



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

## مکان‌یابی دفن زباله شهری با استفاده از مدل AHP و TOPSIS در محیط GIS (مطالعه موردی شهرستان خرامه)

پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط‌زیست (آلودگی‌های محیط‌زیست)

رستم گنجی

اساتید راهنما

دکتر علی لطفی

دکتر سعید پورمنافی

۱۳۹۴

**کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،  
ابتكارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق  
موضوع این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه  
صنعتی اصفهان است.**



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی منابع طبیعی - محیط زیست (آلودگی های محیط زیست)  
آقای رستم گنجی

تحت عنوان

مکان یابی دفن زباله شهری با استفاده از مدل AHP و TOPSIS در محیط GIS

(مطالعه موردی شهرستان خراامه)

در تاریخ ۱۳۹۴/۱۲/۱۷ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

دکتر علی لطفی

۱- استاد راهنما پایان نامه

دکتر سعید پورمنافی

۲- استاد راهنما پایان نامه

دکتر نورالله میرغفاری

۳- استاد مشاور پایان نامه

مهندس علی اصغر بذرافکن

۴- استاد مشاور پایان نامه

دکتر علیرضا سفیانیان

۵- استاد داور

دکتر حسین مرادی

۶- استاد داور

دکتر محمد رضا وهابی

سرپرست تحصیلات تکمیلی

## مشکر و قدردانی

حمد و پاس پروردگاری را سخراست که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رہنمایان شد و به همین شیوه رهروان علم و دانش مفتخر مان نمود.

لازم می‌دانم که از زحمات بی‌دین اساتید گرایانه از این اتفاقی دکتر لطفی و جناب آقا دکتر پورمنافی که در طول انجام این پایان نامه از راهنمایی های آنان بره مند شدم، نهایت سپاسگزاری را داشته باشم. همچنین از از زحمات بی‌شایعه مشاور ارجمند دکتر نورالله میرغفاری و جناب آقا مهندس علی اصغر بذرافکن قدردانی می‌نمایم. از اساتید ارجمند جناب آقا دکتر سفیانیان و جناب آقا دکتر مرادی که زحمت بازخوانی و داوری این پایان نامه را بر عده داشتند کمال مشکر و قدردانی را دارم.

بر خود لازم می‌دانم که از مساعدات بی‌دین دوستان عزیزم آقا پایان مهندس بلیده ای، مهندس لطفی، مهندس ابراهیمی و همچنین نهایت مشکر و قدردانی را بنا نمایم.

تقدیم:

## مادر مهربان

و

# پرادران و خواهران عزیزتر از جانم

## چکیده

افزایش روزافزون جمعیت شهری و توسعه‌ی مناطق شهری مخصوصاً در سال‌های اخیر موجب افزایش بیش از حد مصرف و در نتیجه افزایش تولید انواع مواد زائد جامد در مناطق شهری شده است. دفن و معده‌سازی پسماند یکی از دغدغه‌های اساسی مدیریت محیط زیست شهری می‌باشد. یکی از مضلات مهم مدیران شهری در کشور، یافتن محل‌های مناسب دفن پسماند می‌باشد، تا علاوه بر رعایت مساله مقبولیت مردمی، محل دفن حداقل تأثیرات زیست محیطی را داشته باشد. انتخاب فاکتورهای متعدد و در نتیجه تعدد لایه‌های اطلاعاتی، تصمیم‌گیران را به طور ناخودآگاه به سمت استفاده از سیستمی سوق می‌دهد که علاوه بر دقت بالا، از نظر سرعت عمل و سهولت انجام عملیات نیز در حد بالای قرار داشته باشد. ترکیبی از قابلیت‌های سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، و تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) از ابزارهای مناسبی است که به این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد. شهرستان خرامه یکی از شهرستان‌های استان فارس می‌باشد که هنوز به سیستمی سازمان یافته جهت دفن زباله‌های شهری مجهر نشده است. هدف اصلی این مطالعه اعمال انواع عملیات تحلیل‌های مکانی، با بهره‌گیری از مدل تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس در محیط GIS به منظور مکان‌یابی بهینه محل دفن زباله‌های شهری است. به همین منظور ابتدا کلیه اطلاعات محیطی (طبیعی و انسانی به تعداد ۱۴ لایه) مربوط به محدوده شهرستان خرامه به محیط نرم افزار GIS وارد و پایگاه‌های اطلاعاتی ویژه دفن زباله شهری تشکیل شد. در مرحله دوم لایه‌های رقومی براساس استانداردهای موجود وزن‌دهی و طبقه‌بندی گردید. در مرحله بعدی به منظور یافتن مکان‌های مناسب دفن زباله، الگوریتم تصمیم‌گیری چند معیاره‌ی تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بر لایه‌های موجود اعمال شد. نتایج تحلیل سلسله مراتبی در شهرستان خرامه نشان می‌دهد فاکتورهای منطقه مسکونی، عمق آبهای زیرزمینی مهمترین پارامترهای مؤثر بر مکان‌یابی دفن زباله در شهرستان به شمار می‌روند. نتایج نهایی مدل تحلیل سلسله مراتبی منتج به شناسایی ۴ پهنه بسیار مناسب، مناسب، نامناسب، بسیار نامناسب به عنوان محل دفن زباله در شهرستان خرامه گردید. پهنه بسیار مناسب با مساحت بالای ۲۰ هکتار با استفاده مدل تاپسیس اولویت بندی گردید، که گزینه ۱ در اولویت اول دفن زباله شهری شناسایی گردید.

**کلمات کلیدی:** دفن زباله، تحلیل سلسله مراتبی، تاپسیس، GIS، شهرستان خرامه

## فهرست مطالب

عنوان.....	صفحه
فهرست مطالب.....	هشت
چکیده.....	۱
فصل اول : مقدمه	
۱-۱- مقدمه.....	۲
۱-۱- ضرورت تحقیق.....	۳
۱-۱- اهداف و فرضیات تحقیق.....	۴
۱-۱-۱- اهداف اصلی.....	۴
۱-۱-۲- اهداف فرعی ..	۴
۱-۱-۳- فرضیات تحقیق.....	۴
فصل دوم: کلیات و مبانی نظری	
۱-۲- تعریف پسماند و زباله.....	۵
۱-۲- طبقه‌بندی مواد زاید جامد.....	۶
۱-۲-۱- زباله‌های صنعتی.....	۷
۱-۲-۲- زباله‌های خطرناک.....	۷
۱-۲-۳- زباله‌های بیمارستانی.....	۷
۱-۳- روش‌های مدیریت مواد زاید جامد شهری .....	۸
۱-۳- تاریخچه مدیریت مواد زاید جامد در جهان.....	۹
۱-۳- تاریخچه مدیریت مواد زائد در ایران .....	۱۰
۱-۴- دفن بهداشتی.....	۱۰
۱-۵- مکان‌یابی دفن زباله شهری .....	۱۱
۱-۶- روش‌های مختلف دفن بهداشتی زباله.....	۱۲
۱-۷- روش خندق یا ترانشه‌ای .....	۱۲
۱-۸- روش سطح شیدار یا سراشیبی.....	۱۳
۱-۹- روش دفن بهداشتی به صورت مسطح.....	۱۳
۱-۱۰- خطرات ناشی از دفع زباله به طریق غیربهداشتی .....	۱۳
۱-۱۱- آلدگی خاک .....	۱۴
۱-۱۲- آلدگی آب .....	۱۴
۱-۱۳- آلدگی هوا .....	۱۴
۱-۱۴- شاخص‌ها و معیارها در انتخاب و ارزیابی محل دفن .....	۱۴
۱-۱۵- الکنو .....	۱۵
۱-۱۶- روش دراستیک .....	۱۵
۱-۱۷- روش سازمان کنترل آلدگی مینسوتا (MPCA) .....	۱۷

## هشت

دسترسی به این مدرک بر پایه آینه‌نامه ثبت و اشاعه پیشنهادهای، پایان‌نامه‌ها، رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در پژوهشگاه علوم و فناوری دستاوردهای ایران (ایراندak) قابل حمایت و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدفهای علمی، آموزشی، پژوهشی و بر پایه قانون حمایت از مؤلفان، مصنفات، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحالات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۱۷	۱۱-۲- عوامل مؤثر در انتخاب محل دفن زباله .....
۱۸	۱-۱۱-۲- مشخصات هیدرولوژی محل .....
۱۸	۲-۱۱-۲- مشخصات زمین شناسی محل دفن زباله شهری .....
۱۹	۳-۱۱-۲- کاربری زمین و راههای ارتباطی .....
۲۰	۴-۱۱-۲- سایر عوامل .....
۲۰	۱۲-۲- آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره .....
۲۱	۱۳-۲- عناصر تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) .....
۲۲	۱۴-۲- مراحل تصمیم‌گیری چندمعیاره .....
۲۲	۱-۱۴-۲- تعیین معیارهای تصمیم‌گیری .....
۲۲	۲-۱۴-۲- استانداردسازی معیارهای ارزیابی .....
۲۲	۳-۱۴-۲- وزندهی معیارها .....
۲۴	۴-۱۴-۲- نرمال سازی و تعیین اولویت‌ها .....
۲۵	۵-۱۴-۲- برآورد میزان سازگاری در قضاوت‌ها .....
۲۵	۶-۱۴-۲- تلفیق اطلاعات مکانی .....
۲۷	۱۵-۲- روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره .....
۲۷	۱-۱۵-۲- روش شباهت به گرینه ایده‌آل .....
۲۸	۲-۱۵-۲- روش تحلیل شبکه .....
۲۸	۳-۱۵-۲- روش تسلط تقریبی .....
۲۹	۴-۱۵-۲- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی .....
۲۹	۱۶-۲- مراحل اجرای روش AHP .....
۲۹	۱-۱۶-۲- ایجاد درخت سلسله مراتب تصمیم‌گیری .....
۳۰	۲-۱۶-۲- مقایسات زوجی .....
۳۱	۳-۱۶-۲- محاسبه وزن .....
۳۲	۴-۱۶-۲- نرمال سازی و تعیین اولویت ها .....
۳۲	۵-۱۶-۲- محاسبه ناسازگاری .....
۳۲	۱۷-۲- دلایل ناسازگاری .....
۳۳	۱۸-۲- مزایای تحلیل سلسله مراتبی .....
۳۳	۱۹-۲- محدودیت‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی .....
۳۴	۲۰-۲- اصول فرآیند تحلیل سلسله مراتبی .....
۳۴	۲۱-۲- اصول و مفاهیم مربوط به سیستم اطلاعات جغرافیایی .....
۳۴	۲۲-۲- تعریف GIS .....
۳۶	۲۳-۲- داده‌های GIS .....
۳۶	۱-۲۳-۲- نمایش و ذخیره‌سازی داده‌های مکانی .....
۳۶	۲-۲۳-۲- ذخیره سازی داده‌های توصیفی .....

۳۷	۲۴-۲- مکان‌یابی با استفاده از GIS
۳۷	۲۵-۲- بررسی مطالعات انجام شده
۳۷	۲-۲۵-۱- پیشینه تحقیق در خارج از کشور
۴۲	۲-۲۵-۲- پیشینه تحقیق در داخل کشور

### فصل سوم: مواد و روش‌ها

۴۷	۱- منطقه مورد مطالعه
۴۸	۲- زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه
۴۹	۳- کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه
۵۰	۴- فیزیوگرافی منطقه مورد مطالعه
۵۰	۵- مدل رقومی ارتفاعی شهرستان خرامه
۵۰	۶- جهت شیب شهرستان خرامه
۵۱	۷- وضعیت مدیریت مواد زائد جامد شهری در شهرستان خرامه
۵۱	۸- روش تحقیق منطقه مورد مطالعه
۵۱	۹-۱- شناسایی و انتخاب معیارهای ارزیابی
۵۵	۹-۲- محاسبه مساحت زمین مورد نیاز برای لندفل در ۲۰ سال آینده
۵۶	۹-۳- جمع‌آوری و آماده‌سازی لایه‌های اطلاعاتی
۵۸	۹-۴- استانداردسازی لایه‌های اطلاعاتی
۵۹	۹-۵- تعیین وزن معیارها
۵۹	۹-۶- تلفیق معیارها و اولویت‌بندی پنهان بسیار مناسب با استفاده از مدل TOPSIS
۶۲	۹-۷- فلوچارت روش کار

### فصل چهارم: نتایج

۶۳	۴-۱- مساحت زمین مورد نیاز برای دفن زباله شهری
۶۴	۴-۱-۱- نتایج محاسبه میزان مواد زائد تولید شده در ۲۰ سال آینده
۶۴	۴-۱-۲- نتایج محاسبه وزن اولیه (میانگین هندسی) معیارهای مؤثر در دفن زباله شهری
۶۵	۴-۳- نتایج نمایش گرافیکی ضریب اهمیت معیارهای مؤثر در انتخاب مکان دفن زباله شهری
۶۶	۴-۳-۱- نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرشاخص‌ها
۷۵	۴-۴- نتایج حاصل از استانداردسازی نقشه‌ی معیارها با توجه به وزن زیرشاخص‌ها
۸۱	۴-۵- تلفیق نقشه معیارها
۸۲	۴-۶- ارزیابی نرخ ناسازگاری
۸۳	۴-۷- نتایج ترسیم گلبد منطقه مورد مطالعه
۸۳	۴-۸- نتایج مقایسه زوجی معیار مؤثر در دفن زباله شهری به منظور اولویت‌بندی گزینه بسیار مناسب
۸۴	۴-۹- نتایج اولویت‌بندی مناطق بسیار مناسب با استفاده از مدل TOPSIS
۸۴	۴-۹-۱- تشکیل ماتریس داده‌ها براساس $m$ گزینه و $n$ شاخص
۸۶	۴-۹-۲- نرمال‌سازی یا بی‌مقیاس‌سازی معیارها

۴-۹-۳- ماتریس اوزان بی مقیاس.....	۸۷
۴-۹-۴- تعیین ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی.....	۸۷
۴-۹-۵- تعیین فاصله هر یک از گزینه‌ها از ایده‌آل مثبت منفی.....	۸۸
۴-۹-۶- نتایج تعیین نزدیکی نسبی به راه حل ایده‌آل و تعیین بهترین گزینه .....	۸۹
۴-۱۰- نقشه نهایی اولویت‌بندی مناطق بسیار مناسب برای دفن زباله شهری.....	۹۰
۴-۱- انتخاب معیارهای مؤثر در انتخاب محل دفن زباله شهری .....	۹۱
۴-۲- فرآیند تحلیل سلسه‌مراتبی.....	۹۲
۴-۳- فرآیند شباخت به گزینه ایده‌آل.....	۹۳
۴-۴- نتیجه گیری.....	۹۴
۴-۵- پیشنهادها .....	۹۵
<b>منابع.....</b>	<b>۹۶</b>
<b>پیوست.....</b>	<b>۱۰۲</b>

## یازده

فهرست جداول

عنوان.....	صفحه
جدول ۱-۲: روش ارزیابی محل دفن بر اساس شاخص الکنو .....	۱۵
جدول ۲-۲: محاسبه امتیازهای بهتر و بدتر حداقل و حداکثر در روش دراستیک.....	۱۶
جدول ۳-۲: مقادیر کمی قضاوت های مدل AHP .....	۳۰
جدول ۴-۲: پیشینه تحقیق در خارج از کشور.....	۴۱
جدول ۵-۲: پیشینه تحقیق در داخل کشور.....	۴۵
جدول ۱-۳: مساحت کاربری اراضی شهرستان خرامه.....	۴۹
جدول ۲-۳: درصد فراوانی توزیع طبقات ارتفاعی شهرستان خرامه.....	۵۰
جدول ۳-۳: درصد فراوانی توزیع طبقات شب شهرستان خرامه.....	۵۰
جدول ۴-۳: توزیع درصد فراوانی جهات شب در شهرستان خرامه.....	۵۱
جدول ۵-۳: انتخاب مهمترین معیارهای مؤثر بر دفن زیاله شهری.....	۵۲
جدول ۶-۳: محدوده طبقات تعریف شده برای معیار شب.....	۵۲
جدول ۷-۳: محدوده طبقات تعریف شده در رابطه با معیار سطح آب های زیرزمینی.....	۵۳
جدول ۸-۳: محدوده طبقات تعریف شده معیار فاصله از جاده.....	۵۳
جدول ۹-۳: محدوده تعریف شده برای طبقات معیار فاصله از گسل.....	۵۳
جدول ۱۰-۳: محدوده طبقات تعریف شده معیار فاصله از رودخانه.....	۵۴
جدول ۱۱-۳: محدوده تعریف شده معیار فاصله از خطوط انتقال نیرو.....	۵۴
جدول ۱۲-۳: محدوده تعریف شده معیار جهات جغرافیایی.....	۵۴
جدول ۱۳-۳: محدوده طبقات تعریف شده معیار فاصله از مناطق مسکونی.....	۵۵
جدول ۱۴-۳: تهیه و آماده سازی لایه های اطلاعاتی.....	۵۷
جدول ۱-۴: میانگین هندسی مقایسه زوجی معیارها.....	۶۵
جدول ۲-۴: نتایج کلی مدل AHP (وزن نهایی معیارهای و زیرمعیارها).....	۷۳
جدول ۳-۴: مقادیر نرخ ناسازگاری مدل AHP .....	۸۲
جدول ۴-۴: تبدیل معیارهای کیفی به مقادیر عددی.....	۸۵
جدول ۵-۴: ماتریس داده ها در مدل تاپسیس.....	۸۵
جدول ۶-۴: ماتریس نرمال رتبه بندی مکان های دفن زیاله.....	۸۶
جدول ۷-۴: ماتریس نرمال وزن دار رتبه بندی مکان های دفن زیاله.....	۸۷
جدول ۸-۴: ایده آل های مثبت و منفی معیارهای مکان یابی دفن زیاله.....	۸۸
جدول ۹-۴: تعیین فاصله از ایده آل های مثبت و منفی.....	۸۸
جدول ۱۰-۴: تعیین نزدیکی نسبی به راه حل ایده اآل و اولویت بندی گزینه ها با توجه به نزدیکی نسبی به راه حل ایده آل.	۸۹

## فهرست اشکال

عنوان.....	صفحه.....
شکل ۱-۲: سلسله مراتب مدیریت مواد زائد.....	۸.....
شکل ۲-۲: ساختار معیارهای تصمیم‌گیری در چهار سطح.....	۳۰.....
شکل ۱-۳: موقعیت شهرستان خرامه بر روی نقشه ایران و استان فارس.....	۴۸.....
شکل ۲-۳: فلوچارت روش کار.....	۶۲.....
شکل ۱-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابط با تعیین ضریب اهمیت معیارهای مؤثر در دفن زباله شهری.....	۶۶.....
شکل ۲-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابط با زیرمعیارهای خطوط انتقال نیرو.....	۶۶.....
شکل ۳-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه زیرمعیارهای فاصله از زیستگاه حساس.....	۶۷.....
شکل ۴-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرمعیارهای فاصله رودخانه.....	۶۷.....
شکل ۵-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرمعیارهای فاصله از جاده.....	۶۷.....
شکل ۶-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرمعیارهای جهت شیب.....	۶۸.....
شکل ۷-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرشاخص‌های آب زیرزمینی.....	۶۸.....
شکل ۸-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرشاخص‌های فاصله از گسل.....	۶۹.....
شکل ۹-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرشاخص‌های زمین‌شناسی.....	۶۹.....
شکل ۱۰-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرشاخص‌های کاربری اراضی.....	۷۰.....
شکل ۱۱-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرشاخص‌های شیب.....	۷۰.....
شکل ۱۲-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرشاخص‌های فاصله از دشت سیلابی.....	۷۱.....
شکل ۱۳-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرشاخص‌های بافت خاک.....	۷۱.....
شکل ۱۴-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرشاخص‌های فاصله از مناطق مسکونی.....	۷۲.....
شکل ۱۵-۴: نقشه استاندارد شده فاصله از خطوط انتقال.....	۷۶.....
شکل ۱۶-۴: نقشه استاندارد شده فاصله از گسل.....	۷۶.....
شکل ۱۷-۴: نقشه استاندارد شده سطح آب زیرزمینی.....	۷۶.....
شکل ۱۸-۴: نقشه استاندارد شده فاصله از دشت سیلابی.....	۷۷.....
شکل ۱۹-۴: نقشه استاندارد شده فاصله از منطقه مسکونی.....	۷۶.....
شکل ۲۰-۴: نقشه استاندارد شده جهت شیب.....	۷۷.....
شکل ۲۱-۴: نقشه استاندارد شده فاصله از زیستگاه حساس.....	۷۷.....
شکل ۲۲-۴: نقشه استاندارد شده فاصله از رودخانه.....	۷۷.....
شکل ۲۳-۴: نقشه استاندارد شده فاصله از جاده.....	۷۷.....
شکل ۲۴-۴: نقشه استاندارد شده شده شیب.....	۷۷.....

شکل ۲۵-۴: نقشه استاندارد شده کاربری اراضی.....	۷۸
شکل ۲۶-۴: نقشه استاندارد شده بافت و عمق خاک.....	۷۸
شکل ۲۷-۴: نقشه استاندارد شده زمین‌شناسی.....	۷۸
شکل ۲۸-۴: نقشه وزن‌دار شده فاصله از مناطق مسکونی.....	۷۸
شکل ۲۹-۴: نقشه وزن‌دار شده فاصله از جاده.....	۷۸
شکل ۳۰-۴: نقشه وزن‌دار شده شیب.....	۷۹
شکل ۳۱-۴: نقشه وزن‌دار شده جهت شیب.....	۷۹
شکل ۳۲-۴: نقشه وزن‌دار شده سطح آب زیرزمینی.....	۷۹
شکل ۳۳-۴: نقشه وزن‌دار شده فاصله از خطوط انتقال.....	۷۹
شکل ۳۴-۴: نقشه وزن‌دار شده فاصله از دشت سیلابی.....	۷۹
شکل ۳۵-۴: نقشه وزن‌دار شده فاصله از عمق و بافت خاک.....	۷۹
شکل ۳۶-۴: نقشه وزن‌دار شده کاربری اراضی.....	۸۰
شکل ۳۷-۴: نقشه وزن‌دار شده فاصله از رودخانه.....	۸۰
شکل ۳۸-۴: نقشه وزن‌دار شده فاصله از گسل.....	۸۰
شکل ۳۹-۴: نقشه وزن‌دار شده زمین‌شناسی.....	۸۰
شکل ۴۰-۴: نقشه وزن‌دار شده فاصله از زیستگاه حساس.....	۸۰
شکل ۴۱-۴: نقشه نهایی حاصل از تلفیق نقشه معیارها.....	۸۱
شکل ۴۲-۴: گلباد سالانه ایستگاه هواشناسی شهرستان خرامه.....	۸۳
شکل ۴۳-۴: ضریب اهمیت معیارها برای اولویت‌بندی گزینه‌ها.....	۸۴
شکل ۴۴-۴: نقشه نهایی حاصل از اولویت‌بندی گزینه‌ها با استفاده از مدل تاپسیس.....	۹۰

## چهارده

## ۱-۱- مقدمه:

### فصل اول

#### مقدمه

شهر فضای پیچیده‌ای است که تمام اجزای آن به صورت سیستماتیک در ارتباط نزدیک با یکدیگر می‌باشند، به طوری که ایجاد اختلال در هر کدام از اجزای این مجموعه ایجاد اشکال در کل سیستم می‌کند. زباله‌های شهری یکی از همین اجزای شهری می‌باشد، که عدم توجه به آن می‌تواند چشم‌انداز واحدهای شهری را تحت تاثیر خود قرار دهد [۴۷]. از طرفی توسعه روز افرون مناطق شهری و افزایش بی‌رویه جمعیت باعث تولید انواع زباله‌های شهری شده و چگونگی دفع و معادوم‌سازی آنها به یک دغدغه در محیط زیست شهری تبدیل شده است که عدم مدیریت صحیح دفن زباله علاوه بر زیانهای آنی مانند شیوع بیماریها و ایجاد مناظر نامناسب، در بلند مدت موجب آلودگی منابع آب و خاک می‌شود [۴۶]. در شهر خرامه هم این معضل به عنوان یکی از مشکلات اولیه شهر محسوب می‌گردد.

روش‌های مختلفی نظری بازیافت، تبدیل به کمپوست، سوزاندن و دفن در زمین برای دفع زباله‌ها پیشنهاد شده است. اگرچه دفن آخرین گزینه در سلسله مراتب مدیریت پسماندهای جامد شهری می‌باشد [۶۴]، اما در کشورهای در حال توسعه، دفن یک روش معمول مدیریت پسماندهای جامد شهری می‌باشد؛ که به دلایل اقتصادی و عدم آگاهی لازم بدون در نظر گرفتن اصول مهندسی و موارد زیست محیطی در بسیاری از نقاط دنیا انجام می‌گیرد [۲۶]. بنابراین مکان‌یابی و یافتن محل مناسب برای دفن زباله یکی از مهمترین بخش‌های سیستم مدیریت مواد زائد جامد شهری است که اگر بدرستی صورت گیرد، می‌تواند آثار سوء آن را کاهش دهد.

معیارها و عوامل متعددی در انتخاب محل مناسب دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری دخالت دارند که هر کدام به نوبه خود از اهمیت خاصی برخوردارند که محدودیت‌هایی را در انتخاب محل ایجاد می‌کنند [۲۹]. از مهمترین این معیارها عوامل ژئومورفولوژیک (سنگ‌بستر، اراضی ناپایدار، خاک، گسل، شیب، و...) و عواملی چون عمق آب‌های زیرزمینی وضعیت اقلیم عوامل زیست محیطی، کاربری اراضی، شبکه‌جاده‌ها و... می‌باشند که باید در انتخاب مکان دفن زباله مدنظر قرار گیرند [۳].

انتخاب فاکتورهای متعدد و در نتیجه تعدد لایه‌های اطلاعاتی، تصمیم‌گیران را به طور ناخودآگاه به سمت استفاده از سیستمی سوق می‌دهد که علاوه بر دقت بالا از نظر سرعت عمل و سهولت انجام عملیات نیز در حد بالایی قرار داشته باشد. سیستم اطلاعات جغرافیایی<sup>۱</sup>، با توانایی بالا در ترکیب و تلفیق لایه‌های مختلف اطلاعات مورد نیاز جهت مکان‌یابی مناسب، محل دفن زباله، از ابزارهای مناسبی است که به این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد [۸]. کاربرد روش چندمعیاره مناسب، در این تحقیق ضمن نظامند نمودن و ساختار بخشی به مسئله پیچیده و چند بعدی تحقیق، رهیافتی AHP<sup>۲</sup> و TOPSIS<sup>۳</sup> در این تحقیق منطبق و مستدل را فراهم می‌کند.

## ۱-۲- ضرورت تحقیق:

گسترش فزاینده و روبرشد شهرها و در نتیجه افزایش بی‌رویه جمعیت شهری در جهان و در کشورهای مختلف، مخصوصاً در سال‌های اخیر موجب افزایش بیش از حد مصرف و در نتیجه افزایش تولید انواع مواد زائد جامد در مناطق شهری شده است. عدم توجه به مسائل زیست محیطی در بسیاری از شهرهای کشور به عنوان یک دشمن پنهان، محیط زیست محل دفن زیاله را تهدید می‌نماید. اما آنچه جمع‌آوری و دفن زباله را به کار ضروری و اجتناب ناپذیر مبدل کرده رعایت مسائل بهداشتی است. بخش زیادی از مواد زائد شهری انباسته شده در محیط زندگی خصوصیات زیانباری دارند که ماندنیان در محیط زندگی، سلامت انسان و موجودات زنده را به خطر انداخته، موجب بروز مشکلاتی در محیط‌های انسانی می‌شوند. با توجه به مشکلات دفع مواد زائد جامد در شهرستان خرامه و دفن بهداشتی آن، نیاز به مکان‌یابی صحیح و بهینه برای این منظور می‌باشد. در این تحقیق به منظور تعیین ضریب اهمیت معیارهای مؤثر در انتخاب محل دفن زباله، پهن‌بندی مناطق و همچنین برای اولویت‌بندی مناطق مناسب از مدل‌های AHP و TOPSIS در محیط نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده شده است.

