسایش	ناخالص	حدود کم تراکم	حدود تراکم متوسط	چمنزار انبوه
مناطق حفاظت شده محیط زیست ایران	کمتر از ۰/۷۵ کیلومتر	۴ – ۵	۳ – ۴	۲ – ۳	۱ – ۲	۰/۷۵ – ۱
فرسایش		نوع *I*	نوع *II*	نوع *III*	-	-
دما	بیشتر از ۱۸/۲سانتی‌گراد	۱۸/۲- ۱۶/۳	۱۴/۴-۱۶/۳	۱۱/۵-۱۴/۴	۶/۵-۱۱/۵	۰/۳-۶/۵
فاصله از راه	کمتر از ۰/۵ کیلومتر	۲ – ۰/۵	۲ - ۴	۴ - ۶	۶ - ۸	۸ به بالا
فاصله از راه آهن	کمتر از ۰/۵ کیلومتر	۲ – ۰/۵	۲ - ۴	۴ - ۶	۶ - ۸	۸ به بالا
تبخیر	---	۲۰۰۰ به بالا	۱۵۰۰ -۲۰۰۰	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۳۰۰- ۵۰۰
بارش	---	۰ - ۲۰۰	۲۰۰ - ۴۰۰	۴۰۰ - ۶۰۰	۶۰۰ – ۸۰۰	۸۰۰ به بالا
زمین شناسی	مناطق کارست	*VII*	VI	V	IV	III

همان‌طور که در جدول ۴-۱ ملاحظه می‌گردد ضوابط معیارها به صورت حذفی است و نتایج خروجی براساس دو کلاس قابل قبول و غیر قابل قبول دسته بندی می‌شود. سپس در ادامه کلاس قابل قبول مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرد. هر پیکسل با مختصات جغرافیایی منحصر به فرد، مساحتی را با طول و عرض ۱۰۰ متر نشان می دهد.

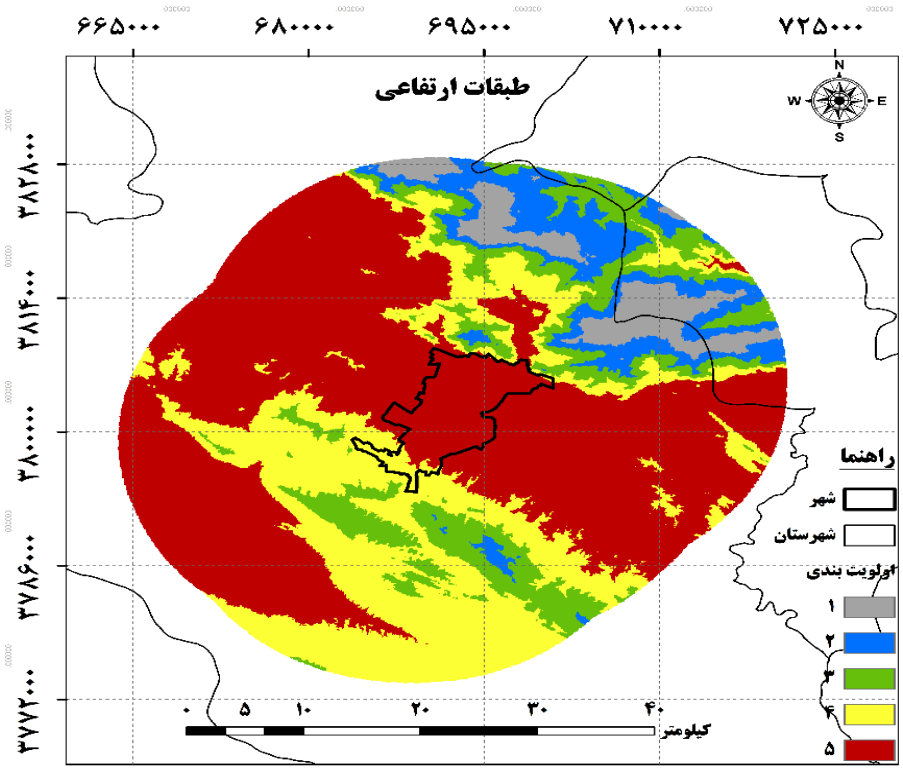
۴-۳-۲ تهیه نقشه های لازم

برای انجام هر پژوهشی داده‌هایی متناسب با موضوع مورد نیاز می‌باشد. در تحقیق حاضر نیز داده‌ها اکثراً از نوع نقشه بوده و سعی شده این نقشه‌ها از منابع معتبر تهیه شوند. نقشه‌های لازم برای انجام این پژوهش از سایت‌هایی مانند پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور، هواشناسی شناسی استان

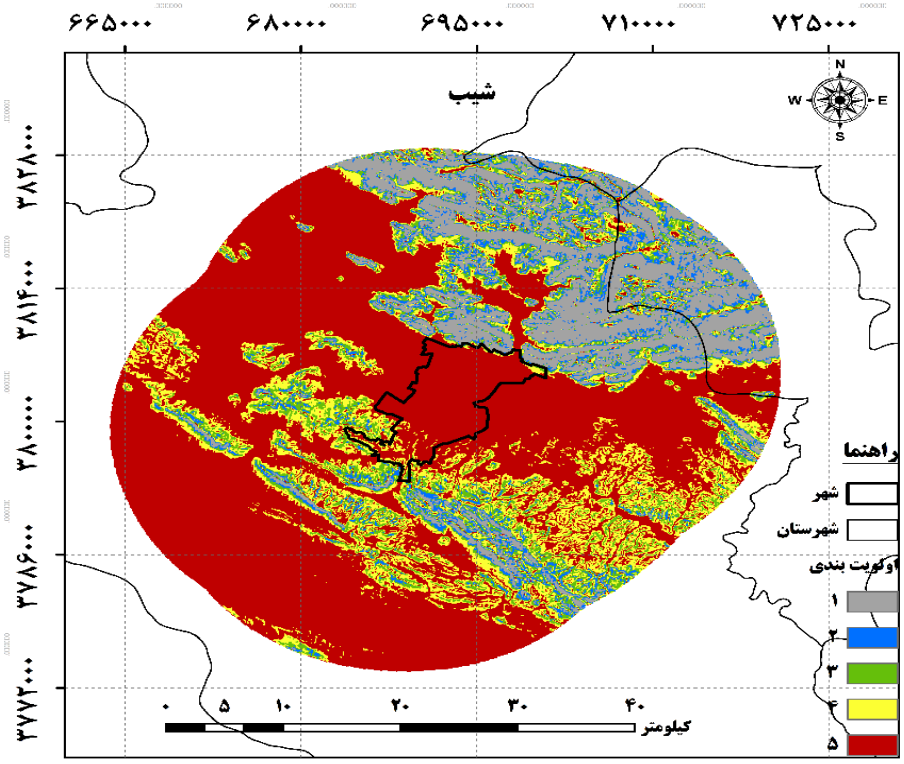
کرمانشاه، شرکت مدیریت منابع آب ایران، سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران، مرکز آمار ایران و ... تهیه شده‌اند.

۴-۳-۳ اعمال ضوابط روی نقشه‌ها

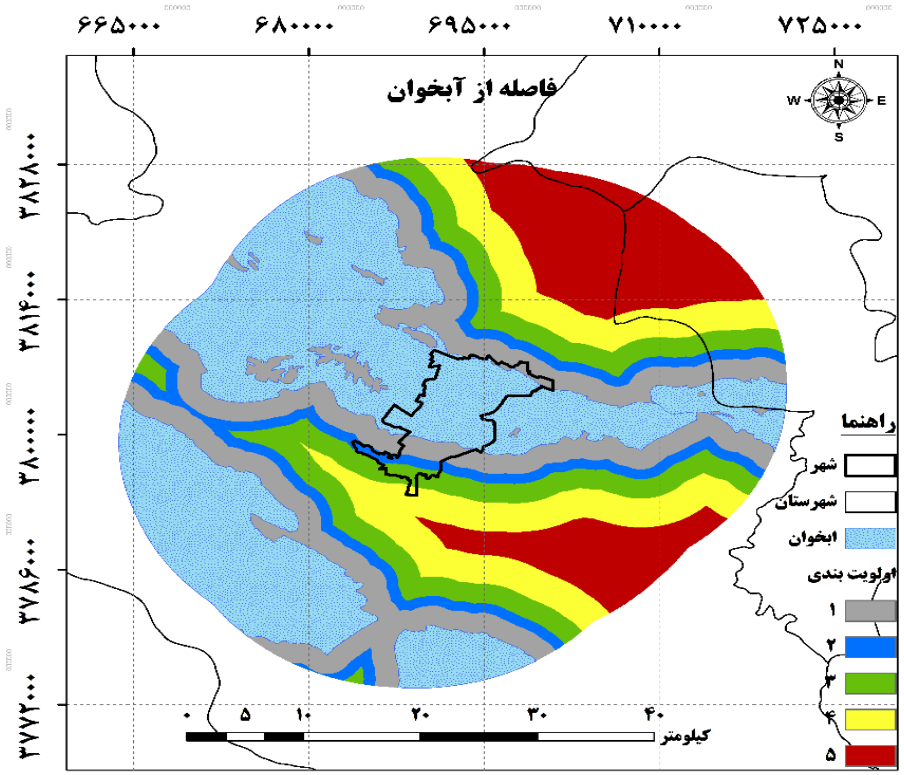
با توجه به جدول (۴-۱) که محدودیت‌های مکانی و اقلیمی رو نشان می‌دهد، ضوابط لازم روی نقشه-ها اعمال شد و نتایج در شکل (۴-۱) تا (۴-۲۵) ارائه شده است.