لازم به ذکر است که این پژوهش برای اولین بار در سطح شهرستان خرامه انجام می‌گیرد. نتایج این تحقیق منجر به حل مشکلات اساسی در رابطه مکان مناسب دفن زباله شهری در شهرستان خرامه خواهد شد.

<sup>1</sup> Geographic Information System (GIS)

<sup>2</sup> Analytical Hierarchy Process (AHP)

<sup>3</sup> Technique for order-Preference by Similarity to idea Solution(TOPSIS)

### ١-٣-اهداف و فرضیات تحقیق:

### ۱-۳-۱-اھد ف اصلی:

الف) تعیین معیارهای مناسب جهت مکان‌یابی منطقه مورد نظر به منظور دفن زباله شهری با توجه به خصوصیات منطقه مطالعه.

ب) تعیین مکان مناسب دفن زباله شهری با استفاده از معیارهای مؤثر در مکان‌یابی دفن زباله شهری با به کارگیری مدل AHP و TOPSIS در محیط GIS.

۱-۲-۳-۴-اهداف فرعی:

ارزیابی کارایی تکنیک های تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس برای سنجش و انتخاب معیارهای مختلف محل دفن.

### **١-٣-٣- فرضيات تحقيق:**

الف) تکنیک های تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس در محیط GIS، توانایی بالایی در تعیین ارجح ترین مکان برای دفن زباله شهری دارند.

شیب و تراکم جمعیت با توجه به خصوصیات منطقه از مهم‌ترین معیارهای مکان‌یابی محل دفن زباله هستند.

## فصل دوم

### کلیات و مبانی نظری

مطابق دستورالعمل طرح جامع مدیریت پسماند ایران، پس از شناسایی و مستندسازی وضعیت موجود و نیز امکان‌سنجی و ارائه گزینه‌های مناسب مدیریت پسماند، طراحی سیستم‌های مدیریت پسماند و ارائه راهکارهای مناسب اجرایی صورت می‌پذیرد که یکی از راهکارها در این زمینه مکان‌یابی و معرفی روش مناسب دفن بهداشتی می‌باشد [۱۷]. در سیستم‌های مدیریت پسماندهای جامد شهری از یک یا بیش از یک تکنیک مدیریت مواد زائد جامد مانند دفن، تصفیه حرارتی، تصفیه بیولوژیکی، بازیافت و غیره استفاده می‌شود، از آنجاکه روش‌های دیگر مانند کاهش از مبدأ هنوز توسعه چندانی نیافته است و در هر حال سرنوشت نهایی هر پسماند پس از هر پردازشی دفن می‌باشد، دفن بهداشتی مهمترین و اصلی‌ترین روش دفع مواد زائد جامد شهری است. بنابراین انتخاب یک محل مناسب برای دفن پسماندها از لحاظ زیست محیطی بسیار مورد توجه است [۹].

#### ۱-۲- تعریف پسماند و زباله:

پسماند یا زباله به مواد جامد، مایع و گاز (غیر از فاضلاب) گفته می‌شود که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم حاصل فعالیت انسان بوده و از نظر تولید کننده زاید تلقی می‌گردد. یا به عبارت دیگر، هر ماده‌ای زمانی به پسماند تبدیل می‌شود که دیگر ارزش اقتصادی خود را از دست داده، یا استفاده دیگری ندارد و باید در مکانی قرار داده شود که صدمه و آسیبی به سلامت انسان یا محیط‌زیست وارد نکند، همچنین به طور دائم و به شکلی ایمن کنترل و محصور شود [۹].

زباله به‌طور معمول به کلیه مواد زاید جامد (فسادپذیر و فسادناپذیر) گفته می‌شود که در منازل، مراکز تهیه، توزیع و فروش مواد غذایی، مؤسسات صنعتی، تجاری، کشاورزی و بیمارستان‌ها و مراکز درمانی تولید می‌شود [۳۳]. امروزه زباله‌های شهری با بالا رفتن آمار جمعیت افزایش چشمگیری پیدا کرده است. از طرفی رواج مصرف گرایی سبب شده در شهرهای بزرگ هر فرد روزانه بیش از ۹۰۰ گرم زباله تولید کند. براساس آمار سازمان شهرداری و محیط‌زیست هزینه جمع‌آوری و دفن غیراصولی هر تن زباله ۳۵ هزار ریال است. هر تن زباله حدود ۴۰۰ مترمکعب گاز گلخانه‌ای

دی اکسید کربن متصاعد می‌کند و از هر تن زباله ۴۰۰ تا ۶۰۰ لیتر شیرابه خارج می‌شود و هر لیتر شیرابه می‌تواند ۴ هزار لیتر آب‌های زیرزمینی را آلوده کند که تأثیر خطرناکی روی آب و خاک خواهد داشت. از طرفی این زباله‌ها می‌توانند عامل انتقال ۱۱۸ نوع بیماری به انسان باشند. با همه این اوصاف محل‌های دفن زباله هر روز گسترش بیشتری پیدا می‌کند [۲۰].

## ۲-۲-طبقه‌بندی مواد زاید جامد:

عبارةت مواد زاید جامد به مجموعه مواد ناشی از فعالیت‌های انسان و حیوان که معمولاً جامد بوده و به صورت ناخواسته و یا غیرقابل استفاده دور ریخته می‌شوند اطلاق می‌گردد. این تعریف به صورت کلی در برگیرنده همه منابع، انواع طبقه‌بندی‌ها، ترکیب و خصوصیات مواد زائد بوده و به چهار دسته کلی زباله‌های شهری، زباله‌های صنعتی، زباله‌های خطرناک و زباله‌های بیمارستانی تقسیم می‌گردد [۲۸].

### زباله‌های شهری

در نشریات و کتب از تعاریف و طبقه‌بندی‌های مختلفی برای توضیح اجزاء مواد زاید جامد شهری استفاده شده است. تعاریف ارائه شده در زیر می‌تواند به عنوان یک راهنمای برای شناسایی اجزاء مواد زاید شهری مورد استفاده قرار گیرد [۳۳].

### زایدات غذایی:

به قسمت فسادپذیر زباله که معمولاً از زایدات گیاهی، تهیه و طبخ و یا انبار کردن مواد غذایی بدست می‌آید، زائدات غذائی اطلاق می‌شود. کمیت پسمانده‌های غذایی در طول سال متغیر بوده و در ماه‌های تابستان، که مصرف میوه و سبزی بیشتر است، به حداقل می‌رسد. پسمانده‌های غذایی مهمترین قسمت زباله است، چرا که از یک سو به دلیل تخمیر و فساد سریع، بوهای نامطبوع تولید کرده و محل مناسبی برای رشد و تکثیر مگس و سایر حشرات و جوندگان است و از سوی دیگر به دلیل قابلیت تهیه کود از آن (کمپوست) حائز اهمیت است. قابل ذکر است که میزان پسمانده‌های فسادپذیر در زباله‌های شهری ایران بین ۳۵ تا ۷۵ درصد گزارش شده است [۲۸].

### آشغال:

به قسمت فسادناپذیر زباله به جز خاکستر، آشغال گفته می‌شود. آشغال در زباله معمولاً شامل کاغذ، پلاستیک، قطعات فلزی، شیشه، چوب و موادی از این قبیل می‌شود. آشغال را می‌توان به دو بخش قابل اشتعال و غیرقابل اشتعال تقسیم کرد.

### خاکستر:

به باقیمانده حاصل از سوزاندن زغال، چوب و دیگر مواد سوختنی که برای مقاصد صنعتی، پخت و پز و یا گرم کردن منازل بکار می‌رود خاکستر گفته می‌شود. زایدات ناشی از تخریب و ساختمان سازی به زایدات حاصل از تخریب ساختمان، تعمیر اماکن مسکونی، تجاری، صنعتی، و یا سایر فعالیت‌های ساختمان سازی اطلاق می‌شود [۳۳].

## ۱-۲-۲- زباله‌های صنعتی

زباله‌های صنعتی، مواد زائد ناشی از فعالیت‌های صنعتی هستند و معمولاً شامل فلزات، مواد پلاستیکی، مواد شیمیایی و بالاخره زباله‌های ویژه و زباله‌های خطرناک هستند. که عمل جمع‌آوری، حمل و نقل و دفع آنها ضوابط خاص و مقررات ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است.

## ۲-۲-۲- زباله‌های خطرناک

مواد زاید خطرناک، مواد زاید جامد یا مایعی هستند که به علت کمیت، غلظت و یا کیفیت فیزیکی، شیمیایی و یا بیولوژیکی می‌توانند باعث افزایش میزان مرگ و میر و یا ایجاد بیماری‌های بسیار جدی شوند. براساس تعریف آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا زباله‌های خطرناک به مواد زاید جامدی اطلاق می‌شود که بالقوه خطرناک بوده و یا اینکه اینکه پس از طی مدت زمانی موجبات خطر را برای محیط زیست، فراهم می‌کند زباله‌های خطرناک معمولاً یکی از مشخصات قابلیت انفجار، احتراق، خوردگی، واکنش‌پذیری و سمی را دارا بوده و اغلب تحت عنوان مواد زاید رادیواکتیو، پس مانده‌های شیمیایی، زایدات قابل اشتعال، زایدات بیولوژیکی و مواد منفجره دسته بندی می‌شوند. از منابع عمده زایدات بیولوژیکی، بیمارستان‌ها، آزمایشگاه‌ها و مراکز تحقیقات پژوهشکی هستند. زباله‌های بیمارستانی به دلیل آنکه حاوی زایدات پاتولوژیکی، مواد زاید رادیواکتیو، زایدات دارویی، مواد زاید عفونی، مواد زایدشیمیایی و بعض‌ا ظروف مستعمل تحت‌شار هستند، از منابع عمده، زباله‌های خطرناک در شهرها محسوب می‌شوند. تکنولوژی جمع‌آوری، دفع و یا احیای این مواد در مقایسه با زباله‌های شهری و خانگی تفاوت بسیار دارد و باید جداگانه مورد توجه قرار گیرد [۳۳].

## ۳-۲-۲- زباله‌های بیمارستانی

زباله‌های بیمارستانی شامل موادی هستند که با توجه به نوع کار و وظیفه در هر بخش بیمارستانی، متفاوت می‌باشند. مثلاً زباله بخش عفونی یا اطاق عمل، با مواد زاید آزمایشگاه یا بخش رادیولوژی، تفاوت محسوسی دارد و طبق یک بررسی، زباله بخش‌های مختلف بیمارستان‌ها به هفت گروه تقسیم می‌شود [۷۰].

### زباله‌های معمولی بیمارستان:

این زائدات شبیه زباله‌های خانگی بوده و بیشتر مربوط به قسمتهای اداری بیمارستان هستند. از نظر حمل و نقل مشکل خاصی ندارند و جزء مواد زاید خطرناک محسوب نمی‌شوند.

### زباله‌های پاتولوژیکی:

شامل بافت‌ها، ارگان‌ها، قسمت‌های مختلف بدن، پنهانهای آغشته به خون و چرک و مواد دفعی بدن همچون نمونه‌های مدفع و ادرار و غیره جزو این گروه از مواد زاید، محسوب می‌شوند.

### مواد زاید رادیواکتیو:

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

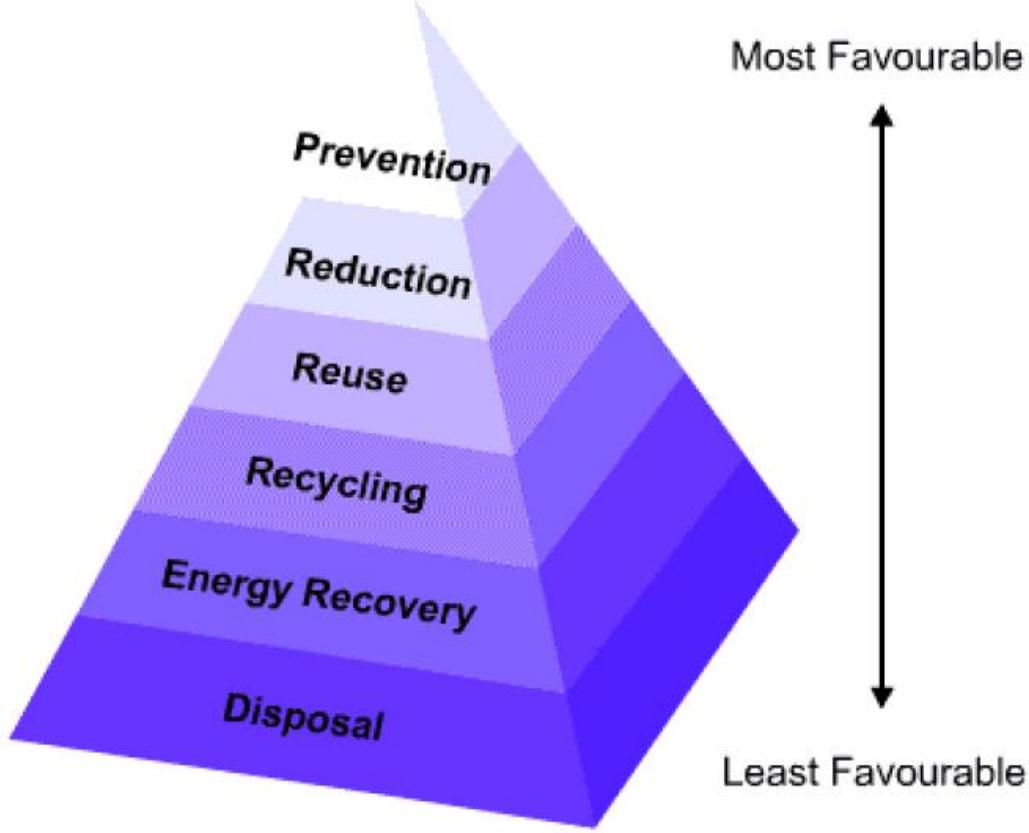
<sup>۱</sup>Environmental Protection Agency : ( EPA)

### مواد زاید شیمیایی:

این زایدات شامل آشکال مختلفی از مواد زاید شیمیایی بوده که بطور مثال از آزمایشگاهها و فعالیت‌هایی نظیر نظافت و ضدغونی حاصل می‌شوند. این زایدات ممکن است خطرناک باشند. طبق موازین بین المللی، خصوصیات سمی بودن، خورنده‌گی، قابل اشتعال بودن واکنش دهنده‌گی، سرطانزاگی باعث طبقه‌بندی مواد زاید شیمیایی در زمرة مواد زاید خطرناک می‌گردند. مواد شیمیایی غیر خطرناک، موادی هستند که خصوصیات فوق را نداشته باشند. مثل قندها، آمینواسیدها و بعضی از نمک‌های معدنی و آلی.

### ۳-۲-روش‌های مدیریت مواد زاید جامد شهری

استراتژی و ساختار سیستم مدیریت مواد زاید بر سلسله مراتب مدیریت مواد زاید تکیه دارد. طبق شکل (۱-۲) اولین گام برای کاهش اثرات زیست محیطی پسماند پیشگیری از تولید زباله است. بهترین راه حل برای کاهش مخاطرات زیست محیطی پسماند جلوگیری از تولید زباله است. با این حال جلوگیری از تولید زباله همیشه امکان‌پذیر نیست و دیگر راه حل‌ها می‌بایست در نظر گرفته شود. دو مین قدم بهبود مواد یا بازیافت می‌باشد. گام سوم بازیابی انرژی است. (سیستم تولید انرژی با کوره‌های زباله سوز). دیگر اشکال تکنیک مدیریت پسماند سوزاندن و دفن زباله‌ها هستند این فرآیند یک جریان مستقیم است برای نابود کردن مواد زاید بدون اینکه جداسازی شوند [۳۶].



شکل ۱-۲: سلسله مراتب مدیریت مواد زائد [۳۶].

## ۴-۲- تاریخچه مدیریت مواد زائد جامد در جهان

بشر اولیه از هزاران سال پیش دفع مواد زائد را مورد توجه قرار داده است. در زمانهای اولیه ورود مواد زائد به محیط زیست هیچ گونه مشکل خاصی را ایجاد نمی کرد، زیرا جمعیت کم و زمین قابل دسترس زیاد بود. در واقع مشکل دفع مواد زائد هنگامی مورد توجه واقع شد که انسان به صورت اجتماعات به هم پیوسته به صورت قبایل در روستاهای و مکان های ثابت، زندگی مشترک اجتماعی را در پیش گرفت. جمع آوری و دفع مواد زائد جامد در فرآیند تغییرات اجتماعی با دگرگونی از سیستم چادرنشینی و بیابان گردی به اقامت دائم و یک جانشینی شکل سازمان یافته تری به خود گرفت.

دستور دور کردن مواد زائد از محیط زندگی در قرن ۱۹ میلادی پس از آگاهی بر اینکه مواد زائد جامد کم و بیش برای سلامتی انسان خطراتی به وجود می آورند تهیه شده است. زیرا موجودیت هر شهر به بهداشت، از جمله آب سالم و نظافت شهری بستگی دارد. بدین ترتیب از روزگاران گذشته رعایت موازین بهداشت شهری یک وظیفه اصلی در خدمات عمومی و نظافت محیط زیست محسوب می شده است. طبق یکی از وقایع تاریخی، در یکی از خیابانهای شهر پاریس، فریدریش ویلهلم پادشاه آن زمان با خوکی که در حال خوردن زباله بود تصادف کرد. این واقعه به قتل او منجر شده و سرآغازی برای رفت و روب خیابانهای پاریس گردید. نظافت شهری در پاریس هنگامی بیشتر مورد توجه قرار گرفت که در سال ۱۱۸۴ میلادی فلیپ دوم شاه و فرمانروای پاریس برای مشاهده تصادفی که در خیابان مشرف به قصر اتفاق افتاده بود به پنجره بیرونی آمد و در اثر بوی تعفن ناشی از مدفوع و فضولات شهری بیهوش شد. جالب است بدانیم درست ۸۰۰ سال قبل از این زمان یعنی در صدر اسلام، مقرراتی وجود داشت که مردم را وادار به رعایت بهداشت فردی، اجتماعی می نمود. نجس بودن ادرار، رعایت طهارت و حتی دستورالعملهای پاکسازی خیابانها و بسیاری دیگر از مقررات اسلامی، تنها بخشی از این موارد است که مقایسه آن با سابقه تاریخی جهان موجب افتخار و مبارفات مسلمانان جهان است. روند تدبیر مدیریتی در زمینه مواد زائد جامد شهری در شکل سازمان یافته تری در کشورهای مختلف اروپایی ادامه یافت و هر کشوری الگوی خاصی را در این زمینه ارائه نمود. در سال ۱۴۷۳ در کشور هلند زباله‌دانهای ویژه‌ای در مناطق مختلف شهر آمستردام نصب گردید و مواد آلی زباله‌ها به همراه دستمزد تخلیه زباله‌دانها به داخل این ظروف ریخته می شد تا صاحبان زباله‌دانها ضمن تحملیه زباله‌دانها دستمزد خود را نیز دریافت کنند.

با افزایش میزان زباله و طرح‌های جدیدی که در زمینه جمع آوری آنها ارائه گردید استفاده از بار کش‌های حمل زباله در نیمه قرن هجدهم میلادی متداول شد و به مسائل بهداشتی و مدیریت مواد زائد جامد اهمیت خاصی مبذول گردید. تا زمان رنسانس هیچ روش سازمان یافته‌ای برای دفع زیان وجود نداشت. تا دهه ۱۹۰۰ میلادی بیشترین روش دفع زایدات به صورت تلنبار در محیط بود. و در حدود در سال ۱۹۰۴ میلادی دفن بهداشتی به عنوان اولین و ساده ترین در آمریکا مطرح گردید و در سال ۱۹۱۰ توسعه یافت. اما بطور کلی تا دهه ۱۹۵۰ روش تلنبار غیربهداشتی بدون توجه به جنبه‌ای فنی در مهندسی و حفظ محیط زیست ادامه داشت در برخی ایالت کشور آمریکا در سال ۱۹۵۴ تخلیه زباله در گو دالهای روباز سوزاندن آن مرسوم شد. در انگلستان نیز در سال ۱۹۳۲ میلادی موضوع دفن کنترل شده به عنوان روش سالم و مناسب مورد مطالعه قرار گرفت و به صورت مجموعه‌ای مدرن منتشر گردید [۴۱].

## ۵-۲-تاریخچه مدیریت مواد زائد در ایران

مسئولیت مدیریت مواد زائد جامد شهری به عهده شهرداری هاست. از اوایل دهه ۱۲۹۰ شهرداری ها در شهرهای مختلف کشور ایجاد شدند و به ارائه خدمات شهری پرداختند. علی‌رغم اینکه حدود ۸۰ سال پیش از ارائه خدمات شهری می‌گذرد ولی هنوز هم در بسیاری از شهرهای ایران از روش‌های ابتدایی برای جمع‌آوری و دفع زباله استفاده می‌شود. از آن زمان به بعد شهرهای دیگر کشور به عملیات جمع‌آوری زباله در برنامه‌های روزانه شهرداری توجه کردند و با روش رایج آن زمان با ساختن صندوق‌های بلدیه مواد زائد شهری را به خارج از شهر منتقل کرده و به صورت تلبار در فضای روباز تخلیه می‌نمودند. بدین ترتیب عملیات دفن بهداشتی زباله‌ها تا سال‌های اول انقلاب اسلامی جز موارد محدودی که در تهران وجود داشت؛ در هیچ یک از شهرهای دیگر کشور انجام نمی‌گرفته است. ضمناً نخستین برنامه اصولی دفن بهداشتی زباله عملاً در سال ۱۳۵۹ با توجه به اصول و موازین بهداشتی در شهر همدان برنامه‌ریزی و اجرا شد، از آن زمان به بعد شهرداری تهران، اصفهان، قم، سمنان، اهواز، مشهد و دیگر شهرهای کشور، در این زمینه مبادرت به برنامه‌ریزی نمودند. بعد از انقلاب اسلامی و در سالهای ۵۹ تا ۶۴ شهرداری تهران برنامه‌ریزی‌های گوناگونی جهت حل معضل زباله انجام داد و روش‌های گوناگونی را برای نگهداری زباله تجربه کرد از آن جمله، کانتینرهای کوچک و نصب آنها در کنار برخی خیابانها و محلات بود. در سال ۱۳۶۴ و همزمان با بالا گرفتن مشکل زباله و آولدگی بیش از بیش شهر، شهرداری تهران برآن شد تا برخوردي ریشه‌ای با این معضل بکند و چاره‌اندیشی اساسی و برنامه‌ریزی شده‌ای برای حل آن داشته باشد. بدین ترتیب دفتر مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران سیستم جمع‌آوری و حمل و دفع زباله شهر تهران را در سال ۱۳۶۴ پیشنهاد نمود. در مرحله اول طرح زباله از محل تولید به وسیله چرخ دستی و یا وانت نیسان به ایستگاه‌های خدمات شهری و ایستگاه‌های خدمات شهری محلی انتقال زباله شهری که کامیونها یا کانتینرهای حمل زباله در آنجا مستقر هستند حمل شده و زباله بطور مستقیم تحویل و در کامیونهای پرسی یا کانتینرها تخلیه می‌شوند. در مرحله دوم نیسانها و یا کامیونهای زباله کش به ایستگاه‌های انتقال مرکزی زباله رفته و در آنجا زباله خود را مستقیماً کانتینرها ۳۰ تنی تخلیه می‌کنند و سپس کانتینرها توسط تریلرها به مراکز دفن بهداشتی و یا بازیافت زباله فرستاده می‌شوند و مرحله سوم شامل دفن بهداشتی زباله در مراکز دفن و یا بازیافت زباله، شامل تبدیل زباله به کود گیاهی و یا بازیافت مواد دیگری می‌باشد. خوشبختانه همه شهرهای بزرگ و بسیاری از شهرهای کوچک کشور عملیات دفن زباله را تا حدود زیادی انجام داده یا در این زمینه در حال برنامه‌ریزی هستند [۲۹].

## ۶-۲-دفن بهداشتی

دفن بهداشتی زباله عبارت است از انتقال مواد زاید جامد به محل ویژه دفن آن‌ها در دل خاک به نحوی که خطرو متوجه محیط‌زیست نشود. دفن بهداشتی، یک روش مؤثر و ثابت شده برای دفع دائم مواد زاید است. در هر منطقه‌ای که زمین کافی و مناسب وجود داشته باشد، روش دفن بهداشتی می‌تواند بخوبی مورد استفاده قرار گیرد. این روش متدائل‌ترین روش دفع زباله در جهان است [۳۳]. عملیات دفن بهداشتی زباله شامل چهار مرحله زیراست:

۱) ریختن زباله در یک وضع کنترل شده

۱) پراکندن و فشردنگی زباله در یک لایه نازک برای حجم مواد (به ضخامت حدود ۲ متر)

۲) پوشاندن مواد با یک لایه خاک به ضخامت حدود ۲۰ سانتیمتر

### ۳) پوشش لایه نهایی زباله به ضخامت حدود ۶۰ سانتی متر با خاک

دفن بهداشتی یکی از شیوه‌های رایج و کنترل شده زباله است که در این روش زباله به صورت لایه‌ای در سطح زمین یا درون گودال‌های طبیعی و مصنوعی پخش و متراکم می‌شود و روی آن با لایه‌ای از خاک یا سایر مواد پوشانده می‌شود. این اعمال به شرطی بهداشتی خوانده می‌شوند که طی آن خطراتی متوجه محیط زیست نباشد، اگرچه بیش از ۶۰ سال است که از طرح مساله دفن بهداشتی و مهندسی مواد زائد می‌گذرد و در این فاصله سایر روش‌های پردازش و دفع مواد زائد جامد، تحول و تکامل چشمگیری داشته‌اند اما هنوز دفن بهداشتی و مهندسی مواد زائد جامد متدائل‌ترین روش دفع پسماند شهری، صنعتی و خطرناک در جهان به شمار می‌رود. روش دفن بهداشتی مکمل سایر روشهای دفع و پردازش پسماند است، زیرا بازیافت، کمپوست و یا سوزاندن همهٔ پسماندهای شهری امکان‌پذیری اقتصادی نیست. روش دفن بهداشتی هم برای پسماندهای صنعتی هم برای زباله‌های شهری، بیمارستانی و حتی مواد زائد خطرناک کاربرد دارد [۱۶]. دفن بهداشتی از نظر اولویت و سلسله مراتب در ردیف آخر یا ردیف چهارم در سیستمهای جامع مدیریت مواد زاید جامد شهری در کشورهای صنعتی قرار دارد. هدف این سیستمهای کاهش سهم دفن بهداشتی است. با وجود کوشش‌های فراوانی که در کاهش سهم دفن بهداشتی در مدیریت مواد زاید شهری در این کشورها به عمل آمده، باز هم سهم قابل توجهی از دفع را به خود اختصاص داده است و به دلایل زیر پیش‌بینی می‌شود که در دهه‌های آینده سهم آن در دفع زباله در کشورهای صنعتی قابل توجه باشد [۹]:

- ۱- نسبت به سایر روش‌های دفع زباله روش کامل‌تری است.
- ۲- هزینه‌های آن هنوز از سایر روشهای کمتر است.
- ۳- قابل انعطاف است.
- ۴- ساختار مدیریت مواد زاید جامد سال‌هاست که با این روش شکل‌گرفته است.
- ۵- سرنوشت نهایی مواد باقیمانده، دفن است [۹۲].