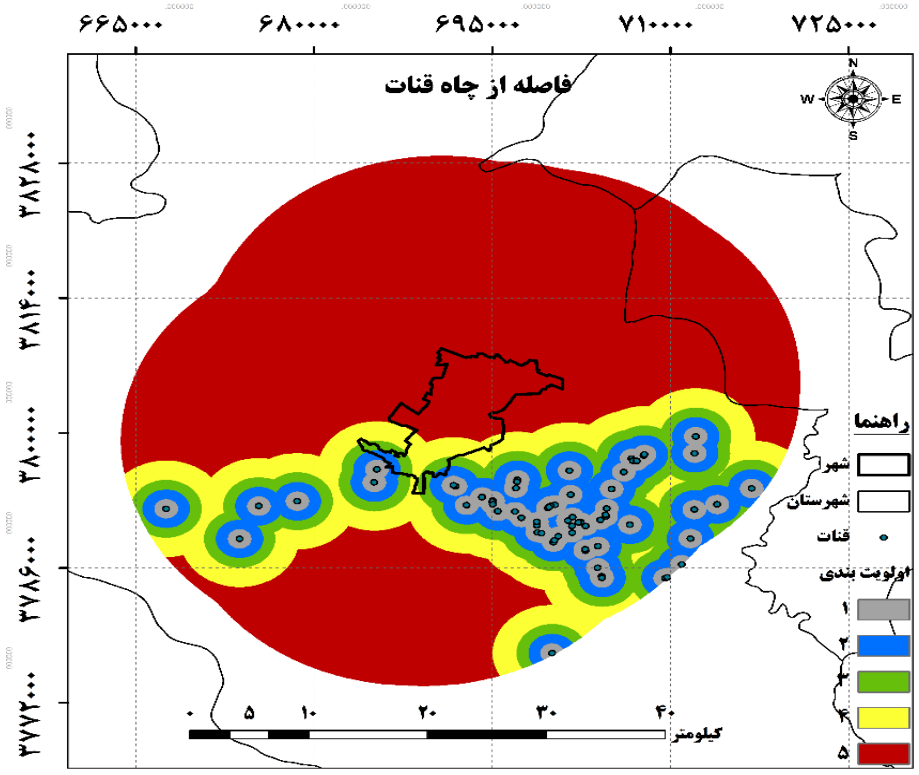
شکل ۴-۱: نقشه طبقات ارتفاعی



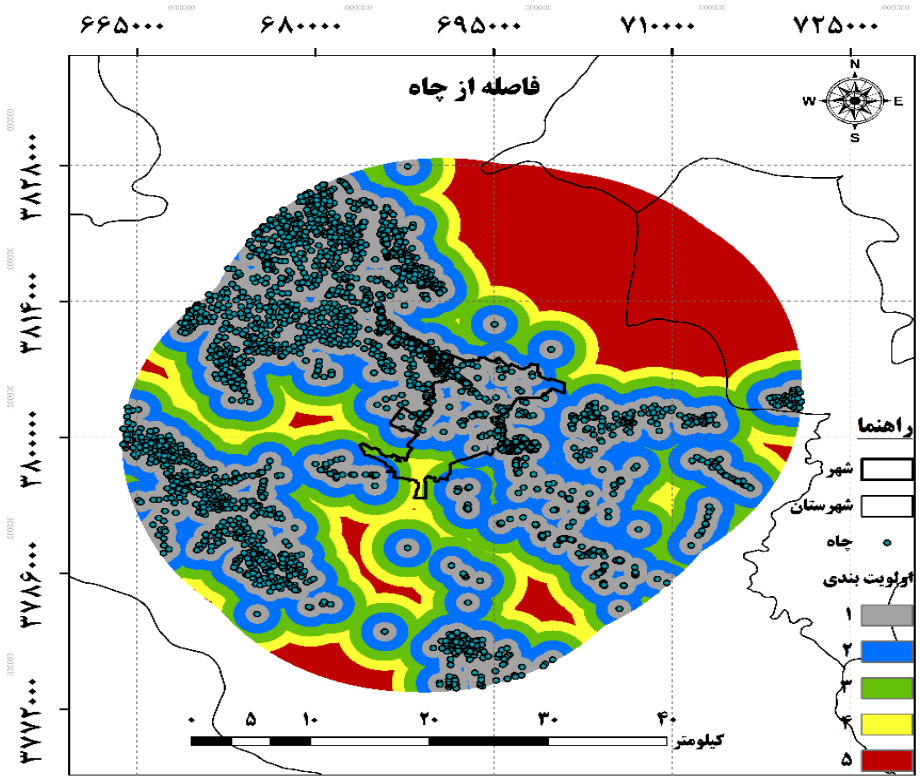
شکل ۴-۲: نقشه شیب



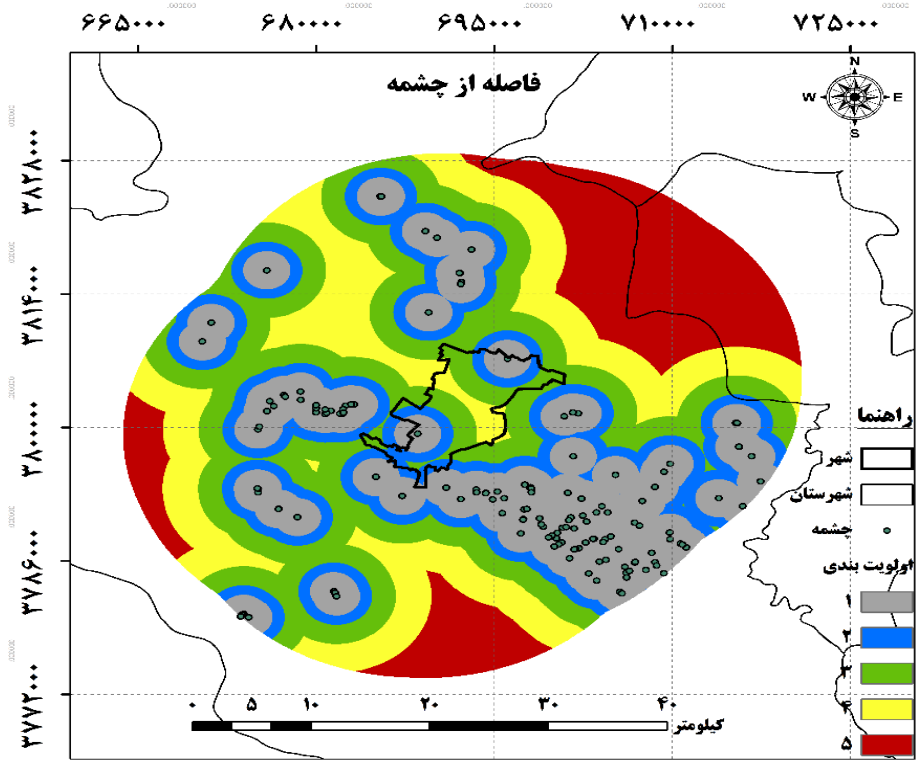
شکل ۴-۳: نقشه فاصله از آبخوان



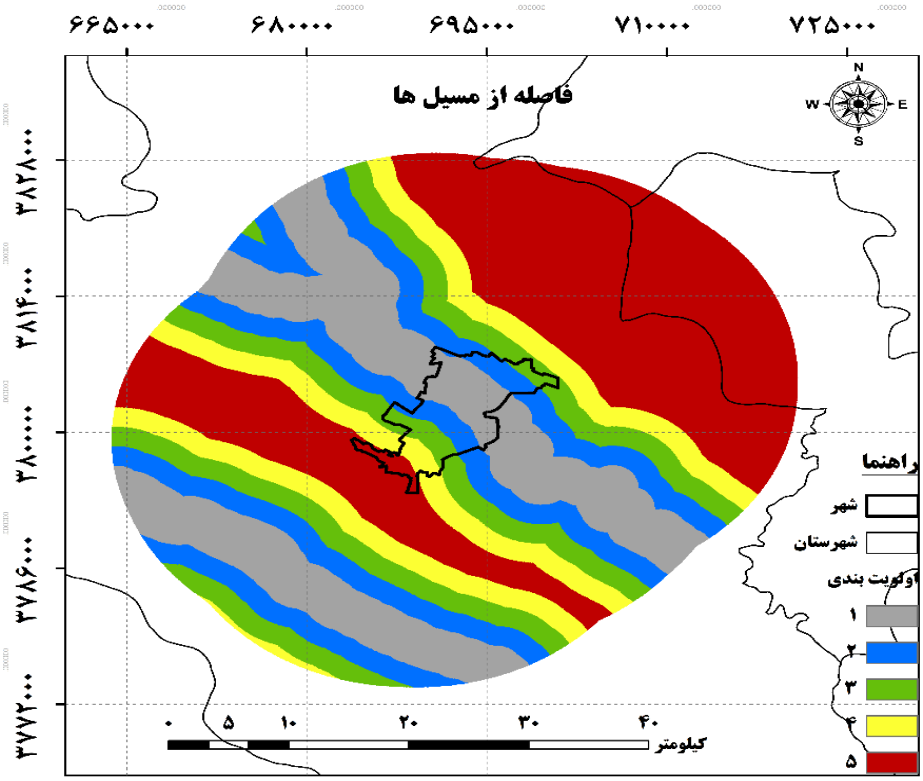
شکل ۴-۴: نقشه فاصله از چاه قنات



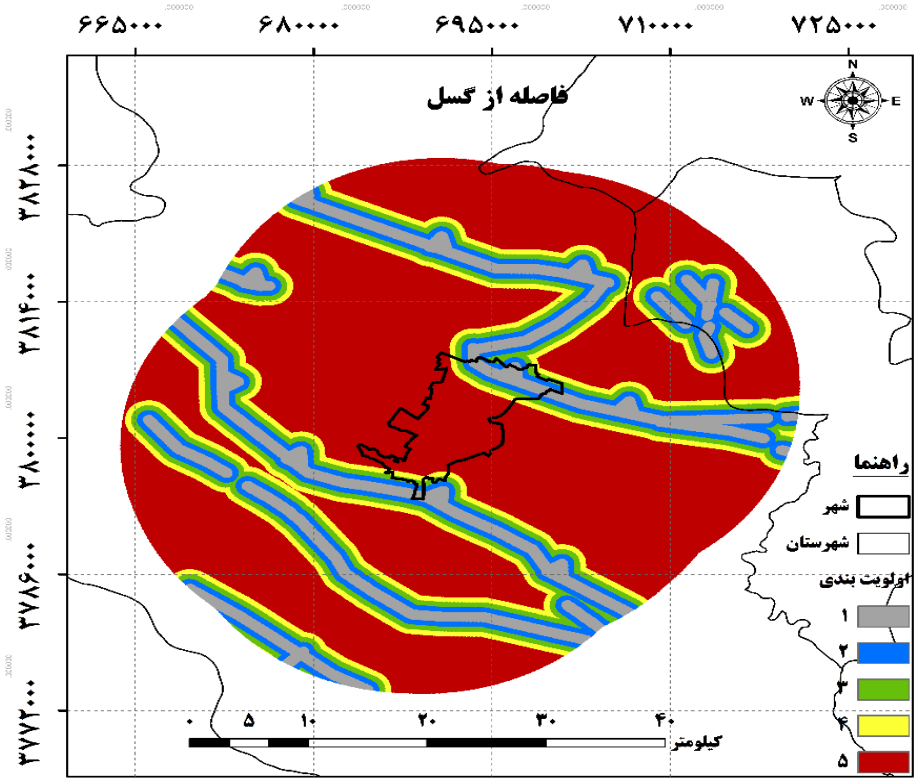
شکل ۴-۵: نقشه فاصله از چاه



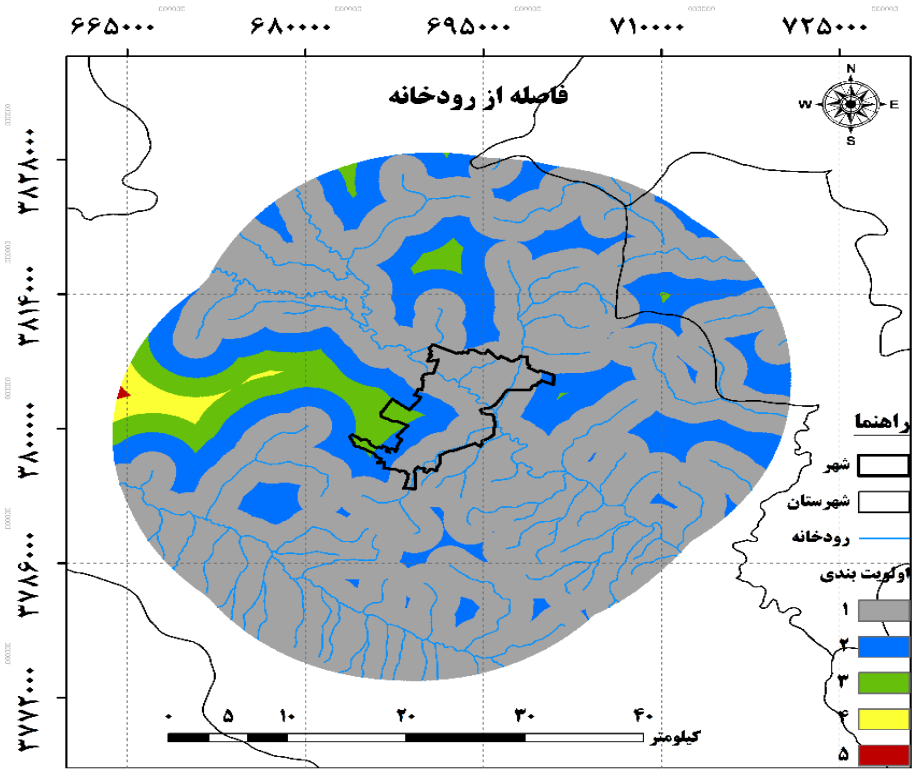
شکل ۴-۶: نقشه فاصله از چشمه



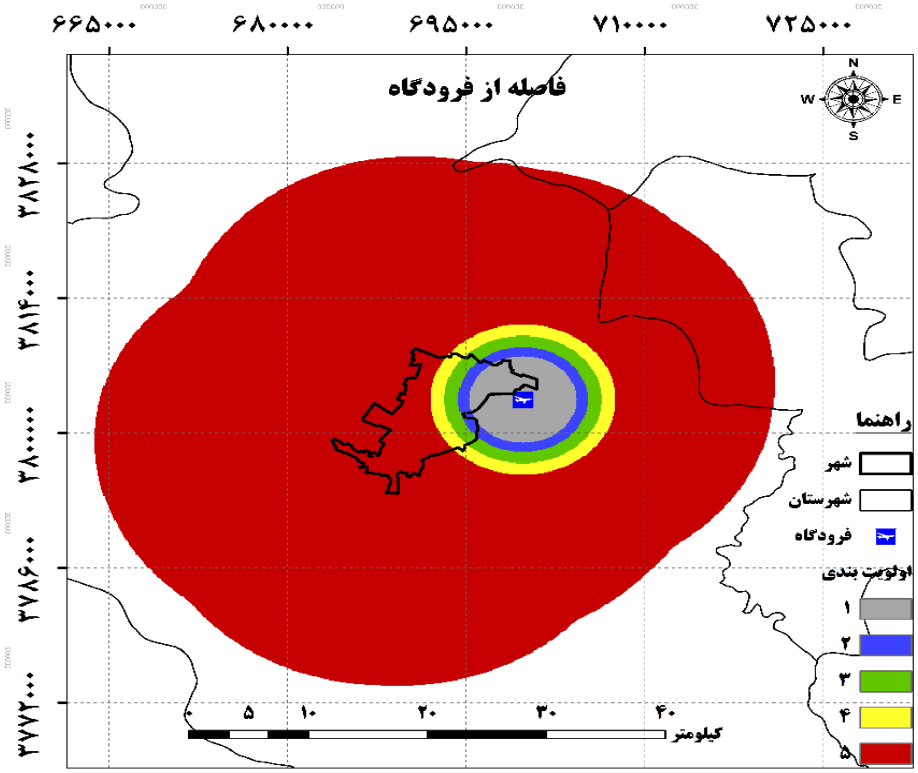
شکل ۴-۷: نقشه فاصله از مسیل‌ها



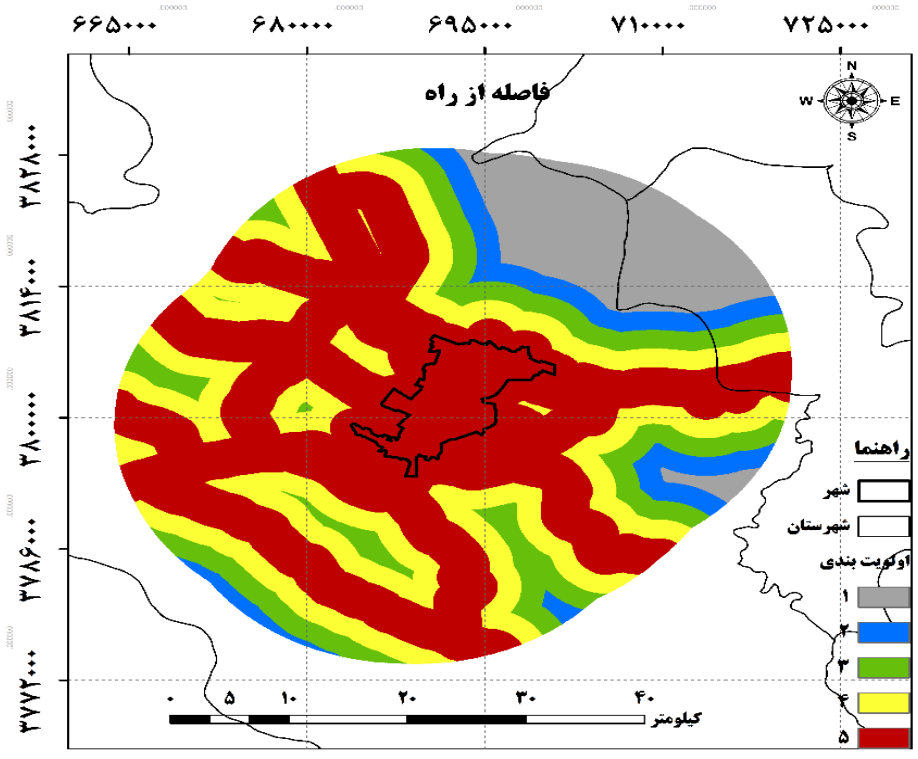
شکل ۴-۸: نقشه فاصله از گسل



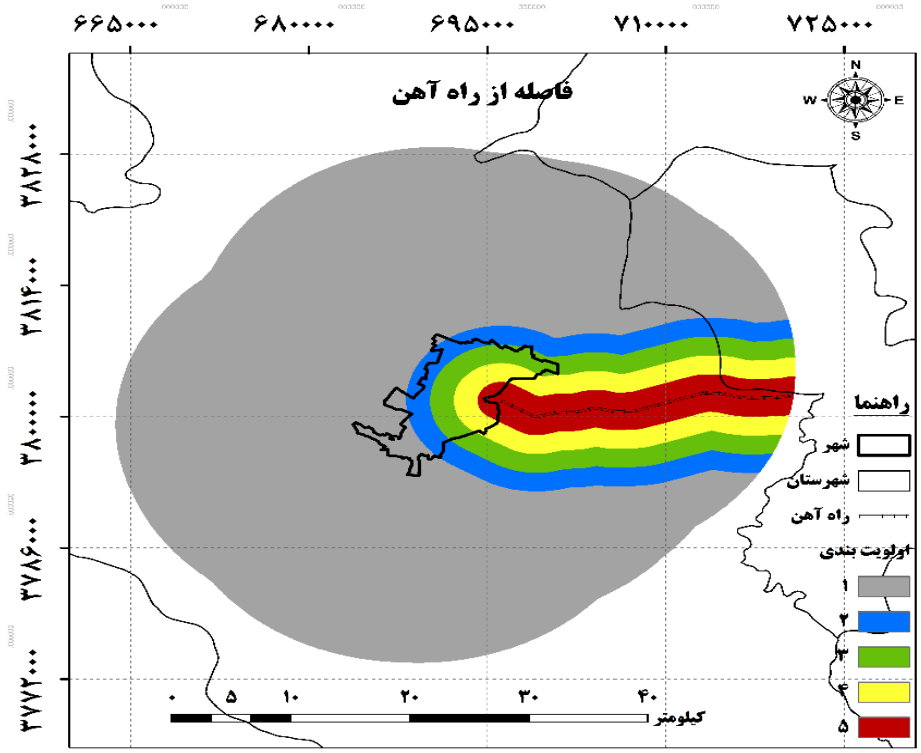
شکل ۴-۹: نقشه فاصله از رود خانه



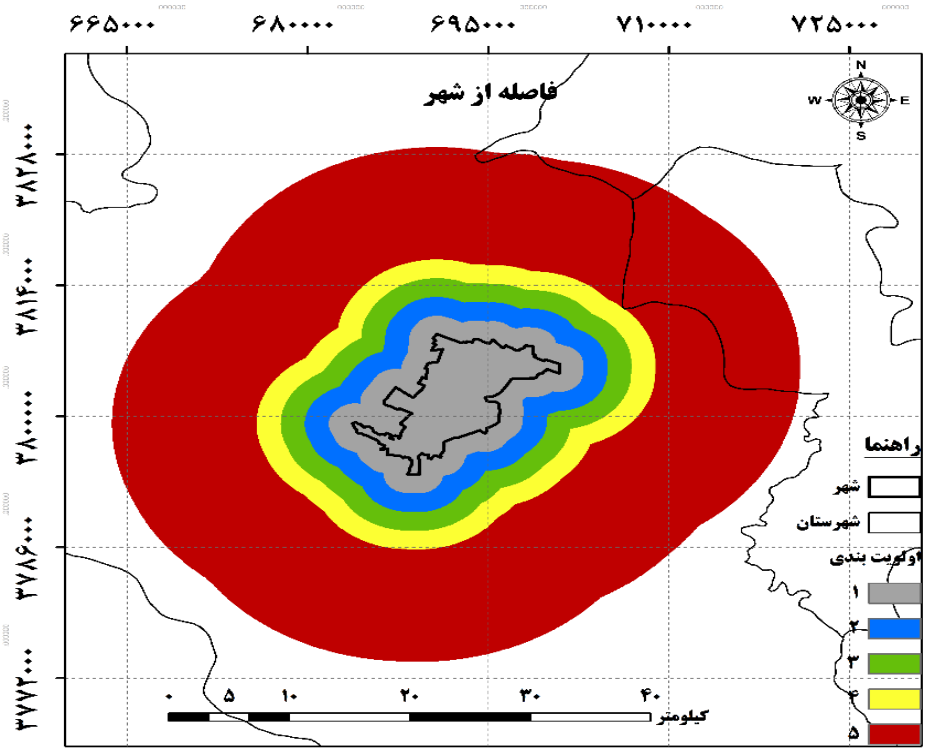
شکل ۴-۱۰: نقشه فاصله از فرودگاه



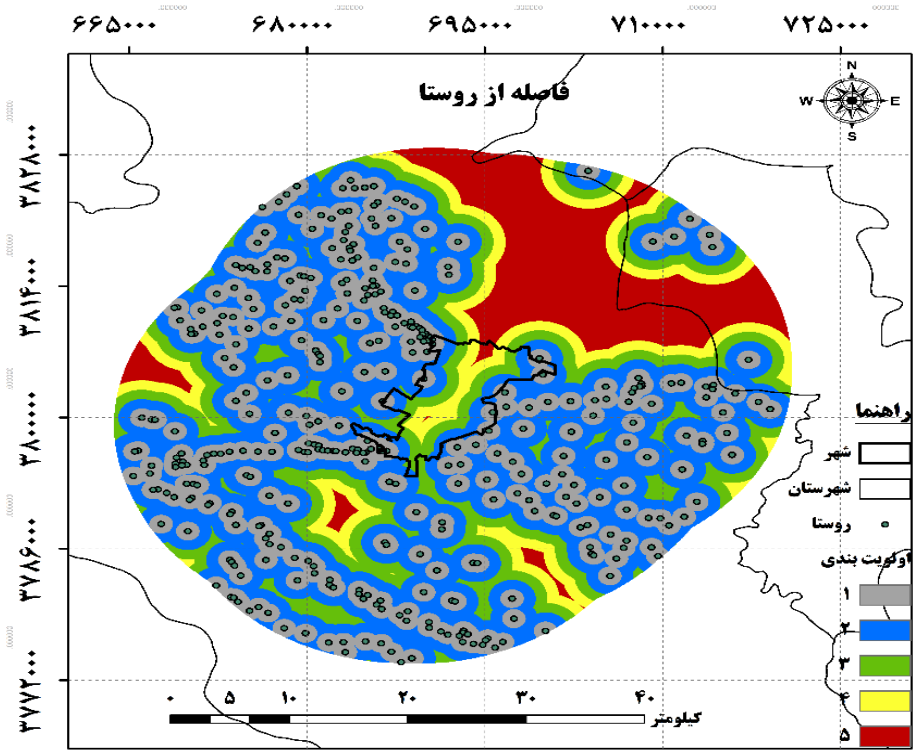
شکل ۴-۱۱: نقشه فاصله از راه



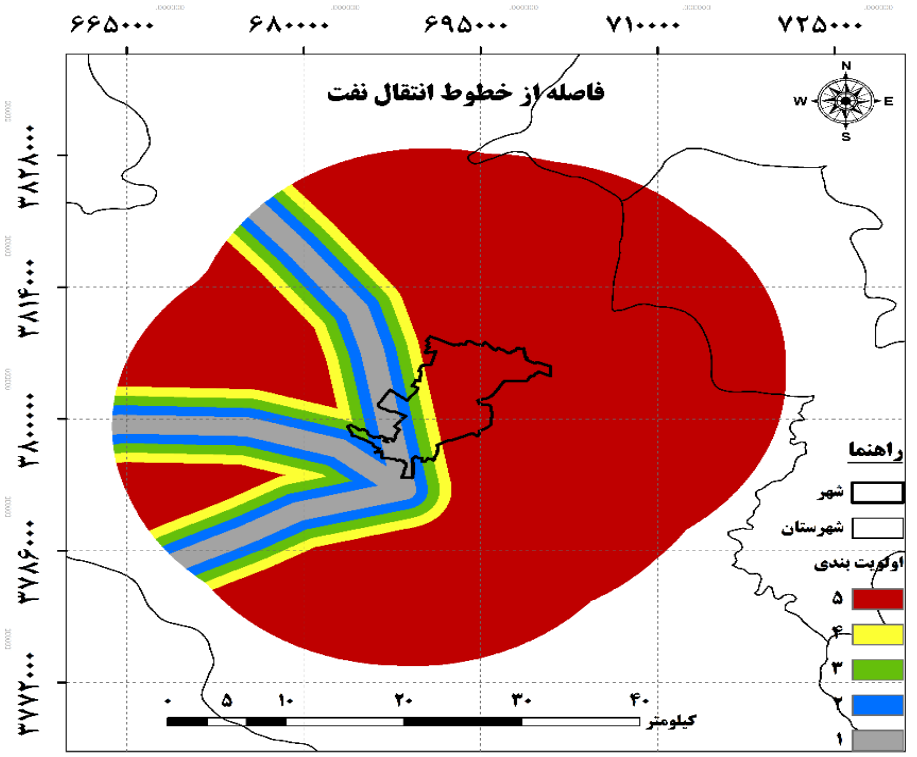
شکل ۴-۱۲: نقشه فاصله از راه‌آهن



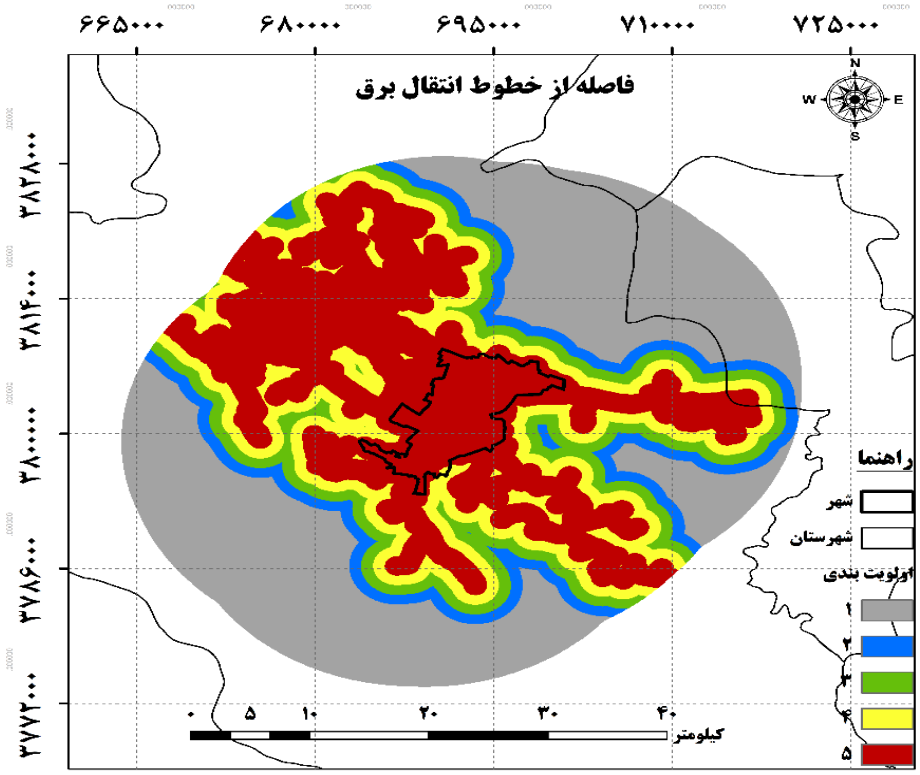
شکل ۴-۱۳: نقشه فاصله از شهر



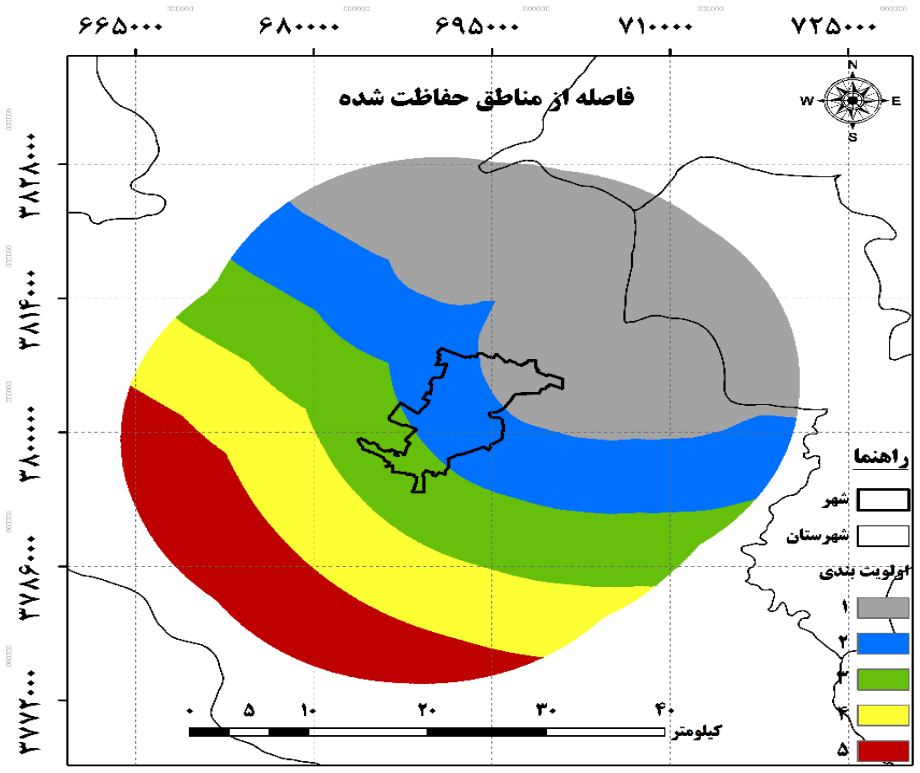
شکل ۴-۱۴: نقشه فاصله از روستا



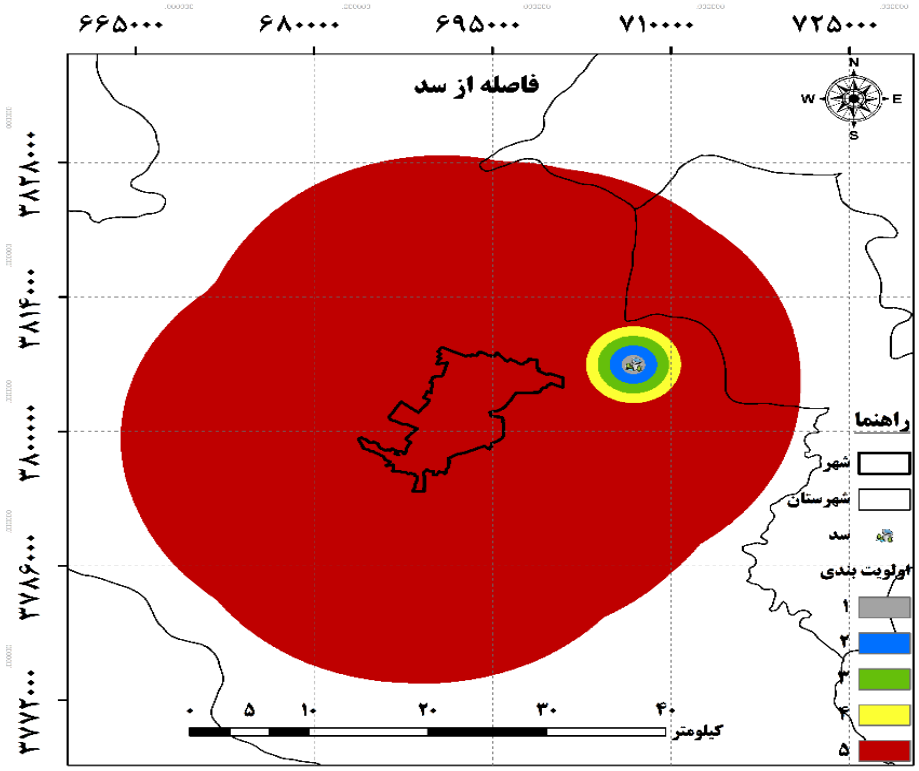
شکل ۴-۱۵: نقشه فاصله از خطوط انتقال نفت



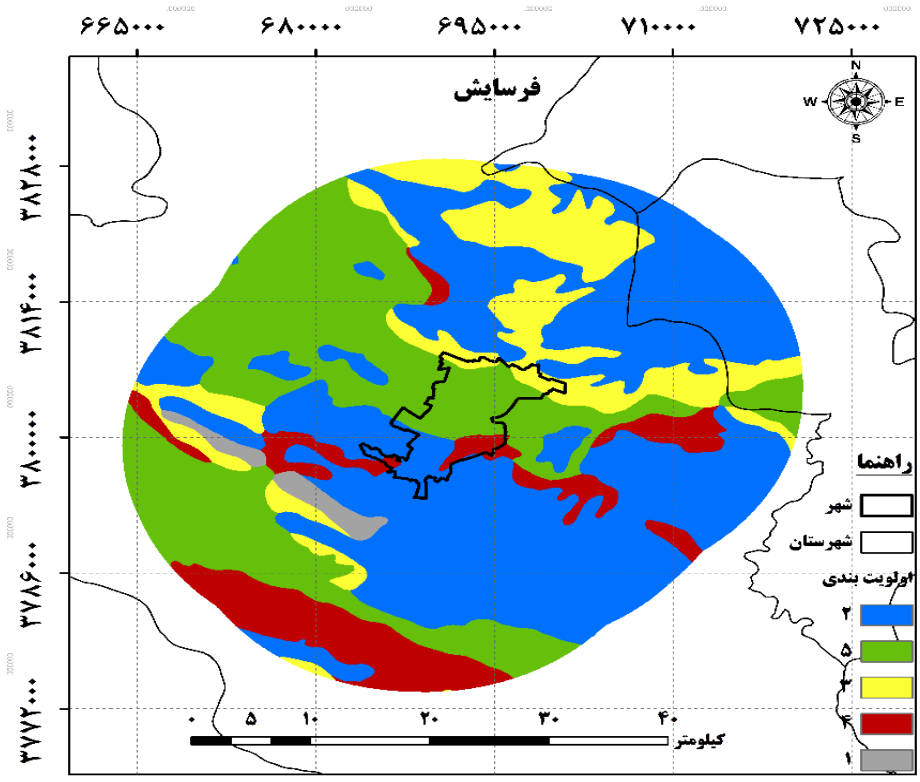
شکل ۴-۱۶: نقشه فاصله از خطوط انتقال برق



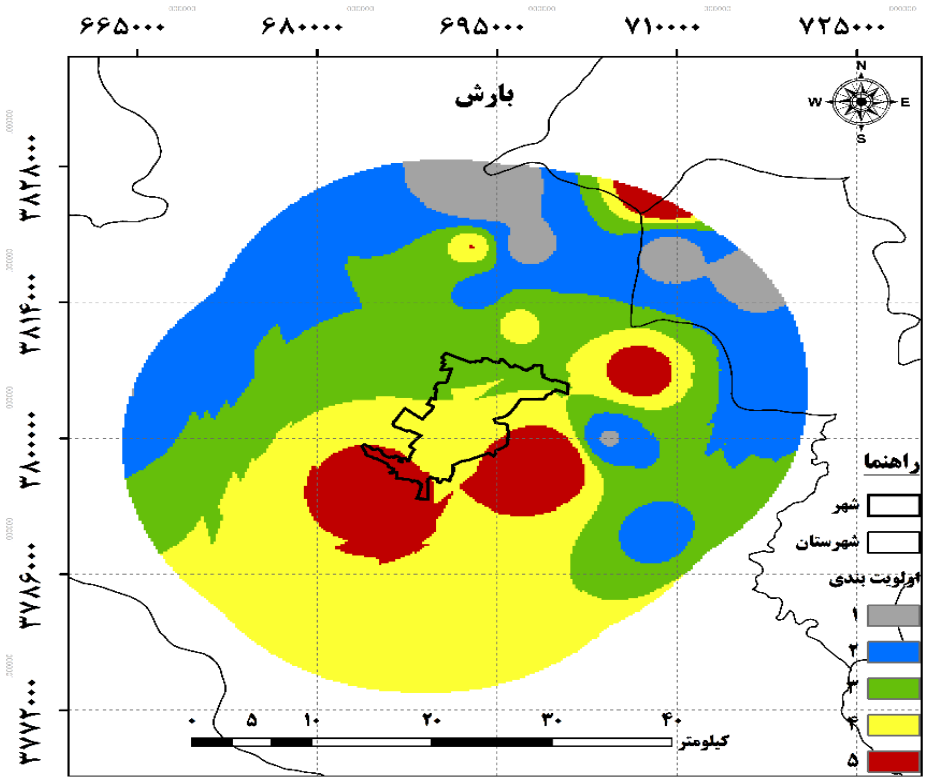
شکل ۴-۱۷: نقشه فاصله از مناطق حفاظت شده



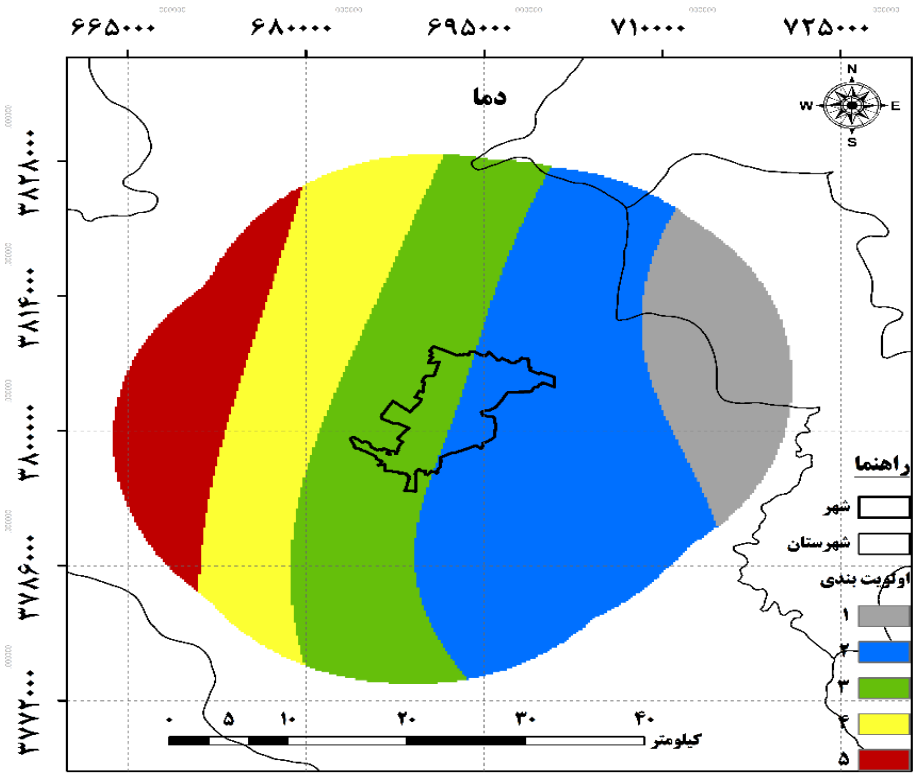
شکل ۴-۱۸: نقشه فاصله از سد



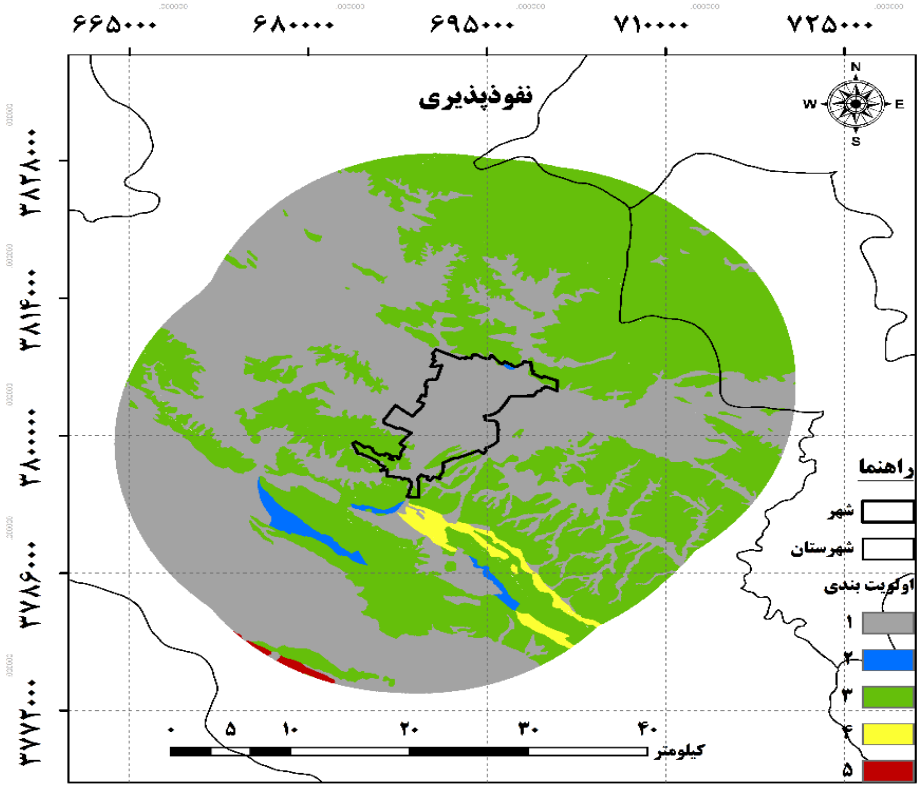
شکل ۴-۱۹: نقشه فرسایش



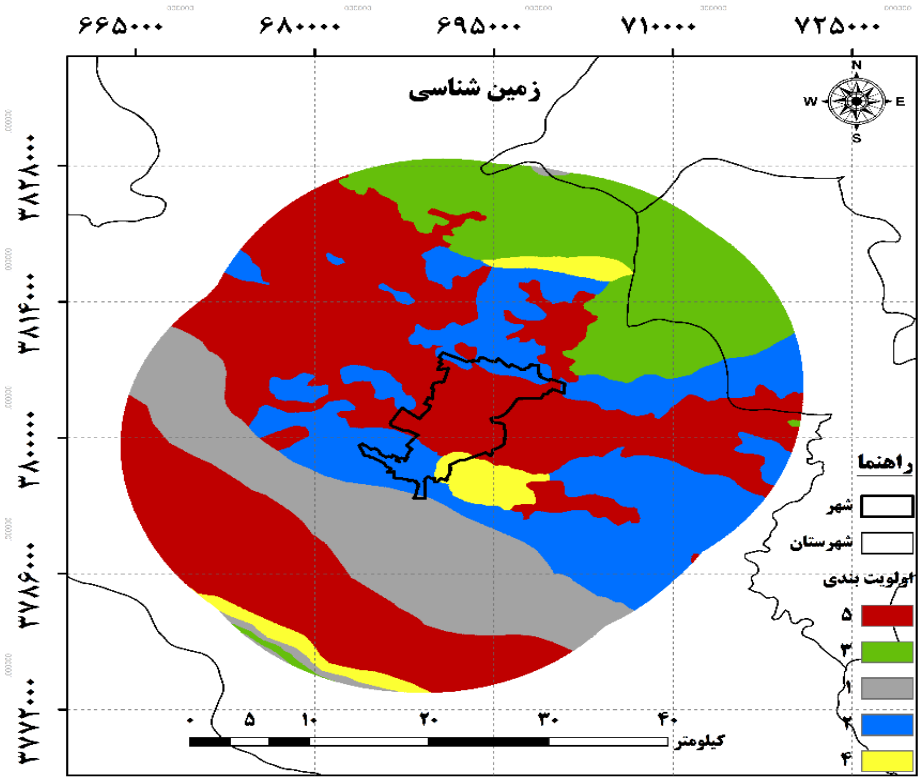
شکل ۴-۲۰: نقشه بارش



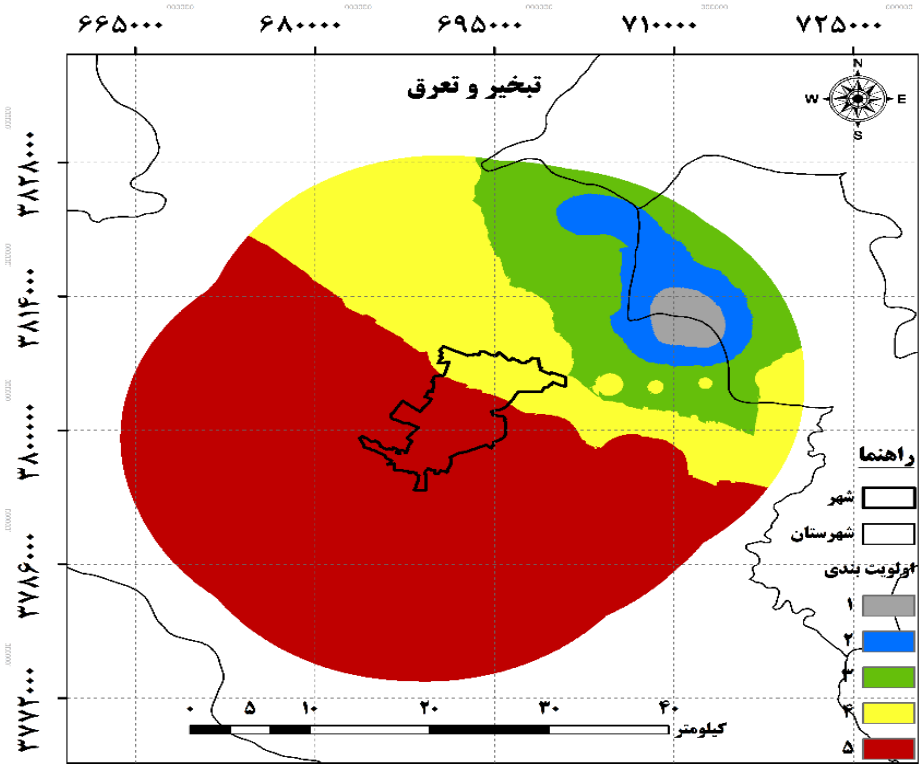
شکل ۴-۲۱: نقشه دما



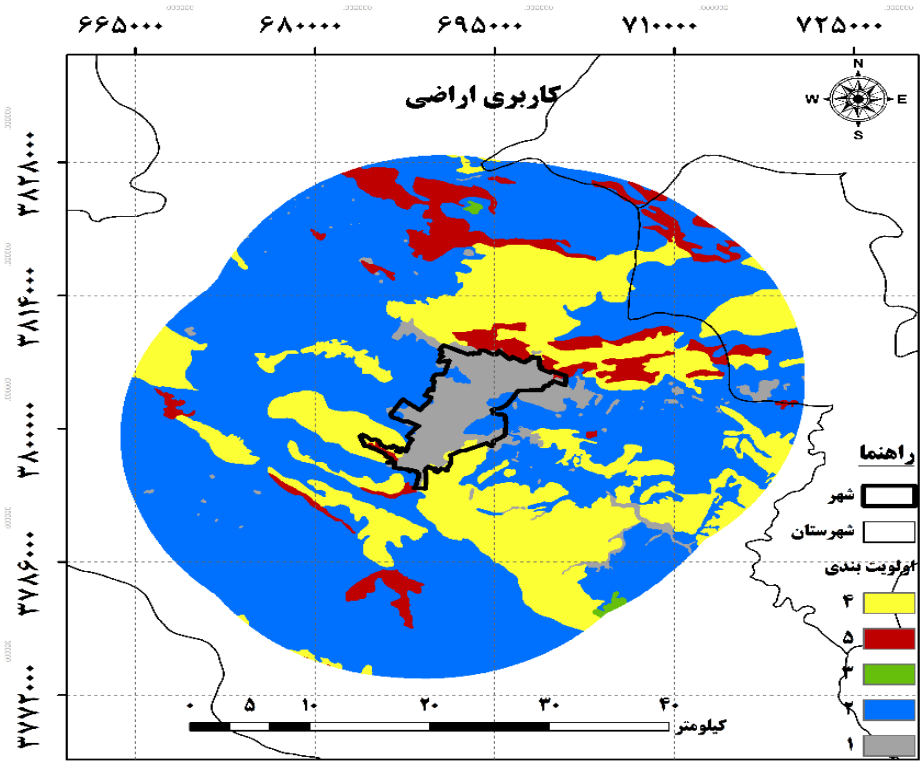
شکل ۴-۲۲: نقشه نفوذپذیری



شکل ۴-۲۳: نقشه زمین شناسی

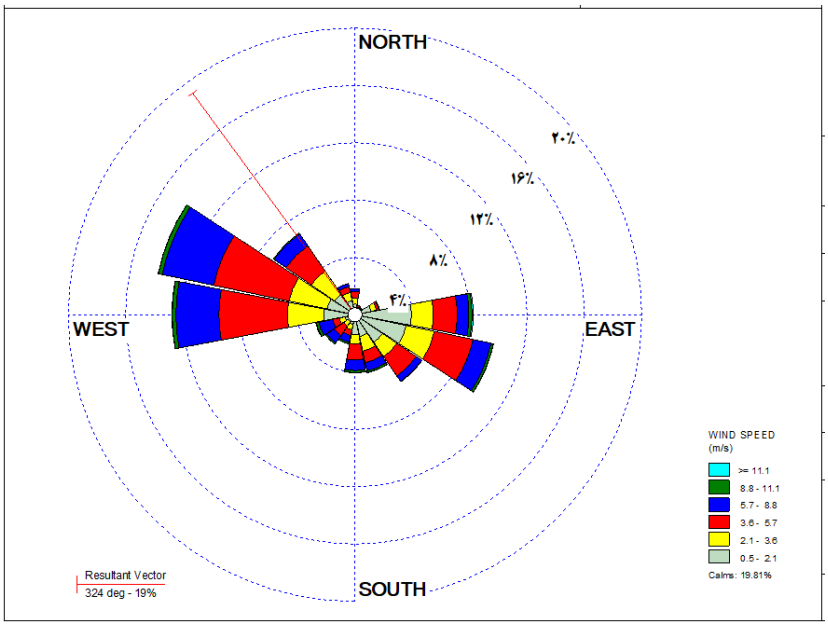


شکل ۴-۲۴: نقشه تبخیر و تعرق

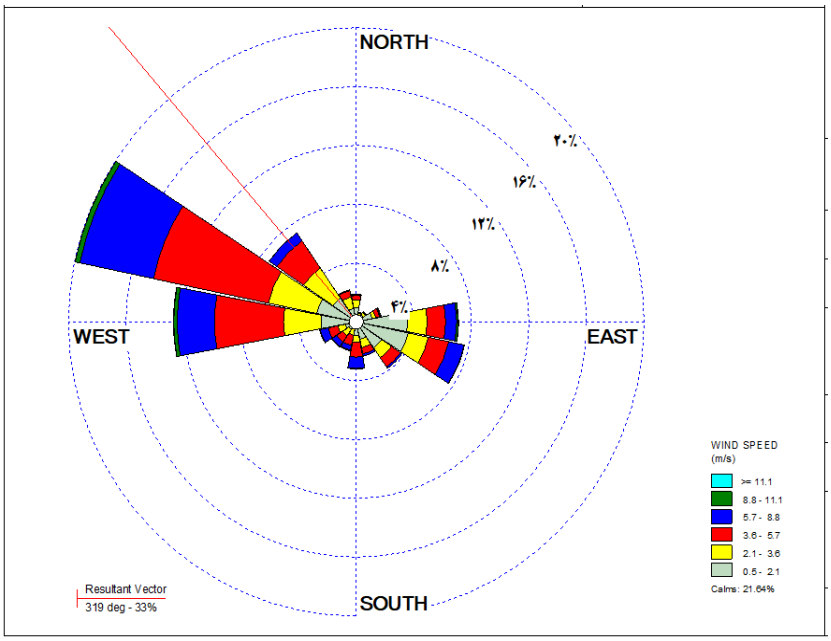


شکل ۴-۲۵: نقشه کاربری اراضی

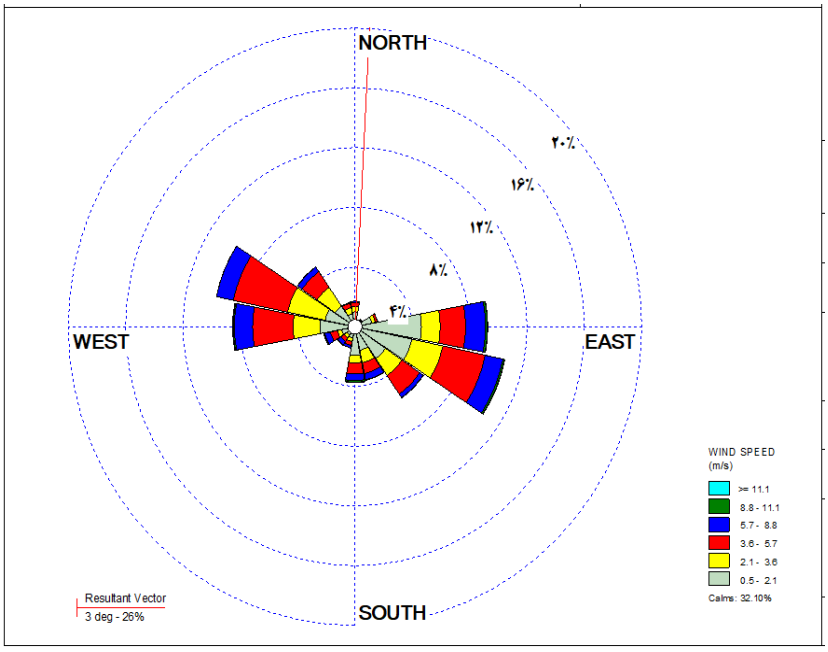