در دفن بهداشتی و مهندسی زباله سه مرحله در نظر گرفته می‌شود که عبارتند از [۹]:

الف) مکان‌یابی محل دفن

ب) آماده سازی محل دفن

ج) عملیات اجرایی در محل دفن

### ۲-۲-مکان‌یابی دفن زباله شهری:

مکان‌یابی پروسه‌ای است که توسط افراد و سازمانهای مختلف صورت می‌گیرد و با انجام آن مکان مناسب برای یک فعالیت معین با توجه به معیارها و فاکتورهای مؤثر در آن، طی یک روال اجرایی منظم تعیین می‌گردد. مکان‌یابی می‌تواند برای هر فعالیت صنعتی، اقتصادی، خدماتی و... انجام گیرد.

با مراجعه به تاریخچه مکان‌یابی می‌توان دریافت که این مقوله در تمام طول تاریخ بشری، جهت دستیابی به منافع غذاء، شکار، محل سکونت و... مناسب، مورد توجه اما استفاده از روش‌های علمی از اواخر قرن ۱۹ خصوصاً پس از جنگ جهانی دوم با پیشرفت ریاضیات رایج شده است. در برخی از موارد انجام مکان‌یابی بسیار دشوار بوده و تحقیق در نقشه‌ها و اسناد متعددی را می‌طلبد که با روش‌های قدیمی امکان‌پذیر نیست در سال‌های اخیر با پیشرفت در علوم کامپیوتر و فناوری

اطلاعات، به کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی، به کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت مکانیابی در کاربردهای گوناگون افزایش یافته است [۲۱].

فاکتورهای مکانیابی مجموعه ضوابط و شرایط تعیین کننده مکان مناسب جهت انجام یک فعالیت مشخص می‌باشد. این ضوابط و شرایط تعیین کننده مکان جهت انجام یک فعالیت مشخص می‌باشند. این ضوابط و شرایط با توجه به نیازمندی‌های فعالیت مورد نظر، استاندارهای موجود، ویژگی محدوده مورد مطالعه و براساس نظارت متخصصین تعیین و تعریف می‌گردد [۲۱]. با این حال برخی از معیارها نظیر نزدیکی به شبکه حمل و نقل و امکان دسترسی به تجهیزات مورد نیاز تقریباً در مکانیابی برای کلیه فعالیتها، دارای اهمیت است. در مدل‌های مکانیابی، از ضوابط مذکور جهت کمی نمودن فاکتورهای زیست محیطی، اجتماعی و فنی تاثیرگذار در فرآیند مکانیابی، استفاده می‌شود [۶۳].

مکانیابی یک محل، دفن فرآیندی پیچیده است، زیرا باید تمامی پارامترهای اجتماعی، زیست محیطی و فنی را دارا باشد. هدف از پروسه مکانیابی این است که مناطقی با حداقل خطر برای سلامت عموم و محیط زیست شناسایی گردند و از لحاظ اقتصادی نیز مقرر باشند. یک مکان مناسب دفن باید بتواند معیارهای مختلف زیست محیطی، سیاسی، اقتصادی، هیدرولوژی، توپوگرافی و دیگر معیارها را برآورده سازد. متسافنه در کشور ما دستورالعمل مدونی در ارتباط با ضوابط و معیارهای یک مکان دفن بهداشتی وجود ندارد.

در انتخاب محل مناسب برای دفن باید دقت کافی داشت و همکاری سازمان‌ها و ادارات محلی نظیر اداره محیط زیست، بهداشت محیط، وزارت بهداشت، شرکتهای آب منطقه‌ای، سازمان مسکن و شهرسازی، منابع طبیعی، اداره جهاد کشاورزی و ... الزامی است، چراکه مکانیابی نامناسب برای محل دفن زباله در مراحل بعدی مشکلات عدیده اقتصادی و عملیاتی، زیست محیطی و بهداشتی را به دنبال دارد.

## ۲-۸-۱-روش‌های مختلف دفن بهداشتی زباله

روش‌های مختلف دفن بهداشتی زباله بر حسب موقعیت جغرافیایی، سطح آبهای زیرزمینی و میزان خاک قابل دسترس جهت پوشش زباله بسیار متفاوت است. اصطلاح دفن بهداشتی تغییر یافته برای کارهایی به کار برده می‌شود که عمل کوییدن و پوشانیدن زباله یک‌بار در هفته انجام می‌گیرد. این عملیات به ۳ نوع انجام می‌شود [۳۳].

## ۲-۸-۲-روش خندق یا ترانشهای<sup>۱</sup>

هر جا که زمین مسطح در دسترس باشد به طور معمول روش خندق انتخاب می‌شود. برای این کار خندقی دراز (به ژرفای ۲ تا ۳ متر و پهنای ۳ تا ۱۰ متر) کنده می‌شود (برحسب شرایط محیط) و زباله‌ها در آن ریخته و کوییده و با خاک بیرون آورده شده روی آنها پوشانیده می‌شود. زمانی که از روش خندقی استفاده می‌شود اگر زباله‌ها در عمق دو متری دفن شوند یک هکتار زمین جوابگوی ۱۰ هزار نفر در سال خواهد بود [۳۳].

<sup>۱</sup> Trench Method

## ۲-۸-۲-روش سطح شبیدار یا سواشی<sup>۱</sup>

در هر جا که زمین شیب ملایم داشته باشد این روش مناسب است. برای اطمینان از پوشانده شدن زباله‌ها کمی حفاری هم انجام می‌شود. ترتیب ترانشه‌هایی بطول ۱۲-۳۰ متر عمق ۱-۴ و عرض ۱۵/۴ متر حفر می‌شود از این پس زباله در ترانشه‌هایی که از قبل آماده شده است تخلیه گردیده و به صورت لایه‌های نازکی که معمولاً بین ۱۵۰-۲۰۰ سانتی‌متر است فشرده می‌گردد. ارتفاع این لایه‌ها بایستی حداقل ۲/۵-۲ متر رسیده و در صورت لزوم با قشri از خاک به ضخامت ۳۰-۱۰ سانتی‌متر پوشیده شوند [۳۳].

## ۲-۸-۳-روش دفن بهداشتی به صورت مسطح<sup>۲</sup>

از این روش در موقعی استفاده می‌شود که زمین برای گودبرداری، مناسب نباشد. در این روش زباله‌ها بعد از تخلیه به صورت نوارهای باریکی به ضخامت ۷۵-۴۰ سانتی‌متر در روی زمین تسطیح گردیده و لایه‌های زباله فشرده می‌شوند تا ضخامت آن‌ها به ۱۸۰ سانتی‌متر برسد. از این مرحله به بعد روی لایه‌های آماده شده قشri از خاک به ضخامت ۳۰-۱۵ گستره و فشرده می‌شوند [۳۳].

## ۲-۹-خطرات ناشی از دفع زباله به طریق غیربهداشتی

اصول بهداشت و بهسازی محیط، در هر شهر ایجاب می‌کند که زباله‌ها در حدائق زمان از منازل و محیط زندگی انسان دور شده و در اسرع وقت دفع گردند. پیدایش این ایده (دفع بهداشتی زباله در محیط زیست) در قرن نوزدهم میلادی به مشابه یک دستورالعمل بهداشتی، شهروندان را به رعایت آن ملزم می‌ساخت.

اهمیت دفع بهداشتی زباله‌ها موقعی بر همه روش خواهد شد که خطرات ناشی از آن‌ها بخوبی شناخته شود. زباله‌ها نه فقط باعث تولید بیماری، تعفن و زشتی مناظر می‌گردند، بلکه می‌توانند به وسیله آلوده کردن خاک، آب و هوا خسارات فراوانی را ببارآورند. به همان اندازه که ترکیبات زباله مختلف است، خطرات ناشی از مواد تشکیل دهنده آنها نیز می‌توانند متفاوت باشند. جمع‌آوری، حمل و نقل و آخرین مرحله دفع این مواد بایستی به طریقی باشد که خطرات ناشی از آن‌ها در سلامتی انسان به حدائق ممکن کاهش یابد.

راجع به خطرات حاصل از زباله‌های شهری و صنعتی باید گفت که در کلیه منابع علمی و کتب مربوطه همواره اشاره به ابتلای انسان‌ها به بیماری‌های گوناگون شده است. در کتب علمی تعداد باکتری‌های مختلف موجود در خاکروبه خیابان‌ها از ۲ تا ۴۰ میلیون به صورت خاص و از ۱۰ تا ۵۰۰۰۰ میلیون بطور عموم در هر گرم برآورده شده است. این تعداد باکتری می‌توانند به سادگی موجب بروز بیماری‌های گوناگونی گردند. مخصوصاً اینکه در این مواد انواعی از باکتری‌های مولد وبا، تیفوس و کزان بطور مسلم و صریح تشخیص داده شده است. شایان ذکر است که سابقاً فضولات حیوانی (پهنه گاو و اسب) قسمت عمده‌ای از خاکروبه‌های خیابانی را تشکیل می‌داد [۳۳].

<sup>1</sup> Rame Method

<sup>2</sup> Area Method

### ۱-۹-۲-آلودگی خاک:

پسماندهای جامد شهری که خود ترکیبی از انواع پسماندهای ناشی از فعالیت انسان و حیوان و بسیاری از مواد صنعتی و کشاورزی است در آخرین مرحله دفع به خاک منتقل می‌شوند. این مواد خود خللی در تبادل آب و هوا و دیگر عکس‌عمل‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بوجود می‌آورند [۳۳].

### ۲-۹-۲-آلودگی آب:

وجود آب سالم و بهداشتی شرط ادامه حیات بشر است. سرعت افزایش جمعیت در شهرها، بهبود، وضع بهداشت و پیشرفت‌های صنعتی در سطح شهرهای کشور بیش از پیش باعث محدود شدن منابع آب شده است. گرسنگی بودن مناطق مختلف کشور و عدم وجود منابع آب کافی از یک سو و عدم کنترل آلودگی آب به وسیله تخلیه فاضلاب‌ها و زباله‌های شهری و صنعتی از سوی دیگر تاثیر زیان‌بخشی در اقتصاد و بهداشت جامعه ما دارد. همچنین تخلیه مواد زاید جامد و مایع (زباله و فاضلاب‌ها) در محیط به وسیله جاری شدن آب‌های سطحی اعم از جویبارها، رودخانه‌ها و دیگر آب‌های حاصل از بارندگی به نقاط مختلف موجب انتشار آلودگی می‌گردند و این در حالیست که متاسفانه در بعضی از شهرهای ما دفع بی‌رویه زباله اکثراً به وسیله تخلیه مواد به جویبارها صورت می‌گیرد و یا دفن غیربهداشتی آن در سراشیبی‌ها و دیگر اماکن که مخالف ضوابط حفاظت آب‌های زیرزمینی است انجام می‌شود که از نظر بهداشت محیط کاملاً خطرناک است [۳۳].

### ۳-۹-۲-آلودگی هوا:

در این زمینه گفته می‌شود احتراق مواد پلاستیکی که متاسفانه امروزه به میزان فراوانی در زباله‌ها وجود دارد صرفنظر از تولید دیوکسین‌ها گازهایی همچون گاز کربنیک، ایدرید سولفوره، گازهای سمی کلره و غیره می‌نماید که فوق العاده خطرناک بوده و موجب آلودگی شدید هوا می‌گردد. گازهای حاصل از تخمیرهای هوایی و غیرهوایی در مراکز دفن زباله قادرند به طبقات زیرین خاک نفوذ کرده و اختلالاتی در خاک‌های زراعی به وجود آورند. طبق مطالعات انجام شده در نواحی نزدیک به جایگاه‌های دفن زباله میزان گاز متان ( $\text{CH}_4$ ) تا حدود ۶۰ درصد و گاز کربنیک ( $\text{CO}_2$ ) حداقل تا ۳۰ درصد تایید شده است. که قطعاً در جلوگیری از رشد و نمو صحیح گیاهان منطقه بی‌تأثیر نیست [۳۳].

### ۱۰-۲-شاخص‌ها و معیارها در انتخاب و ارزیابی محل دفن

در انتخاب و ارزیابی محل دفن مواد زائد جامد از معیارهای وشاخص‌های همچون الکتو<sup>۱</sup>، دراستیک<sup>۲</sup> و روش GIS و...استفاده می‌شود و پس از امتیاز و وزن هر امتیاز رد و قبول مکان دفن مشخص می‌گردد که در زیر به روش‌های متداول ارزیابی مکان دفن زباله دفن پرداخته می‌شود.

<sup>1</sup> Olekno

<sup>2</sup> Drastic

## ۱-۱۰-۲-الکنو:

الکنو برای جلوگیری از خطرهای شیرابه در اماکن دفن زباله شاخصی را برای انتخاب محل زمین پیشنهاد می‌کند که با استفاده از آن درجه تناسب زمین انتخابی تعیین می‌گردد. او برای شاخص پیشنهادی خود میزان بارندگی، جنس خاک و سطح آب‌های زیرزمینی را ملاک قرار داد که نمره گذاری آن به شرح جدول (۲-۲) می‌باشد [۲۸].

جدول ۲-۱: روش ارزیابی محل دفن بر اساس شاخص الکنو [۲۸].

-	۷۶۵-۱۷۸۰	۲۵۰-۷۶۰	۲۵۰ میلیمتر >	باران متوسط سالیانه
-	۶	۷	۲۱	نوع خاک
شن با خرد سنگ	گل	لای و ماسه نرم	رس و لای با رس وماسه	
.	۴	۵	۱۲	عمق کف محل دفن تا سطح آبهای زیرزمینی
۹<	۶-۹	۳-۶	۳-۵/۱	
۹	۸	۷	۳	

اگر جمع نمرات بین ۲۴-۴۲ باشد درجه تناسب محل مورد نظر برای دفن زباله برای دفن زباله خوب است. اگر جمع نمرات بین ۲۱-۲۳ باشد، درجه تناسب محل مورد نظر برای دفن زباله قابل قبول است. اگر جمع نمرات بین ۲۰ و پایین تر باشد، درجه تناسب محل مورد نظر برای دفن زباله قابل قبول نیست.

## ۲-۱۰-۲-روش دراستیک:

توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا برای ارزیابی پتانسیل آلودگی آب‌های زیرزمینی با استفاده از هیدرولوژی منطقه، مناطق مختلف را با مقایسه هفت پارامتر که در آلودگی آب زیرزمینی نقش دارند امتیاز دادن به هر کدام مورد مقایسه قرار می‌دهد [۹].

جدول ۲-۲: محاسبه امتیازهای بهتر و بدتر حداقل و حداکثر در روش دراستیک [۹].

محدوده امتیاز کل بهتر و بدتر		حدود امتیاز بهتر از بدتر		وزن	پارامتر
بدتر	بهتر	بدتر	بهتر		
۵۰	۵	۱۰	۱	۵	عمق سطح آب زیرزمینی
۳۶	۴	۹	۱	۴	
۳۰	۶	۱۰	۲	۳	
۲۰	۲	۱۰	۱	۲	
۱۰	۱	۱۰	۱	۱	
۱۰	۱	۱۰	۱	۵	
۳۰	۲	۱۰	۱	۳	
۲۳۶	۲۶				

در این روش وزن‌های مختلفی به هر کدام از این هفت پارامتر با توجه به اهمیت آنها داده می‌شود. با دانستن وزن و امتیاز هر کدام از پارامترها پتانسیل آلدگی توسط معادله زیر در هر محل قابل محاسبه خواهد بود.

$$=DrDw+RrRw+ArAw+SrSw+TrTw+IrIw+CrCw \quad (1-2)$$

D: عمق سطح آب زیرزمینی R: تغذیه آبهای زیرزمینی

A: محیط لایه آبدار S: محیط خاکی

T: توپوگرافی I: تاثیر ناحیه غیر اشباح

C: هدایت هیدرولیکی لایه آبدار

در این معادله شاخص‌های معیارهای  $I$  و  $W$  به ترتیب اشاره به امتیاز و وزن هر کدام از کمیت‌ها در معادله دارند. مقادیر امتیازهای نهایی حداقل و حداکثر هر کدام از پارامترها را نشان می‌دهد که این روش مقایسه یک محل با محل دیگر می‌باشد. بهترین محل برای یک دفن بهداشتی دارای امتیاز ۲۶ و بدترین محل دارای امتیاز ۲۲۶ خواهد بود، پس با محاسبه امتیاز یک محل و مقایسه آن در این محدوده می‌توان در مورد وضعیت محل قضاوت کرد. از معایب این روش محدود بودن پارامترهای تاثیرگذار در انتخاب محل دفن که تنها هفت پارامتر می‌باشد [۹۲، ۹].

### ۳-۱۰-۲ روش سازمان کنترل آلودگی مینسوتا<sup>۱</sup> (MPCA)

روش MPCA که توسط آژانس کنترل آلودگی مینسوتا پیشنهاد شده است. براساس شش فاکتور حذفی اولیه و هفت فاکتور شرطی ثانویه تشکیل شده است. به طور خلاصه عدم رعایت شش فاکتور اولیه موجب حذف محل مورد نظر خواهد شد. فاکتورهای شش گانه اولیه شامل موارد زیر است [۴].

۱- فاصله محل دفن از دریاچه یا یک استخر آب، حداقل ۳۰۵ متر باشد.

۲- فاصله محل دفن از رودخانه و یا هر مجرای آب محلی، باید ۹۲ متر باشد.

۳- محل دفن نباید در داخل مسیل با دبی دوره برگشت ۱۰۰ ساله واقع شود.

۴- محل نبایستی در مناطق باتلاقی واقع شود.

۵- محل دفن نبایستی خطر حضور پرنده‌گان را به فروندگاه محلی ایجاد کند.

۶- در محل‌هایی که دارای غار آهکی هستند واقع نشوند.

هفت فاکتور شرطی اگر توسط عملیات مهندسی قابل رفع باشد از نظر محل استقرار مشکلی ایجاد نمی‌کند. که شامل موارد زیر است:

۱- محل دفن نباید در فاصله کمتر از ۳۰۵ متری جاده اصلی و اتوبان‌ها، پارک‌های عمومی و منازل مسکونی واقع شود.

۲- محل دفن نباید در مناطق فرسایش‌پذیر و زهکشی واقع شود.

۳- محل دفن نباید منابع آب مورد استفاده عمومی را تهدید به آلودگی کند.

۴- محل دفن نباید مخازن آب آشامیدنی را تهدید به آلودگی کند.

۵- محل دفن نباید آب زیرزمینی دارای شرایط زیر را تهدید به آلودگی کند:

الف- منابعی که توسط چاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ب- منابعی که احتمالاً با دبی ۴ لیتر در دقیقه مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

ج- منابعی که یک لایه آبدار دیگر را در منطقه تغذیه می‌کند.

۶- محل دفن نباید در محلی قرار گیرد که منابع آب زیرزمینی توسط یک لایه محافظ مورد حفاظت قرار نگرفته است.

۷- محل دفن نباید در جایی واقع شود که نتوان منابع آب زیرزمینی را توسط روش‌های متداول مورد نمونه برداری قرار داد.

اگر هفت فاکتور شرطی توسط عملیات مهندسی قابل رفع باشند از نظر محل استقرار مشکلی ایجاد نمی‌کند [۱].

### ۱۱-۲ عوامل مؤثر در انتخاب محل دفن زباله:

اولین گام در طراحی محل دفن، انتخاب محل مناسب جهت دفن می‌باشد. در مکان‌یابی محل دفن بایستی به عواملی همچون توپوگرافی و زمین‌شناسی محل، هیدرولوژی منطقه، شرایط اقلیمی، سطح زمین مورد نیاز، خاک پوششی، سطح آب زیرزمینی، موقعیت زمین نسبت به توسعه شهر، خصوصیات زباله دفنی، کاربری زمین‌های مجاور، فاصله آب‌های سطحی از محل دفن، قیمت زمین و طول عمر جایگاه دفن و ... توجه داشت. به طور کلی محل دفن باید در

<sup>۱</sup> Minnesota Pollution Control Agency (MPCA)

مکانی استقرار یابد که از جهات گوناگون اعم از زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی کمترین ضرر را به وجود آورد [۳۷].

## ۱-۱-۲-مشخصات هیدرولوژی محل

این مشخصات شامل فاصله محل دفن از دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، دشت‌های سیلاب‌گیر، مناطق باتلاقی، چاههای آب و تراز بالای آب زیرزمینی از کف محل دفن زباله احداث شده می‌باشد.

در خصوص آب‌های سطحی، در ابتدا باید شرحی بر ویژگی‌های آب‌های سطحی منطقه‌ای در حداقل ۵ کیلومتری سایت مورد نظر شامل هرگونه فعل و انفعالات، اثرات بالقوه و اثرات کنونی بین ویژگی‌های آب محلی و آب‌های سطحی در مکان دفن زباله (مواد زائد شهری) پیشنهادی صورت پذیرد. این توصیف باید دشت‌های سیلاب‌گیر، باتلاق‌ها، دریاچه‌ها، آبگیرها، نهرها، مسیرهای زهکشی و همچنین منابع ذخیره آب آشامیدنی را دربرگیرد [۷۲].

یکی دیگر از عوامل مهم در انتخاب محل دفن، سیل‌خیزی منطقه می‌باشد. سیل‌خیزی به شب، توپوگرافی و نفوذپذیری منطقه بستگی دارد. در مناطق با پتانسیل سیل‌خیزی بالا خطر انتشار آلودگی به محیط اطراف افزایش می‌یابد. بنابراین باید به شناسایی مناطق با پتانسیل سیل‌خیزی بالا پرداخت و از احداث لندفل در آنها اجتناب شود.

در خصوص آب‌های زیرزمینی، در ابتدا باید شرحی بر زمین شناسی و آب‌های زیرزمینی در محدوده سایت با تکیه بر مناطق نایابیدار یا مناطق دارای سنگ بستر و شرح موقعیت آب زیرزمینی تهیه شود. سپس یک مطالعه تحقیقی مفصل در خصوص تراز آب‌زیرزمینی، سنگ بستر و خصوصیات خاک، توپوگرافی، مسیر جريان آب زیرزمینی، کیفیت آب، جريان آب و دیگر جزئیات مرتبط با آن صورت پذیرد. بکارگیری حداقل چهار چاه کنترل کننده که از لحظه هیدرولیکی حداقل یکی از آنها در بالادست و سه چاه دیگر در پائین دست سایت حفر گردیده باشند، ضروری بنظر می‌رسد. ملاحظاتی جهت حفر چاههای کنترل به منظور عملکرد احتمالی بعنوان چاههای بازیابی (احیا) در نتیجه اثرات زیرزمینی باید صورت پذیرد [۷۲].

در گزارش کاربردی، ارزیابی انتقادی نتایج بررسی‌های آبهای سطحی و آبهای زیرزمینی، ارزشیابی مناسب بودن سایت برای استفاده بعنوان یک سایت دفن زباله (مواد زائد شهری) و توصیه‌هایی مربوط به طراحی تجهیزات، باید ارائه شود. بسته به نتایج بررسی‌های صورت گرفته در ارتباط با آب سطحی و زیرزمینی، ویژگی‌های طراحی اضافی در صورت لزوم مشخص می‌گردد [۷۲].

## ۱-۱-۲-مشخصات زمین‌شناسی محل دفن زباله شهری

این مشخصات شامل، شکل زمین، نوع و جنس سازندها، تشکیلات زمین‌شناسی، گسل و خاک شناسی می‌باشد. بیشتر از این جهت که مواد اولیه خاک، میزان، نوع، استحکام مساکن و عملیات عمرانی در ارتباط با آن قرار می‌گیرد اهمیت دارد. از این رو زمین‌شناسی به طور غیرمستقیم نقش مهمی در توزیع و استقرار سکونتگاه‌ها ایفا می‌کند و شناخت این نقش و توجه به آن در برنامه‌ریزی شهری و توسعه فیزیکی آن ضروری می‌باشد.

ساختارهای سنگ آهک، کربناته، سنگ شکافته شده یا دیگر ساختارهای سنگی متخلف ساختارهای سستی در مقابل تراوش شیرابه و انتشار گازهای تولید شده به حساب می‌آیند. در موقوعی که این ساختارها بیش از ۱/۵ متر ضخامت داشته و به عنوان بالاترین لایه زمین‌شناسی روی تراز آب زیرزمینی پرنوسان قرار گرفته‌اند، باید به عنوان محل دفن در

نظر گرفته شوند [۷۳]. همچنین، بطور کلی احداث لندفیل در مناطق ناپایدار و لرزه خیز توصیه نمی شود و هیچ بخشی از یک محل دفن نباید در مناطق در معرض لرزه خیز باشد [۹۱]. از احداث لندفیل ها در مناطق کارستی باید اجتناب شوند. پیش از آنکه یک محل دفن بتواند از لحاظ زمین شناسی در یک منطقه ناپایدار قرار گیرد باید برای سازمان دولتی مربوطه به اثبات برسد که یکپارچگی لایه محافظ و دیگر اجزاء سازه ای مختلط نخواهد شد [۷۳].

دانه بندی خاک که ترکیبی از ذرات شن، رس و سیلت است در انتخاب محل دفن بسیار مهم می باشد. نسبت ذرات سه گانه مربوطه تعیین کننده ویژگی تراوایی خاک به شمار می آید. به این معنا که هرچه درصد شن در ساختار خاک بیشتر باشد میزان نفوذ پذیری آن بیشتر می گردد و در مقابل افزایش درصد رس در خاک علاوه بر کاهش نفوذ پذیری، به علت وجود کلوییدها، خاک به نحو مؤثری در تبادلات کاتیونی شرکت جسته و زمینه پدیده فیلتراسیون سیال می گردد، لذا خاک به هر منظور که مورد مطالعه قرار گیرد چه خاک پوششی و چه خاک بستر و کف محل دفن تراوایی یک ویژگی مهم آن تلقی می گردد. معمولاً خاک لایه پوششی برای سنگ بستر محسوب می شود که هر قدر غیرقابل نفوذتر باشد از ورود آب به داخل زمین بیشتر جلوگیری می کند. بهترین خاک پوششی مخلوطی از خاک با دانه بندی درشت و ریز می باشد [۴۱].

### ۲-۱۱-۳- کاربری زمین و راه های ارتباطی

این مشخصات شامل فاصله محل دفن از پارک های عمومی، مناطق مسکونی، جنگلهای حفاظت شده، زیستگاه های حفاظت شده، فروگاه ها، بزرگراه ها و مسیر های دسترسی می باشد. محل دفن باید در فاصله مشخصی از مناطق مسکونی باشد. به منظور خارج کردن محل دفن زباله از معرض دید ساکنین، محوطه سازی و شانه های خاکی حفاظتی در طراحی برای به حداقل رساندن قابلیت دید به سایت باید در نظر گرفته شوند. مارپیچی کردن جاده های دسترسی برای اجتناب از قابل رویت بودن بخش های فعل محل دفن از جاده اصلی توصیه می شود [۷۳].

از لحاظ زیست محیطی مناطق زیست گونه های نادر یا گونه های در معرض خطر یا مناطق حفاظت شده نباید در محدوده های محل دفن باشند. محدودیت فاصله از فروگاه بدليل خطر پرندگان است. منظور از خطر پرندگان افزایش در احتمال برخورد پرنده و هوایپما است که می تواند منجر به صدمه به هوایپما یا آسیب به سرنشینان شود [۷۳]. پرندگان جذب محل های دفنی می شوند که مواد غذایی در دسترس است [۵۵]. مناسب ترین دسترسی به سایت مورد نظر از طریق یک شبکه جاده ای فرعی موجود در تمام شرایط آب و هوایی و مسیر های مستقیم به سمت محل دفن می باشد. استفاده از جاده های اصلی، جاده های بین مناطق مسکونی یا جاده های عبوری از بزرگراه های اصلی، با مخاطره همراه بوده و همچنین موجب ایجاد مزاحمت می گردد [۷۳]. در صورت نیاز به ایستگاه های حمل و نقل، محل دفن باید در طی ۲ ساعت زمان سفر (یک رفت) با حمل و نقل کامیونی از ایستگاه انتقال در دسترس باشد. در غیرایین صورت، برای مسافت های طولانی تر، انتقال با راه آهن و کشتی بطور مستقیم، به مکان محل دفن باید در نظر گرفته شود. قرار دادن محل های انتقال ریلی یا دریایی در منطقه جمع آوری زباله مشکل است. علاوه برای توجه داشت هنگامی که امکان سنجی اقتصادی یک گزینه محل دفن درنظر گرفته شود، نزدیکی به منابع تولید زباله بعنوان یک فاکتور مهم به حساب محل های می آید. دفن در مجاورت مراکز تولید زباله های هزینه های حمل و نقل را کاهش خواهد داد [۷۴].

این عوامل شامل توجه به جهت باد غالب، معیارهای اجتماعی و معیارهای اقتصادی می‌باشد. سرعت و جهت باد غالب از لحاظ انتشار بو، سلامت و اینمنی حائز اهمیت است. فاصله محل دفن زباله و مناطق مسکونی در جهت باد غالب را باید افزایش داد و در صورت لزوم از حفاظتها و پوشش‌های میانی متراکم استفاده کرد. البته باید حتی المقدور از احداث محل دفن در جهت باد غالب اجتناب شود. ارزیابی‌های اقتصادی نیز باید صورت پذیرد و ضمن حفظ ارزش ملک از مخالفت‌ها اجتناب شود. همچنین باید مسیرهای دسترسی و راههای ارتباطی به گونه‌ای انتخاب گردد که توجیه اقتصادی داشته باشد. در خصوص معیارهای اجتماعی نیز باید مقبولیت عام مورد توجه قرار گرفته و از مکان‌هایی که با مخالفت‌های شدید مواجه‌اند اجتناب نمود. امکان قابلیت جابجایی به جوامع محلی و انجام مذاکرات می‌تواند مؤثر باشد [۵۸]. تغییرات شبیب است منجر به ایجاد جهت می‌گردد که بر حسب زاویه بیان می‌شود در زمینه مکان‌یابی دفن پسماند دامنه‌های آفتاب‌گیر به جهت توانایی میکروب‌زدایی و ایجاد گرمایش لازم جهت تجزیه مواد زائد بهترین مکان جهت دفن پسماند می‌باشد [۳۱].

خطوط انتقال مواد نفتی، مخابرات، آب و نیرو: یکی از مواردی که باید در مطالعات مربوط به مکان‌یابی رعایت شود، فاصله لازم از خطوط انتقال مواد نفتی، مخابرات، آب و نیرو است. بنابراین لازم است تا در ارتباط با این موضوع برای هر گزینه انتخابی حریم‌های مصوب مربوط به آنها در سیستم اطلاعات جغرافیایی پیاده و ملحوظ شوند [۳۱]. قطب‌های صنعتی بررسی پراکنش جغرافیایی صنایع مستقر در محدوده‌های مورد مطالعه به منظور ارزیابی گزینه‌های شناسایی شده برای دفع و دفن پسماندها با قطب اصلی صنایع تولید‌کننده این پسماندها و ارزیابی اینمنی حمل و نقل پسماندها از طریق مسیرهای دسترسی به این سایتها، یکی از موارد مهم در مطالعات مکان‌یابی محلهای دفع و دفن پسماندهاست. به همین علت یک لایه مستقل از پراکنش صنایع تولید‌کننده پسماندهای ویژه در محیط ایجاد و در ارزیابی‌های زیست‌محیطی مربوطه بکار خواهد رفت [۵۸].

## ۱۲-۲-آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره

روش تصمیم‌گیری چند معیاره یک ابزار مفید برای تعیین بهترین متغیر در بین چندین متغیر بر اساس چندین معیار یا صفت با اثرات مختلف می‌باشد. روش تصمیم‌گیری چندمعیاره به عنوان یک مقوله مهم و محتمل برای تصمیم‌گیری در اوایل دهه ۱۹۷۰ مطرح گردید. از آن زمان به بعد، تعداد تئوریها و مدل‌ها جهت دستیابی به تصمیم‌گیری چند معیاره مستدل‌تر، سریع رشد یافتند [۷۰]. در دهه ۱۹۹۰ و ۱۹۸۰ روش‌های زیادی در زمینه تصمیم‌گیری چند معیاره گسترش داده شدند که اکثر آنها پیرامون سیستم حمایت از تصمیم‌گیری‌های گروهی است [۸۰]. هدف از تصمیم‌گیری چندمعیاره کمک به تصمیم‌گیران جهت سنتر و ساماندهی اطلاعات جمع‌آوری شده به نحوی است که تصمیم‌گیران در مورد تصمیمات ایجاد شده به اطمینان برستند. با استفاده روش تصمیم‌گیری چندمعیاره، تصمیم‌گیران احساس می‌کنند که کلیه معیارهای مهم را در نظر گرفته و بعد از تصمیم‌گیری افسوس نخواهند خورد. در واقع این روش به تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا معیارهای اساسی را شناخته و تصمیم نادرست نگیرند [۸۱]. تعداد معیارهای ارزیابی به خصوصیات مسئله تصمیم‌گیری بستگی دارد. معیارهای ارزیابی برای یک مسئله خاص ممکن است از طریق بررسی ادبیات مربوطه مطالعات

تحلیلی و پیمایش آرا و عقاید افراد حاصل شود. با تعیین مجموعه‌های از معیارها با ارزیابی گزینه‌های تصمیم‌گیری لازم است هر معیار به صورت نقشه در پایگاه دادهای مبنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی نشان داده شود [۷]. تصمیم‌گیری چندمعیاره رامی توان به دو طبقه زیر تقسیم نمود [۷].

(۱) تصمیم‌گیری چند صفت

(۲) تصمیم‌گیری چند شاخصه

مدل تصمیم‌گیری چند معیاره به منظور طراحی به کار گرفته می‌شود، در حالیکه مدل تصمیم‌گیری چند صفت به منظور انتخاب گزینه برتر استفاده می‌گردد. تصمیم‌گیری چند صفت به برای انتخاب بهترین متغیر بر اساس یک سری اهداف توسعه یافته است که این اهداف گاه هم راستا و بعضاً متقابل و متضاد می‌باشند. اگر مسئله مورد ارزیابی یک مجموعه محدود از متغیرها را شامل بوده در حالی که بهترین آنها براساس ارزش‌های یک مجموعه صفت‌ها تعیین گردد، این یک مسئله تصمیم‌گیری چند صفت است. در روند تصمیم‌گیری چندمعیاره تصمیم‌گیران با توجه به هر معیار ارزیابی کمی کیفی گزینه‌ها پرداخته و اهمیت نسبی معیارهای ارزیابی را با توجه به هدف نهایی تعیین می‌کنند.

به عبارت دیگر آنالیزهای چند معیاره معمولاً شرایطی فراهم می‌کند که تصمیم‌گیران برای تعیین عملکرد هر گزینه با توجه به هر معیار و همچنین برای تعیین اهمیت نسبی معیارهای ارزیابی با توجه به هدف اصلی، به ارزیابی کیفی پردازند.

ویژگی‌های مطلوب این روش عبارتند از [۶۶]:

درنظر گرفتن معیارها و اهداف چندگانه متضاد

ساختاری کردن مسئله مورد بررسی

ایجاد مدلی به عنوان کانون بحث

ایجاد تصمیم‌گیری منطقی، توجیه پذیر و قابل شرح.

## ۱۳-۲-عناصر تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM):

برای تحلیل یک سیستم چند معیاره باید عناصر آن را به خوبی شناخت و آنها را به طور دقیق تعریف کرد و سپس به مدلسازی و تجزیه تحلیل آن پرداخت. به طور کلی می‌توان گفت مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM شامل شش مولفه می‌باشد [۴].

هدف یا مجموعه‌ای از اهداف

تصمیم‌گیرنده یا گروهی از تصمیم‌گیران

مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی

مجموعه‌ای از گزینه‌های تصمیم

مجموعه‌ای از متغیرهای مجھول یا متغیرهای تصمیم

مجموعه‌ای از نتایج حاصل شده از هر زوج گزینه معیار

#### ۱۴-۲-مراحل تصمیم‌گیری چندمعیاره:

یکی از وظایف مهم مدیریت در هر سازمانی تصمیم‌گیری است. طبیعی است که حل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره دارای پیچیدگی است و به راحتی امکان‌پذیر نمی‌باشد. تصمیم‌گیری چند معیاره دارای مراحلی است که به ترتیب در زیر شرح داده می‌شود [۳].

#### ۱۴-۱-تعیین معیارهای تصمیم‌گیری

به ملاک‌های که متضمن هدف و سازنده آن بوده و تصمیم‌گیرنده به منظور افزایش مطلوبیت و رضایت خود آن را مدنظر قرار می‌دهد معیار گفته می‌شود. در واقع معیارها، استانداردها و قوانینی هستند که سنگ محک هدف بوده و برای قضایت استفاده می‌شود. معیارها ممکن است کمی باشند که بتوان آنها را در قالب اعداد و ارقام بیان کرد ولی اگر معیارها کیفی باشند، دیگر به سادگی نمی‌توان از روش ریاضی استفاده کرد و تحلیل آنها روش خاص خود را می‌طلبد. در این حالت اندازه‌گیری معیارهای کیفی نیاز به یک استاندارد دارد. این معیارها باید به گونه‌ای باشند که به طرز مطلوب بیانگر طبیعت چند معیاری تصمیم باشد [۷۸]. در انتخاب معیارهای ارزیابی، قاعده عمومی این است که معیارها باید در ارتباط با مسئله مورد نظر تعیین گردد. با تعیین مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی گزینه‌های تصمیم‌گیری لازم است که هر معیار به صورت نقشه در پایگاه داده‌های مبنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی نشان داده شود. از لایه‌هایی که معرف معیارهای ارزیابی هستند تحت عنوان نقشه‌های معیار یاد می‌شوند [۷].

#### ۱۴-۲-استانداردسازی معیارهای ارزیابی

از آنجایی که معیارها در واحدهای متفاوتی اندازه‌گیری می‌شود، نقشه معیارها با همدیگر قابل مقایسه نیستند، ازین رو در بسیاری از تصمیم‌گیری‌های چند معیاره لازم است که نقشه‌های معیارها در قالب‌های متناسب و قابل مقایسه با یکدیگر قرار گیرند، برهمین اساس قبل از آنکه بتوان نقشه‌های معیار را در تصمیم‌گیری چند معیاره مورد استفاده قرار داد، باید آنها را به صورت استاندارد درآورد [۷].

#### ۱۴-۳-وزن‌دهی معیارها

در ارزیابی چندمعیاره، وزن دهی باعث می‌شود که لایه‌های مختلف ارزش‌های متفاوتی پیدا کنند و از این طریق تجزیه و تحلیل‌ها با دقت بیشتری صورت گیرد. بنابراین هدف از وزن‌دهی معیارها آن است که بتوان اهمیت هر معیار را نسبت به معیارهای دیگر بیان کرد [۷]. چنانچه وزن دهی انجام نشود و همه‌ی لایه‌ها ارزش یکسان داشته باشند، نتیجه به دست آمده می‌تواند گمراه‌کننده و نادرست باشد. دامنه‌ی وزن دهی به دامنه‌ی ارزش‌های معیار (تفاوت بین ارزش حداقل و حداقل در رابطه با یک معیار معین) بستگی دارد. به واسطه‌ی افزایش یا کاهش دامنه می‌توان وزن یک معیار را به طور دلخواه در اندازه‌های بزرگ یا کوچک طرح کرد. وزن‌ها معمولاً به گونه‌ای تعیین می‌شوند که مجموع آنها برابر یک باشد [۸۴].

در تصمیم‌گیری چندمعیاره روش‌های مختلفی برای وزن‌دهی معیارها با استفاده از دانش کارشناسی وجود دارد. در زیر برخی از این روش‌ها تشریح می‌گردد.

## روش رتبه‌بندی<sup>۱</sup>:

ساده‌ترین روش اختصاص دادن وزن به معیارها، مرتب نمودن آن‌ها براساس نظر تصمیم‌گیرنده می‌باشد. مرتب نمودن معیارها می‌تواند به صورت مستقیم (مهم‌ترین معیار=۱، دومین معیار=۲ و.....) و یا معکوس (کم اهمیت‌ترین معیار=۱ و....) انجام گیرد. پس از مرتب نمودن معیارها باید وزن عددی را محاسبه کرد. برای انجام این کار می‌توان از توان رتبه، رتبه متقابل و یا از روش مجموع رتبه استفاده نمود [۵].

## روش درجه‌بندی<sup>۲</sup>:

استفاده از روش درجه‌بندی (نسبت‌دهی) مستلزم آن است که تصمیم‌گیر به برآورد وزن‌ها بر پایه‌ی یک مقیاس از پیش تعیین شده پردازد (ه عنوان مثال از مقیاسی که دامنه آن از صفر تا صد قرار دارد استفاده کند). رویکرد مبتنی بر تخصیص نقطه‌ای، یکی از ساده‌ترین روش‌های درجه‌بندی است. این روش مستلزم آن است که تصمیم‌گیر به تخصیص ۱۰۰ نقطه در میان معیارهای مورد نظر پردازد. این روش بر پایه‌ی نقاط منظور شده‌ای قرار دارد که دامنه آن از صفر تا صد متغیر است و در آن نمره صفر بیانگر آن است که می‌توان از آن معیار صرف نظر کرد در حالی که نمره‌ی ۱۰۰ بیانگر آن است که در یک وضعیت تصمیم‌گیری معین، فقط لازم است که یک معیار مورد توجه قرار گیرد. هر چه یک معیار نقاط بیشتری را دریافت کند، اهمیت نسبی آن معیار بیشتر خواهد بود [۷].

## روش مبتنی بر تحلیل موازن‌های جایگشتی:

روابط تحلیل موازن‌های جایگشتی معرف یک مجموعه‌ی منحصر به فرد از وزن‌هایی‌اند که این امکان را که تمام گزینه‌های با ارجحیت برابر در روابط موازن‌های جایگشتی از ارزش یا مطلوبیت کلی یکسانی برخوردار باشند، میسر می‌کنند. در این رویکرد لازم است که تصمیم‌گیر در یک زمان به مقایسه‌ی دو گزینه (A و B گفته می‌شود) در ارتباط با دو معیار پردازد و گزینه‌ی ارجح را تعیین کند. تصمیم‌گیر باید به طور مشخص تعیین کند که ارجحیت را به گزینه A می‌دهد یا B یا اینکه نسبت به این دو معیار بی‌تفاوت است. اگر تعداد زیادی از این گونه قضاوت‌ها مطرح شود، می‌توان استنباط کرد که تصمیم‌گیر باید چه میزان وزن نسبت به معیارهای مختلف در نظر داشته باشد. پیش‌فرض حساسی که در این روش مطرح است این است که آن دسته از روابط موازن‌های جایگشتی که تصمیم‌گیران مایل به طرح آن‌ها در میان دو معیارند، مستقل از سطوح در معیارها هستند پیشنهاد می‌کنند که روش‌های مبتنی بر تحلیل موازن‌های جایگشتی را باید تنها در رابطه با آن دسته از معیارهای ارزیابی که به صورت عینی کمی شده‌اند به کاربرد. استفاده از این روش، زمانی که معیارها دارای رتبه‌بندی ذهنی باشند بسیار دشوار است [۷]

<sup>1</sup> Ranking

<sup>2</sup> Rating

## روش مقایسه زوجی<sup>۱</sup>

دستاوردهای حاصل از کاربردهای تجربی نشان می‌دهد که روش مبتنی بر مقایسه دو به دو یکی از مؤثرترین فنون مطرح در تصمیم‌گیری مکانی اعم از رویکردهای مبتنی بر GIS است [۸۰، ۶۸]. در این روش تمامی معیارها به صورت دو به دو با هم مقایسه می‌شوند و شدت برتری معیار  $i$  نسبت به معیار  $j$ ،  $a_{ij}$  تعیین می‌شود. در واقع روش مقایسه زوجی بخشی از فرایند کار روش تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد که در اینجا ابتدا عناصر به صورت زوجی مقایسه شده و ماتریس مقایسه زوجی تشکیل می‌گردد. سپس با استفاده از این ماتریس، وزن نسبی عناصر محاسبه می‌گردد [۳۹]. عناصر این ماتریس همگی مثبت بوده و با توجه به اصل شرط معکوس در روش AHP اگر  $\alpha$  اهمیت  $i$  نسبت به  $j$  برابر  $k/1$  باشد اهمیت عنصر  $j$  به  $i$  برابر  $k$  خواهد بود، در هر مقایسه دودویی، دو مقدار عددی  $a_{ij}$  و  $\frac{1}{a_{ij}}$  خواهیم داشت عناصر قطر این ماتریس با توجه به اهمیت برابر هر معیار نسبت به خود در دستیابی به هدف، برابر با یک است [۱۶].

برای محاسبه وزن این ماتریس می‌توان از چهار روش زیر استفاده کرد:

۱- روش حداقل مربعات

۲- روش حداقل مربعات لگاریتمی

۳- روش بردار ویژه

۴- روش‌های تقریب (شامل روش‌های مجموع سط्रی، مجموع ستونی، میانگین حسابی و میانگین هندسی). از روش‌های فوق، روش بردار ویژه، بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است. اما اگر ماتریس دارای ابعاد بزرگتری باشد، محاسبه مقادیر و بردارهای ویژه طولانی و وقت‌گیر خواهد بود، مگر این که از نرم‌افزارهای کامپیوتری برای حل آن کمک گرفته شود.

## ۴-۴-۲- نرمال‌سازی و تعیین اولویت‌ها

برای بدست آوردن اولویت‌ها از مفهوم نرمال‌سازی و میانگین موزون استفاده می‌شود. یعنی گزینه‌های مختلف براساس نتایج بدست آمده از نظر هرمعیار با یکدیگر مقایسه نموده و آنها را توسط میانگین وزنی نرمال نموده و سپس اطلاعات بدست آمده از این طریق را در ماتریسی که سطر ستون آنها را گزینه‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری تشکیل می‌دهند، مرتب کرده و با استفاده از مفهوم میانگین وزنی، وزنهای بدست آمده برای هر کدام از معیارها را در ماتریس ستونی نرمال شده قبلی، ضرب کرده و نتایج حاصله را به صورت سطري باهم جمع و در نهایت این جمع با بقیه گزینه‌ها مقایسه شده و اولویت گزینه‌ها مشخص می‌شود [۹۳]. برای محاسبه وزن نسبی معیارها، ابتدا همه ارزش‌های هرستون ماتریس جمع و سپس هر عدد ستون به جمع کل هر ستون تقسیم شده و در نهایت میانگین ردیف‌ها محاسبه می‌شود که این عدد همان وزن معیارهاست.

<sup>۱</sup> Pair Wise Comparison

## ۱۴-۲-برآورد میزان سازگاری در قضاوت‌ها

یکی از مزیت‌های AHP امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام شده برای تعیین ضریب اهمیت معیارها است. به عبارت دیگر وقتی اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر برآورد می‌شود، احتمال ناهماهنگی در قضاوت‌ها وجود دارد. یعنی اگر  $A_i$  از  $A_j$  مهم‌تر باشد و  $J_i$  از  $A_k$  مهم‌تر، قاعده‌تا باید  $A_i$  از  $A_k$  مهم‌تر باشد اما علی‌رغم همه کوشش‌ها، رجحان‌ها و احساس‌های مردم غالباً ناهماهنگ هستند. پس باید سنجه‌ای را یافت که میزان ناهماهنگی قضاوت‌ها را نمایان سازد [۱۰]. مکانیزمی که برای بررسی ناسازگاری در قضاوت‌ها در نظر گرفته شده است [۸۸]، محاسبه ضریبی به نام ضریب ناسازگاری (IR) است. چنانچه این ضریب کوچکتر یا مساوی با  $1/0$  باشد، سازگاری در قضاوت‌ها مورد قبول است و گرنه باید در قضاوت‌ها تجدیدنظر شود. به عبارت دیگر ماتریس مقایسه زوجی باید مجدداً تشكیل گردد [۱۶].

## ۱۴-۳-تفیق اطلاعات مکانی

به دلیل اینکه معیارها در مقیاس‌های متفاوت ارزیابی می‌شود، جهت استفاده مؤثر از کلیه عوامل در تجزیه و تحلیل و ایجاد ارتباط بین آنها و تناسب اراضی، ارزش‌های مربوط به ماتریس ارزیابی تحت قاعده خاص نرمال شده و نقشه‌های معیار در قالب‌های متناسب و قابل مقایسه با یکدیگر قرار می‌گیرند [۷]. استانداردسازی معیارها همچنین می‌تواند به عنوان نرمال‌سازی ارزش‌ها در قالب توابع عضوت به حساب آید. جهت ترکیب معیارها روش‌های مختلفی وجود دارد که در زیر به برخی از این روش‌ها اشاره شده است.

### منطق بولین<sup>۱</sup>

منطق بولین یا منطق صفر یک برگرفته از نام ریاضیدان مطرح (جرج بولی) می‌باشد. منطق بولین به صورت قطعی در مورد یک معیار اعمال می‌شود و بر مبنای اعداد صفر و یک می‌باشد. این روش دارای محدوده‌های صریح بوده و ماهیت قطعی دارد و عدد یک نشان دهندهٔ وضعیت قابل قبول مورد نظر، و عدد صفر نشان دهندهٔ نامطلوب بودن قطعی آن می‌باشد. بدین معنی که نقشه‌های استاندارد شده فقط دو معیار صفر و یک خواهند داشت [۶۸].

نقشه‌های بولین به نقشه‌هایی اطلاق می‌شود که در آن‌ها مناطق به دو گروه مطلوب و نامطلوب تقسیم می‌شوند. این دو گروه به ترتیب با ارزش‌های یک و صفر مشخص می‌گردند. رویهم‌گذاری از این نوع منطق بر پایه چهار منطق اصلی ذیل استوار است و نتایج نیز به صورت یک نقشه بولین جدید ارائه می‌گردد [۴۳]:

۱- منطق AND (تفااطع)<sup>۲</sup>: که نتیجه معادل عمل ضرب آن نقشه‌هاست.

۲- منطق OR (اشتراک)<sup>۳</sup>: که از طریق عمل ریاضی جمع به نتیجه می‌رسد.

۳- منطق NOT (تکمیلی)<sup>۴</sup>

۴- منطق XOR (یا انحصاری)<sup>۵</sup>

<sup>1</sup>Boolean

<sup>2</sup>Intersect

<sup>3</sup>Union

<sup>4</sup>Complement

<sup>5</sup>Exclusive OR

## منطق فازی

روش منطق فازی، ورودی را دریافت و به فرم فازی تبدیل می‌کند که این فرآیند، فازی‌سازی نامیده می‌شود. تئوری فازی به اعضای یک مجموعه اجازه می‌دهد که درجات مختلف از عضویت را شامل شوند. صفر نشان‌دهنده عدم عضویت و یک نشان دهنده عضویت کامل یا ۱۰۰ درصدی است. این نوع درجه‌بندی در منطق فازی با ابهامات و عدم قطعیت موجود در اکثر مسائل مربوط به دنیای واقعی هماهنگ است [۵۷]. منطق فازی یک نوع طبقه‌بندی است که از فقدان آن بیش از اندازه اطلاعات جلوگیری، راهی برای نمایش مدیریت عدم قطعیت موجود جهان واقعی ایجاد نماید. توسعه منطق فازی در سیستم اطلاعات جغرافیایی همراه با تئوری فازی، تصمیم‌گیران را قادر می‌سازد که مفاهیم غیردقیق موجود در داده‌های جغرافیایی را بیان کنند [۹۳].

### مدل همپوشانی شاخص<sup>۱</sup>

انجام مدل همپوشانی به دو روش امکان‌پذیر است. در هر دو روش ابتدا به کلیه فاکتورهای مؤثر، براساس اهمیت نسبی و نقش آن‌ها در مکان‌یابی و با توجه به نظرات کارشناسی، وزنی اختصاص داده می‌شود. این وزن‌ها به صورت اعداد صحیح مثبت و یا اعداد حقیقی در یک بازه مشخص تعیین می‌شوند. در روش اول نقشه‌های ورودی فاکتورهای همانند روش بولین به صورت باینری (۰، ۱) هستند. در این روش هر نقشه فاکتور یک عامل وزنی منفرد دارد و برای ترکیب با نقشه‌های دیگر، فقط در عامل وزنی خودش ضرب می‌شود. اهمیت کلاس‌های مختلف موجود در یک نقشه فاکتور، در روش اول یکسان در نظر گرفته می‌شود. ارزش واحدهای مکانی در نقشه خروجی از رابطه زیر محاسبه می‌شود [۴۳]:

$$S = \frac{\sum w_i \text{ class}(map)}{\sum w_i} \quad \text{فرمول (۲-۲)}$$

در این رابطه  $w_i$  وزن این نقشه و  $n$  تعداد فاکتورها می‌باشد. تعداد  $\text{class}(map)$  بسته به تعداد پیکسل در نقشه ورودی مورد نظر می‌تواند یک یا صفر باشد مقدار  $s$  بین صفر تا یک متغیر است. در جایی که همه ملاک‌ها یا شرایط صدق می‌کند، خروجی برابر یک و در جایی که هیچ کدام صدق نکند، خروجی برابر صفر خواهد بود. به این ترتیب در نقشه خروجی، مقدار هر پیکسل میزان مناسب بودن مکان آن را برای کاربرد مورد نظر نشان می‌دهد. چنان که مشهود است این روش قابلیت انعطاف پذیری بیشتری نسبت به مدل بولین دارد و می‌توان مناطق را براساس درجه تناسب‌شان اولویت‌بندی نمود. روش دوم انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به روش اول دارد. در این روش علاوه بر اینکه به هر یک از نقشه‌های ورودی وزنی اختصاص می‌یابد، به کدام از کلاس‌ها و واحدهای مکانی موجود در هر نقشه نیز براساس اهمیت نسبی و نظرات کارشناسی وزنی مناسب می‌شود. به عبارتی کلاس‌های مختلف موجود بر یک نقشه واحد، دارای وزن‌های متفاوت هستند. بعد از اتمام عملیات وزن‌دهی نقشه‌های فاکتور براساس رابطه زیر با یکدیگر تلفیق می‌شود.

$$S : \frac{\sum s_i w_i j}{\sum w_i} \quad \text{فرمول (۳-۲)}$$

$S$  ارزش هر واحد پیکسلی در خروجی نقشه

<sup>۱</sup> Index overlay

وزن امین نقشه<sup>۱</sup>

وزن زامین کلاس از امین نقشه<sup>۲</sup>

در این روش نیز مقادیر پیکسلی نقشه خروجی بیانگر میزان مناسب بودن مکان آن می‌باشد. بزرگترین نقطه ضعف این روش ماهیت خطی افزایشی آن می‌باشد. عدم توانایی آن در تعیین تغییرات درست وزنی در مرز کلاس‌های موجود هر فاکتور از جمله معایب دیگر آن می‌اشد. شکل ماهیت افزایشی و خطی این مدل در منطق فازی اصلاح می‌شود [۵].

### ضریب همبستگی<sup>۳</sup>

این روش براساس آنالیز دو لایه، میزان همبستگی متغیرهایی چون توزیع بیماری و تراکم جمعیتی، شبیه و تصادفات، ارتفاع و دما... مشخص شده و وزن دهی به لایه‌ها بر مبنای بالاترین ضریب همبستگی خواهد بود.

### شبکه‌های عصبی مصنوعی<sup>۴</sup>:

نوعی از مدل‌سازی مغز انسان است که با استفاده از مدل‌های ریاضی آن را شبیه‌سازی می‌نمایند. کاربرد این مدل در تلفیق لایه‌ها و متغیرها هنوز در ابتدای راه است [۳۸]. شبکه‌های عصبی شامل عناصر پردازش ساده می‌شود. دو یا تعداد بیشتر نرون می‌تواند در هر لایه وجود داشته باشد. سه شکل کلی لایه که به طور عمده در معماری شبکه‌های عصبی به کارگرفته می‌شود شامل لایه ورودی، خروجی و لایه مخفی می‌باشد. ارتباط بین لایه ورودی و لایه خروجی، لایه مخفی نامیده می‌شود به این دلیل که این لایه ارتباط مستقیم با جهان واقعی ندارد. تعداد لایه‌های مخفی و نرون‌ها نقش مهمی در معماری شبکه دارد، اما هنوز روش ویژه‌ای به منظور تعیین تعداد نرون‌ها و لایه مخفی جهت کسب نتایج مطلوب پیشنهاد نشده است [۱۵].