اطلاعات مربوط به داده‌های هواشناسی در محدوده بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۹ از سامانه سازمان هواشناسی گرفته شد و فایل‌های گلباد رسم گردید.



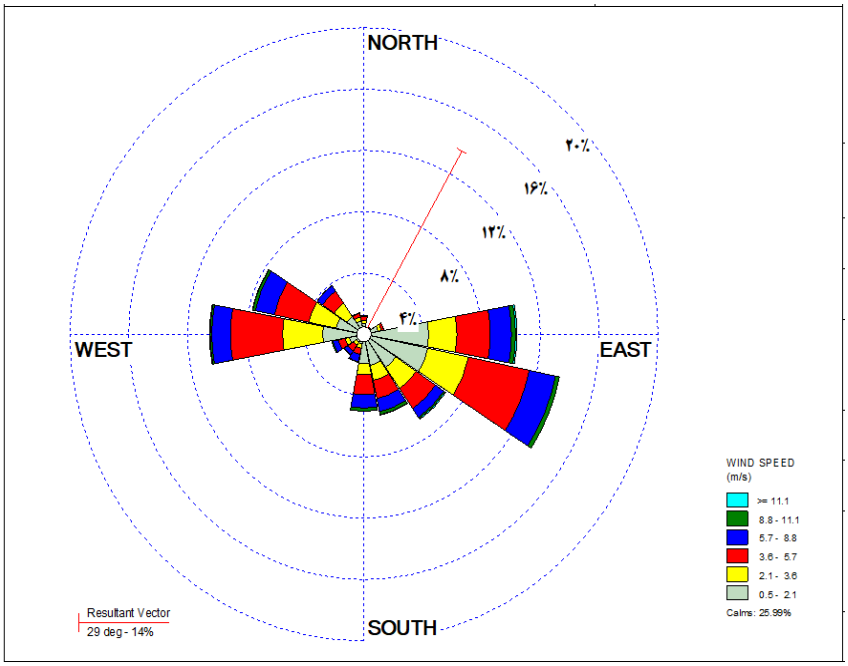
شکل ۴-۲۶: گلباد فصل بهار



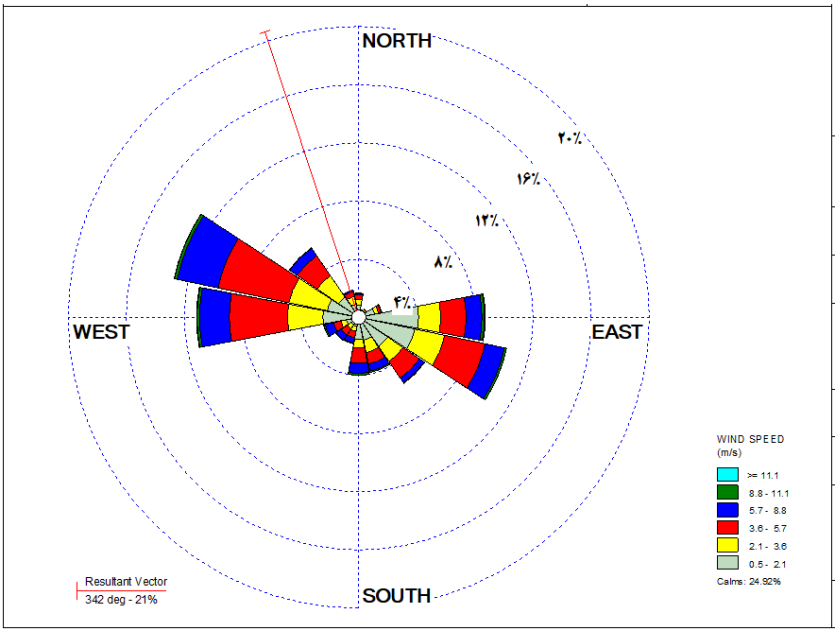
شکل ۴-۲۷: گلباد فصل تابستان



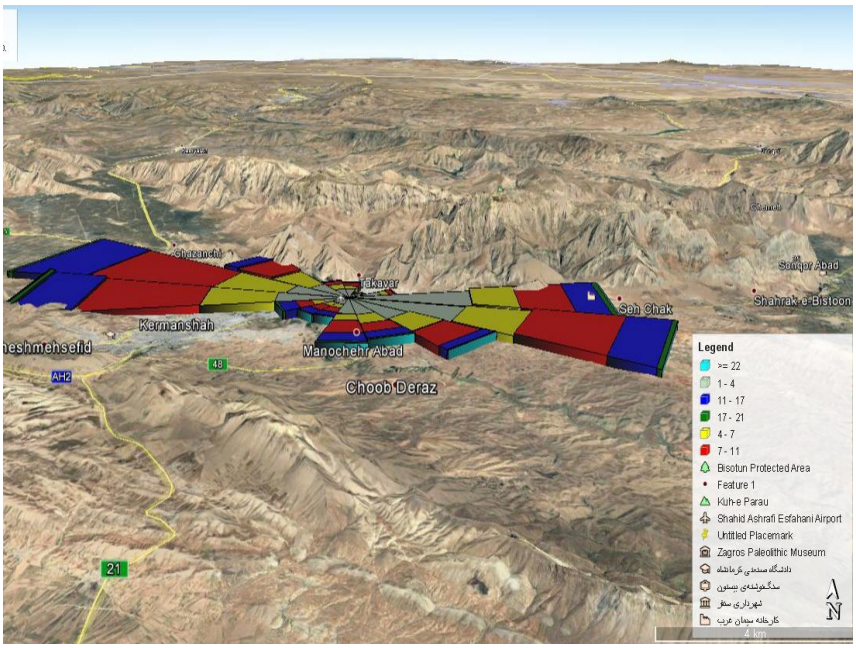
شکل ۴-۲۸: گلباد فصل پاییز



شکل ۴-۲۹: گلباد فصل زمستان



شکل ۴-۳۰: گلباد کل



شکل ۴-۳۱: گلباد کل در گوگل ارث

۴-۴ محاسبه زمین مورد نیاز جهت دفن پسماند

جهت محاسبه زمین مورد نیاز برای دفن باید به عواملی از جمله نرخ تولید زباله، جمعیت و دانسیته مواد فشرده شده در محل دفن توجه نمود. در این مسیر بررسی میزان رشد جمعیت و تولید سالانه زباله و همچنین ارتفاع و شکل محل دفن الزامی می‌باشد.

لازم به توضیح است در مدل جامع فوق الذکر پارامترهای اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی که در مکان‌یابی مؤثر بوده، ولی در قالب لایه‌های اطلاعاتی با روی هم اندازی قابلیت ورود به *GIS* را نداشتند (همانند جهت باد غالب)، نیز در مدل وارد گردید و در مکان‌یابی طرح حاضر مورد استفاده قرار گرفت.

یکی از موارد بسیار مهم در تعیین مناسب‌ترین مکان برای دفن زباله مناسب، کافی بودن مساحت آن می‌باشد که بتواند برای حداقل ۱۵تا ۲۰ سال مکان مورد نیاز برای دفن زباله‌ها را تأمین نماید. جهت محاسبه مساحت زمین مورد نیاز برای دفن پسماند عوالی همچون نرخ تولید زباله، جمعیت و دانسیته مواد فشرده شده در محل دفن مورد نیاز می باشند (*Macben., 1995*). در مرحله اول نرخ رشد جمعیت از آمار سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ تعیین شد. باتوجه به نرخ رشد، میزان جمعیت در ۲۲ سال آینده برای شهر کرمانشاه از طریق رابطه (۴) پیش بینی گردید.

رابطه‌ی (۴)
$$P_t = P_0 (1 + r)^t$$

P_t: میزان جمعیت سال مورد نظر، P_0 جمعیت حال حاضر هنگام محاسبه، r نرخ رشد جمعیت، t دوره طرح یا تعداد سال‌هایی که قرار است طرح کاربرد داشته باشد.