### منطق احتمالات<sup>۵</sup>:

در این روش با استفاده از مدل‌های ضریب تطبیق، شاخص کاپا، آنتروپی، شاخص موران، کرامر و ... لایه‌های مختلف اطلاعاتی با هم تلفیق شده و به صورت دو یا چند لایه تحلیل می‌شوند [۳۸].

### ۱۵-۲- روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

در تصمیم‌گیری چندمعیاره روش‌های مختلفی برای حل مسائل تصمیم‌گیری وجود دارد. که برخی از این روش‌ها تشریح می‌گردد.

### ۱۵-۱- روش شباهت به گزینه ایده‌آل<sup>۶</sup>

روش شباهت به گزینه ایده‌آل یک روش تصمیم‌گیری قوی و تکنیکی برای اولویت‌بندی براساس نزدیکی به جواب ایده‌آل می‌باشد که توسط هوانگ و یون، در سال ۱۹۸۱ مطرح گردید.

<sup>1</sup>Coefficient of correlation

<sup>2</sup>Artificial Neural Networks

<sup>3</sup>Probability Logic

<sup>4</sup>TOPSIS

بر این اساس گزینه انتخاب شده باید کوتاهترین فاصله را از جواب ایده‌آل و دورترین فاصله را از بدترین جواب داشته باشد. این روش در زمانی که تصمیم‌گیری براساس چندین شاخص کمی و کیفی انجام می‌شود بسیار مفید است. از مزایای این روش آن است که در شرایطی که بعضی از شاخص‌های تصمیم‌گیری از نوع هزینه می‌باشد و هدف کاهش آن‌ها باشد و بعضی از شاخص‌ها از نوع سود بوده و هدف افزایش آن‌ها باشد، این روش، جواب ایده‌آلی را که ترکیبی از بهترین مقادیر قابل دستیابی به همه شاخص‌ها می‌باشد، پیدا می‌کند. این روش همچنین بدترین جواب که ترکیبی از بدترین مقادیر قابل دستیابی همه شاخص‌ها است می‌باشد. روش شباهت به گزینه ایده‌آل، فواصل را به طور همزمان، از بهترین و بدترین جواب با توجه به نزدیکی نسبی به جواب بهینه در نظر می‌گیرد و اطلاعات اصلی شاخص‌ها را با توجه به وزن آن‌ها مورد توجه قرار می‌دهد. مقادیر مورد استفاده در این روش برای داده‌های شاخص‌ها می‌تواند به صورت کمی و کیفی مطرح شود، از آنجا که اطلاعات حاصله برای شاخص‌ها در تمام موارد دقیق نیستند و می‌توانند نسبت به مقدار حقیقی نوسان داشته باشند، لذا در اینگونه موارد از مقادیر فازی استفاده می‌گردد. فرایند محاسبه امتیاز گزینه‌ها در این روش بدین صورت است که ابتدا واژه‌های کیفی با معیارهای مناسبی به اعداد فازی تبدیل می‌شوند، اعداد فازی با استفاده از روش‌های فازی زدایی به اعداد حقیقی تبدیل می‌شوند. سپس ماتریس ورودی برای از بین بردن دیمانسیون شاخص‌ها، نرمالیزه شده و ضرایب شاخص در بردار مربوطه اعمال می‌گردد. با یافتن جواب‌های ایده‌آل منفی و ایده‌آل مثبت، فاصله هر یک از گزینه‌ها در یک فضای یک بعدی به دست می‌آید. امتیاز نهایی هر گزینه، نزدیکی نسبی آن به ایده‌آل مثبت خواهد بود [۳۰].

## ۱-۱۵-۲-روش تحلیل شبکه<sup>۱</sup>

فرایند تحلیل شبکه از اصول روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی پیروی کرده و از توسعه آن به وجود آمده است و امکانات گسترده‌تری را برای تصمیم‌گیری در محیط‌های پیچیده فراهم می‌نماید. در این روش نیز ابتدا یک سلسله مراتب برای شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها و گزینه‌ها مطرح و ماتریس‌های مقایسه زوجی تشکیل می‌گردد و از برتری‌های این روش نسبت به روش AHP می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

امکان ترسیم سلسله مراتب به صورت گره<sup>۲</sup> و خوشه<sup>۳</sup> و یا دسته<sup>۴</sup> و ارتباط دادن منطقی آنها به یکدیگر امکان ایجاد زیرشبکه برای بعضی از شاخص‌ها و انجام مقایسات زوجی در داخل زیرشبکه حل مسئله به روش سوپرماتریکس و تلفیق نتایج زیر شبکه با سطوح بالاتر سلسله مراتب [۳۰].

## ۱-۱۵-۳-روش تسلط تقریبی<sup>۵</sup>

روش تسلط تقریبی توسط بنایون<sup>۶</sup> کشف گردید. در این روش از مفهوم تسلط به صورت ضمنی استفاده می‌شود. در تسلط ضمنی گرچه گزینه Ai بر Ae به صورت ریاضی و دقیق ترجیح ندارد اما تصمیم‌گیرنده با اطمینان بالایی Ai را نسبت به Ae ترجیح می‌دهد. در این روش گزینه‌های مسلط و ضعیف (غالب یا مغلوب) شناسایی شده و سپس

<sup>۱</sup>Analytical Network Process

<sup>۲</sup> Node

<sup>۳</sup> Cluster

<sup>۴</sup> Super matrix

<sup>۵</sup> Eliminate et choice translating reality

<sup>۶</sup> Benayon

گزینه‌های ضعیف و مغلوب حذف می‌شوند (مثلاً برتری Ai برآید اوزن معیارهای مرجح محاسبه شده که باید از یک عدد خاص (آستانه موافقت) بزرگتر باشد و سپس میزان ضعف معیارهای ضعیف نیز محاسبه شده و چنانچه از یک عدد خاص (آستانه مخالفت) کمتر باشد در این صورت نتیجه می‌گیریم که گزینه Ai برگزینه Ae مسلط است. یک نقطه ضعف روش الکترونی استفاده از مقادیر آستانه می‌باشد، اگرچه این مقادیر به صورت اختیاری تعیین می‌شود اما در تعیین جواب نهایی اثر مهمی دارند [۳۹].

#### ۴-۱۵-۲-فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

فرایند تحلیل سلسله مراتبی توسط توماس ال ساعتی (۱۹۸۰) معرفی گردید [۸۸]، که یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مساله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان درنظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را بردارد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده، که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌کند یعنی در این فرآیند عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آن‌ها محاسبه می‌گردد. همچنین می‌توان میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را بدست آورد که از مزایای این تکنیک در تصمیم‌گیری چند معياره است. به علاوه از یک مبنای تئوریک قوی برخوردار بوده و براساس اصول بدیهی بنا نهاده شده است. AHP در گستره وسیعی از مسائل تصمیم‌گیری به کار گرفته می‌شود [۳۹].

حذف پیچیدگی یک مسئله توسط AHP را از طریق انجام موارد زیر امکان‌پذیر است [۵۸].

۱-مرتب کردن متغیرها به صورت سلسله مراتبی (اصل تجزیه)

۲-تعیین اهمیت نسبی هر فاکتور با تبدیل قضاوت‌های ذهنی به مقادیر عددی (مقایسه زوجی)

۳-تحلیل قضاوت‌ها برای تعیین بالاترین اولویت‌ها

AHP سه نوع مقایسه را در میان عوامل یک سطح سلسله مراتبی فراهم می‌کند [۷].

(۱) اهمیت هر عامل نسبت به عامل دیگر

(۲) احتمال وقوع یک عامل در مقایسه با عامل دیگر

(۳) ترجیح تصمیم‌گیرنده در انتخاب یک عامل از میان عوامل دیگر که استفاده از هر کدام بستگی به مورد مقایسه شده دارد.

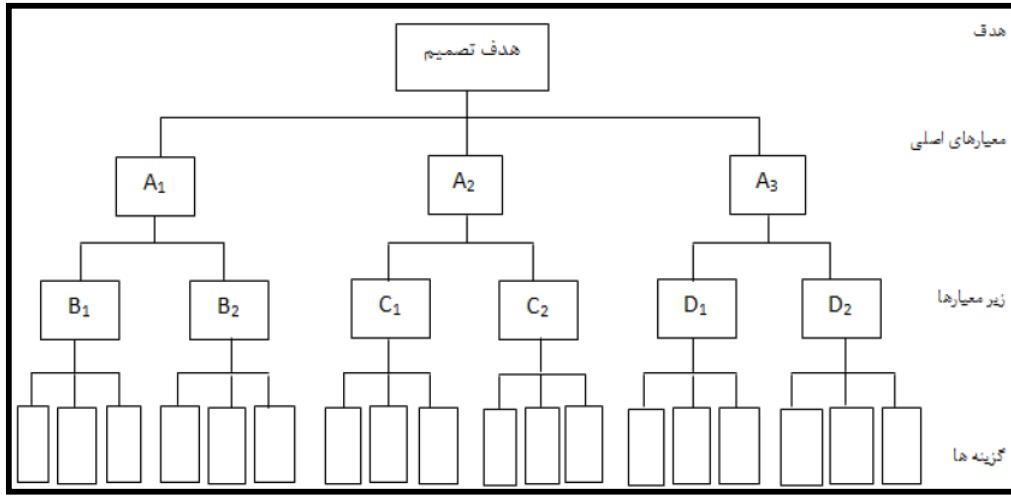
#### ۱۶-۲-مراحل اجرای روش AHP:

روش تحلیل سلسله مراتبی زمینه‌ای را برای تحلیل و تبدیل مسائل مشکل و پیچیده به سلسله مراتبی ساده‌تر فراهم می‌آورد که در چارچوب آن برنامه‌ریز بتواند ارزیابی گزینه‌ها را با کمک معیارها و زیرمعیارها به راحتی انجام دهد. مدل‌سازی با استفاده از این روش شامل مراحل زیر است:

##### ۱۶-۲-۱-ایجاد درخت سلسله مراتب تصمیم‌گیری

درخت سلسله مراتب تصمیم بیانگر استراتژی تصمیم به صورت گرافیکی است. همانطور که در شکل (۴-۲) می‌بینید ابتدایی ترین سطح این درخت هدف تصمیم‌گیری است و سطوح میانی معیارهای مؤثر بر تصمیم‌گیری و سطح

آخر گزینه‌های تصمیم‌گیری هستند. تعداد سطوح بستگی به پیچیدگی مسئله و درجه جزئیات دارد. مهمترین بخش در این مرحله انتخاب معیارها و عوامل مؤثر بر هدف تصمیم می‌باشد [۲۴].



شکل ۲-۲: ساختار معیارهای تصمیم‌گیری در چهار سطح [۳۹]

## ۲-۱۶-۲ مقایسات زوجی<sup>۱</sup>:

در این مرحله با توجه به عوامل مؤثر، براساس هریک از معیارها ماتریس‌های زوجی تشکیل می‌گردند. توجه مقایسات زوجی در این است که فکر بشر محدود است و نمی‌توان تعداد زیادی معیار را در یک زمان اندازه‌گیری کند. به وسیله تجزیه اندازه‌گیری‌ها به زوج‌ها و مقایسه دو معیار دریک زمان اندازه‌گیری بهتر انجام خواهد شد [۶۹]. تعداد مقایسات زوجی بستگی به تعداد گزینه و معیارها دارد. مثلاً برای مقایسه ۸ گزینه براساس یک معیار ۲۸ قضاوت لازم است. پس اگر  $n$  معیار لازم داشته باشیم کل قضاوت‌های برای مقایسه ۸ گزینه  $28n$  خواهد بود [۸۷]. در هریک از ماتریس‌ها با استفاده از یک مقیاس خاص ترجیح یکسان تا بسیار زیاد ارجح طراحی شده است، مقایسه‌ها صورت می‌پذیرد. تجربه نشان داده است استفاده از مقیاس ۱-۹ تصمیم‌گیرنده را جهت انجام مقایسه به گونه مطلوب‌تری توانا می‌سازد [۲۴].

جدول ۲-۳: مقادیر کمی قضاوت‌های مدل AHP [۲۴].

مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت شفاهی)
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم تر و یا کاملاً مطلوب‌تر
۷	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	کمی مرجح یا کمی مهمتر یا کمی مطلوب تر
۱	کمی مرجح یا کمی مهمتر یا کمی مطلوب تر
۰ و ۴	کمی مرجح یا کمی مهمتر یا کمی مطلوب تر

<sup>۱</sup> Pair-Wise comparison method

### ۳-۱۶-۲ محاسبه وزن

در تحلیل سلسله مراتبی وزن‌ها در دو قسمت جداگانه زیر مورد بحث قرار می‌گیرد:

الف) وزن نسبی

ب) وزن نهایی

وزن نسبی از ماتریس مقایسه زوجی به دست می‌آید در حالیکه وزن مطلق رتبه نهایی هر گزینه می‌باشد که از تلفیق وزنهای نسبی محاسبه می‌گردد [۳۹].

همانطور که قبلًا بیان شد در تحلیل سلسله مراتبی ابتدا عناصر به صورت زوجی مقایسه شده و ماتریس مقایسه زوجی تشکیل می‌گردد. سپس با استفاده از این ماتریس وزن نسبی عناصر محاسبه می‌گردد. به طور کلی یک ماتریس مقایسه زوجی به صورت رابطه ۱-۱ و ۲-۱ نشان داده می‌شود که در آن  $a_{ij}$  ترجیح عنصر  $i$  نسبت به عنصر  $j$  است. حال با مشخص بودن  $a_{ij}$ ها می‌خواهیم وزن عناصر، یعنی  $w_i$ ها را بدست آوریم:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad \text{فرمول (۳-۲)}$$

$$A = [a_{ij}] \quad i,j = 1,2,3, \dots, n$$

هر ماتریس مقایسه زوجی ممکن است سازگار و یا ناسازگار باشد در حالتی که این ماتریس سازگار باشد محاسبه وزن ( $w_i$ ) ساده بوده و از نرمالیزه کردن عناصر هر ستون بدست می‌آید. اما در حالتی که ماتریس ناسازگار باشد، محاسبه وزن ساده نبوده و برای بدست آوردن آن چهار روش عمدۀ مطرح شده که عبارتند از: [۳۹]

روش حداقل مربعات<sup>۱</sup>

روش حداقل مربعات لگاریتمی<sup>۲</sup>

روش بردار ویژه<sup>۳</sup>

روش‌های تقریبی<sup>۴</sup>

بر خلاف روش‌های دیگر که دارای محاسبات سنگین می‌باشند روش تقریبی از سادگی و دقت و سرعت عمل بالاتری برخوردار است. روش‌های تقریبی عمدتاً تقریبی از روش بردار ویژه هستند که با دقت‌های مختلف محاسبات را تسهیل می‌نمایند. عمدۀ این روشها عبارتند از:

مجموع سطري

مجموع ستوني

ميانگين هندسي

ميانگين حسابي

<sup>1</sup> Least Squares Method

<sup>2</sup> logarithmic least Squares Method

<sup>3</sup> Eigenvector Method

<sup>4</sup> Approximation Method

مجموع سطري: در اين روش ابتدا مجموع عناصر هر سطر محاسبه شده تا يك بردار ستوني حاصل گردد، سپس اين بردار ستوني نرماليزه مى شود. بردار ستوني نرماليزه شده بردار وزن مى باشد.

مجموع ستوني: در اين روش ابتدا مجموع عناصر هر ستون محاسبه شده تا يك بردار سطري حاصل گردد، عناصر اين بردار معکوس گشته، سپس بردار حاصل نرماليزه مى شود. بردار سطري نرماليزه شده بردار وزن مى باشد.

ميانگين هندسي: در اين روش ميانگين هندسي عناصر هر سطر محاسبه شده و سپس بردار حاصل نرماليزه مى شود تا بردار وزن بدست آيد.

ميانگين حسابي: در اين روش ابتدا هر ستون نرماليزه شده و سپس ميانگين سطري عناصر محاسبه مى شوند تا بردار وزن بدست آيد. به دليل سادگي و دقت و سرعت عمل بالا در بين روش هاي تقريري موجود در اين مطالعه از اين روش استفاده شده است.

#### ۱۶-۴-نرماليزه و تعين اولويت ها

براي بدست آوردن اولويت ها از مفهوم نرماليزه و ميانگين مورون استفاده مى شود. يعني گزينه های مختلف را براساس نتایج بدست آمده از نظر هر معیار با يكديگر مقایسه کرده و آن را توسط ميانگين وزني، نرمالي نموده، سپس اطلاعات بدست آمده از اين طریق را در ماتریسی که سطر و ستون های آن را گزینه ها و معیار های تصمیم گیری تشکیل می دهند مرتب کرده و با استفاده از مفهوم ميانگين وزني، وزنهای بدست آمده برای هر کدام از معیارها را در ماتریس های ستوني نرمال شده قبلی، ضرب کرده، نتایج حاصله رابه صورت سطري با هم جمع و در نهايیت اين جمع با بقيه گزينه ها مقایسه شده اولويت هر گزينه مشخص مى شود [۲۴].

#### ۱۶-۵-محاسبه ناسازگاري

يکی از مزایای مهم تحلیل سلسله مراتبی، کنترل سازگاري تصمیم براساس روابط ریاضی مربوطه و بررسی نتایج حاصل از آنها بر روی ماتریس مقایسه است به عبارت دیگر همواره در تحلیل سلسله مراتبی می توان میزان سازگاري تصمیم را محاسبه نمود. و نسبت به خوب و بد بودن و یا قابل قبول و مردود بودن تصمیم قضاوت نمود. اگردر قضاوت معیار A مهمتر از معیار B و معیار B مهمتر از معیار C نشان داده شود، بايستی قضاوت کننده در قضاوت معیار A را نسبت به C مهمتر در نظر بگیرد در غيرainصورت گفته مى شود قضاوت سازگار نیست [۷].

#### ۱۷-۲-دلایل ناسازگاری:

۱) پاسخ های اختیاری: زمانیکه پاسخ به سوالات برای پاسخ دهندها مشکل باشد یا پاسخ گویان مایل به انجام قضاوت نباشد.

۲) بدقتی: زمانی که سوالات ضعیفی طراحی شوند و پاسخ دهندها برای دادن پاسخ گیج شوند.

۳) نداشتن تجربه و یا دانش متناسب: پاسخ گویان افرادی باشند که دانش و تجربه کافی برای قضاوت های مناسب نداشته باشند [۵۶، ۵۷].

## ۱۸-۲- مزایای تحلیل سلسله مراتبی:

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی دارای یکسری مزایای است که این روش را از سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیار متمایز می‌کند که در زیر به چند مورد از مزایای تحلیل سلسله مراتبی پرداخته شده است:

- ۱) یگانگی و یکنایی مدل: تحلیل سلسله مراتبی یک مدل یگانه، ساده و انعطاف‌پذیر برای حل محدوده وسیعی از مسائل بدون ساختار است که براحتی قابل درک نمی‌باشد [۳۹].
- ۲) پیچیدگی: این در حل مسائل پیچیده نگرش سیستمی و تحلیل تجزیه را به صورت مدام به کار می‌برد [۳۹].
- ۳) همبستگی ووابستگی متقابله: این وابستگی رابه صورت خطی در نظر می‌گیرد ولیکن برای حل مسائلی که اجزاء به صورت غیرخطی وابسته‌اند نیز کاربرد دارد [۳۹].
- ۴) ساختار سلسله مراتبی: طبقه‌بندی اجزاء در سطوح مختلف به صورت سلسله مراتبی از ویژگی‌های این سیستم می‌باشد. این ساختار باعث ایجاد یک چشم‌انداز کلی از روابط پیچیده در مسئله می‌شود و به قضاوت تصمیم‌گیران در هر سطح کمک می‌کند به طوری که همگنی در مقایسات حفظ شود [۳۹، ۷۵].
- ۵) اندازه‌گیری: این فرآیند مقایسه‌ای برای اندازه‌گیری معیارهای کیفی تهیه کرده و روشهای برآورد اولویتها فرآهم می‌کند [۳۹].
- ۶) تلفیق: این فرآیند در نهایت رتبه هر گزینه را محاسبه می‌کند.
- ۷) تعادل: این فرآیند اولویت‌های وابسته به فاکتورها را در یک سیستم در نظر گرفته و بین آنها تعادل برقرار می‌کند و اجازه انتخاب بهترین گزینه را براساس هدف فرآهم می‌کند [۳۹].
- ۸) قضاوت توافق گروهی: امکان ارائه تلفیقی از قضاوت‌های گوناگون را ارائه می‌نماید [۳۹].
- ۹) تکرار فرآیند: امکان تصحیح تعریف یک مسئله و بهبود قضاوت و تصمیم را ممکن می‌سازد [۳۹].

## ۱۹-۲- محدودیت‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

فرایند تحلیل سلسله مراتبی با وجود مزایای زیاد، دارای یکسری محدودیت‌هایی هم هست که در زیر به چند مورد از آنها اشاره می‌شود: [۷].

- ۱- جداول آمیزترین انتقاد درمورد AHP رتبه‌بندی معکوس است. در واقع AHP ممکن است رتبه‌بندی گزینه‌ها را زمانی که گزینه جدید معرفی می‌شود معکوس کند.
- ۲- اگر تعداد گزینه‌های مناسب مقایسه زیاد باشد مقایسه برای تصمیم‌گیران مشکل خواهد بود.
- ۳- انتقاد دیگر این است که چرا مقیاس مقایسه تا ۹ امتیاز محدود می‌شود.
- ۴- ابهام در معنای اهمیت نسبی یک عنصر از سلسله مراتب تصمیم به هنگام مقایسه با عنصر دیگر.
- ۵- تردید در مورد داوری انجام شده.

## ۲۰-۲-اصول فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

چهار اصل زیر به عنوان اصول فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بیان شده و کلیه محاسبات، قوانین و مقررات را بر این اصول بنناهاده شده است [۴]:

اصل ۱- شرط معکوس<sup>۱</sup>: اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B باشد ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر  $n^1$  خواهد بود

اصل ۲- همگنی<sup>۲</sup>: عنصر A با عنصر B باید همگن و قابل قیاس باشند. به بیان دیگر برتری عنصر A بر عنصر B نمی‌تواند بی‌نهایت یا صفر باشد.

اصل ۳- وابستگی<sup>۳</sup>: هر عنصر سلسله مراتبی به عنصر سطح بالاتر خود می‌تواند وابسته باشد و به صورت خطی این وابستگی تا بالاترین سطح می‌تواند ادامه داشته باشد.

اصل ۴- انتظارات<sup>۴</sup>: هرگاه تغییر در ساختمان سلسله مراتبی رخ دهد پروسه ارزیابی باید مجدداً انجام گیرد.

## ۲۱-۲-اصول و مفاهیم مربوط به سیستم اطلاعات جغرافیایی

قسمت عمده از تصمیمات که توسط مدیران و متخصصین علوم مختلف جهت برنامه‌ریزی‌های شهری و منطقه‌ای و مدیریت منابع اتخاذ می‌گردد، به نحوی با اطلاعات مکانی مرتبط هستند، لذا وجود اطلاعات جغرافیایی مطمئن، دقیق، کامل، به هنگام و یکپارچه و نیز مدیریت مناسب آن، از موضوعات بسیار اساسی در موفقیت این تصمیمات و اجرای آنها می‌باشد. تا قبل از به وجود آمدن کامپیوتر، برای برنامه‌ریزی، از اطلاعات مکانی موجود بر نقشه استفاده می‌شد. نقشه‌ها حاوی اطلاعات مکانی در مورد عوارض موجود بر سطح زمین و همچنین ارتباط مکانی بین عوارض بودند که انجام آنالیز های ساده‌ای نظری اندازه‌گیری فاصله یا مساحت ببروی آنها امکان‌پذیر بود. با گسترش سریع علم و تکنولوژی، اتخاذ تصمیم‌های صحیح نیازمند به کارگیری حجم بالاتری از اطلاعات جغرافیایی انجام آنالیزهای پیچده‌تر بود. ارزیابی مجموعه‌های مختلف داده‌های جغرافیایی را به طور یک‌جا می‌طلبد؛ به گونه‌ای که نقشه‌های کاغذی به دلیل محدود بودن اطلاعات موجود بر آنها مشکلاتی که در بازیابی، بهنگام‌سازی تجزیه تحلیل و تلفیق اطلاعات مورد نظر، وجود داشت، پاسخگوی این نیاز نبودند. با توسعه علوم و فناوری کامپیوتر، تکنولوژی لازم برای کار با داده‌های مکانی به وجود آمد و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای فراهم آوردن امکان تجزیه تحلیل حجم‌های بزرگ داده‌های جغرافیایی توسعه یافتند. در این سیستم‌ها امکان نگهداری بروز داده‌های زمین مرجع، انجام طراحی‌های آنالیزهای پیچیده ترکیب مجموعه داده‌های مختلف از منابع گوناگون نهایتاً ارائه نتایج به گونه‌ی مطلوب وجود دارد.

## ۲۲-۲-تعريف GIS

سیستم اطلاعات جغرافیایی، مجموعه سازمان یافته‌ای از سخت‌افزار، نرم‌افزار، نیروی متخصص، داده‌ها و الگوریتم‌های است که به منظور اخذ، ذخیره‌سازی، بازیابی، بهنگام‌رسانی، تجزیه تحلیل و نمایش اطلاعاتی به نحوی با موقعیت جغرافیایی در ارتباط هستند. به کاربرده می‌شود. هدف نهایی GIS حمایت از تصمیم گیری است. به عبارتی یک سیستم اطلاعات جغرافیایی مشتمل بر اجزای زیر می‌باشد، افرادی که سیستم را طراحی و پیاده‌سازی می‌نمایند و یا مورد استفاده

<sup>1</sup> Reciprocal Condition

<sup>2</sup> Homogeneity

<sup>3</sup> Dependency

<sup>4</sup> Expectation

قرار می‌دهند، نرم افزاری که بخش مرکزی GIS را تشکیل می‌دهد و وجود آن برای دستیابی و تغییر تبدیل داده‌ها ضروری است، سخت افزاری که اجزای فیزیکی سیستم روی آن پیاده می‌شود، پردازش‌ها و توابعی که توسط افراد به اجرا در می‌آیند و بالاخره، داده‌هایی که جهت انجام پردازش‌های مذکور مورد نیازند در ادامه توزیع بیشتری در مورد داده‌های GIS و توابع تجزیه تحلیل آن ارائه می‌گردد. در واقع سامانه اطلاعات جغرافیایی دارای دو ویژگی هستند:

۱) ایجاد ارتباط دو طرفه بین اجزای نقشه‌ها و داده‌های مربوط به آن‌ها در پایگاه داده‌ها.