ابتدا میزان جمعیت با در نظر گرفتن نرخ رشد بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ (نرخ رشد دو دهه گذشته) ارزیابی و از آن میانگین هندسی محاسبه شده است. بر این اساس نرخ رشد ۱/۵ درصد محاسبه گردید. سپس برای یک دوره‌ی ۲۲ ساله با استفاده از رابطه (۴) برآورد جمعیت انجام شده است.

رابطه (۴)
$$P_{۱۳۹۸} = P_{۱۳۹۵} (۱ + r)^{۳}$$

$$P_{۱۳۹۸} = ۹۴۶۶۵۱ * (۱ + ۰/۰۱۵)^{۳} = ۹۸۹۸۹۳$$

$$P_{۱۴۲۰} = P_{۱۳۹۵} * (۱ + ۰/۰۱۵)^{۲۵} = ۹۴۶۶۵۱ * (۱ + ۰/۰۱۵)^{۲۵} = ۱۳۷۳۵۴۰$$

تولید روزانه پسماند طبق استعلام از شهرداری کرمانشاه به ازای هر نفر ۷۰۰ گرم در روز می باشد که با این احتساب تولید روزانه پسماند در سال ۱۳۹۸ برابر با ۶۹۳ تن می‌باشد. بنابراین می‌توان حجم تولید سالانه پسماند را به روش زیر محسابه نمود. چگالی پسماند ۵۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب در نظر گرفته می شود (عمرانی، ۱۳۸۵).

رابطه (۵) متوسط تولید سالانه پسماند = ۶۹۳×۳۶۵ = ۲۵۲۹۴۵ (تن در سال)

رابطه (۶) متوسط حجم سالانه پسماند = ۱۲۶۴۷۲/۵ (m^3)

با توجه به این که میزان رشد تولید سالانه پسماند معادل رشد جمعیت در نظر گرفته می شود و با استناد به فرمول برآورد رشد جمعیت که در فوق اشاره شد. جمعیت شهر کرمانشاه در ۲۲ سال آینده برابر با ۱۳۷۳۵۴۰ نفر خواهد بود. همچنین میانگین پسماند تولیدی روزانه در طول این ۲۲ سال ۸۲۰ تن در روز محاسبه گردید.

رابطه (۷) متوسط تولید سالانه پسماند = ۸۲۰×۳۶۵ = ۲۹۹۳۰۰ (تن در سال)

رابطه (۸) میزان زباله تولیدی در ۲۲ سال = ۲۹۹۳۰۰×۲۲ = ۶۵۸۴۶۰۰ (تن در سال)

رابطه (۹) متوسط حجم سالانه پسماند در ۲۲ سال = ۳۲۹۲۳۰۰ (m^3)

زمین مورد نیاز برای لندفیلی به عمق ۱۵ متر، ۲۱۹۴۸۷ متر مربع خواهد بود.

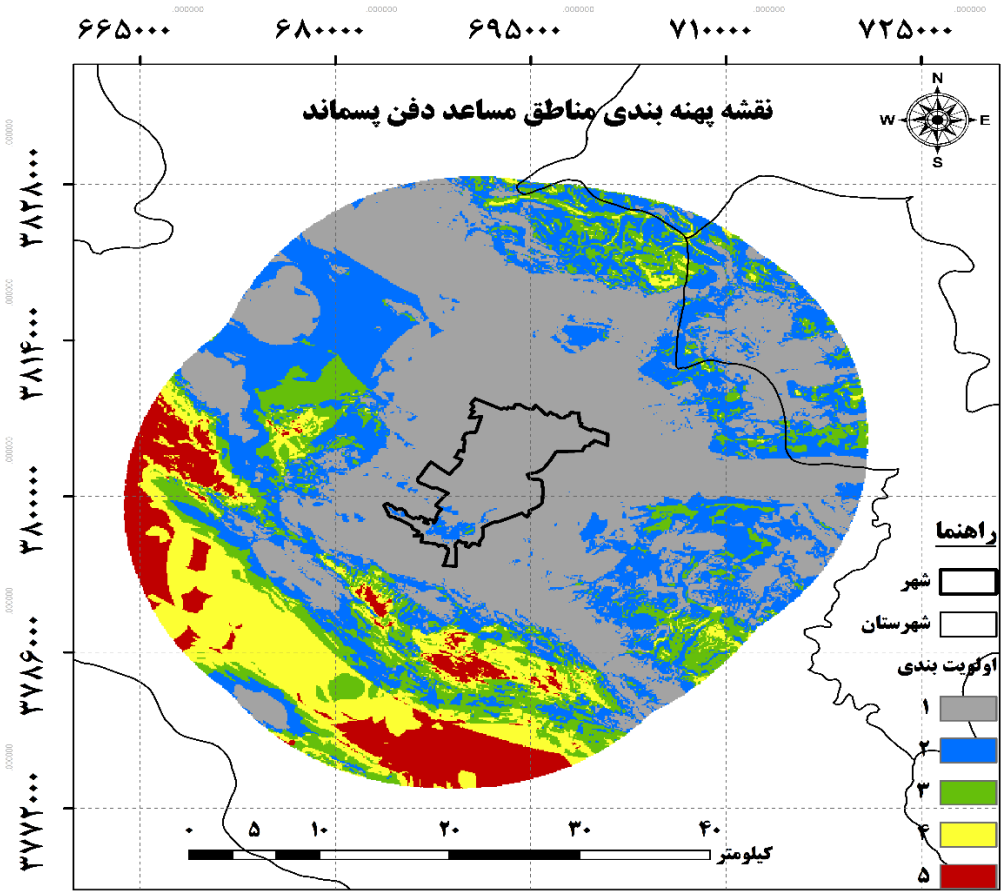
۴-۵ اولویت‌بندی

۴-۵-۱ اولویت برحسب روش *AHP*

در روش *AHP* گزینه‌ها نیز بر اساس هر معیار باید به صورت دودویی مقایسه شوند و امتیاز هر گزینه بر حسب هر معیار مشخص گردد. در این‌جا ۲۵ معیار و ۳ شاخص با مقایسه دودویی با استفاده از نرم‌افزار *Expert choice* امتیازدهی شدند. نتایج نهایی در جدول ۴-۲ و ارائه شده‌اند.

جدول ۴-۳: میزان مساحت و درصد کلاس‌های طبقه‌بندی شده روش *AHP*

کلاس	بسیار نامساعد	نامساعد	نسبتاً نامساعد	مساعد	بسیار مساعد
مساحت (درصد)	۴۶/۴	۲۴/۶	۱۲/۳	۱۰/۳	۶/۴
مساحت (کیلومتر مربع)	۱۰۸۹/۹۶	۵۷۹/۳۷	۲۸۸/۰۵	۲۴۲/۵۹	۱۵۱/۰۳



شکل ۴-۳۲: نقشه پهنه بندی مناطق مساعد دفن پسماند با روش AHP

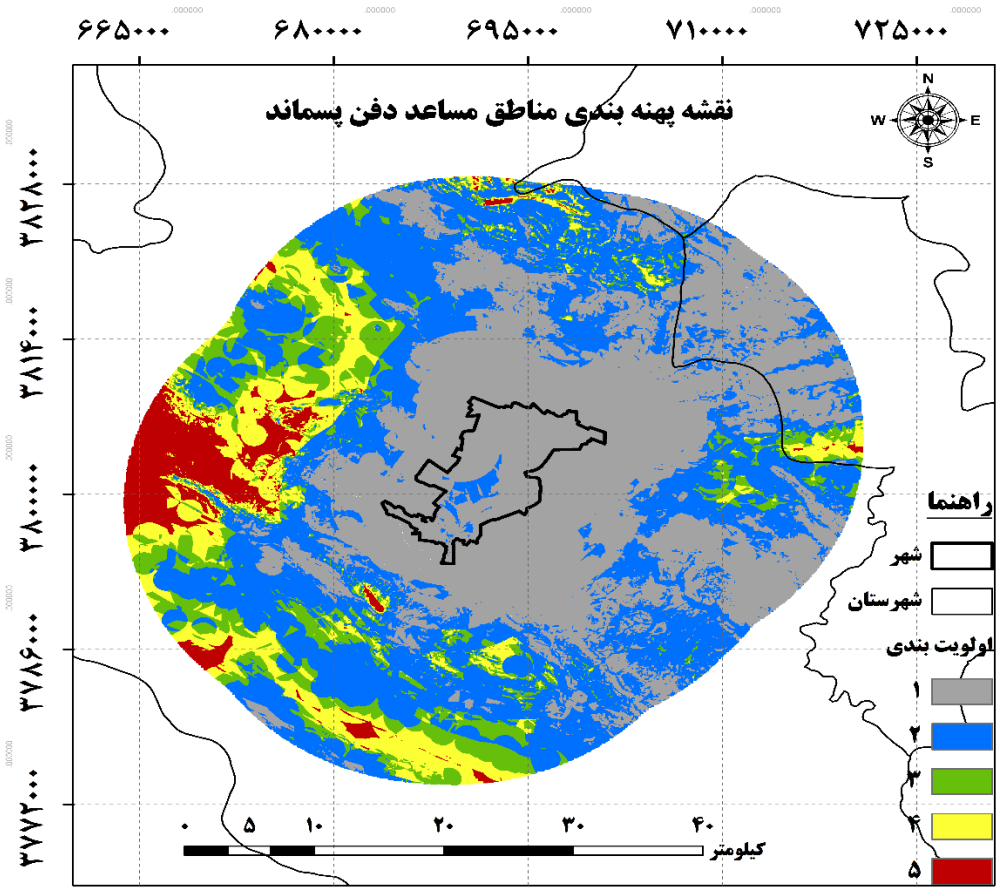
هریک از مقادیر فوق را در هر لایه ضرب کرده و آن‌ها را در نرم افزار *Arc Map* روی هم‌گذاشته و لایه نهایی به‌دست می‌آید.

۴-۵-۲ اولویت برحسب روش *ANP*

در روش *ANP* نیز مشابه روش *AHP* از مقایسه دودویی استفاده می‌شود. با استفاده از نرم‌افزار *Super Decisions* شاخص‌ها و معیارها وزن دهی شدند و در جدول ۴-۴ و ۴-۵ ارائه شده‌اند.

جدول ۴-۴: میزان مساحت و درصد کلاس‌های طبقه‌بندی شده روش *ANP*

کلاس	بسیار نامساعد	نامساعد	نسبتاً نامساعد	مساعد	بسیار مساعد
مساحت (درصد)	۴۱	۳۵/۶	۱۰	۸/۹	۴/۵
مساحت (کیلومتر مربع)	۹۶۲/۳۶	۸۳۵/۴۴	۲۳۵/۲	۲۰۸/۹۲	۱۰۵/۳۸



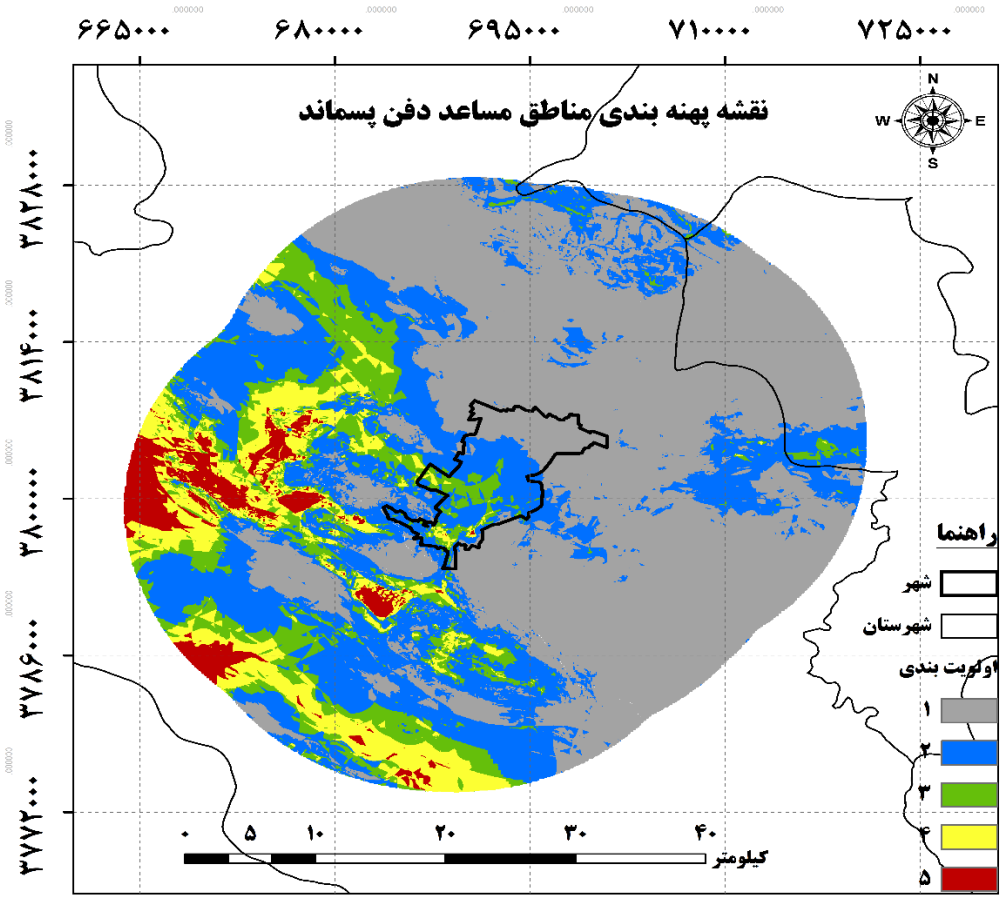
شکل ۴-۳۳: نقشه پهنه بندی مناطق مساعد دفن پسماند با روش ANP

۴-۵-۳ اولویت بر حسب روش *SAW*

مقایسه دودویی که در *AHP* استفاده شده پایه و اساس روش *SAW* نیز هست. در مدل *SAW* برای بی‌وزن کردن امتیازات، اعداد را بر ماکزیمم مقدار موجود تقسیم می‌شود. برای *SAW* از فرم اقلیدوسی استفاده شد. جدول پهنه های مساعد را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۵: میزان مساحت و درصد کلاس‌های طبقه‌بندی شده روش *SAW*

کلاس	بسیار نامساعد	نامساعد	نسبتاً نامساعد	مساعد	بسیار مساعد
مساحت (درصد)	۵۱/۹	۲۷/۲	۹/۸	۷/۶	۳/۵
مساحت (کیلومتر مربع)	۱۲۱۷/۶	۶۳۷/۷۸	۲۳۰/۸۶	۱۷۸/۷۵	۸۱/۹۱



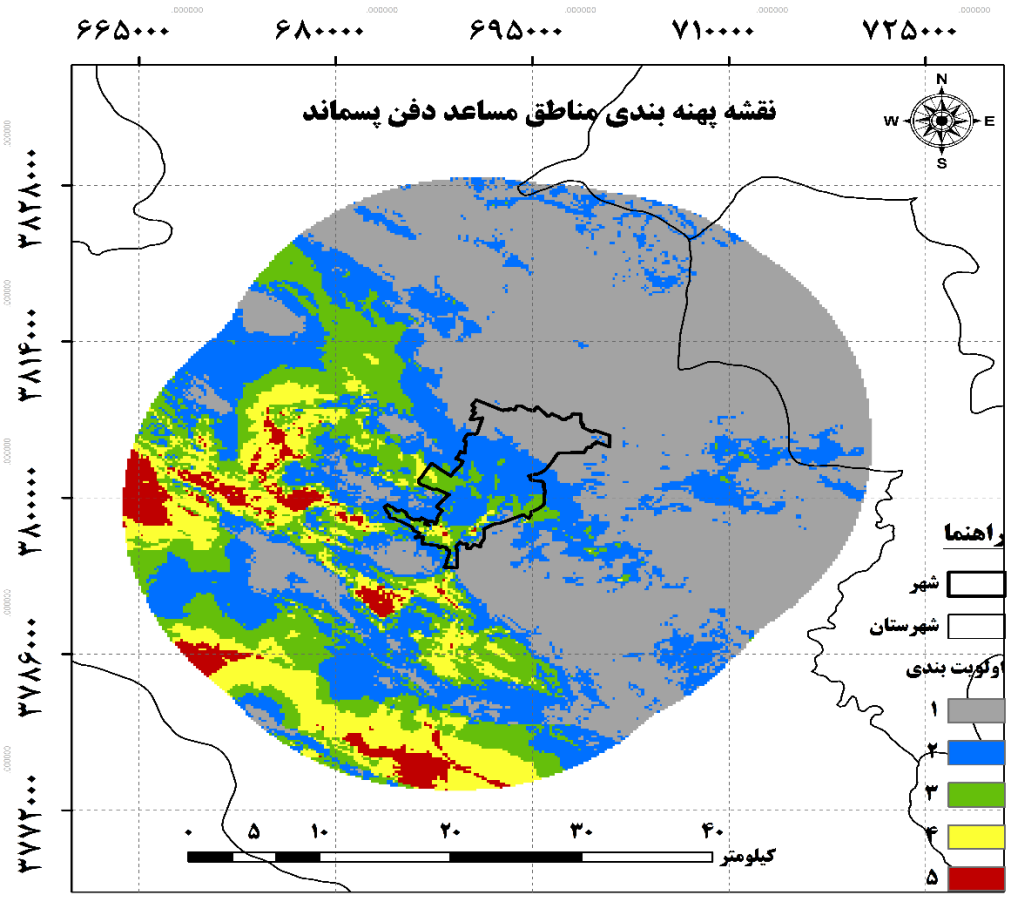
شکل ۴-۳۴: نقشه پهنه بندی مناطق مساعد دفن پسماند با روش SAW

۴-۵-۴ اولویت بر حسب روش *TOPSIS*

مقایسه دودویی که در *AHP* استفاده شده پایه و اساس روش *TOPSIS* نیز بوده و اعداد را با استفاده از روش تاپسیس بی‌وزن می‌کنیم. برای *TOPSIS* فرم اقلیدوسی استفاده شده است. بعد از انجام محاسبات روش تاپسیس که در فصل سوم به آن‌ها اشاره شد، نوبت به پهنه‌های مساعد می‌رسد که در جدول ارائه شده است.

جدول ۴-۶: میزان مساحت و درصد کلاس‌های طبقه‌بندی شده روش *TOPSIS*

کلاس	بسیار نامساعد	نامساعد	نسبتاً نامساعد	مساعد	بسیار مساعد
مساحت (درصد)	۵۷/۶	۲۰/۶	۹/۴	۹/۲	۳/۲
مساحت (کیلومتر مربع)	۱۳۵۱/۹۵	۴۸۴/۷۶	۲۱۹/۶۶	۲۱۵/۷۱	۷۴/۴۷



شکل ۴-۳۵: نقشه پهنه بندی مناطق مساعد دفن پسماند با روش *TOPSIS*

۴-۶ جمع‌بندی فصل

برای مکان‌یابی ابتدا معیارهای مؤثر مشخص شدند، سپس نقشه‌های لازم تهیه و در صورت نیاز استانداردسازی شدند. ادغام لایه‌ها و غربال اولیه برای مشخص شدن مناطق قابل قبول، قدم بعدی بود. سپس با برآورد جمعیت برای عمر مفید ۲۲ سال و محاسبه مساحت زمین مورد نیاز، محل‌های پیشنهادی مشخص شدند (شکل ۴-۳۲ تا ۴-۳۵). با مشخص شدن محل‌های پیشنهادی، پرسش نامه‌ای برای مقایسه دودویی معیارها تنظیم و تدوین شد و از نتایج به دست آمده از آن، وزن معیارهای مؤثر در مکان‌یابی مشخص شدند.

فصل۵ : نتیجه گیری

۵-۱ مقدمه

بر اساس تعریف سازمان همکاری اقتصادی و توسعه $OECD$[1] پسماند عبارت است از موادی اجتناب ناپذیر ناشی از فعالیت‌های انسانی، که در حال حاضر و در آینده نزدیک نیازی به آن نیست و پردازش و یا دفع آن ضروری است. نگهداری این مواد در فضای شهری مخل نظم و زیبایی بصری خواهد بود. به این دلیل، مردم همواره تلاش می‌کنند زباله‌های تولیدی خود را از محیط زندگی خود دور سازند. حل این موضوع برای نقاط شهری با جمعیت بالا، به دلیل حجم بالای پسماند کار آسانی نیست. از این رو نحوه برخورد با این مشکل و یافتن راه حل مناسب از دغدغه‌های مهم مدیریت شهری بوده است.

رشد توسعه شهری کرمانشاه در ۲۰ سال اخیر ناشی از دو پدیده اصلی پیوستگی روستایی به شهر و رشد طبیعی جمعیت شهری بوده است. فرآیند این جهش شدید جمعیتی افزایش نیازها و مصرف مواد طبیعی و مصنوع بوده که به شکل مواد زائد شهری زباله در کمیت و کیفیت‌های مختلفی نمایان شده است. ۶۵۰ تن زباله تولیدی روزانه و دفن در محیط بکر و طبیعی اطراف شهر باعث آلودگی شدید زیست محیطی و پایین آمدن کیفیت بهداشت و سلامت شهروندانی شده است که خواسته یا ناخواسته با این موضوع درگیر هستند. در سال‌های اخیر سایت بازیافت زباله راه اندازی شده که همواره با مشکلات متعددی همراه بوده و به دلیل پرداخت نکردن هزینه‌ها از طرف شهرداری به مشکل جدی مواجه شده است و امکان تعطیلی این واحد در صورت پرداختن نکردن هزینه‌ها براساس گفته کارشناسان وجود دارد. این واقعیت مسلمی است که نظام مدیریت مواد زائد جامد در شهر کرمانشاه در شرایط نسبتاً بحرانی و دور از وضعیت مطلوب جهانی قرار دارد اما با این حال در کشور در جایگاه خوبی نسبت به دیگر شهرهای ایران قرار دارد.

در این پژوهش سعی شد با مکان‌یابی محل دفع پسماند شهر کرمانشاه، این معضل برطرف شود. یکی از روش‌های دفع پسماند، دفن بهداشتی مواد زائد است. دفن بهداشتی پسماند روشی برای دفع نهایی مواد زائد جامد در زمین است که نه‌تنها به سلامت و بهداشت عمومی خطری وارد نمی‌کند، بلکه حین عملیات و یا پس از پوشاندن آن نیز به محیط زیست آسیبی نمی‌رساند. در انتخاب زمین مورد استفاده برای دفن، بسیاری از پارامترهای مختلف مانند گسل، فاصله از جاده‌ها، آب‌های سطحی و زیرزمینی، کاربری اراضی، زمین شناسی و ... دخیل هستند.

1-Organisation for Economic Co-operation and Development

۵-۲ نتیجه‌گیری

یکی از موضوعات مهم و اساسی جهان بخصوص در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران پسماندهای جامد شهری می‌باشد. در ایران بحث دفن پسماند همواره مورد توجه بوده و مهم‌ترین بخش آن یافتن مکان مناسب جهت دفن است. در پژوهش حاضر با در نظر گرفتن محدوده‌ای به شعاع ۲۰ کیلومتر در اطراف محدوده قانونی شهر کرمانشاه از طریق مقایسه چهار روش که عبارتند از: روش تحلیل سلسله مراتبی (*AHP*) با استفاده از نرم افزار *Expert Choice* ، روش تحلیل شبکه‌ای (*ANP*) با استفاده از نرم افزار *Super Decisions*، روش *SAW* و *TOPSIS* با استفاده از *Excel* برای تعیین ارزش و وزن معیارهای مختلف برای مکان‌یابی محل دفن پسماند جامد که نیاز آتی شهرکرمانشاه را حداقل در ۲۲ سال آینده پاسخ دهد، استفاده شد. لایه‌های مختلف اطلاعاتی با یکدیگر تلفق شدند و مناطق مساعد و نامساعد برای دفن پسماندهای جامد مشخص شدند. در مطالعات گذشته مکان‌هایی در قسمت شرقی شهر انتخاب شدند اما این مناطق به دلیل قرار داشتن روستاها، چاها و چشمه‌های مختلف و همچنین نزدیکی به شهر، مناطق مناسب کشاورزی و گلباد غالب منطقه، مناطق نامناسب تلقی می‌شود. نقشه‌های نهایی، پهنه‌های مختلف را از نظر قابلیت ایجاد مراکز دفن نشان می‌دهد. به علت نزدیکی بعضی مناطق به یکدیگر امکان ادغام وجود دارد و بدین ترتیب زمینه‌ی تأسیسات و تجهیزات وابسته جهت بازیافت و کارخانه کمپوست را نیز فراهم می‌سازد. در نهایت پس از ارزیابی‌های به عمل آمده و همپوشانی لایه‌های وزن‌دهی شده از طریق مقایسه چهار روش دو منطقه مناسب ارزیابی شد اولی منطقه‌ای در جنوب غربی شهر مشخص شده و دومی در غرب شهر که هر دو با اولویت مناطق بسیار مساعد نشان داده شده‌اند. زیرا در این مکان‌ها برای دفن پسماندهای جامد، بسیاری از پارامترهای محیطی در وضعیتی کاملاً مناسب می‌باشد و امکان سرمایه گذاری کنونی و آتی در این قسمت وجود دارد. براساس جدول ۴-۱۱ تا ۴-۱۴ مناطق بسیار مساعد در *ANP*، برابر ۴/۵ ٪، *AHP* برابر ۶/۴ ٪، *SAW* برابر ۳/۵ ٪، *TOPSIS* برابر ۳/۲ ٪، مناطق مساعد در *ANP* برابر ۸/۹ ٪، *AHP* برابر ۱۰/۳ ٪، *SAW* برابر ۷/۶ ٪، *TOPSIS* برابر ۹/۲ ٪، مناطق نسبتاً مساعد در *ANP* برابر ۱۰ ٪، *AHP* برابر ۱۲/۳ ٪،*SAW* برابر ۹/۸ ٪، *TOPSIS* برابر ۹/۴ ٪، مناطق نامساعد در *ANP* برابر ۳۵/۶ ٪، *AHP* برابر ۲۴/۶ ٪، *SAW* برابر ۲۷/۲ ٪، *TOPSIS* برابر ۲۰/۶ ٪ و در نهایت مناطق بسیار نامساعد در *ANP* برابر ۴۱ ٪، *AHP* برابر ۴۶/۴ ٪، *SAW* برابر ۵۱/۹ ٪، *TOPSIS* برابر ۵۷/۶ ٪ می‌باشد. براساس شواهد موجود مکان‌هایی به عنوان مناطق نامساعد تعیین شده‌اند که به طور عمده بر روی دشت‌های حاصلخیز و با نفوذپذیری بالا هستند و مناطق خوب به طور عمده در تپه ماهورها که ضخامت خاک بیشتر بوده و از مراکز جمعیتی، چاه‌ها و مناطق حساس دور هستند. باد منطقه نیز باید

به صورتی باشد که بوی حاصل از محل لندفیل به شهر وارد نشود که هم باعث بیماری شده و هم نارضایتی عمومی را در پی خواهد داشت. به هر حال هر روشی ضمن آن‌که دارای مزایایی می‌باشد، محدودیت‌هایی نیز دارد و برای مشخص شدن آن در تحقیقات بعدی نتایج این روش با سایر روش‌ها نیازمند مقایسه است. همچنین هرچه تعداد معیارها و شاخص‌ها کامل‌تر و دقیق‌تر انتخاب شود، نتایج بهتری به دنبال خواهد داشت که به طور حتم نیاز به تحقیقات بیشتری در این زمینه دارد.