۲) انجام تحلیل‌ها براساس داده‌های موجود و اجرای مدل‌های مختلف در منطقه مورد بررسی و کمک به پژوهشگران در ایجاد مدل‌های نوین و منطبق با ویژگی‌های محل [۴۲]. یکی از مهمترین توانایی‌های GIS که آن را به عنوان سیستمی ویژه و انحصاری مجزا می‌کند. توانایی تلفیق داده‌ها برای مدل‌سازی، مکان‌یابی و تعیین تناسب اراضی از طریق ارزشگذاری پنهانی سرزمین است. زیرا در تلفیق و ترکیب معیارها، بهترین نقطه برای استقرار مراکز و مکان‌های بهینه انتخاب می‌شود [۸]. امروزه به دلیل محدودیت‌های GIS برداری<sup>۱</sup>، استفاده از GIS سلوالی<sup>۲</sup> در امر برنامه‌ریزی سرزمین و تجزیه تحلیل اطلاعات بیشتر به کارگرفته شده است. مدل‌سازی و تحلیل اطلاعات پیوسته و مشاهده تغییرات منابع در داخل یک سطح و محدوده باعث به کارگیری مدل‌های سلوالی در تحلیل ارزیابی منابع گشته است [۱]. هدف نهایی از به کارگیری GIS فراهم کردن پشتیبانی برای تصمیم‌گیری‌های فضایی است. قابلیت‌های GIS در پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌های فضایی را می‌توان در بستری از فرآیند تصمیم‌گیری فضایی مورد تحلیل قرارداد. تحلیل فرآیند تصمیم‌گیری فضایی باید در چهارچوب و قالبی مشخص صورت پذیرد. چهارچوب ارائه شده توسط (سیمون)<sup>۳</sup> گسترده‌ترین مقبولیت را از فرآیند تصمیم‌گیری به همراه داشته است. پیشنهاد سیمون بر این اساس قرار دارد که ساختار فرآیند تصمیم‌گیری را می‌توان در سه مرحله اصلی بنیان نهاد که عبارتند از: آگاهی، طراحی و انتخاب [۷].

#### مرحله آگاهی:

در مرحله آگاهی، شناخت از مسئله تصمیم‌گیری انجام می‌شود. یک مسئله مبتنی بر تصمیم‌گیری فضایی در ارتباط با تفاوت بین وضعیت مطلوب و موجود از یک سامانه جغرافیایی به جهان واقعی مطرح می‌شود. به عبارت دیگر مسئله مورد نظر در ارتباط با شکافی مطرح می‌شود که از دید تصمیم‌گیری بین وضعیت‌های مطلوب و موجود وجود دارد. در طول این مرحله به منظور حصول به سر نخ‌هایی که ممکن است در شناخت فرصت‌ها و مسائل مؤثر باشد، داده‌های خام اکتساب، پردازش و آزموده می‌شوند.

#### مرحله طراحی:

شامل ایجاد، بسط و تحلیل مجموعه‌ای از راه حل‌های ممکن (مسیرهای پیشنهادی از فعالیتها) در رابطه با مسئله‌ای است که مشخصات آن در مرحله آگاهی تعیین شده است.

#### مرحله انتخاب:

در حالی که ایجاد تصمیمات جایگزین و پیشنهادی کلا به عنوان بخشی از مرحله تصمیم‌گیری به حساب می‌آید، ارزیابی داده‌ها در اصل جزء مرحله انتخاب قرار می‌گیرد. مرحله انتخاب همان چیزی است که بسیاری از مردم از آن به

<sup>۱</sup>Vector

<sup>۲</sup>Raster

<sup>۳</sup>Simon

عنوان تصمیم‌گیری یاد می‌کنند. این مرحله شامل انتخاب یک مسیر خاص از فعالیت (گزینه) از میان گزینه‌های موجود است. در این مرحله هر گزینه در مقایسه با گزینه‌های دیگر و بر حسب قواعد خاص تصمیم‌گیری مورد ارزیابی و تحلیل قرار می‌گیرد.

### ۲۳-۲-داده‌های GIS

داده‌های GIS شامل داده‌های مکانی داده‌های توصیفی هستند. داده‌های مکانی حاوی اطلاعات در مورد موقعیت مکانی عوارض می‌باشد و داده‌های توصیفی خصوصیات و ویژگی‌های این عوارض را بیان می‌نمایند.

#### ۲۳-۲-۱-نمایش و ذخیره‌سازی داده‌های مکانی

جهت نمایش و ذخیره‌سازی داده‌های مکانی در GIS، دو مدل برداری و رستری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مدل رستری عوارض مکانی موجود در جهان واقعی به شکل نقطه، خط و سطح ذخیره‌سازی و نمایش داده می‌شوند. در مدل رستری فضای مورد نظر به صورت شبکه‌ای منظم از مربع‌های متصل بهم که پیکسل (Pixel) نامیده می‌گردد هر پیکسل در فضای سلولی حاوی مقداری است که نشان‌دهنده یک مشخصه از آن مکان است.

#### ۲۳-۲-۲-ذخیره‌سازی داده‌های توصیفی

برای ذخیره‌سازی داده‌های توصیفی از پایگاه‌داده استفاده می‌شود. پایگاه داده مجموعه‌ای ساختاریافته از داده‌ها را به صورت منسجم با استفاده از یک ساختار ذخیره‌سازی مشخص یا به اصطلاح مدل داده‌ای نگهداری می‌کند. پنج ساختار فایلی<sup>۱</sup>، درختی<sup>۲</sup>، شبکه‌ای<sup>۳</sup>، رابطه‌ای<sup>۴</sup> و شی گرا<sup>۵</sup> به عنوان مدل‌های داده‌ای جهت ذخیره‌سازی داده‌های توصیفی مورد استفاده قرار می‌گیرد که مرسوم‌ترین آنها مدل داده‌ای رابطه‌ای است. این مدل داده‌های توصیفی را در جداول مرتبط، به صورت سطر ستون ذخیره‌سازی می‌کند.

#### توابع تجزیه و تحلیلی GIS

توابع تجزیه تحلیلی GIS با استفاده از اطلاعات مکانی<sup>۶</sup> و اطلاعات غیرمکانی<sup>۷</sup> موجود در پایگاه داده‌های GIS، به سوالاتی در مورد دنیای واقعی پاسخ می‌دهند. این تجزیه تحلیل‌ها می‌توانند از یک پرسش ساده از پایگاه‌داده تا انجام پیش‌بینی‌های مختلف به کمک مدل‌سازی پدیده‌ها را شامل شود.

یک مدل برای بازنمایی عوارض یا اشیا موجود در دنیای واقعی و روابط بین آنها (قواعد حاکم بر تاثیرگذاری متقابل آنها) که در ارتباط با مقوله مورد نظر ماهستند، ایجاد می‌گردد که بسیار ساده‌تر از دنیای واقعی است. علت سادگی مدل آن است که صرفاً اطلاعات مورد نیاز در آن قرار داده می‌شود. از وارد نمودن سایر جزئیات در آن صرف‌نظر می‌گردد. هرچه عواملی که در یک مدل لحاظ می‌شود بیشتر باشد، مدل پیچیده‌تر می‌شود. یک مدل پیچیده‌تر ممکن است همواره جواب بهتری

<sup>1</sup> Flat File

<sup>2</sup> Hierarchical

<sup>3</sup> Network

<sup>4</sup> Relational

<sup>5</sup> Object Oriented

<sup>6</sup> Spatial

<sup>7</sup> Nonspatial

نداشته باشد. با توجه به سادگی نسبی انجام آنالیزهای مجدد در محیط GIS، می‌توان با مدلسازی‌های گوناگون سناریوهای مختلف را بررسی و پاسخ‌های متعددی برای مسئله فوق ارائه نمود. با مقایسه و ارزیابی نتایج حاصل، اطلاعات بسیار مفیدی در اختیار طراحان و برنامه‌ریزان قرار می‌گیرد و آنها را در اتخاذ تصمیم‌نهایی یاری می‌نماید. به طور خلاصه توانمندی‌هایی از سیستم اطلاعات جغرافیایی که در ذیل به آن اشاره شده است، آن را به ابزاری سودمند برای مکان‌یابی و اتخاذ تصمیمی صحیح در این زمینه مطرح می‌نماید [۶۱]. مدیریت و پردازش چشم بالایی از داده‌های مکانی و غیرمکانی به صورت توأم توانایی ترکیب اطلاعات مختلف در جهت مدل کردن پدیده‌ها قابلیت انجام آنالیزهای سطح بالا نظر "What if" جهت تصمیم‌گیری توانایی نمایش نتایج نهایی به گونه‌ای مناسب هدف نهایی اغلب پروژه‌ای GIS، ترکیب و تلفیق داده‌های مکانی حاصل از منابع گوناگون با یگدیگر است تا به این ترتیب، اطلاعات مفیدی در جهت پاسخگویی به سوالات و یا اتخاذ تصمیم ایجاد گردد.

## ۲۴-۲-مکان‌یابی با استفاده از GIS

از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌توان بعنوان یک ابزار تعیین مکان‌های دارای پتانسیل بالقوه بعنوان یک محل مناسب جهت دفن بهداشتی پسماندها استفاده نمود. GIS می‌تواند بعنوان پایه و اساس اولیه روش‌های دقیق تر انتخاب محل دفن باشد. با کاربرد آن می‌توان به چندین گزینه محل دفن دست یافت. به عبارت دیگر استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی مسیر را برای رسیدن به مناسب‌ترین گزینه محل دفن کوتاه‌تر و آسان‌تر می‌نماید. به طور کلی مکان‌یابی در GIS طی مراحل زیر انجام می‌گیرد [۵۰]:

- ۱- شناخت پدیده موضوع مکان‌یابی و نیازهای خاص آن
- ۲- بررسی ویژگی‌های محدوده مطالعاتی
- ۳- تعیین پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی و داده‌های مورد نیاز
- ۴- جمع‌آوری و آماده‌سازی داده‌ها
- ۵- انتخاب مدل تلفیق داده‌ها و روش وزن دهنده
- ۶- ایجاد نقشه فاکتور و تعیین وزن‌های با روش تلفیق داده‌ها
- ۷- تلفیق نقشه‌های فاکتور براساس مدل انتخابی و وزن‌های تعیین شده.

## ۲۵-۲-بررسی مطالعات انجام شده

تاکنون کوشش‌ها و مطالعات زیادی در زمینه حل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره از جمله مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد در سطح جهان و همچنین در سطح کشور انجام گرفته که در اغلب آنها از ابزار سامانه جغرافیایی و از قابلیت ویژه آنها استفاده شده است.

## ۲۵-۲-۱-پیشنهاد تحقیق در خارج از کشور

احمت بسکس و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۴) در پژوهشی به مکان‌یابی دفن زباله شهری استانبول با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی و تاپسیس فازی پرداختند. برای این منظور معیارهای قابلیت دسترسی، شرایط خاک و توبوگرافی، شرایط

<sup>۱</sup> Ahmet Beskese • H. Handan Demir H. Kurtulus

اقلیمی هیدرولوژی و ملاحظات اقتصادی را در نظر گرفته شد. در نتیجه مقایسه زوجی معیارها با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی، شرایط و تپوپوگرافی منطقه بیشترین وزن نسبی را به خود اختصاص داد. بعد از پنهانه بندی مناطق با استفاده از مدل AHP، سه گزینه به عنوان منطقه دفن زباله شهری معرفی گردید که این سه منطقه با استفاده از تاسیس فازی اولویت‌بندی گردید. با مطالعات میدانی، نتایج حاصل از مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی تاسیس فازی مورد تایید قرار گرفت. آنها به این نتیجه رسیدند که برای انتخاب بهینه مکان دفن زباله شهری علاوه بر تحلیل مکانی داده کاوی، می‌باشد عوامل سیاسی و پذیرش عمومی نیز مورد توجه قرار گیرند [۶۰].

**چانگ و همکاران<sup>۱</sup>** (۲۰۰۷) در پژوهشی به انتخاب محل دفن مواد زائد جامد در شهر هارلینگن واقع در جنوب تگراس پرداختند. در این پژوهش با استفاده از سیستم تصمیم‌گیری مکانی، ارزیابی چند معیاره و منطق فازی، مکان‌های مناسب طی دو مرحله انتخاب و اولویت‌بندی گردیدند. در مرحله اول، مناطقی که برای محل دفن مناسب نبودند با استفاده از معیارهای کاربری اراضی، فاصله از رودخانه‌ها، تالاب‌ها، فاصله از جاده‌ها، جمعیت منطقه، پارک‌های حیات وحش، فاصله از فرودگاه، نوع خاک و آب زیرزمینی حذف گردیدند. در مرحله دوم با استفاده از منطق فازی شایستگی مکان‌های مختلف با لحاظ عوامل مختلفی نظیر اثرات اکولوژیکی و محیط زیستی، موضوع انتقال زباله و نارضایتی مردم مورد ارزیابی قرار گرفتند و مکان‌های مناسب برای محل دفن انتخاب شد. بعد از تلفیق نقشه معیارها، در نقشه نهایی مناطق مناسب اولویت‌بندی گردید. منطقه ۱ در اولویت اول دفن زباله شهری شناسایی گردید. در مرحله بعد به منظور تحلیل حساسیت اوزان اختصاص داده شده به معیارها، تغییر ۲۰ درصدی در وزن معیارها اعمال گردید، که با وجود تغییرات ۲۰ درصد در وزن معیارها، همچنان گزینه ۱ در اولویت اول منطقه دفن زباله شهری باقی ماند. در نهایت به این نتیجه رسیدند که روند وزندهی به معیارها اصولی بوده است [۶۱].

**سنر<sup>۲</sup> و همکاران** (۲۰۱۰) معیارهای مؤثر در مکان‌یابی دفن زباله با توجه به خصوصیات منطقه را شناسایی کردند که این معیارها شامل سنگ شناسی، آب‌های سطحی، آبخوان، عمق آب‌های زیرزمینی، استفاده از زمین، خطوط راه‌آهن، جهت، ارتفاع، شب، و فاصله تا جاده‌ها هستند. با استفاده از مدل AHP نقشه تناسب اراضی بدست آمد که ۹۶/۳ درصد منطقه را پنهان نامناسب، ۱/۶ درصد از منطقه را پنهان نسبتاً مناسب و ۲/۱ درصد از منطقه را پنهان بسیار مناسب تشکیل داد. تجزیه و تحلیل مقایسه زوجی نشان داد که فاصله از آبهای سطحی به عنوان تعیین‌کننده‌ترین معیار محسوب می‌شود. علت این موضوع به وجود دریاچه Egirdir در این حوضه آبخیز ربط داده شد، پس باید برای وزن‌دهی معیارها شرایط منطقه مورد مطالعه مدنظر قرار گیرد [۸۹].

**کائو<sup>۳</sup> و همکاران** (۲۰۰۶)، در پژوهشی کاربردیک روشن تصمیم‌گیری چند منظوره وزنی نامساوی را برای انتخاب محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد در شهر شهر جیانگسو کشور چین مورد بحث و بررسی قرار دادند. فاکتورهایی که بر گزینه‌های مؤثر اثر می‌گذاشتند، عبارت بودند از اندازه و ظرفیت محل دفن، نفوذ پذیری چینه، متوسط اختلاف ارتفاع بین سطح آب زیرزمینی و کف گودال محل دفن، کیفیت و منبع رس، کیفیت درجه مکان محل دفن، اثر مهندسی و طراحی

<sup>۱</sup> Chang, N., Parvathinathan, G. & Jeff, B. Breedon

<sup>۲</sup> Şener

<sup>۳</sup> Cao

محل دفن بر مناطق مسکونی اطراف، فاصله تا منابع و ذخایر آب، هزینه ساخت و ساز و انتقال آب، وزن این فاکتورها بر پایه تفاوت اهمیت و رابطه آنها بررسی شد. در این پژوهش نشان داده شد که روش مورد نظر بدلیل محاسبات آسان و قابلیت اجرای گستره آن، در مکانیابی محل دفن مواد زائد جامد نقش مهمی دارد [۵۹].

ونگ<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی تحت عنوان مکانیابی دفن زباله در محیط GIS (مطالعه موردي بیایجینگ) با در نظر گرفتن معیارهایی چون آبهای سطحی، مناطق مسکونی، فاصله از مراکز تولید، پوشش زمین، شب، ظرفیت محل دفن با استفاده از روش تجزیه تحلیل سلسه مراتبی به وزن دهی و اولویت‌بندی مکان‌های پیشنهادی پرداختند. ازین سه منطقه نامزد، منطقه PingGu به عنوان بهترین منطقه دفن زباله شناسایی گردید. آنها بیان داشتند که مدل AHP انعطاف پذیری بالایی در تخصیص وزن به معیارهای دارد [۹۴].

دالانسی و لاچالل<sup>۲</sup> (۲۰۰۳) پژوهشی در استان فرانکلین ایلی‌نویز آمریکا انجام دادند هدف از این مطالعه تعیین مکان‌های مناسب جهت احداث نیروگاه زغال‌سنگی با توجه به معیارهای محیط زیستی و اقتصادی اجتماعی بود. در این پژوهش ۴ فاکتور مرز شهری، خطوط راه آهن، رودخانه، جاده و عوامل محدود‌کننده دور بودن از مناطق تالایی، پارکهای ایالتی و مناطق طبیعی دخالت داده شد و ۳ سناریو جهت رویهم گذاری لایه‌ها استفاده گردید. سناریوی اول شامل رویهم گذاری لایه‌ها (معیارها) با اهمیت و وزن یکسان برای هر لایه، سناریوی دوم ارزیابی چندمعیاره با در نظر گرفتن وزن متفاوت برای هر لایه و سناریوی آخر استفاده از ماتریس مقایسه زوجی جهت تعیین وزن فاکتورها بود. برای هر سه سناریو یک نقشه مطلوبیت تهیه شد که این نقشه مناسب‌ترین نقاط را جهت احداث نیروگاه مشخص می‌کرد و در نهایت با رویهم گذاری این نقشه با نقشه محدودیت نقاط مناطق نهایی جهت احداث نیروگاه بدست آمد. نتایج این سه سناریو به روشنی مشخص کرد که استفاده از مقایسه زوجی جهت وزن دهی معیارها در ارزیابی چندمعیاره منتج به تعیین سایت‌هایی با کمترین اثرات زیست‌محیطی و شرایط اقتصادی اجتماعی می‌شد [۶۴].

راشد حسن و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۹) مکان‌یابی محل دفن زباله شهر داکا در بنگلادش برای دوره‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۲۵ را با درنظر گرفتن معیارهای شب، فاصله از جاده، مناطق مسکونی، گسل، فاصله از آبهای سطحی، عمق آبهای زیرزمینی، جنس خاک، جهت باد غالب با تکنیک AHP در محیط GIS مطالعه نمودند در مقایسه زوجی معیارها، معیار شب بیشترین امتیاز نسبی را به خود اختصاص داد. آنها به این نتیجه رسیدند که مدل AHP به علت درنظر گرفتن اهمیت نسبی معیارها، نسبت به سایر روش‌های وزن دهی مدل‌های تصمیم‌گیری از اهمیت بیشتری برخوردار است [۸۶].

دلگادو<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از روش بولین و روی‌هم گذاری در محیط GIS، اقدام به مکان‌یابی دفن زباله شهری، برای کوئینزو در مکزیک کردند. آنها برای این منظور پارامترهای؛ آب زیرزمینی، منطقه آبخیز، گسل‌ها،

<sup>1</sup> Wang

<sup>2</sup> Delaney K. and Lachapelle A.

<sup>3</sup> Rashedul Hasan

<sup>4</sup> Delgado

مواد پوششی، مدت حیات محل دفن، منابع آب شرب، دشت سیلابی، مناطق حفاظت شده، فرودگاه، خطوط انتقال نیرو، مناطق کشاورزی، توپوگرافی، کاربری اراضی، محل سکونت شهری، شبکه جاده‌ها را در نظر گرفتند. در نهایت مناسب‌ترین مکان در قسمت مرکزی حوزه تعیین گردید که قابل دسترسی برای ۵ شهرداری با تراکم زیاد بود. آنها به این نتیجه رسیدند که که مدل بولین ساده‌ترین روش ترکیب لایه‌ها در GIS است. ترکیب لایه‌ها در این روش بر مبنای صفر و یک بوده و خروجی نقشه دو کلاس مناسب، و نامناسب خواهد بود [۶۵].

سوماته‌ی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره و آنالیز رویهم‌گذاری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی اقدام به مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری، شهر پنیچری در کشور هند نمودند. در این مطالعه عواملی از جمله زمین‌شناسی، منابع آب، کاربری اراضی، مناطق حساس، کیفیت هوا و کیفیت آب زیرزمینی در نظر گرفته شد. به هر معیار بر اساس اهمیت نسبی وزنی تعلق گرفت در نهایت پس از وزنده‌ی ۱۷ منطقه به طور بالقوه مناسب ارزیابی شد بیشتر این مناطق با در نظر گرفتن عواملی چون فاصله از خطوط انتقال نیرو و منبع اصلی آب شهر مناطق مسکونی جدید و قرارگرفتن در زون مدرسه حذف شدند و در نهایت ۳ منطقه به عنوان مناسب‌ترین منطقه برای لنده‌ی انتخاب گردید که این مناطق در زمینهای بایر واقع شدند [۹۰].

هروگ پروسک و جان ویکو<sup>۲</sup> (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای عوامل زیست محیطی مؤثر در مکان‌یابی محل دفن زباله در اسلاماکی را بررسی نمودند. در این تحقیق مناطقی را که نمی‌توان از آنها برای دفن زباله استفاده کرد مشخص شده‌اند که شامل مناطق نزدیک به دریاچه‌ها، آبگیرها، رودخانه‌ها، مناطق مردابی، چاه‌های آب، مناطقی که سطح آب‌های زیرزمینی فصلی بالاست، مناطق کارستی، مناطق ماسه‌ای و زمین‌های در معرض سیلاب می‌باشد [۷۶].

<sup>1</sup> Sumathi,

<sup>2</sup> Herwig Prosko

جدول ۴-۲: پیشینه تحقیق در خارج از کشور

نتیجه مطالعه	موضوع و محل مورد مطالعه	محقق
انتخاب بھینه مکان دفن زباله شهری علاوه بر تحلیل مکانی داده کاوی، می باشد عوامل سیاسی و پذیرش عمومی نیز مورد توجه قرار گیرند.	مکانیابی دفن زباله شهری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس (استانبول ترکیه)	احمت بسکس و همکاران (۲۰۱۴)
رونده زندگی به معیارها با استفاده از ارزیابی چند معیاره و کنطق فازی اصولی بوده است	انتخاب محل دفن مواد زائد جامد با استفاده از سیستم تصمیم گیری مکانی، ارزیابی چند معیاره و منطق فازی (هارلینگن تگراس)	چانگ و همکاران (۲۰۰۷)
برای وزن دهنی معیارها شرایط منطقه مورد مطالعه مدنظر قرار گیرد.	شناسایی معیارهای مؤثر در مکانیابی دفن زباله با توجه به خصوصیات منطقه	سنر و همکاران (۲۰۱۰)
روش مورد نظر بدلیل محاسبات آسان و قابلیت اجرای گسترده آن، در مکانیابی محل دفن مواد زائد جامد نقش مهمی دارد.	کاربرد روش تصمیم گیری چند منظوره برای انتخاب محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری (جانگسو چین)	کائو و همکاران (۲۰۰۶)
مدل AHP انعطاف پذیری بالایی در تخصیص وزن به معیارهادرد.	مکانیابی دفن زباله در محیط GIS بیان چینگ چین	ونگ و همکاران (۲۰۰۹)
استفاده از مقایسه زوجی جهت وزن دهنی معیارها در ارزیابی چند معیاره منتج به تعیین سایتهایی با کمترین اثرات زیست محیطی و شرایط اقتصادی اجتماعی می شود.	تعیین مکانهای مناسب جهت احداث نیروگاه زغال سنگی (فرانکلین ایلینوی آمریکا)	الانسی و لاچپال (۲۰۰۳)
مدل AHP به علت درنظر گرفتن اهمیت نسبی معیارها، نسبت به سایر روش های وزن دهنی مدل های تصمیم گیری از اهمیت بیشتری برخوردار است.	مکانیابی محل دفن زباله شهری با تکنیک AHP در محیط GIS (داکا بنگلادش)	راشد حسن و همکاران (۲۰۰۹)
مدل بولین ساده ترین روش ترکیب لایه ها در GIS است.	مکانیابی دفن زباله شهری با استفاده از روش بولین و روی هم گذاری در محیط GIS (کوئینزو مکزیک)	دلگادو و همکاران (۲۰۰۸)
مناطقی را که نمی توان از آنها برای دفن زباله استفاده کرد مشخص شده اند که شامل مناطق نزدیک به دریاچه ها، آبگیرها، رودخانه ها، مناطق مردابی، چاه های آب، مناطقی که سطح آب های زیرزمینی فصلی بالاست، مناطق کارستی، مناطق ماسه ای و زمین های در معرض سیلاب می باشد.	مطالعه عوامل زیست محیطی مؤثر در مکانیابی محل دفن زباله (اسلاواکیا)	هروگ پروسک و جان ویکو (۲۰۰۵)

## ۲-۵-۲- پیشنهاد تحقیق در داخل کشور

میرزایی و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی به مکان‌یابی دفن زباله شهری شهرستان گلپایگان با استفاده مدل AHP و TOPSIS پرداختند. آنها برای این منظور معیارهای فاصله از منطقه مسکونی، قابلیت دید، فاصله از جاده، آلودگی خاک، تراکم پوشش گیاهی، کاربری اراضی، فاصله از منطقه حفاظت شده، فرسایش خاک، را مدنظر قرار دادند. ۳ گزینه به عنوان مناطق مناسب دفن زباله شناسایی گردید که این گزینه با استفاده از روش TOPSIS اولویت‌بندی گردید. با توجه به نتیجه حاصله از ارزیابی توان در سه گزینه بررسی شده نتایج حاصل از اولویت‌بندی گزینه‌ها با استفاده از روش تاپسیس مورد تایید قرار گرفت. آنها در نهایت به این نتیجه رسیدند که مدل تاپسیس به دلیل مقایسه توام و فاصله از گزینه ایده‌آل مثبت و گزینه ایده‌آل منفی، روش مناسبی برای اولویت‌بندی گزینه‌ها محسوب می‌شود [۵۱].

افضلی افسانه (۱۳۸۷) در تحقیقی به تعیین مکان مناسب دفن مواد زائد جامد شهری، شهرستان نجف‌آباد با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسه مراتبی پرداخت. بدین منظور سه دسته معیارهای فیزیکی زیست محیطی و اقتصادی اجتماعی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتیجه رویهم گذاری نقشه‌های حاصل از منطقه فازی تنها دو منطقه را با در نظر گرفتن حداقل مساحت مورد نیاز برای ۲۰ سال تشخیص داد، این دو محل هم به علت نزدیکی به شهرستان تیران از تناسب لازم برخوردار نبود. محقق به این نتیجه رسید که به دلیل محدودیت‌های زیاد در نجف‌آباد، امکان استقرار محل دفن مشترک پسماندهای شهری با شهرهای مجاور مورد بررسی قرار گیرد [۴].

معین‌الدینی و همکاران (۱۳۸۹) به مکان‌یابی محل دفن پسماند شهر کرج با استفاده از تاپسیس فازی سلسه مراتبی پرداختند. از کل منطقه مورد مطالعه به مساحت ۱۳۶۱ کیلو متر مربع فقط حدود ۶ درصد آن برای مکان‌یابی دفن مناسب بود که با استفاده از HFTOPSIS در این مطالعه، ارجح ترین مکان برای دفن انتخاب گردید. استفاده از HFTOPSIS در این مطالعه، کارایی، سهولت و کاهش زمان را نسبت به سایر روش‌ها مانند فرایند تحلیل سلسه مراتبی را نشان داد [۴۷]. مهتابی اوغانی و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی با عنوان "مقایسه دو روش فرآیند تحلیل سلسه مراتبی و تاپسیس در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری (مطالعه موردی انتخاب محل دفن پسماند شهری کرج)" ۴ منطقه در جنوب محدوده مورد مطالعه (کرج) شناسایی شد. سپس اولویت‌بندی گزینه‌ها با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسه مراتبی و تاپسیس انجام و نتایج با یکدیگر مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفتند. براساس نتایج روش فرآیند تحلیل سلسه مراتبی اولویت گزینه‌ها به ترتیب گزینه ۳ و ۲ و ۴ و ۱ است در حالی که در روش تاپسیس، ترتیب اولویت گزینه‌ها به صورت ۴ و ۳ و ۲ و ۱ است. یافته‌های این بررسی میان این واقعیت است که هر دو روش فرآیند تحلیل سلسه مراتبی و تاپسیس در اولویت‌بندی گزینه‌های دفن، روش‌های مناسبی هستند. به دلیل اینکه در فرآیند تحلیل سلسه مراتبی، وزن دهی به گزینه‌ها با مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به هدف صورت می‌گیرد و همچنین گزینه‌ها نسبت به تک تک معیارها مورد مقایسه زوجی، ارزیابی و امتیازدهی قرار می‌گیرند، این روش در این پژوهش از کارایی مناسبی برخوردار است و نتایج نهایی از دقت و اطمینان بالاتری برخوردار است [۴۸].