۵-۳ پیشنهادات

به منظور بهبود و تکمیل نتایج در مطالعات و پژوهش‌های آینده پیشنهادات زیر ارائه می‌گردند:

۱. ضرورت توجه و استفاده بیشتر از قابلیت‌های تاثیرگذار نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی(*GIS*) و همچنین تلفیق آن با فرایند سلسله مراتبی (*AHP*)، تحلیل شبکه‌ای (*ANP*)، مجموع وزنی ساده (*SAW*)، اولویت بندی براساس شباهت به راه حل ایده‌آل (*TOPSIS*) و در برنامه‌ریزی مکانی، مکان‌های دفن پسماند شهری و به کارگیری آن در دیگر حوضه‌های مربوط به پسماند همانند یافتن ایستگاه‌های انتقال پسماند در شهر کرمانشاه مورد بررسی قرار گیرد.

۲. سعی شود با وجود بازدیدهای میدانی انجام شده و استفاده از روش غربال منطقه‌ای به منظور اولویت‌بندی مکان‌های انتخابی، مطالعات ارزیابی اثرات زیست محیطی (*EIA*) از لحاظ تاثیرات مثبت و منفی این مکان‌ها بر محیط‌زیست اطراف نیز در مورد این گزینه‌ها در آیند انجام گیرد.

۳. در مطالعات بعدی و تکمیلی تحقیق حاضر در قالب پروژه‌های دیگر آزمایش‌های دقیق‌تر در زمینه جنس خاک و سنگ مکان‌های انتخاب شده که یکی از مهم‌ترین فاکتورهای مکان‌های دفن پسماند می‌باشند، انجام گیرد تا از قابل نفوذ نبودن محل‌های انتخابی به ویژه مناطق دارای اولویت های بالاتر نسبت به شیرابه های تولیدی پسماندها اطمینان حاصل گردد. در مطالعات بعدی سعی شود که پارامترهای محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی در این پژوهش را برای شهر کرمانشاه و دیگر شهرها نیز در نظر گرفته شود.

۴. با توجه به اولویت بندی معیارهای به کار رفته در مطالعه حاضر، سعی شود در مطالعات بعدی معیارهای بیشتری به کار گرفته و اولویت بندی شوند و تلاش شود که به صورت ضوابطی در سایر مطالعات دیگر در زمینه مکان‌یابی و در مناطق مشابه استان کرمانشاه در قالب یک مدل هوشمند تنظیم شده و لازم است متخصصین امر ضمن توجه به این مساله برای هر منطقه نسبت به بومی سازی آن ها اقدام کنند.

۵. استفاده از سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای مکان‌یابی محل دفن پسماند با بهره-گیری از همین معیارها ب در این زمینه همراه با پژوهش‌های میدانی دقیق و مقایسه نتایج با نتایج تحقیق حاضر در قالب طرح‌های پژوهشی و ارائه آن‌ها به دانشگاه ها و مراکز علمی.

۶. در مطالعات بعدی سعی شود که از مدل تلفیق سیستم اطلاعات جغرافیایی (*GIS*) با فرایند سلسله مراتبی (*AHP*)، فرایند تحلیل شبکه‌ای (*ANP*)، مجموع وزنی ساده (*SAW*) و اولویت بندی براساس شباهت به راه حل ایده‌آل (*TOPSIS*) که در این مطالعه اجرا شده است، برای سایر شهرها و نقاط دیگر در ایران که از نظر ساختار زمین شناسی و شرایط اقلیمی مشابه استان کرمانشاه می باشند، قابل پیاده سازی می باشد.

۵-۴ مشکلات اجرایی پژوهش

برخی محدودیت و مشکلات پژوهش حاضر را می‌توان به شرح زیر نام برد

۱. مشکلات مربوط به توزیع و تکمیل پرسشنامه‌ها
۲. نا آشنایی برخی خبرگان و مخاطبان پرسشنامه‌ها با فنون مورد استفاده در این پژوهش
۳. عدم ارائه کمک از طرف برخی ادارات و ارگان‌های مربوط در زمینه تهیه اطلاعات و داده‌ها
۴. یکسان نبودن فرمت‌ها و مقیاس‌های داده‌های دریافتی از ادارات و ارگان‌های مربوطه

مراجع

ابراهیمی، م، سید صفویان، ت، خانزاده، ن، آقایاری سامیان، ر، مصدق، ن، (۱۳۹۲)، "مکان یابی محل دفن پسماند شهر اردبیل"، سومین کنفرانس بین المللی برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشگاه تهران.

اسکندری، ر، (۱۳۹۰)، "مکان‌یابی و ارزیابی اثرات زیست محیطی محل دفن پسماندهای خطرناک مرجع در ایران مرکزی"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود.

آخوندی قهرودی، م، اشرفی فینی، ز.، شاهوردی، ا، (۱۳۹۱)، "ارزیابی اثرات زیست محیطی مرکز دفن زباله کهریزک در شهرها و روستاهای پیرامون با استفاده از مدل فرآیند تحلیل شبکه ای (*ANP*)"، فصل نامه جغرافیایی چشم انداز زاگرس، دوره ۴، شماره ۱۱.

اسلامی، م، (۱۳۷۲)، "مدیریت مواد زائد جامد شهری" انتشارات وزارت کشور، تهران.

اصغرپور، م، (۱۳۸۹)، " تصمیم گیری‌های چند معیاره"، انتشارات دانشگاه تهران.

اکبری، د، (۱۳۸۹)، "تعیین محل های مناسب جهت تخلیه زباله با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی"، اولین کنفرانس ملی ژئوماتیک نوین در خدمت جامعه، تهران. صص ۱-۱۱.

امینی, م, (۱۳۸۵)، "مکانیابی محل دفن مواد زاید شهری با استفاده از تکنولوژی سنجش از دور در محیط *GIS* (ساری)"، دانشگاه تبریز.

بدو، ک، (۱۳۸۶) ، " بررسی طرح یک مدفن زباله مهندسی بهداشتی"، سومین همایش ملی مدیریت پسماند.

بنی اسدی، ر، احمدی زاده، س، اعتباری، ب، قمی معتضه، ع، (۱۳۹۶)، " مکان‌یابی دفن پسماندهای زاید شهری با تأکید بر معیارهای زیست محیطی و اقتصادی در مناطق شمالی ایران (مطالعه موردی: شهرستان آستارا) "، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نوزدهم، شماره ۵، صص ۴۰۷-۴۱۵.

پوراحمد، ا، کیومرث ح ، زهرایی س، نظری عدلی ،س، (۱۳۸۶)،" استفاده از الگوریتم‌های فازی و *GIS* برای مکان‌یابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی: محل دفن زباله شهر بابلسر)"، محیط شناسی سال سی و سوم، شماره ۴۲، صص ۳۱-۴۲.

پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور، http://www.negdir.ir.

http://www.openstreetmap.org.

حیدرزاده، ن، (۱۳۸۲)، " معیارهای مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری، انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور، تهران.

حیدرزاده، ن، (۱۳۷۸)، "مکان یابی محل دفن مواد رائد جامد شهری با استفاده از *GIS*"، سمینار کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

حیدرزاده, ن، (۱۳۸۰)، "مکان یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی برای شهر تهران"، دانشکده فنی، دانشگاه تربیت مدرس.

حبیبی, آ, ایزدیار, ص, سرافرازی, ا, (۱۳۹۳)، "تصمیم گیری چند معیاره فازی"، انتشارات کتیبه گیل.

چوبانگلوس, ج، تیسن، ه, (۱۳۷۱)، "مدیریت مواد زائد جامد"، محمدعلی عبدلی، سازمان بازیافت و تبدیل مواد.

چوبانگلوس، ج. تیسن، ویجیل، س، (۱۳۸۸)، "مدیریت جامع پسماند"، مترجمان: نعمت الله جعفرزاده حقیقی فرد، کامیار یغماییان، محمد حسینی، حمیده بهرامی، جلد دوم، انتشارات خانیران.

خراسانی ، ن، نژاد کورکی، ف، (۱۳۷۹)، "استفاده از *GIS* برای تعیین محل مناسب دفن زباله در مناطق خشک"، مجله بیابان، جلد ۵، شماره۱.

داس, براجا, (۱۳۸۴)،"اصول مهندسی ژئوتکنیک"، جلد دوم، انتشارات پارس آیین.

رامشت، م، حاتمی فرد، ر، موسوی، س، (۱۳۹۲)، "مکان یابی محل دفن پسماند جامد شهری با استفاده از مدل *AHP* و تکنیک *GIS* (مطالعه موردی: شهرستان کوهدشت)"، نشریه جغرافیا و برنامه ریزی شهر، سال ۱۷، شماره ۴۴،ص ۱۱۹-۱۳۸.

سرخی، و، (۱۳۸۴)، " دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری با استفاده از *GIS* (مطالعه موردی: آبدانان)"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران.

سیاح زاده، ا، (۱۳۸۸)، " آنالیز کمی و کیفی زباله شهری ملایر از پاییز ۸۵ تا تابستان۸۶"، سلامت و محیط ایران تابستان ۱۳۸۸، ۲۱۲ (۴)، صص ۱۰۳-۹۴.

سعیدنیا, ا, (۱۳۸۳)، " مواد زائد جامد شهری"، کتاب سبز شهرداری. جلد هفتم، سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های وزارت کشور.

سرتاج، م.، صدوق، م.ب .و جلالوندی، ح، (۱۳۸۶)، "کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی (*GIS*) در مکان یابی محل های دفن پسماند ویژه"، سومین همایش ملی مدیریت پسماند، ص ۲۷۱-۲۸۱.

سازمان مسکن و شهرسازی، (۱۳۸۷)، "طرح جامع شهر کرمانشاه"، پژوهشکده اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس.

سلطانی، م. ع، (۱۳۷۰)، "جغرافیای تاریخی و تاریخ مفصل کرمانشاه"، کرمانشاه، انتشارات سها.

سازمان حفاظت از محیط زیست ایران، (۱۳۹۵)، ضوابط محیط زیستی محل‌های دفن پسماندهای عادی.

شایان، س، (۱۳۷۹)، "کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه ریزی منطقه‌ای"، دانشگاه تهران.

شمسایی فرد، خ، (۱۳۸۱)، " دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری با استفاده از *GIS*"، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران.

شکرایی، ع، (۱۳۸۱)، "مطالعات زیست محیطی جهت انتخاب محل دفن مناسب برای دفن زباله‌های شهر ساری"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ص۱۲۷.

شمسایی فرد، خ، (۱۳۸۲)، "مکان یابی محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری با استفاده از *GIS* (مطالعه موردی: شهر بروجرد)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم، تهران.

شاه علی، ح، (۱۳۸۵)، "مکان یابی محل دفن زباله های شهر زنجان"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

شهابی، ه، (۱۳۸۸)، " نقش عوامل ژئومورفیک در مکان‌یابی محل دفن مواد زائد شهری سقز با استفاده از مدل‌های *GIS* و سنجش از دور"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.

شاکری، ف، (۱۳۹۲)، " مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری در شهر گرمسار"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، ص ۱۴۱.

شهبازی، آ، (۱۳۹۵)، " تعیین محل مناسب برای دفن پسماندهای شهری شاهین دژ با استفاده از *GIS* با تأکید بر عوامل زمین شناسی زیست محیطی"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.

شایان، م، قنبری، س، دهبان نژادیان، ا، (۱۳۹۶)، " مکان‌یابی دفن بهداشتی زباله‌های جامد شهری اهواز با استفاده از نرم افزار و مدل *Visual PROMETHEE* و نرم افزار *Arc GIS* "، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال چهاردهم، شماره ۵۳، ص ۱۰۹-۱۲۳.

شعاعی أحمد آباد, ج, (۱۳۸۵)، "نقش عوامل ژئومورفیک در مکانیابی بهینه دفن پسماند های جامد شهر تکاب"، دانشگاه تربیت مدرس.

صالحی، خ، (۱۳۹۳)، "مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهر هیدج (استان زنجان) توسط مدل *AHP* و نرم افزا *ArcGIS*"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه زنجان.

عمرانی، ق. (۱۳۸۵)، "مدیریت زباله های شهری"، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران.

عطایی، م، (۱۳۸۹)، "تصمیم گیری چند معیاره"، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود، ص۳۳۳.

عمرانی, ق, (۱۳۶۳)، "بررسی در زمینه تهیه کود کمپوست از زباله‌های شهری و فضولات کشتارگاه همدان"،محیط شناسی، شماره ۱۲ (۱).

عباس نژاد, آ, (۱۳۹۲)، "مدیریت مواد زائد جامد شهری", همایش ملی پژوهش‌های محیط زیست، همدان.

عطار نصرتی، م. ا.، (۱۳۹۲)، " کاربرد روش‌های منطق فازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای مکان‌یابی نواحی مناسب دفن بهداشتی پسماند (مطالعه موردی: هشتگرد)" پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه خوارزمی، دانشکده فنی و مهندسی.

عرب عامری، ع، شیرانی، ک، کرمی، ج ، کلوراژان، ع، (۱۳۹۵)، "کاربرد شبکه های عصبی پرسپترون چند لایه (*MLP*) در مکان یابی دفن پسماند جامد شهری با تاکید بر خصوصیات هیدروژئومورفیک (مطالعه موردی: شهرستان فریدون شهر)"، محیط شناسی، دوره ۴۲، شماره ۲، صص ۳۲۹-۳۴۱.

عرب عامری، ع، ر، رامشت، م ح، (۱۳۹۵)، "مکان‌یابی دفن پسماند با تأکید بر پارامترهای هیدروژئومورفولوژیکی - زیست محیطی"، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، دوره ۱۶، شماره ۴۳.

عبدلی، م. ع، مجلسی، م، (۱۳۷۹)، " مدیریت دفع و بازیافت مواد زائد جامد، اصول مهندسی و مباحث مدیریتی"، شهرداری تهران، سازمان بازیافت و تبدیل مواد.

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

عبدلی, م, (۱۳۸۰)، "طرح جامع بازیافت و دفع مواد زاید جامد شهری"، تدوین شیوه‌های مناسب دفن بهداشتی و تهیه کمپوست، جلد سوم، انتشارات سازمان شهرداری های کشور.

علایی طالقانی، م، (۱۳۸۰)، "ژئومورفولوژی ایران"، تهران، انتشارات قومس.

غضبان، ف، (۱۳۸۱)، "زمین شناسی زیست محیطی"، انتشارات دانشگاه تهران،

فرهودی، ر، (۱۳۸۶)، "مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از منطق فازی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی شهر سنندج)"، هنرهای زیبا، شماره ۲۳، ص ۱۵-۲۴.

فتایی، ا، (۱۳۸۵)، " مقدمه‌ای بر مدیریت مواد زاید جامد"، انتشارات مهد تهران.

فرجی سبکبار، ج، دسلمانی، م، فریدونی، ف، کریم زاده، ج، رحیمی، ح، (۱۳۸۹)، "مکان یابی محل دفن بهداشتی زباله روستایی: با استفاده از مدل تحلیل فرآیند شبکه ای (*APN*)"، مطالعه موردی نواحی روستایی شهرستان قوچان، فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۱۴، شماره ۱.

فیروزبخت, ع, پرهیزگار, ا, ربیعی فر, و, (۱۳۹۱)، "راهبردهای ساختار زیست محیطی شهر با رویکرد توسعدی پایدار شهری (مطالعه موردی: شهر کرج)"، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۴۴ (۸۰)، صص ۲۳۹-۲۱۳.

فتحی، ت، (۱۳۸۶)، "عیارهای مکان یابی زیست محیطی محلهای دفن پسماندهای خطرناک"، فصلنامه آموزشی - پژوهشی مدیریت پسماندها، شماره ۸، صص ۲۳۶-۲۴۳.

قدسی پور، س. ح، (۱۳۸۸)، "فرایند تحلیل سلسله مراتبی *AHP*"، چاپ یازدهم، انتشارات دانشگاه صنعتی، تهران.

قرخلو, م، عبدی ینگی کند, ن, و زنگنه شهرکی, س, (۱۳۸۸)، "تحلیل سطح پایداری شهری درسکونت گاه های غیررسمی (مورد: شهر سنندج)"، پژوهش های جغرافیای انسانی, ۶۹(۴۱)، صص ۱۶۱.

قانون مدیریت پسماند. مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۸۳.

کاظم پور، ش، (۱۳۸۳)، "مبانی جمعیت شناسی"، چاپ دوم، مرکز مطالعات و پژوهش‌های جمعیتی آسیا و اقیانوسیه، تهران.

کریمی، ع، مهردادی، ن، هاشمیان، س، نبی بیدهندی، غ، توکلی مقدم، ر، (۱۳۸۸). " انتخاب فرایند بهینه تصفیه فاضلاب با استفاده از روش *AHP*"، فصلنامه آب و فاضلاب، شماره۴.

کیانفرد ف، (۱۳۹۲)، "مکان یابی محل دفن زباله در شهر رامهرمز استان خوزستان"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، ص ۱۳۶.

لطفی، ح، احمدی، ع، حسن زاده فرجود، د، (۱۳۸۸)، "شاخص ها و مولفه های ضروری در برنامه ریزی و سیاست گذاری مسکن روستایی در ایران"، فصلنامه جغرافیایی آمایش ، شماره ۷، صص ۱۲۸.

متکان، ع، ا.، شکیبا، ع، پورعلی، س، ح.، نظم فر، ح، (۱۳۸۷)، "مکان‌یابی مناطق مناسب جهت دفن پسماند با استفاده از *GIS* (ناحیه مورد مطالعه: شهر تبریز)"، نشریه علوم محیطی، دوره ۶، شماره ۲، ص ۱۲۱-۱۳۱.

مکانیکی، ج، صادقی، ح، (۱۳۹۱)، "مکان‌یابی مراکز بهداشتی - درمانی (بیمارستان‌ها) شهر بیرجند، از طریق فرآیند تجلیل شبکه ای (*APN*) و مقایسه زوجی در محیط *GIS*"، فصلنامه آمایش محیط، شماره ۱۹، صص ۱۴۲-۱۲۱.

مجموعه مقالات سومین همایش ملی مدیریت پسماند ۱۳۸۵.

مومنی، م، شریفی، ع، (۱۳۹۴)، "مدل و نرم افزارهای تصمیم‌گیری چند شاخصه"، چاپ سوم، سیمای دانش، وزیری (شومیز).

منفرد, ن, احمدی پور, ز, (۱۳۹۵)، "مدیریت پسماند و توسعه پایدار شهری دومین کنفرانس علوم، مهندسی و فناوری های محیط زیست"، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.

موسوی، ص، میرستار، ا، ش، موسی خانی، ک، آباد رو، س، (۱۳۹۲)، "مکان یابی بهینه دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی *AHP* نمونه موردی شهرستان زنجان"، فصل نامه آمایش محیط، سال ششم، شماره ۳۱، صص ۹۸ -۷۵.

معتمدی، م، ثابت کوشتی تیان، م، قلی نژاد میر عباسی، آ، حاتمی نژاد، ج، (۱۳۹۳)، "بررسی جغرافیایی پیرامون مکان یابی محل دفن پسماندهای شهری مطالعه موردی: شهر فاروج"، فصل نامه اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، سال ۲۳، شماره ۹۰.

مهرگان, م, (۱۳۸۳)، "پژوهش عملیاتی پیشرفته"، انتشارات کتاب دانشگاهی.

مرکز آمار ایران، http://www.amar.org.ir

نورپور, ع, آفراسیابی, ه, داودی , س. د, (۱۳۹۲)، "بررسی فرآیند مدیریت پسماند در جهان و ایران معاونت مطالعات و برنامه ریزی امور زیرساخت و طرح جامع"، مدیریت فناوری اطلاعات و مرکز اسناد: مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران.

نامداری، ا، ترکیان، ف، (۱۳۸۹)، "شناسایی، طبقه بندی و مدیریت پسماندها و مواد شیمیایی مصرفی در شرکت پتروشیمی پردیس-عسلویه بر اساس RCRA و کنوانسیون بازل"، علم تکنولوژی، سال دوازدهم، شماره ۴، ص ۱۱۹-۱۲۹.

نیک نامی، م، حافظی مقدس، ن، (۱۳۸۹)، "مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری در شهر گلپایگان با استفاده از *GIS* "، فصلنامه زمین شناسی کاربردی، سال ششم، شماره ۱، ص ۵۷-۶۶.

نظر پوردزکی, امیر, (۱۳۹۴)، "مکان‌یابی محل دفن پسماند جامد شهری با استفاده از مدل منطق فازی در محیط *ArcGIS* نمونه موردی: شهر آبژدان", همایش ملی مدیریت محیط زیست و توسعه پایدار،گروه پژوهشی کیمیا.

وارال، و. ای، وسیلیند، پی.آ، (۱۳۹۵)، " مهندسی پسماندهای جامد (ویرایش دوم)"، مترجمان: جلال شایگان، حامد بذرافشان، سمانه علوی، طاهره نجیب، حامد منقبتی، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف

هادی لو، ح، (۱۳۸۵)، "مکان یابی دفن بهداشتی مواد زاید جامد شهر زنجان با استفاده از *GIS*" ، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.

زیاری، ک. ا، (۱۳۸۰)، "توسعه پایدار و مسئولیت برنامه ریزان شهری در قرن بیست و یکم، مجله دانشگاه ادبیات و علوم انسانی، شماره ۱۶۰(۰).

Adeola Idowu, I., Atherton, W., Hashim TM, Kh., Kot TM, P., Alkhaddar, R., Ibitayo Alo, B., Shawa, A., (2019), "An Analyses of the status of landfill classification systems in developing countries: Sub Saharan Africa landfill experiences", Waste Management, Vol 87, PP 761-771.

Arkoe., (2014), "Municipial solid waste landfill site selection using geographical information systems (case study from corlu, Turkey"., Saudi society for geosciences, Vol.7, PP 4975-4985.

Aydi, A., Zari, M., Ben Dhia, H., (2013), "Minimization of Environmental risk of landfill site using fuzzy logic analytical hierarchy process and weighted linear combination methodology in geographic information on system environment", Environment Earth Science, Vol.68, PP 1375-1389.

Anwar, S. M, (2004), "Solid Waste Management and GIS a case from Kalabagan area of Dhaka city", Bangladesh (the MPhil Thesis of mine)" a personal website John Bennet (2005) Solid Waste Collections Department," City of Rome Annual Report.

Ahmet Beskese, H., Handan Demir H., Kurtulus, O., (2014), "Landfill site selection using fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS: a case study for Istanbul", Environ Earth Sci, Vol 73, PP 3513–3521.

Alavi, N., Goudarzi, G., Babaei, A. A., Jaafarzadeh, N., & Hosseinzadeh, M. (2013), "Municipal solid waste landfill site selection with geographic information systems and analytical hierarchy process: a case study in Mahshahr County, Iran", Waste Management & Research, Vol 31(1), PP 98-105.

Ayomoh, M.K, Oke, S.A. (2008), "An approach to tackling the environmental and health impacts of municipal solid waste disposal in developing countrie", J. Environ. Manage, Vol 88 (1), PP 108-144.

Bloor, M.C., Banks, C.J., Krivtsov, V. (2006), "Population dynamics in Asellus aquaticus as modified by chronic leachate stress", Engineering Geology, Vol 85, 1-2, PP 913.

BCRC. (2005), "Guideline for hazardous waste landfill site selection and environmental impact assessment in hyper arid area", Regional center for training and technology, For Arab states in Egypt.

Bagchi, A, Design, (1994), "Construction and Monitoring of Landfills. 2nd ed", John Wiley & Sons, Inc, New York, 14.

Barles, S., (2005), "A Metabolic approach to the city: Nineteenth and Twentieth century Paris.Resources of the city: Cotribution to an Environmental History of Modern Europe", UK, Aldershot.

Bagheri, K., Samani, N., Rezaee, M., Toomanian, A., (2017), " Optimization of disposal of the waste using Non-dominated Sorting Genetic Algorithm: A Case Study in Tehran", Intemational Confrerence on environmental planning & management.

Choudhury, S., Sujit Das, Er., (2012), "GIS and Remote sensing for landfill site selection (case study on Dharmanager Nagar Panchayet)", IosR Journal of Environmental Science, Toxicology and food Technology., Vol 2, PP 36-43.

Cimren, E., Catay, B., Budak, E., (2007), "Development of a machine tool selection system using AHP", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol 35 (3), PP 363-376.

Duan, H., Huang, Q., Wang, Q., Zhou, B., & Li, J., (2008), "Hazardous waste generation and management in China: A review", J Hazard Mater, Vol 158, (2-3), PP 221-227.

An, D., Wang, Y., Li, J., Xi, B., Tang, J., Wang, Y., Yang, Y., (2018), "Site selection for municipal solid waste landfill considering environmental health risks", Resources, Conservation & Recycling, Vol 138, PP 40-46.

Ertis, I. F., Coban, A., Cavdaroglu, N. A., (2018), "Municipal solid waste management via multi-criteria decision making methods: A case study in Istanbul, Turkey", Journal of Cleaner Production, Vol 180, PP 159-167.

Eskandari, M., Homaee, M., Mahmoodi, S., Pazira, E., Van Genuchten, M. Th., (2015),

"Optimizing landfill site selection by using land classification maps", Environment science pollut Research, Vol 22, PP 7754-7765.

Elimelech, E., Ayalon, O., & Flicstein, B., (2011), "The case of Haifa Metropolis- and weight-based indicators Hazardous waste management", J Hazard Mater, Vol 185(3-2), PP 626-633.

EPA, I. (2006). Landfill Manuals: Manual on Site Selection. Draft for Consultation.

Gochfeld, M., (2010), "Appendix G - Hazardous Waste Management of Doe Sites", In F. M., William & G., Michael (Eds.), "Protecting Personnel at Hazardous Waste Sites (Third Edition)", Woburn: Butterworth-Heinemann, PP 605-624.

Ghanbari, E., E. Amin Sharee, M. Monavari & N. Zaredar, (2012), "A New Method for Environmental Site Assessment of Urban Solid Waste Landhus", Environ Moni Assess, No 184, PP 1221-1230.

Gbanie, S., Tengble, P., Momoh, J., Medo, J., (2013), "modelling landfill location using geographic information", PP 3-12. Hardoy, J. E., Mitlin, D., Satterthwaite, D., (1992). "Environmental problems in Third World cities".

Gemitizi, A., Tsihrintzis, V., christou, A., Petalas, O. (2007), "Use of GIS in sitting stabilization pond facilities for domestic wastewater treatment", J of Environmental Management, Vol 82(2), PP 155-166.

Hanne, T., (2000), "Intelligent Strategies for Meta Multiple Criteria Decision Making", Springer, PP 236.

Kevin, k., and Joe, P., (1996), "A Planners Guide to sustainable Development. American Planning Association (APA)".

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

Kolat, C., Doyuran, V., Ayday, C., & Süzen, M. L., (2006), "Preparation of a geotechnical microzonation model using geographical information systems based on multicriteria decision analysis", Engineering geology, Vol 87(3), PP 241-255.

Kumar, A., Vaezi, M., Haque Khan, M., (2017), "Optimal siting of solid waste-to-value-added facilities through a GIS-based assessment", Science of the Total Environment, Vol 610-611, PP 1065-1075.

Linkov, I., Satterstorm, F.k., Steevens, J., Ferguson, E., and Pleus, R.C., (2007), "Multicriteria decision analysis and environmental risk assessment for nanomaterials", J. of Nanoparticle Research, Vol 9, PP 543-554.

Libd, (1980), "Invariance and unattainability of spectral values of linear autonomous systems", International Journal of Systems Science, Vol 22, PP 97-105.

Lin, H. Y., Kao, J. J., (1999), "Enhanced Spatial Model for Landfill Siting Analysis", Journal of Environmental Engineering, Vol 125(9), PP 845-851.

Lee, A.H.I, Chen, W.C. & Chang, C.J. (2008), "A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan", Expert Systems with Applications, Vol 34, PP 96-107.

Medo, J., Momoh, J., Tengble, P., Gbanie, S., (2013), "modelling landfill location using geographic information.

McBean. E.A., Rovers. F.A., Farquhar G.J., (1995), "Solid Waste landfill Engineering & Design", Prentice Hall PTR, 551.

Malczewski, J., 1999, "GIS and multi criteria decision analysis", John Wiley and Sons, Vol 180.

Martin E.J, Johnson J.H. (1987), "Hazardous wastes management engineering", Van Nostrand reinhold Pub, New York.

Nema, K.M, Gupta, S.K. (1999), "Optimization of regional hazardous waste Managementsystems: an improved formulation". Waste Management, Vol 19, PP 441-451.

Nishanth, T., Prakash, M.N., Vijith, H., (2010), "Suitable site determination for urban solid waste disposal using GIS and Remote sensing techniques in Kottayam Municipality, India," International Journal of Geomatics and Geosciences, Vol 1(2), PP 197.

Al-Jarrah, O, Abu-Qdais, H. (2006), "Municipal solid waste landfill siting using intelligent system Waste Management", Vol 26, PP 299-306.

Siddiqui, M., Everett, J. W., & Vieux, B. E., (1996), "Landfil Siting Using Geographic Information Systems: A Demonstration", Journal of Environmental Engineering, Vol 122(6), PP 515-523.

Subasi, A., Ercelebi, E., (2005), "Classification of EEG signals using neural network and logistic regression", Computer Methods and Programs in Biomedicine, Vol 78 (2), PP 78-99.

Saaty, T.L., (1980), "The analytic hierarchy process: Planning, priority setting", resource allocation, McGraw-Hill, New York. Saaty, T. L., (1994), "The analytical hierarchy process", Journal of Environmental Pollution, Vol 152 PP 387393.

Saaty, T., Millet, I., (2000), "On the relativity of relative measures accommodating both rank preservation and rank reversals in the AHP European", Journal of Operational Research, Vol 121, PP 205-212.

Sener, B., (2004), "Landfill Site Selection by Using Geography Information System, Middle East Technical University: Ankara. Sener, B., M. L.

Suzen and Doyuran, V., (2006), "Landfill site selection by using geographic information systems", Environmental Geology, Vol 49, PP 376-388.

Sener, S., Sener, E., Nas, B., Karagüzel, R., (2010), "Combining AHP with GIS for landfill site selection: A case study in the Lake Beysehir catchment area (Konya, Turkey)", Vol 30, PP 2037-46.

Strong, A., Hemphill, L., (2008), "Sustainable Development Policy Directory"Wiley.

Sumathi, V.R., Natesan, U., Sarkar, C., (2008), "GIS-based approach for optimized siting of municipal solid waste landfill", Waste management, Vol 28 (11), PP 21462160.

Tasti, A.A., Zouboulis, A.I., (2002), "A field investigation of the quantity and quality of leachate from a municipal solid waste landfill in a mediteranean climate (Thessaloniki, Greece)", Advances in Environmental Research, Vol 6, PP 207-219.

Tchobanoglous. G., (1993), "Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues", McGraw Hill, New York, PP 978.

Tuzkaya, G., (2008), "an Analytic Network Process approach for locating undesirable facilities: An example from Istanbul", Turkey, Journal of Environmental Management, PP 970-983.

Vahidnia, M.A., Alesheikh, A. A., Alimohammadi, A., (2009), "Hospital Site Selection Using Fuzzy AHP and Its Derivatives", Journal of Environmental Management, Vol 90, No 10, PP 30483056.

Vaidya, O. S, Kumar, S. (2006). "Analytic hierarchy process: An overview of applications", European Journal of Operational Research, Vol 169(1), PP 1-29.

Vastava, Sh, (2003), "Selection of potential waste disposal sites around Ranchi urban complex using remote sensing and GIS techniques", urban planning map Asia conference.

Vastava, Sh, & nathawat, (2003), "selection of potential waste disposal sites around Ranchi urban complex using remote sensing and GIS techniques", urban planning, map Asia conference.

Uyan., (2014), "MSW landfill site selection by combining AHP with GIS for Konya,

Turkey"., Enviromental Earth Science ., Vol. 71,PP 947-960.

US EPA, (1993), "Solid Waste Disposal Facility Criteria, Technical Manual", Report No. EPA530-R-93-017, US Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH.

US EPA, (1995), "Manual, Groundwater and lechate treatment systems", Report No. EPA/625/R-94/005.

Yildirim, V., (2012), "Application of raster-based GIS techniques in the siting of landfills in Trabzon Province, Turkey: a case study", Waste Management & Research, Vol 30, Not 9, PP 949-960.

Zamorano, M., Grindlay, A., Molero, E., & Rodriguez, M.I., (2011), "Diagnosis and proposals for waste management in industrial areas in the service sector case study in the metropolitan area of Granada (Spain)", Journal of Cleaner Production, Vol 19 (17-18). PP 1946-55.

Zamorano, M., Molero, E., Hurtado, A., Grindly, A., Ramose, A., (2009), "Evalution of a municipal landfill site in southern spain with GIS – aided methodology", Journal of Hazardous materrials., Vol.160, PP 473-48.

William G Hendrix and David J.A Bukley, (1992), "Use of GIS for selection of sites for land application of sewage waste", J of soil and Water Conservation. Vol 3 (1), 44-51.

پیوست‌ها و ضمائم

نمونه پرسشنامه

به نام خدا

کارشناس و استاد گرامی:

ضمن عرض سلام و احترام

پرسشنامه حاضر، از مجموعه پرسشنامه‌هایی است که برای پروژه با عنوان مکان یابی دفن پسماندهای شهری با استفاده از مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) (مطالعه موردی شهر کرمانشاه) طراحی شده است. هدف از این پروژه این است که با استفاده از معیارها و شاخص‌های استاندارد مکان‌یابی پسماندها البته شاخص‌های استاندارد متناسب با منطقه مورد مطالعه و با روش ANP مکان‌های مناسب و بهینه برای دفن پسماندهای شهر کرمانشاه شناسایی شود.

شاخص‌ها ومعیارهای متناسب با مکان‌یابی دفن پسماندهای شهر کرمانشاه، با شناخت از منطقه، شاخص‌های مورد استفاده در پیشینه تحقیق و با نظر کارشناسان تعیین گردید. اما آنچه در تحلیل شبکه‌ای (ANP) اهمیت زیادی دارد، شناسایی روابط و وابستگی‌ها و همبستگی‌ها و ارتباطات بین معیارهای تعیین شده است، چرا که در ادامه، تحلیل و نتیجه‌گیری در مدل، بر اساس این ارتباطات و وابستگی‌ها می‌باشد. بدیهی است که ممکن است معیارهایی اصلاً با هم در ارتباط نباشد و معیارهایی هم به شدت به هم دیگر مرتبط و وابسته باشند و بر روی هم اثر بگذارند. ما می‌خواهیم میزان ارتباطات بین معیارها را شناسایی و در تحلیل‌ها، آن را مد نظر قرار بدهیم.

پرسشنامه‌ای که پیش روی شماست، جهت تعیین میزان روابط و ارتباطات، وابستگی‌ها و همبستگی-هایی بین شاخص‌ها و معیارهای تعیین شده، طرح گردیده است. ۲۵ معیار اصلی در یک ماتریس ستون و ردیف قرار داده شده است. شناسایی ارتباطات به صورت زوجی ودر ماتریس صورت می‌گیرد. نمره‌دهی به میزان روابط، از ۱تا ۹ می‌باشد. عدد ۹ به معنای بیشترین ارتباط و وابستگی بین دو معیار می‌باشد وعدد ۱ به معنای کمترین ارتباط با اساساً بدون ارتباط است کارشناس گرامی توجه داشته باشید که مقایسه و نمره‌دهی میزان رابطه برای معیارها، به صورت جدا و دو معیار به صورت جداگانه مقایسه شده و در خانه مربوطه از ۰ تا ۹ نمره بدهید.

از شما کارشناس و استاد گرامی خواهشمندیم که با دقت و کمی صبر و حوصله، معیارها را به صورت تک به تک بر اساس میزان روابط و وابستگی‌هایی که با هم دیگر دارند، بررسی و براساس میزان روابط

بین هر یک از آنها از صفر تا ۹ ارزش گذاری کنید تا بتوانیم یک نتیجه واقعی و مشخص جهت کاربرد در پروژه و کارهای مربوطه دست پیدا کنیم.