مددی و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی به مدل‌سازی مکان‌های مناسب دفن زباله با استفاده از روش‌های AHP، منطق فازی، شاخص همپوشانی وزنی و منطق بولین (مطالعه موردی شهر اردبیل) پرداختند. نتیجه مکان‌یابی، تعیین زمینی به مساحت ۴۵ هکتار برای دفن زباله شهری اردبیل است که در ۱۷ کیلومتری شمال شهر اردبیل قرار دارد. مشاهدات میدانی مovid مناسب بودن منطقه فوق برای دفن زباله می‌باشد. همچنین نتایج حاکی از کاربرد مؤثر روش‌های AHP، شاخص

همپوشانی وزنی و منطق فازی است که به ترتیب بیشترین تناسب را برای مکان‌یابی دفن زباله در شهر ارتباط دارا می‌باشد. در این بین روش بولین با ارائه مکان‌یابی نادرست، جزء روش‌های نامناسب محسوب شد [۴۵].

دانش شکیب و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی به رتبه‌بندی شرکت‌های سیمان بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از رویکرد ترکیبی (AHP-TOPSIS) پرداختند که شرکت سیمان فارس در رتبه نخست قرار گرفت. آنها به این نتیجه رسیدند که با ترکیب روش‌های مدل تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس، ضمن بهره‌گیری از مزایا، نقاط ضعف آنها که به ترتیب شامل تعداد محدود مقایسات زوجی و عدم ارائه وزن شاخص‌ها جبران شد [۱۳].

صمدی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی با عنوان "استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، AHP و TOPSIS جهت مکان‌یابی دفن مواد زائد جامد شهری"، با استفاده از معیارهایی چون محدوده قانونی شهر، فاصله از گسل، فاصله از آبهای سطحی، جهت باد، ارتفاع، زمین‌شناسی، نوع کاربری زمین، شیب و تراکم جمعیت و... که با استفاده از مدل AHP تلفیق شدند، مکان‌های مناسب برای دفن زباله برای شهر زنجان شناسایی، سپس این مناطق با استفاده از روش TOPSIS به ترتیب ارجاعیت رتبه‌بندی شدند [۲۷].

نیرآبادی و حاج میر رحیمی (۱۳۸۷) با بکارگیری روش‌های سلسله مراتبی و فازی در مکان‌یابی دفن زباله شهری، با درنظر گرفتن پارامترهای مانند شیب، شرایط زمین‌شناسی، آبهای سطحی، فاصله از شهر و فاصله از جاده‌ها، به مکان‌یابی دفن زباله شهری شهرستان تبریز پرداختند. و به این نتیجه رسیدند که مدل منتج از روش AHP ضمن تایید مکان کنونی، مناطق دیگر را پیشنهاد می‌کند [۵۲].

پذیرایی و دهقانی (۱۳۸۷) با روش‌های تحلیلی مختلف در GIS به مکان‌یابی محل دفن زباله در شهر بندرعباس پرداختند. آنها فرآیند مکان‌یابی را با درنظر گرفتن پارامترهای نظیر شیب، زمین‌لغزش، نفوذپذیری خاک و فاصله از شهر به این نتیجه رسیدند که ۷ مکان براساس جمیع معیارها برای محل دفن زباله مناسب هست [۶].

شهرابی و همکاران (۱۳۸۹) به مکان‌یابی دفن زباله شهری در شهر سقز با استفاده از معیارهای مانند ژئومورفولوژی، هیدرولوژی، زیست محیطی و کاربری اراضی و... با تأکید بر مسائل ژئومورفولوژیکی با استفاده از ابزارهای GIS، تحلیل سلسله مراتبی و روش ترکیب خطی وزنی پرداختند. نتایج پژوهش بیانگر آن است که هر دو روش در مرحله اول جنوب شهر سقز با انتخاب چهار مکان و در نهایت جهت دفن مواد زائد در جنوب شهر سقز، قادر تضمیم‌گیری خوبی را در امر مکان‌یابی محل دفن با تفاوت‌هایی لحاظ می‌کند در نهایت با همپوشانی و از مجموع اشتراک این مدلها در محیط Arc GIS، مکان نهایی دفن زباله شهر سقز با مساحت ۷۴ هکتار مساحت و پذیرش ۱۳۰ تن زباله در هر روز به مدت ۲۰ سال به عنوان مکان پیشنهادی و نهایی دفن زباله شهر سقز انتخاب شد [۲۳].

فرهودی و همکاران (۱۳۸۴) در پژوهشی با استفاده از آنالیزه چند معیاره مکانی در محیط GIS به بررسی موقعیت فعلی و قبلی محل دفن زباله شهر سنتدج پرداختند، آنها برای این منظور حدوده قانونی شهر، فاصله از جاده و فرودگاه و... از طریق مدل‌هایی مختلف تلفیق کردند. محل دفن سابق را مساعد و محل دفن کنونی را به دلیل نادید گرفتن بسیاری از اصول و معیارها نامناسب اعلام کردند [۳۸].

احمدی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی تحت عنوان "مقایسه دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری (مطالعه موردی: انتخاب محل دفن پسماند شهری کرج)" با درنظر گرفتن معیارهای

فاصله از قنات چشمه و چاه، فاصله از آبهای سطحی، عمق آبهای، زیر زمینی، فرودگاه، گسل، شیب، فاصله از مناطق مسکونی، مناطق مناسب برای دفن زباله شهری شهر کرج را مشخص کردند [۴۷].

سروری (۱۳۸۴) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود، جهت تعیین مناسب‌ترین مکان جهت دفن زباله در شهرستان گنبد کاووس، فاکتورهایی نظیر توپوگرافی، کاربری اراضی، هیدرولوژی و ژئوهیدرولوژی، فاصله از جاده‌های اصلی و فرعی، شرایط آب و هوایی، فاصله از مرکز تولید زباله، فاصله از مناطق مسکونی و صنعتی و مساحت محل دفن را در نظر گرفت و لایه‌های مورد نظر را تهیه نمود، سپس با درنظر گرفتن آنالیز سلسله مراتبی جداول نهایی مربوط به وزن‌دهی لایه را تهیه نمود و از طریق این جداول اقدام به همپوشانی لایه‌های مکانی کرد که در نهایت سناریوهای مورد نظر جهت انتخاب مکان دفن مناسب حاصل گردید و سه منطقه از میان مناطق دیگر برای محل دفن انتخاب گشت [۲۰].

ارباب (۱۳۸۴) در تحقیقی، محل‌های دفن پسماندهای شهری هر یک از شهرهای استان تهران را از نظر ویژگی‌هایی نظیر میزان پسماند سالانه، عمق آب زیرزمینی، وسعت، شیب، جنس خاک، پوشش گیاهی و عوامل دیگر و همچنین مسایل و مشکلات محل‌های دفن را مورد بررسی قرار داده است. در این پژوهش از روش النکو به منظور ارزشیابی محل‌های دفن استفاده شده است که در نهایت نتیجه این ارزش‌یابی نشان می‌دهد که ۷۴ درصد از محل‌های دفن در وضعیت خوب، ۱۵ درصد در وضعیت قابل قبول ۱ درصد از آنها در وضعیت غیرقابل قبول هستند. در انتها برای بهسازی و یا تغییر محل ۲۶ درصد از محل‌های دفن پسماند شهری راهکارهای زیست محیطی ارائه شده است [۲].

جدول ۵-۲: پیشنه تحقیق در داخل کشور

محقق	موضوع و محل مورد مطالعه	نتیجه مطالعه
میرزایی و همکاران (۱۳۹۱)	مکان یابی دفن زباله شهری با استفاده مدل AHP و TOPSIS (شهرستان گلپایگان)	مدل تاپسیس به دلیل مقایسه توام و فاصله از گزینه ایده‌آل مثبت و گزینه ایده‌آل منفی، روش مناسبی برای اولویت‌بندی گزینه‌ها محسوب می‌شود.
افضلی (۱۳۸۷)	تعیین مکان مناسب دفن مواد زائد جامد شهری، با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسه مراتبی (شهرستان نجف‌آباد)	به دلیل محدودیت‌های زیاد در نجف‌آباد، امکان استقرار محل دفن مشترک پسماندهای شهری با شهرهای مجاور مورد بررسی قرار گیرد.
معین‌الدینی و همکاران (۱۳۸۹)	مکان یابی محل دفن پسماند شهر با استفاده از تاپسیس فازی سلسه مراتبی (شهر کرج)	. استفاده از HFTOPSIS در این مطالعه، کارایی، سهوالت و کاهش زمان را نسبت به سایر روش‌ها مانند فرایند تحلیل سلسه مراتبی را نشان داد.
مهتابی اوغانی و همکاران (۱۳۹۲)	مقایسه دو روش فرآیند تحلیل سلسه مراتبی و تاپسیس در مکان یابی محل دفن پسماندهای شهری (شهر کرج)	به دلیل اینکه در فرآیند تحلیل سلسه مراتبی، وزن دهنده به گزینه‌ها با مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به هدف صورت می‌گیرد و نتایج نهایی از دقت و اطمینان بالاتری برخوردار است.
مددی و همکاران. (۱۳۸۹)	مدل‌سازی مکان‌های مناسب دفن زباله با استفاده از روش‌های AHP، منطق فازی، شاخص همپوشانی وزنی و منطق بولین (شهر اردبیل)	نتایج حاکی از کاربرد مؤثر روش‌های AHP، شاخص همپوشانی وزنی و منطق فازی است که به ترتیب بیشترین تناسب را برای مکان یابی دفن زباله در شهر اردبیل دارا می‌باشند. در این بین روش بولین با ارائه مکان یابی نادرست، جزء روش‌های نامناسب محسوب شد.
دانش‌شکیب و همکاران (۱۳۸۸)	رتبه‌بندی شرکت‌های سیمان بورس اوراق بهادر با استفاده از رویکرد ترکیبی AHP-TOPSIS (تهران)	که با ترکیب روش‌های مدل تحلیل سلسه مراتبی و تاپسیس، ضمن بهره‌گیری از مزايا، نقاط ضعف آنها که به ترتیب شامل تعداد محدود مقایسات زوجی و عدم ارائه وزن شاخص‌ها جبران شد

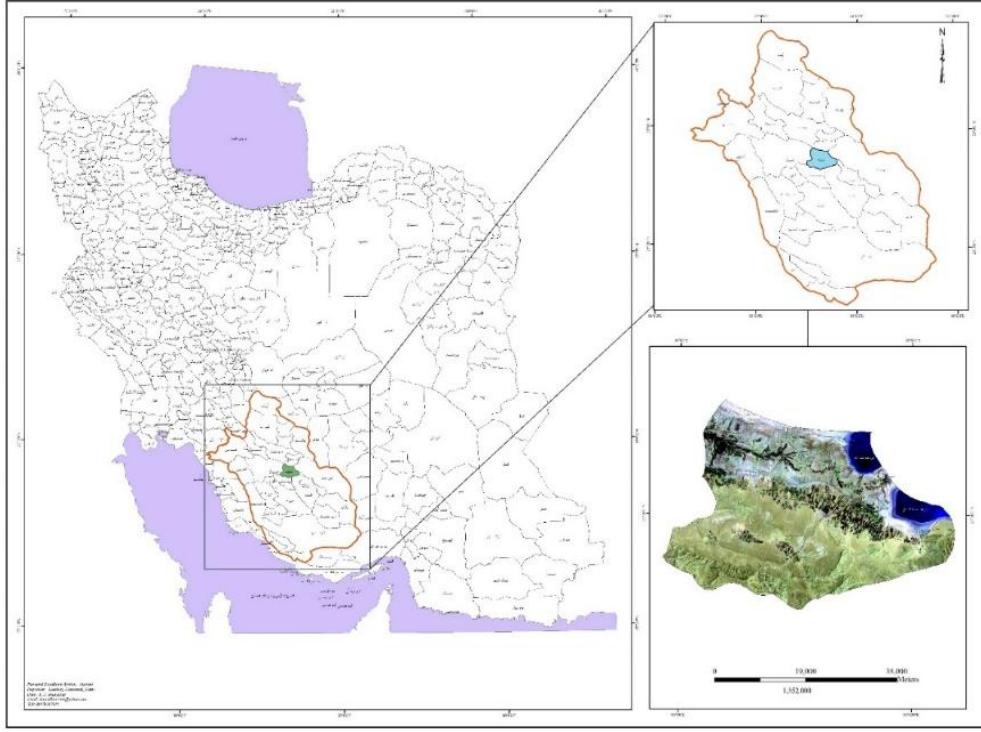
محقق	عنوان و محل مورد مطالعه	نتیجه مطالعه
صادی و همکاران (۱۳۸۹)	استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، AHP و TOPSIS جهت مکانیابی دفن مواد زائد جامد شهری، (شهرزنjan)	مدل AHP به دلیل مقایسه زوجی معیارها و گزینه‌ها، نسبت به مدل TOPSIS ادارای نتایج دقیق تر و قابل اعتمادتری است.
نیرآبادی و حاج میر رحیمی با ۱۳۸۷	بکارگیری روش‌های سلسه مرتبی و فازی در مکانیابی دفن زباله شهری(شهرستان تبریز)	مدل منتج از روش AHP ضمن تایید مکان کنونی، مناطق دیگر را پیشنهاد می‌کند.
پذیرایی و دهقانی (۱۳۸۷)	با روش‌های تحلیلی مختلف در GIS به مکانیابی محل دفن زباله در شهری (بندرعباس)	هفت مکان براساس جمیع معیارها برای محل دفن زباله مناسب تشخیص داده شد.

## فصل سوم

### مواد و روش‌ها

#### ۱-۳- منطقه مورد مطالعه:

شهرستان خرامه یکی از شهرستان‌های استان فارس در مرکز ایران است که از یک شهر به نام خرامه و دو بخش مرکزی و کربال تشکیل شده است. شهر خرامه مرکز این شهرستان است. شهرستان خرامه با وسعت ۱۵۹۳ کیلومتر مربع و در شرق استان فارس و مرکز آن با ارتفاع ۱۶۰۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. این شهرستان از شمال به شهرستان ارسنجان، از شمال غرب به شهرستان مرودشت، از شرق به شهرستان نیریز، از غرب به شهرستان شیراز و از جنوب شرق به شهرستان‌های فسا و استهبان محدود شده است. جمعیت شهرستان در حال حاضر در حدود ۶۵۲۵۳ نفر است. این شهرستان از ۲ بخش به نام‌های بخش مرکزی و بخش کربال، شهر خرامه، ۵ دهستان، ۶۴ آبادی دارای سکنه و ۸ آبادی خالی از سکنه تشکیل شده است. در شکل ۱-۳ نمایی از موقعیت شهرستان خرامه در ایران و استان فارس نشان داده شده است. بیشترین وسعت منطقه (۶۲٪) را، اقلیم خشک در بر می‌گیرد. اقلیم نیمه خشک خفیف با درصد مساحت ۳۷٪ دارد. قسمت‌های جنوب و جنوب غرب شهرستان را پوشش می‌دهد [۲۲].



شکل ۱-۳: موقعیت شهرستان خرامه بر روی نقشه ایران و استان فارس

### ۲-۳-زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

در شیت زمین‌شناسی محدوده شهرستان خرامه سازندها و رخساره‌های زیر قابل شناسایی است:

**سازند داریان:**

از دیدگاه سنگ‌شناسخی این سازند با ستیرایی نزدیک به ۲۸۶ متر در بردارنده سنگ آهک‌های قهوه‌ای تا خاکستری رنگ، سنگ آهک‌های رسی سیلیسی حاوی رگچه‌های چرتی سیاه رنگ و سنگ آهک رسی با چهره‌ای صخره‌ساز در منطقه می‌باشد.

**سازند کژدمی:**

سازند کژدمی با برونزدهای نازک و نواری در منطقه مورد بررسی نمود دارد که بدلیل پایداری پائین توالی سنگی آن در برابر عوامل فرسایشی، با چهره‌ای ملایم و فرسوده در بین دو سازند داریان (در زیر) و سروک (در بالا) بروند دارد. خاکستری با میان لایه‌های شیل و مارن به رنگ سبز تا قهوه‌ای می‌باشد.

**سازند گورپی:**

رخمنون‌های سازند گورپی بدلیل پایداری پائین (*incompetent*) نهشته‌های آن در برابر عوامل فرسایشی با ریختاری ملایم و فرسوده در سطح ظاهر شده است. توالی و ردیف سنگ‌شناسی این سازند با تناوبی از لایه‌های مارنی برنگ خاکستری گرائیده و به زرد، سبز و آبی همراه با سنگ آهک و سنگ آهک آرژیلیتی نازک تا ضخیم لایه به رنگ خاکستری تا خاکستری متمایل به زرد و سبز حاوی سنگواره‌های دوکفه‌ای، خارپوست و شکم پا است که در بخش‌های

فوچانی آن شامل تناوبی از مارنهای تیره همراه با گردهک‌های گرد و کروی سنگ آهک سیلیسی و میان لایهایی از سنگ آهک می‌باشد.

### سازند تاربور:

برونزدهای سازند تاربور در قسمتهای جنوبی و جنوب خاوری خرامه، شمال خاوری (در کوه نمک) و جنوب خاوری (در کوه میان جنگل) سروستان دیده می‌شوند. این سازند در بخش‌های سنگ آهکی خود، ریختاری بر جسته و چهره ساز داشته و در مقابل، بخش‌های مارنی و سنگ آهک آرژیلیتی آن بدليل ناپایداری در برابر عوامل فرسایشی، با ریختاری ملايم نمود دارد. شهرستان خرامه از نظر زمین‌شناسی بخشی از زون زمین‌شناسی زاگرس می‌باشد. نقشه زمین‌شناسی شهرستان خرامه نشان می‌دهد، زمین‌شناسی شهرستان از تنوع بالای برخوردار می‌باشد به طوری که در آن انواع رسوبات کواترنری، دولومیت‌ها و رسوبات آهکی یافت می‌شود. واحد ساختاری کوارترنری (یکی از واحدهای رسوبی) بیشترین (۵۴/۶٪) وسعت شهرستان را دربرمی‌گیرد [۲۲].

### ۳-۳- کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه:

بیشترین وسعت شهرستان (۸۱/۳۷٪) را مناطقی با کاربری؛ مخلوط زراعت آبی و دیم دربرگرفته است. پس از آن مراتع کم‌تراکم (۷۵/۲۱٪) قرار دارد. در جدول (۳-۱) درصد مساحت کاربری‌های اراضی شهرستان خرامه آورده شده است.

جدول ۳-۱: مساحت کاربری اراضی شهرستان خرامه

نوع کاربری اراضی	مساحت (هکتار)
منطقه مسکونی	۹۵۵
مراتع نیمه تراکم	۱۱۹۴۷
مراتع کم تراکم	۳۴۶۴۷
سطح آبی	۱۷۵۲۳
زراعت و باغات آبی و دیم	۶۰۲۸۱
جنگل نیمه انبوه	۱۵۳۸۸
جنگل تنک	۱۸۳۵۱
اراضی شور	۱۷۵

### ۴-۳-فیزیوگرافی منطقه مورد مطالعه

بررسی مدل رقومی ارتفاعی (DEM)<sup>۱</sup> شهرستان نشان می‌دهد کمترین ارتفاع شهرستان از سطح دریا ۱۵۲۴ متر و بیشترین ارتفاع شهرستان از سطح دریا ۲۹۰۲ متر می‌باشد. همچنین بیشترین وسعت شهرستان (۵۰ درصد) در طبقه ارتفاعی کمتر از ۱۶۰۰ متر قرار دارد. در جدول ۴-۳، درصد فراوانی توزیع طبقات ارتفاعی شهرستان خرامه نشان داده شده است.

جدول ۴-۳: درصد فراوانی توزیع طبقات ارتفاعی شهرستان خرامه

ردیف	طبقه ارتفاعی	درصد فراوانی
۱	>۱۶۰۰	۵۰/۰۹
۲	۲۰۰۰	۳۷/۶۲
۳	۲۴۰۰	۹/۶۱
۴	>۲۴۰۰	۲/۶۸

### ۴-۴-مدل رقومی ارتفاعی شهرستان خرامه

بررسی نقشه شیب شهرستان مورد مطالعه نشان می‌دهد، شیب غالب شهرستان، شیب -۵-۰ درصد می‌باشد. به گونه‌ای که ۶۴ درصد شهرستان دارای شیب -۵-۰ درصد می‌باشد. در جدول ۴-۳؛ توزیع درصد فراوانی کلاس‌های شیب در شهرستان خرامه نشان داده شده است.

جدول ۴-۳: درصد فراوانی توزیع طبقات شیب شهرستان خرامه

ردیف	کلاس شیب(درصد)	درصد فراوانی
۱	-۵	۶۴
۲	۵-۸	۹
۳	۸-۱۵	۹/۳۶
۴	۱۵-۲۰	۶/۲۲
۵	>۱۵	۱۲/۵

### ۴-۵-جهت شیب شهرستان خرامه

جهت غالب دامنه‌های شهرستان مورد مطالعه، شمال شرقی (NE) می‌باشد. به گونه‌ای که بیشترین وسعت شهرستان (۴۴/۲۱٪) دارای جهت شمال شرقی می‌باشد. در جدول (۴-۳) توزیع درصد فراوانی جهات شیب در شهرستان مورد مطالعه نشان داده شده است.

<sup>۱</sup>.Digital elevation model

جدول ۴-۳: توزیع درصد فراوانی جهات شب در شهرستان خرامه

ردیف	جهت	درصد فراوانی
۱	بدون جهت	۳/۱۲
۲	شمالي	۱۱/۸۷
۳	شمال شرقى	۴۴/۲۱
۴	شرقى	۱۲/۱
۵	جنوب شرقى	۸/۳۶
۶	جنوبي	۷/۳۱
۷	جنوب غربى	۸/۲۷
۸	شمالي	۱۲/۱۴
۹	شمال غربى	۱۵/۴۷

#### **۷-۳-وضعیت مدیریت مواد زائد جامد شهری در شهرستان خرامه**

میزان تولید زباله در شهرستان خرامه ۵۲ تن در روز است. دفع مواد زاید شهری به صورت سطحی در ۴ کیلومتری جنوب غرب شهر خرامه صورت می‌گیرد که معیارهای زیست محیطی در این مکان در نظر گرفته نشده و کنترل گاز و شیرابه در محل دفع ذکر شده صورت نمی‌گیرد به همین دلیل مکان یابی دفن زباله شهری برای این شهرستان امری ضروری هست [۵۰].

### ٣-٨- روشن تحقیق منطقه مورد مطالعه

### ۳-۸-۱- شناسایی و انتخاب معیارهای ارزیابی

نخستین گام در یک آنالیز چند معیاره شناسایی مسئله تصمیم‌گیری یا هدف اصلی می‌باشد. در این مرحله با توجه به موضوع مورد بررسی مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی در کانون توجه قرار دارند. در انتخاب معیارهای ارزیابی قاعده عمومی براین است که این معیارها را باید در ارتباط با مسئله مورد نظر تعیین نمود. تعداد معیارهای ارزیابی به خصوصیات مسئله تصمیم‌گیری بستگی دارد. باید اذعان نمود که تمام پارامترهای اکولوژیک مربوط به منطقه مورد مطالعه جهت ارزیابی و تصمیم‌گیری مناسب نیستند بلکه تعداد ویژه‌ای از آنها در حد کار ارزیابی می‌باشند [۴۲].

براساس مرور منابع و نظر کارشناسان ۱۴ معیار (کاربری اراضی، شیب، جهت شیب، بافت خاک، زمین‌شناسی، فاصله از گسل، فاصله از منطقه مسکونی، فاصله از گسل، فاصله از خطوط انتقال نیرو، فاصله از زیستگاه حساس، فاصله از آبهای سطحی، سطح آب زیرزمینی، دشتهای سیلابی و جهت باد) و زیرشاخص‌های هر معیار برای ارزیابی محل دفن زباله شناسایی گردید. در جدول (۳-۵) مهمترین معیارها مؤثر در مکان دفن زباله شهری شهرستان خرامه و در جدول‌های (۳-۶) تا (۳-۱۳) زیرشاخص‌های هر معیار با توجه به شرایط منطقه آورده شده است.

جدول ۵-۳: انتخاب مهمترین معیارهای مؤثر بر دفن زباله شهری

ردیف	معیارها
۱	زمین‌شناسی (Geology)
۲	زیستگاه حساس (Senstive habitats)
۳	کاربری اراضی (Landuse)
۴	فاصله از رودخانه (Distance of River)
۵	فاصله از گسل (Distance of Fault)
۶	شیب (Slope)
۷	فاصله از جاده (Distance of Road)
۸	جهت (Aspect)
۹	فاصله از مناطق مسکونی (Distance of Residential area)
۱۰	سطح آبهای زیرزمینی (Ground water level)
۱۱	بافت خاک (Soil texture)
۱۲	دشت سیلانی (Flood Plain)
۱۳	خطوط انتقال نیرو (Power Line)
۱۴	جهت باد (Wind Rose)

جدول ۶-۳: محدوده طبقات تعریف شده برای معیار شیب [۳۴].

ردیف	شیب (درصد)
۱	-۵
۲	۵-۸
۳	۸-۱۵
۴	۱۵-۲۰
۵	>۲۰

جدول ۷-۳: محدوده طبقات تعریف شده در رابطه با معیار سطح آب‌های زیرزمینی [۳۲].

ردیف	سطح آب‌های زیرزمینی (متر)
۱	۰-۱۰
۲	۱۰-۲۰
۳	۲۰-۳۰
۴	۳۰-۴۰
۵	>۴۰

جدول ۸-۳: محدوده طبقات تعریف شده معیار فاصله از جاده.

ردیف	فاصله از جاده (متر)
۱	۰-۳۰۰
۲	۳۰۰-۵۰۰
۳	۵۰۰-۷۵۰
۴	۷۵۰-۱۰۰۰
۵	۱۰۰۰-۱۲۰۰
۶	>۱۲۰۰

جدول ۹-۳: محدوده تعریف شده برای طبقات معیار فاصله از گسل [۳۲].

ردیف	فاصله از گسل (متر)
۱	۰-۱۵۰۰
۲	۱۵۰۰-۳۰۰۰
۳	۳۰۰۰-۵۰۰۰
۴	۵۰۰۰-۷۰۰۰
۵	>۷۰۰۰

جدول ۱۰-۳: محدوده طبقات تعریف شده معیار فاصله از رودخانه [۳۲].

ردیف	فاصله از رودخانه(متر)
۱	۰-۵۰۰
۲	۵۰۰-۱۰۰۰
۳	۱۰۰۰-۱۵۰۰
۴	۱۵۰۰-۲۰۰۰
۵	>۲۰۰۰

جدول ۱۱-۳: محدوده تعریف شده معیار فاصله از خطوط انتقال نیرو [۲۵].

ردیف	فاصله از خطوط انتقال(متر)
۱	۰-۵۰۰
۲	۵۰۰-۱۰۰۰
۳	۱۰۰۰-۱۵۰۰
۴	۲۰۰۰-۱۵۰۰
۵	>۲۰۰۰

جدول ۱۲-۳: محدوده تعریف شده معیار جهات جغرافیایی

ردیف	جهت
۱	بدون جهت
۲	شمالی
۳	شمال شرقی
۴	شرقی
۵	جنوب شرقی
۶	جنوبی
۷	جنوب غربی
۸	شمالی
۹	شمال غربی

جدول ۱۳-۳: محدوده طبقات تعریف شده معیار فاصله از مناطق مسکونی [۳۴].