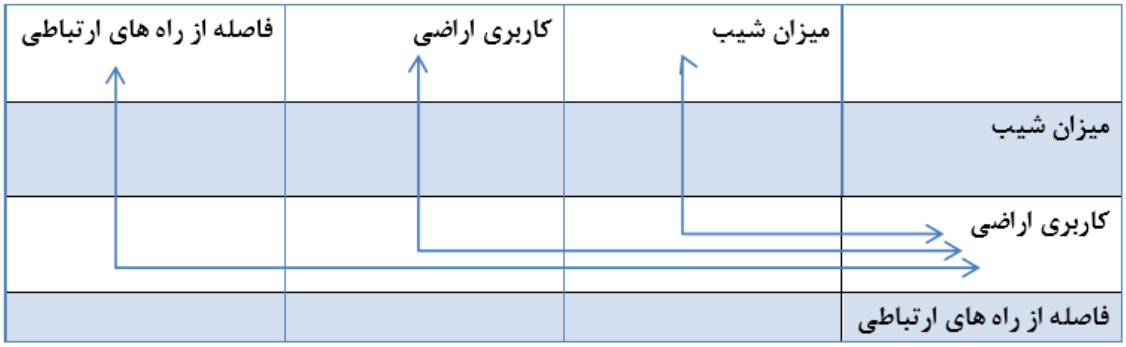
کلیات منطقه مورد مطالعه:

شهرستان کرمانشاه با وسعت تقریبی ۸۵۴۶ کیلومتر مربع به عنوان یکی از شهرهای بزرگ ایران و مرکز استان کرمانشاه می‌باشد. از شمال باختری به شهرستان کامیاران، از باختر به شهرستان‌های پاوه و اسلام آباد غرب، از جنوب به شهرستان شیروان و چرداول، از خاور به شهرستان‌های بیستون و هرسین و از شمال خاوری به شهرستان سنقر محدود می‌شود. شهرستان کرمانشاه بین ۴۷ درجه و ۴ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی و ۳۴ دقیقه و ۱۶ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۳۳ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. ارتفاع متوسط این شهرستان ۱۴۱۰ متر از سطح دریا است و دارای چهار بخش به نام‌های مرکزی، فیروزان، کوزران و ماهیدشت و سیزده دهستان و ۸۱۵ روستا و جمعیت آن در سال ۱۳۹۵ برابر با ۱۰۸۳۸۳۳ نفر بوده است.

بخش مرکزی این شهرستان یا همان شهر کرمانشاه، در محدوده ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی نسبت به نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۳۲۲ متر می‌باشد. جمعیت این شهر (بدون حومه) بر طبق برآورد آماری سال ۱۳۹۵ حدود ۹۴۶۶۵۱ نفر بوده است.

توضیحات در مورد مقایسه زوجی:

کارشناس گرامی خواهشمندیم که ارزش گزاری را به صورت نمونه زیر انجام دهید:



کارشناس گرامی توجه داشته باشید که هدف مقایسه همبستگی بین معیارها نیست بلکه ما به دنبال رابطه و میزان تاثیرگذاری یک عامل دیگر هستیم. بنابراین لزوماً جواب‌ها قرینه نیستند. یعنی ممکن است که عامل A بر عامل B تاثیر داشته باشد ولی عکس آن یعنی عامل B تاثیر کمتری بر A داشته

باشد. بنابراین جواب‌ها حتما قرینه هم نیستند هر چند می‌توانند قرینه هم باشند. معیارهای بخش سطرها، متغیر مستقل و معیارهای بخش ستون‌ها، متغیر وابسته می باشند.

ردیف	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
A																									
B																									
C																									
D																									
E																									
F																									
G																									
H																									
I																									
J																									
K																									
L																									
M																									
N																									
O																									
P																									
Q																									
R																									
S																									
T																									
U																									
V																									
W																									
X																									
Y																									

A: فاصله از آبخوان، *B*: فاصله از چاه، *C*: فاصله از چشمه، *D*: فاصله از قنات، *E*: فاصله از سد، *F*: فرسایش،

G: تبخیر، *H*: فاصله از گسل، *I*: کاربری اراضی، *J*: فاصله از مناطق حفاظت شده، *K*: بارش، *L*: فاصله از رودخانه،

M: دما، *N*: ارتفاع، *O*: شیب، *P*: فاصله از خطوط انتقال نفت، *Q*: فاصله از خطوط انتقال برق، *R*: فاصله از راه،

S: فاصله از راه آهن، *T*: فاصله از شهر، *U*: فاصله از روستا، *V*: زمین شناسی، *W*: فاصله از فرودگاه، *X*: نفوذپذیری، *Y*: فاصله از دشت‌های سیلابی.

نمونه پرسشنامه

به نام خدا

کارشناس و استاد گرامی:

ضمن عرض سلام و احترام

پرسشنامه حاضر، از مجموعه پرسشنامه‌هایی است که برای پروژه با عنوان مکان یابی دفن پسماندهای شهری با استفاده از مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (مطالعه موردی شهر کرمانشاه) طراحی شده است. هدف از این پروژه این است که با استفاده از معیارها و شاخص‌های استاندارد مکان‌یابی پسماندها البته شاخص‌های استاندارد متناسب با منطقه مورد مطالعه و با روش AHP مکان‌های مناسب و بهینه برای دفن پسماندهای شهر کرمانشاه شناسایی شود.

شاخص‌ها ومعیارهای متناسب با مکان‌یابی دفن پسماندهای شهر کرمانشاه، با شناخت از منطقه، شاخص‌های مورد استفاده در پیشینه تحقیق و با نظر کارشناسان تعیین گردید. اما آنچه در فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) اهمیت زیادی دارد، شناسایی روابط و وابستگی‌ها و همبستگی‌ها و ارتباطات بین معیارهای تعیین شده است، چرا که در ادامه، تحلیل و نتیجه‌گیری در مدل، بر اساس این ارتباطات و وابستگی‌ها می‌باشد. بدیهی است که ممکن است معیارهایی اصلاً با هم در ارتباط نباشد و معیارهایی هم به شدت به هم دیگر مرتبط و وابسته باشند و بر روی هم اثر بگذارند. ما می-خواهیم میزان ارتباطات بین معیارها را شناسایی و در تحلیل‌ها، آن را مد نظر قرار بدهیم.

پرسشنامه‌ای که پیش روی شماست، جهت تعیین میزان روابط و ارتباطات، وابستگی‌ها و همبستگی-هایی بین شاخص‌ها و معیارهای تعیین شده، طرح گردیده است. ۲۵ معیار اصلی در یک ماتریس ستون و ردیف قرار داده شده است. شناسایی ارتباطات به صورت زوجی ودر ماتریس صورت می‌گیرد. نمره‌دهی به میزان روابط، از ۱تا ۹ می‌باشد. عدد ۹ به معنای بیشترین ارتباط و وابستگی بین دو معیار می‌باشد وعدد ۱ به معنای کمترین ارتباط با اساساً بدون ارتباط است کارشناس گرامی توجه داشته باشید که مقایسه و نمره‌دهی میزان رابطه برای معیارها، به صورت جدا و دو معیار به صورت جداگانه مقایسه شده و در خانه مربوطه از ۰ تا ۹ نمره بدهید.

از شما کارشناس و استاد گرامی خواهشمندیم که با دقت و کمی صبر و حوصله، معیارها را به صورت تک به تک بر اساس میزان روابط و وابستگی‌هایی که با هم دیگر دارند، بررسی و براساس میزان روابط

بین هر یک از آنها از صفر تا ۹ ارزش گذاری کنید تا بتوانیم یک نتیجه واقعی و مشخص جهت کاربرد در پروژه و کارهای مربوطه دست پیدا کنیم.

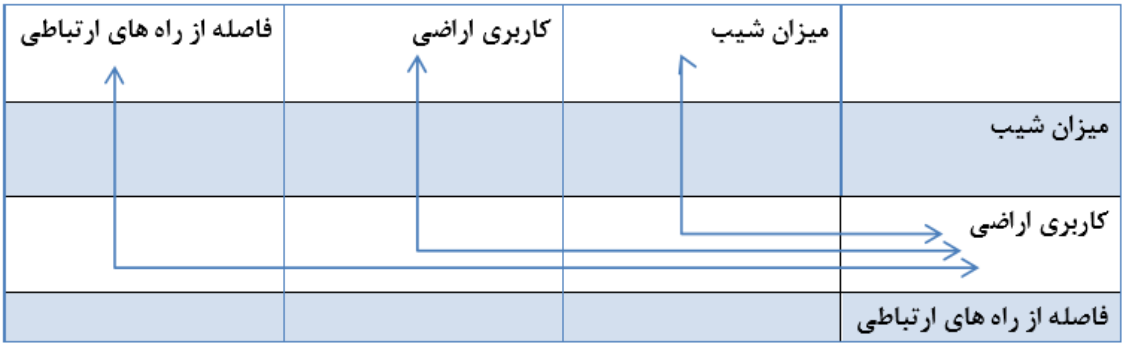
کلیات منطقه مورد مطالعه:

شهرستان کرمانشاه با وسعت تقریبی ۸۵۴۶ کیلومتر مربع به عنوان یکی از شهرهای بزرگ ایران و مرکز استان کرمانشاه می‌باشد. از شمال باختری به شهرستان کامیاران، از باختر به شهرستان‌های پاوه و اسلام آباد غرب، از جنوب به شهرستان شیروان و چرداول، از خاور به شهرستان‌های بیستون و هرسین و از شمال خاوری به شهرستان سنقر محدود می‌شود. شهرستان کرمانشاه بین ۴۷ درجه و ۴ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی و ۳۴ دقیقه و ۱۶ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۳۳ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. ارتفاع متوسط این شهرستان ۱۴۱۰ متر از سطح دریا است و دارای چهار بخش به نام‌های مرکزی، فیروزان، کوزران و ماهیدشت و سیزده دهستان و ۸۱۵ روستا و جمعیت آن در سال ۱۳۹۵ برابر با ۱۰۸۳۸۳۳ نفر بوده است.

بخش مرکزی این شهرستان یا همان شهر کرمانشاه، در محدوده ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی نسبت به نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۳۲۲ متر می‌باشد. جمعیت این شهر (بدون حومه) بر طبق برآورد آماری سال ۱۳۹۵ حدود ۹۴۶۶۵۱ نفر بوده است.

توضیحات در مورد مقایسه زوجی:

کارشناس گرامی خواهشمندیم که ارزش گزاری را به صورت نمونه زیر انجام دهید:



کارشناس گرامی توجه داشته باشید که هدف مقایسه همبستگی بین معیارها نیست بلکه ما به دنبال رابطه و میزان تاثیرگذاری یک عامل دیگر هستیم. بنابراین لزوماً جواب‌ها قرینه نیستند. یعنی ممکن است که عامل A بر عامل B تاثیر داشته باشد ولی عکس آن یعنی عامل B تاثیر کمتری بر A داشته

باشد. بنابراین جواب‌ها حتما قرینه هم نیستند هر چند می‌توانند قرینه هم باشند. معیارهای بخش سطرها، متغیر مستقل و معیارهای بخش ستون‌ها، متغیر وابسته می باشند.

ردیف	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*I*	*J*	*K*	*L*	*M*	*N*	*O*	*P*	*Q*	*R*	*S*	*T*	*U*	*V*	*W*	*X*	*Y*
A																									
B																									
C																									
D																									
E																									
F																									
G																									
H																									
I																									
J																									
K																									
L																									
M																									
N																									
O																									
P																									
Q																									
R																									
S																									
T																									
U																									
V																									
W																									
X																									
Y																									

A: فاصله از آبخوان، *B*: فاصله از چاه، *C*: فاصله از چشمه، *D*: فاصله از قنات، *E*: فاصله از سد، *F*: فرسایش،

G: تبخیر، *H*: فاصله از گسل، *I*: کاربری اراضی، *J*: فاصله از مناطق حفاظت شده، *K*: بارش، *L*: فاصله از رودخانه،

M: دما، *N*: ارتفاع، *O*: شیب، *P*: فاصله از خطوط انتقال نفت، *Q*: فاصله از خطوط انتقال برق، *R*: فاصله از راه،

S: فاصله از راه آهن، *T*: فاصله از شهر، *U*: فاصله از روستا، *V*: زمین شناسی، *W*: فاصله از فرودگاه، *X*: نفوذپذیری، *Y*: فاصله از دشت‌های سیلابی.

نمونه پرسشنامه

به نام خدا

کارشناس و استاد گرامی:

ضمن عرض سلام و احترام

پرسشنامه حاضر، از مجموعه پرسشنامه‌هایی است که برای پروژه با عنوان مکان یابی دفن پسماندهای شهری با استفاده از مدل مجموع ساده وزنی (*SAW*) و اولویت بندی بر اساس شباهت به راه حل ایده آل (*TOPSIS*) (مطالعه موردی شهر کرمانشاه) طراحی شده است. هدف از این پروژه این است که با استفاده از معیارها و شاخص‌های استاندارد مکان‌یابی پسماندها البته شاخص‌های استاندارد متناسب با منطقه مورد مطالعه و با روش *SAW* و *TOPSIS* مکان‌های مناسب و بهینه برای دفن پسماندهای شهر کرمانشاه شناسایی شود.

شاخص‌ها و معیارهای متناسب با مکان‌یابی دفن پسماندهای شهر کرمانشاه، با شناخت از منطقه، شاخص‌های مورد استفاده در پیشینه تحقیق و با نظر کارشناسان تعیین گردید. اما آنچه مجموع ساده وزنی (*SAW*) و اولویت بندی بر اساس شباهت به راه حل ایده آل (*TOPSIS*) اهمیت زیادی دارد، شناسایی روابط و وابستگی‌ها و همبستگی‌ها و ارتباطات بین معیارهای تعیین شده است، چرا که در ادامه، تحلیل و نتیجه‌گیری در مدل، بر اساس این ارتباطات و وابستگی‌ها می‌باشد. بدیهی است که ممکن است معیارهایی اصلاً با هم در ارتباط نباشد و معیارهایی هم به شدت به هم دیگر مرتبط و وابسته باشند و بر روی هم اثر بگذارند. ما می‌خواهیم میزان ارتباطات بین معیارها را شناسایی و در تحلیل‌ها، آن را مد نظر قرار بدهیم.

پرسشنامه‌ای که پیش روی شماست، جهت تعیین میزان روابط و ارتباطات، وابستگی‌ها و همبستگی-هایی بین شاخص‌ها و معیارهای تعیین شده، طرح گردیده است. ۲۵ معیار اصلی در یک ماتریس ستون و ردیف قرار داده شده است. شناسایی ارتباطات به صورت زوجی ودر ماتریس صورت می‌گیرد. نمره‌دهی به میزان روابط، از ۱تا ۹ می‌باشد. عدد ۹ به معنای بیشترین ارتباط و وابستگی بین دو معیار می‌باشد وعدد ۱ به معنای کمترین ارتباط با اساساً بدون ارتباط است کارشناس گرامی توجه داشته باشید که مقایسه و نمره‌دهی میزان رابطه برای معیارها، به صورت جدا و دو معیار به صورت جداگانه مقایسه شده و در خانه مربوطه از ۰ تا ۹ نمره بدهید.

از شما کارشناس و استاد گرامی خواهشمندیم که با دقت و کمی صبر و حوصله، معیارها را به صورت تک به تک بر اساس میزان روابط و وابستگی‌هایی که با هم دیگر دارند، بررسی و براساس میزان روابط

بین هر یک از آنها از صفر تا ۹ ارزش گذاری کنید تا بتوانیم یک نتیجه واقعی و مشخص جهت کاربرد در پروژه و کارهای مربوطه دست پیدا کنیم.

کلیات منطقه مورد مطالعه:

شهرستان کرمانشاه با وسعت تقریبی ۸۵۴۶ کیلومتر مربع به عنوان یکی از شهرهای بزرگ ایران و مرکز استان کرمانشاه می‌باشد. از شمال باختری به شهرستان کامیاران، از باختر به شهرستان‌های پاوه و اسلام آباد غرب، از جنوب به شهرستان شیروان و چرداول، از خاور به شهرستان‌های بیستون و هرسین و از شمال خاوری به شهرستان سنقر محدود می‌شود. شهرستان کرمانشاه بین ۴۷ درجه و ۴ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی و ۳۴ دقیقه و ۱۶ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۳۳ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. ارتفاع متوسط این شهرستان ۱۴۱۰ متر از سطح دریا است و دارای چهار بخش به نام‌های مرکزی، فیروزان، کوزران و ماهیدشت و سیزده دهستان و ۸۱۵ روستا و جمعیت آن در سال ۱۳۹۵ برابر با ۱۰۸۳۸۳۳ نفر بوده است.

بخش مرکزی این شهرستان یا همان شهر کرمانشاه، در محدوده ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی نسبت به نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۳۲۲ متر می‌باشد. جمعیت این شهر (بدون حومه) بر طبق برآورد آماری سال ۱۳۹۵ حدود ۹۴۶۶۵۱ نفر بوده است.

توضیحات در مورد مقایسه زوجی:

کارشناس گرامی خواهشمندیم که ارزش گزاری را به صورت نمونه زیر انجام دهید:

	میزان شیب	کاربری اراضی	فاصله از راه های ارتباطی
میزان شیب			
کاربری اراضی			
فاصله از راه های ارتباطی			

کارشناس گرامی توجه داشته باشید که هدف مقایسه همبستگی بین معیارها نیست بلکه ما به دنبال رابطه و میزان تاثیرگذاری یک عامل دیگر هستیم. بنابراین لزوماً جواب‌ها قرینه نیستند. یعنی ممکن است که عامل A بر عامل B تاثیر داشته باشد ولی عکس آن یعنی عامل B تاثیر کمتری بر A داشته

باشد. بنابراین جواب‌ها حتما قرینه هم نیستند هر چند می‌توانند قرینه هم باشند. معیارهای بخش سطرها، متغیر مستقل و معیارهای بخش ستون‌ها، متغیر وابسته می باشند.

معیار	محیط زیستی	اقتصادی	اجتماعی
فاصله از آبخوان			
فاصله از چاه			
فاصله از چشمه			
فاصله از قنات			
فاصله از سد			
فرسایش			
تبخیر و تعرق			
گسل			
کاربری اراضی			
مناطق حفاظت شده			
بارش			
فاصله از رودخانه			
دما			
ارتفاع			
شیب			
فاصله از خطوط انتقال نفت			
فاصله از خطوط انتقال برق			
فاصله از راه			
فاصله از راه‌آهن			
فاصله از شهر			
فاصله از روستا			
زمین شناسی			
فاصله از فرودگاه			
نفوذپذیری			
فاصله از از دشت‌های سیلابی			

Abstract

The expansion of cities and consequently excessive growth of urban population in different countries in the world, especially in recent years, has led to extra usage and excessive generation of municipal solid waste in urban areas. Proper locating for landfilling these wastes is one of the most important management aspects of urban solid wastes. Inappropriate location of landfills will result in adverse environmental, economic and social impacts. The purpose of this study is to identify and introduce suitable sites for municipal solid waste disposal in Kermanshah city. For this study, 25 layers of information from environmental, economic and social criteria were used and processed using analytical methods such as Analytical Hierarchy Process (AHP), Network Analysis Process (ANP), Simple Additive Weighted (SAW), Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) and Geographic Information System (GIS) for optimize locating of landfilling within the study area. Consequently, by using AHP, ANP, SAW, TOPSIS process, the pairwise comparison matrix of criteria was created and final weight of each data layer was calculated using software such as; Excel, Expert Choice11, Super Decisions, and finally modeled in GIS environment. Overlay Layers were identified and appropriately located in the south and south west of the study area, taking into account the minimum area required for landfilling over the next 22 years. The final results of the models were categorized into five areas of very suitable, suitable, relatively suitable, unsuitable and very unsuitable location of landfill. In AHP method 6.4% of total area identified as very suitable category for landfilling and using ANP method 4.5% of total area identified as very suitable category. Also, in SAW and TOPSIS methods 5.3% and 3.2% of total area identified as very suitable category respectively. As a result of this analytical methods the best location for landfilling of municipal solid wastes in Kermanshah city selected in west and south west of the city.

***Keywords**: landfill location, site selection, AHP, ANP, SAW, TOPSIS, Kermanshah city*

Shahrood University of Technology

Faculty of Civil Engineering

M.Sc.Thesis in Environmental *Engineering*

Optimition Location of landfill Site location using GIS-based multi criteria decision analysis (case stady: kermanshah)

By: Mohammed Mehdi soroush

Supervisor:
Dr. Ramezan Vagheaee

Advisor:
Dr. Kayvan Bagheri

January, 2020