ردیف	فاصله از مناطق مسکونی (متر)
۱	۰-۱۰۰۰
۲	۱۰۰۰-۲۰۰۰
۳	۲۰۰۰-۳۰۰۰
۴	۳۰۰۰-۴۰۰۰
۵	۴۰۰۰-۵۰۰۰
۶	>۵۰۰۰

در مورد معیارهای زمین‌شناسی، زیست محیطی، خاک‌شناسی و کاربری‌اراضی، به زیرمعیارهای موجود در محدوده شهرستان (واحدهای زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، زیست محیطی و کاربری‌اراضی شهرستان) استناد گردید و پرسش‌نامه‌های این معیارها براساس آنها تدوین شد.

#### ۲-۸-۳-محاسبه مساحت زمین مورد نیاز برای لندهی در ۲۰ سال آینده

پارامترهای مورد نیاز برای محاسبه مساحت مورد نیاز با توجه به برنامه بلند مدت ۲۰ ساله برای شهرستان خرامه شامل تولید نرخ روزانه، دانسیته مواد فشرده شده و جمعیت می‌باشد [۸۱]. بنابراین برای این کار می‌بایست میزان رشد جمعیت و تولید سالانه زباله و همچنین ارتفاع و شکل محل دفن مورد بررسی قرار گیرد. لذا جهت برآورد سطح زمین مورد نیاز از فرمول محاسبه نرخ رشد به شرح زیراستفاده شد [۳۷].

$$P_t = P_0(1+r)^t \quad \text{فرمول (۱-۳)}$$

با استفاده از فرمول (۱-۳) نرخ رشد جمعیت و جمعیت شهرستان خرامه در سال ۱۴۲۴ محاسبه گردید.

$$P_t: \text{میزان جمعیت سال مقصد } t$$

$$t: \text{دوره یا تعداد سال‌هایی که در آینده پیش‌بینی می‌گردد$$

$$r: \text{نرخ رشد جمعیت به درصد}$$

بعد از محاسبه نرخ رشد جمعیت و همچنین با داشتن متوسط وزن زباله تولیدی میزان مواد زائد تولید شده در ۲۰ سال آیندها از طریق فرمول (۲-۳) بدست آمد [۴۴].

$$W_{20} = Q \frac{\text{ton/year}}{r} \times \frac{(1+r)-1}{r} \quad \text{فرمول (۲-۳)}$$

W<sub>20</sub>: وزن زباله در ۲۰ سال

Q: وزن زباله در سال

با داشتن میزان زباله تولیدی در مدت زمان معین و تقسیم آن بر حاصلضرب میزان ترکم پسماند و ارتفاع محل دفن مساحت نیاز دفن محاسبه شد [۳۵].

$$(Dt) = \frac{(wt)}{Density \times height} \quad \text{فرمول (۳-۳)}$$

(Dt): میزان زمین مورد نیاز برای پسماند در طول زمان t

(wt): میزان پسماند فرستاده شده به محل دفن در طول زمان t

Density: میزان تراکم پسماند

height: ارتفاع محل دفن

### ۳-۸-۳- جمعآوری و آمادهسازی لایه‌های اطلاعاتی

در این پژوهش داده‌ها به شکل کسب ثانویه داده بر حسب موضوعات مورد نظر تهیه و مورد استفاده قرار گرفتند که در زیر فهرست شده‌اند. از این داده‌ها، معیارهای مؤثر در مکان‌یابی با تکیه بر کارهای انجام شده، مرور منابع و وضعیت منطقه مورد مطالعه استخراج گردیدند.

جدول ۱۴-۳: تهیه و آماده‌سازی لایه‌های اطلاعاتی

نام معیار	تقشه منبع	مقیاس	نحوه و محل تهیه
کاربری اراضی	نقشه کاربری اراضی	۱/۲۵۰۰۰	اداره منابع طبیعی استان فارس
زیستگاه حساس (دریاچه)	کاربری اراضی	۱/۲۵۰۰۰	-
فاصله از منطقه مسکونی	کاربری اراضی	۱/۲۵۰۰۰	-
شیب	نقشه Dem حاصل از نقشه توپوگرافی	۱/۲۵۰۰۰	اداره منابع طبیعی استان فارس
جهت شیب	نقشه Dem حاصل از نقشه توپوگرافی	۱/۲۵۰۰۰	اداره منابع طبیعی استان فارس
فاصله از جاده	نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰	۱/۲۵۰۰۰	اداره منابع طبیعی
فاصله از گسل	نقشه گسل سازمان زمین‌شناسی	۱/۱۰۰۰۰	سازمان زمین‌شناسی
فاصله از دشت‌های سیلابی	نقشه خاک‌شناسی	۱/۲۵۰۰۰	اداره جهاد کشاورزی
بافت خاک	داده‌های بافت خاک	۱/۲۵۰۰۰	اداره جهاد کشاورزی استان فارس
زمین‌شناسی	نقشه زمین‌شناسی	۱/۱۰۰۰۰	سازمان زمین‌شناسی
فاصله از خطوط انتقال نیرو	نقشه توپوگرافی	۱/۲۵۰۰۰	اداره منابع طبیعی استان فارس
جهت باد	داده‌های سازمان هواشناسی	-	سایت سازمان هواشناسی
فاصله از آبراهه	نقشه توپوگرافی	۱/۲۵۰۰۰	اداره منابع طبیعی
سطح آب زیرزمینی	داده‌های سازمان آب استان فارس		سازمان آب استان فارس

## ۱- نقشه زمین‌شناسی

نقشه زمین‌شناسی از سازمان زمین‌شناسی مربوط به منطقه مورد مطالعه اسکن شد و وارد سیستم گردید. پس از زمین مرجع شدن، خطوط گسل منطقه از روی این نقشه رقومی شد.

## ۲- نقشه کاربری اراضی

باتوجه به اینکه نقشه کاربری اراضی مورد استفاده در مطالعه حاضر مربوط به سال ۱۳۹۲ بود. صحبت نقشه مذکور، از طریق مشاهدات میدانی و Google Earth مورد بررسی قرار گرفت. از این نقشه لایه‌های اطلاعاتی مناطق مسکونی و زیستگاه حساس (دریاچه بختگان و دریاچه طشك) استخراج گردید.

۳- نقشه دشت‌های سیلابی بادوره بازگشت صد ساله در منطقه مورد مطالعه از اداره منابع طبیعی استان فارس تهیه گردید.

۴- اطلاعات مربوط به عمق آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه (داده مربوط به سطح آبهای زیرزمینی چاه و چشمه) به صورت نقطه‌ای از سازمان آب استان فارس به دست آمد. که این داده‌ها به دلیل این که دارای توزیع نرمال بودند برای تهیه نقشه عمق آب زیرزمینی، عمل درون‌یابی از دستور کریجینگ صورت گرفت.

۵- نقشه رقومی توپوگرافی

از این نقشه لایه‌های اطلاعاتی شب و جهت شب استخراج گردید.

۶- داده‌های باد شهرستان خرامه

از سایت سازمان هواسناسی داده‌های مربوط به باد سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ از سایت سازمان هواسناسی اخذ و گلبد باد ایستگاه هواسناسی شهرستان خرامه با استفاده از نرم‌افزار WRPLOT ترسیم گردید.

۷- نقشه جاده، آبراهه و خطوط انتقال نیرو از اداره منابع طبیعی با فرمت کد تهیه گردید.

۸- نقشه خاک‌شناسی

معیارهای ارزیابی در ارتباط با پدیده‌های جغرافیایی و روابط بین پدیده‌ها مطرح شده، برهمین اساس به صورت نقشه در پایگاه داده‌های مبنی بر GIS نشان داده خواهد شد. از انجایی که داده‌های منطقه مورد مطالعه با یکدیگر مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند تمامی دادها باستی با یکدیگر همخوانی و مطابقت داشته باشند و همچنین از سامانه مشخصات جغرافیایی و سامانه تصویر واحدی تبعیت نمایند. به منظور انجام این پروژه کلیه لایه‌های اطلاعاتی منطقه مطالعاتی جمع آوری و پس از ورود به نرم‌افزار GIS طبق مراحل زیرآمده گردید:

تبدیل لایه‌های برداری به رستری با اندازه سلولی  $30 \times 30$  متر

تبدیل سیستم مختصات UTM-39N

#### ۴-۸-۳- استاندارد سازی لایه‌های اطلاعاتی:

پیش از تلفیق نقشه‌ها و رسیدن به نقشه نهایی لازم است کلیه لایه‌های اطلاعاتی تولید شده‌ی مراحل قبل استاندارد شوند. در واقع به این خاطر که در ارزیابی چند معیاره، معیارها در مقیاس متفاوت اندازه‌گیری می‌شوند، جهت استفاده مؤثر از کلیه عوامل در تجزیه تحلیل و ایجاد ارتباط بین آنها و تناسب اراضی، لازم است ارزش‌های مربوط به هر لایه تحت قاعده خاصی نرمال شوند و نقشه معیار در قالب‌های متناسب و قابل مقایسه با یکدیگر قرار گیرند. این بدان معنی است که کلیه لایه‌های مورد استفاده به مقیاسی تبدیل گردند که با استفاده از قواعد تصمیم‌گیری قابلیت ادغام داشته باشند. در این مطالعه جهت استانداردسازی لایه‌های اطلاعاتی آمده شده در مراحل قبل، از مدل AHP استفاده گردید.

### ۵-۸-۳- تعیین وزن معیارها

ماتریس سلسله مراتبی دارای معیارهای مختلفی است، این معیارها در تعیین کاربری اراضی از اهمیت یکسانی برخوردار نیستند، لذا داشتن ضریب اهمیت یا وزن هریک از معیارها در تصمیم‌گیری و ارزیابی ضروری است. وزن هر معیار AHP اهمیت نسبی آن معیار را نسبت به معیارهای دیگر بیان می‌کند. در این مطالعه به منظور تعیین وزن معیارها از مدل استفاده گردید که برای درجه‌بندی اولویت‌های نسبی معیارها از مقیاس ۹ کمیتی ساعتی در جدول (۲-۳) استفاده شود.

به منظور تعیین وزن معیارها و زیرمعیارها پرسش نامه‌های مقایسه زوجی براساس روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) تدوین گردید. در اختیار نمونه انتخابی (کارشناسان، کارشناسان ارشد و متخصصین منابع طبیعی، محیط زیست و منابع آب آشنا به موضوع مورد نظر) قرار گرفت. پس از تکمیل پرسش نامه‌ها، آماده‌سازی داده‌ها در بسته نرم افزاری Excell انجام گرفته و وزن اولیه معیارها و زیرمعیارها استخراج گردید. (براساس نظرساعتی مخترع این روش به منظور دستیابی به یک پرسش نامه نهایی بایستی از مجموع پرسش نامه‌ها میانگین وزنی گرفته شود). وزن‌های اولیه استخراج شده در غالب یک پروژه به نرم‌افزار Expert Choice معرفی شد و پس از اجرای مدل، وزن نهایی و نرخ ناسازگاری مدل در مورد هر یک از معیارها و زیرمعیارها بدست آمد.

### ۶-۸-۳- تلفیق معیارها و اولویت‌بندی پهنه بسیار مناسب با استفاده از مدل TOPSIS

در نهایت از تلفیق معیارهای مختلف، با استفاده از دستور Spatial Analyses نقشه پهنه‌بندی مکانی دفن زباله در شهرستان مورد مطالعه به عنوان خروجی تحقیق استخراج گردید. بعداز پهنه‌بندی نقشه با مدل AHP به ۴ کلاس بسیار مناسب، نامناسب، بسیار نامناسب طبقه‌بندی گردید. مساحت مناطق بسیار مناسب محاسبه شد. به منظور اولویت‌بندی مناطق با استفاده از مدل TOPSIS، مناطق بسیار مناسب با مساحت بالای ۲۰ هکتار استخراج گردید و برای این مدل معیارهای شب، کاربری اراضی، بافت خاک، فاصله از منطقه مسکونی، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه، سطح آب زیرزمینی، فاصله از گسل و جهت باد درنظر گرفته شد. ارزش این مناطق نسبت به هریک از معیارهای انتخابی از طریق نقشه استاندارد در مدل AHP برآورد شد. برای بدست آوردن وزن نهایی هریک از معیارها، مثل مدل AHP (از طریق مقایسه زوجی معیارها) پرسش نامه‌ای تدوین گردید و این پرسش نامه‌ها توسط کارشناسان متخصص پرگردید و سپس میانگین هندسی این پرسش نامه‌ها وارد نرم‌افزار Expert Choice گردید. در نهایت بعد از محاسبه ارزش هریک از مناطق نسبت به معیارها و وزن نهایی معیار طبق مراحل زیر مناطق در نرم افزار TOPSIS اولویت‌بندی گردید.

مراحل اجرای مدل تاپسیس در محیط GIS:

۱- تنظیم ماتریسی که ستون آن را معیارها و سطر آن را گزینه‌ها تشکیل می‌دهد.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad \text{فرمول (۴-۳)}$$

## ۲- بی بعد و بی مقیاس سازی ماتریس فوق

به دلیل مقیاس متفاوت هر یک از معیارها لازم است تا داده‌ها را بی بعد نماییم. که برای بی بعد سازی معیارها از فرمول (۵-۳) استفاده شد. منظور از بی بعد سازی داده‌ها تبدیل آنها به اعدادی بین صفر و یک است.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad \text{فرمول (۵-۳)}$$

## ۳- ایجاد ماتریس بی بعد وزن دار

گام بعدی تشکیل ماتریس نرمال وزن دار براساس وزن معیارها است. بنابراین باید از پیش اوزان معیارها با استفاده از تکنیکی مانند AHP یا انتروپی شانون محاسبه شده باشد. که وزن معیارها از طریق تکنیک AHP محاسبه شد.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad \text{فرمول (۶-۳)}$$

## ۴- استخراج ایده‌آل مثبت و منفی

در این گام برای هر شاخص طبق فرمول‌های (۷-۳) و (۸-۳) به ترتیب یک ایده‌آل مثبت (A+) و یک ایده‌آل منفی (-A) محاسبه می‌شود.

$$\begin{aligned} A^+ &= \left\{ \left( \max_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left( \min_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} \\ A^- &= \left\{ v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+ \right\} \end{aligned} \quad \text{فرمول (۷-۳)}$$

$$\begin{aligned} A^- &= \left\{ \left( \min_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left( \max_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} \\ A^- &= \left\{ v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^- \right\} \end{aligned} \quad \text{فرمول (۸-۳)}$$

## ۵- تعیین فاصله هر یک از معیارها از ایده‌آل پوینت‌های مثبت و منفی

در این گام میزان نزدیکی نسبی هر گزینه به راه حل ایده‌آل حساب می‌شود. فاصله اقلیدسی هر گزینه از ایده‌آل مثبت و منفی به ترتیب با فرمول‌های (۹-۳) و (۱۰-۳) محاسبه گردید.

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad \text{فرمول (۹-۳)}$$

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad \text{فرمول (۱۰-۳)}$$

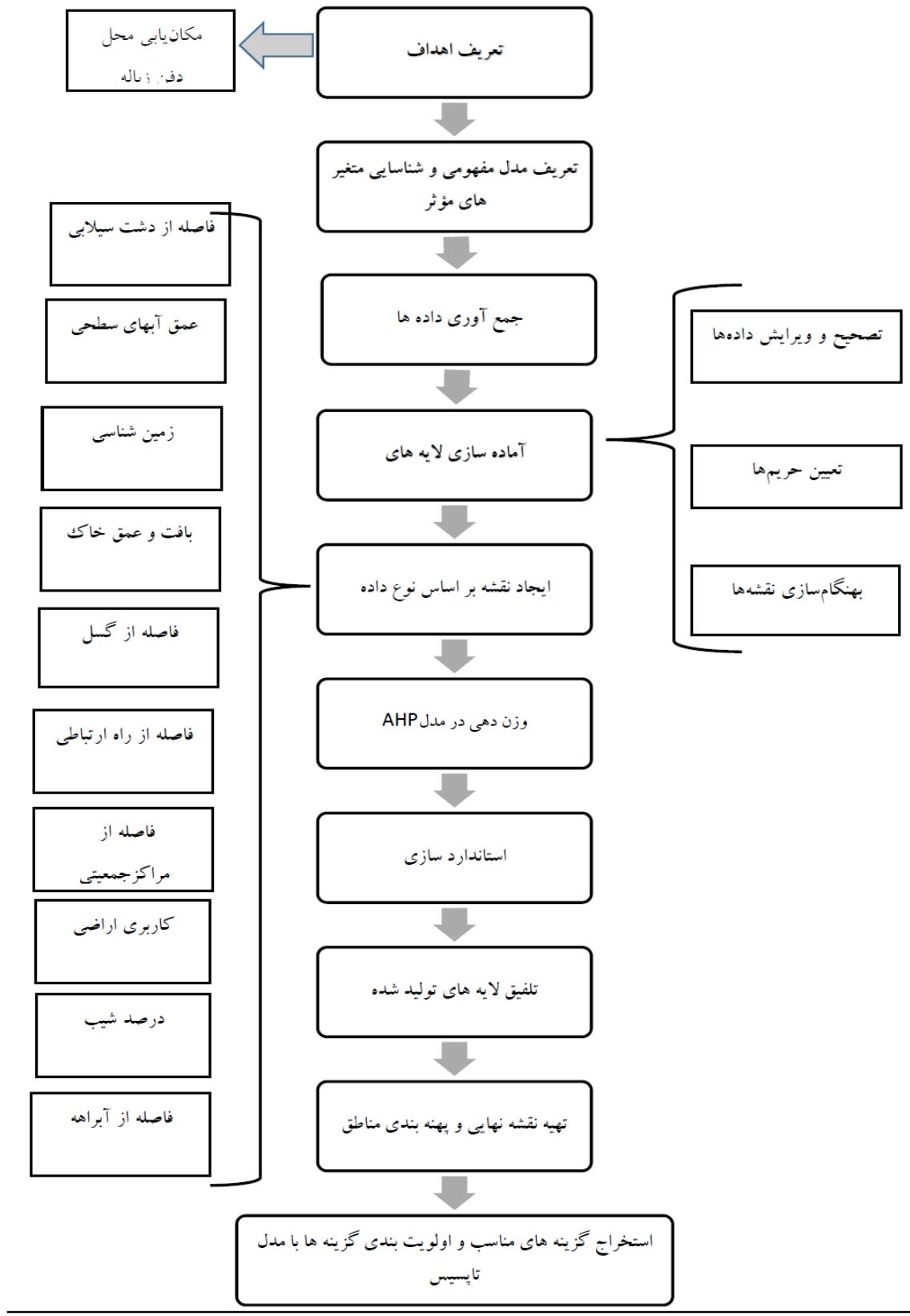
۶- تعیین ضریبی که برابر است با فاصله‌ی گزینه حداقل،  $S_i^-$  تقسیم بر مجموع فاصله‌ی گزینه‌ها حداقل و فاصله‌ی گزینه ایده‌آل  $S_i^+$  که آن را با  $Cl_i$  نشان داده و از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad \text{فرمول (۱۱-۳)}$$

۶- تعیین بهترین گزینه براساس میزان  $Cl_i$

آخرین مرحله اجرای این مدل تعیین بهترین گزینه می‌باشد. برای تعیین بهترین گزینه از مقدار  $CL_i$  استفاده می‌شود.

### ۹-۳-فلوچارت روش کار :



شکل ۲-۳: فلوچارت روش کار

## فصل چهارم

### نتایج

نتایج این پژوهش براساس آمار و اطلاعات موجود در منطقه و همچنین روش‌های بیان شده در فصل مواد و روش‌هاگردآوری شده و در قالب اشکال جداول و توضیحات منطبق بر اهداف ارائه شده است؛ و شامل موارد زیر می‌باشد:

- ۱-نتایج حاصل از برآورد مساحت زمین مورد نیاز برای دفن زباله شهری شهرستان خرامه
- ۲-وزن اولیه (میانگین هندسی) مقایسه زوجی معیارها
- ۳-نمایش گرافیکی ضریب اهمیت معیارهای مؤثر در انتخاب مکان دفن زباله شهری
- ۴-نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرشاخص‌ها
- ۵-نتایج حاصل از طبقه‌بندی نقشه‌ی معیارها
- ۶-نتایج تلفیق نقشه معیارها
- ۷-ارزیابی نرخ ناسازگاری
- ۸-نتایج مقایسه زوجی معیار مؤثر در دفن زباله شهری به منظور اولویت‌بندی گزینه بسیار مناسب
- ۹-نتایج اولویت‌بندی مناطق بسیار مناسب با استفاده از مدل TOPSIS
- ۱۰-نقشه نهایی اولویت‌بندی مناطق بسیار مناسب برای دفن زباله شهری

#### ۱-۴-مساحت زمین مورد نیاز برای دفن زباله شهری

با توجه به اینکه میزان پسماند تولیدی موازی با رشد جمعیت افزایش می‌یابد، می‌توان نرخ رشد جمعیت را همان نرخ تولید مواد زائد درنظر گرفت. در معادله (۱-۳)  $P_{92}$  جمعیت در سال ۱۳۹۲ و  $P_{85}$  جمعیت در سال ۱۳۸۵ را دارای نرخ رشد جمعیت می‌باشد. با توجه به جمعیت ۵۷۶۹۳ در سال ۱۳۹۲ [۵۰]. جمعیت ۶۳۵۸۹ در سال ۱۳۸۵ برای شهرستان خرامه،

[۲۲]. نرخ رشد جمعیت سالانه طبق رابطه (۱-۳)  $1394 / 1392 \times 100$  محاسبه گردید. با داشتن نرخ رشد جمعیت و جمعیت سال ۱۳۹۲، همچنین طبق فرمول (۱-۳) جمعیت سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۴۲۴ محاسبه شد.

جمعیت در سال ۱۳۹۴: ۶۵۲۵۳ نفر

جمعیت در سال ۱۴۲۴: ۸۴۴۸۶ نفر

#### ۴-۱-۱-محاسبه میزان مواد زائد تولید شده در ۲۰ سال آینده

باتوجه به اینکه که در این شهرستان به طور متوسط ۵۲/۲۲۴ تن زباله در روز تولید می‌شود [۵۰]. سرانه تولید زباله ۸۰۰ گرم برآورد می‌شود میزان رشد تولید مواد زائد جامد معادل رشد جمعیت درنظر گرفته شد و با احتساب دوره طراحی ۲۰ ساله برای محل دفن، حجم پسماند تولیدی در یک دوره ۲۰ ساله بر طبق فرمول (۲-۳) قابل محاسبه است. حجم پسماند تولیدی به میزان ۴۱۹۳۵۸ تن محاسبه شد. فرض می‌کنیم که این حجم زباله در لایه‌ای از خاک به عمق ۵ متر دفن شود [۸]. همچنین میزان متوسط تراکم پسماند ۵۰۰ کیلو گرم بر متر مکعب درنظر گرفته شد [۵۴]. که با احتساب خاک پوششی، زمینی به مساحت ۲۰ هکتار برای این منظور مورد نیاز است.

#### ۴-۲-نتایج محاسبه وزن اولیه(میانگین هندسی) معیارهای مؤثر در دفن زباله شهری

پس از اینکه معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر مکان‌یابی دفن زباله به صورت ماتریس مقایسه زوجی و به صورت دو به دو با هم مقایسه گردیدند، به منظور دستیابی به اجماع نظرات کارشناسی و دستیابی به وزن اولیه معیارها و زیرمعیارهای، از پرسش‌ها میانگین وزنی گرفته شد. در جداول (۴-۹) وزن اولیه هر یک معیارها در رابطه با مکان‌یابی دفن زباله آورده شده است. جدول (۱-۴) میانگین هندسی مقایسه زوجی معیارها را توسط ۳۵ کارشناس را نشان می‌دهد که معیارها دو به دو با هم مقایسه شده است.

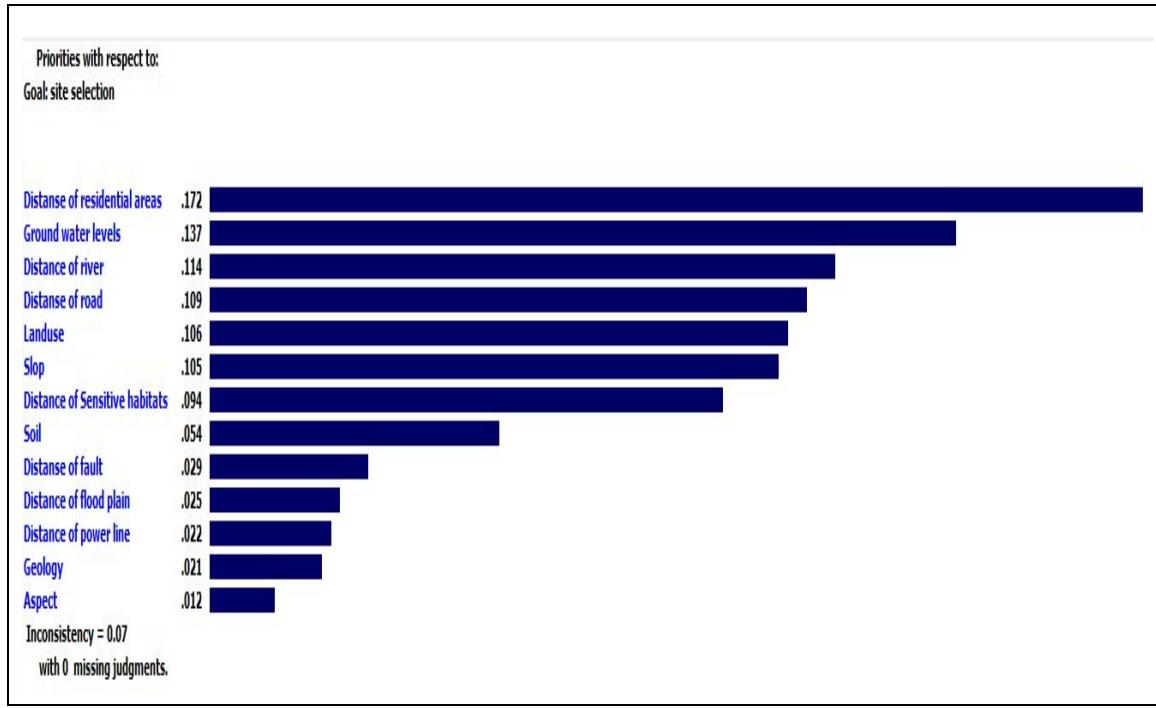
جدول ۱-۴ میانگین هندسی مقایسه زوچی معیارها

	Slop (L: 1.0)	Distance of Landuse	Soil	Distance of	Distance of	Geology	Distance of	Ground wa	Distance of	Distance of	Aspect
Slop (L: 1.000)	7.0	1.0	4.0	2.0	1.0	6.0	6.0	2.0	2.0	1.0	5.0
Distance of power line			5.0	3.0	5.0	8.0	2.0	2.0	5.0	5.0	6.0
Landuse				3.0	1.0	1.0	4.0	5.0	1.0	2.0	2.0
Soil					3.0	1.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0
Distance of residential areas						2.0	5.0	8.0	3.0	3.0	5.0
Distance of road							7.0	9.0	2.0	2.0	8.0
Distance of fault								2.0	3.0	3.0	5.0
Geology									3.0	4.0	3.0
Distance of river										2.0	6.0
Ground water levels											7.0
Distance of Sensitive habitats											9.0
Distance of flood plain											5.0
Aspect		Incon: 0.07									

پس از محاسبه وزن اولیه معیارها، وزنها وارد بسته نرم افزاری Expetr choice گردید و در نهایت وزن نهایی هر یک از معیارها و زیرمعیارها برآورد گردید. نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با اولویت هر یک از معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر مکان یابی دفن زباله در شکل (۱-۴) تا (۱۳-۴) آورده شد.

### ۴-۳-نتایج نمایش گرافیکی ضریب اهمیت معیارهای مؤثر در انتخاب مکان دفن زباله شهری

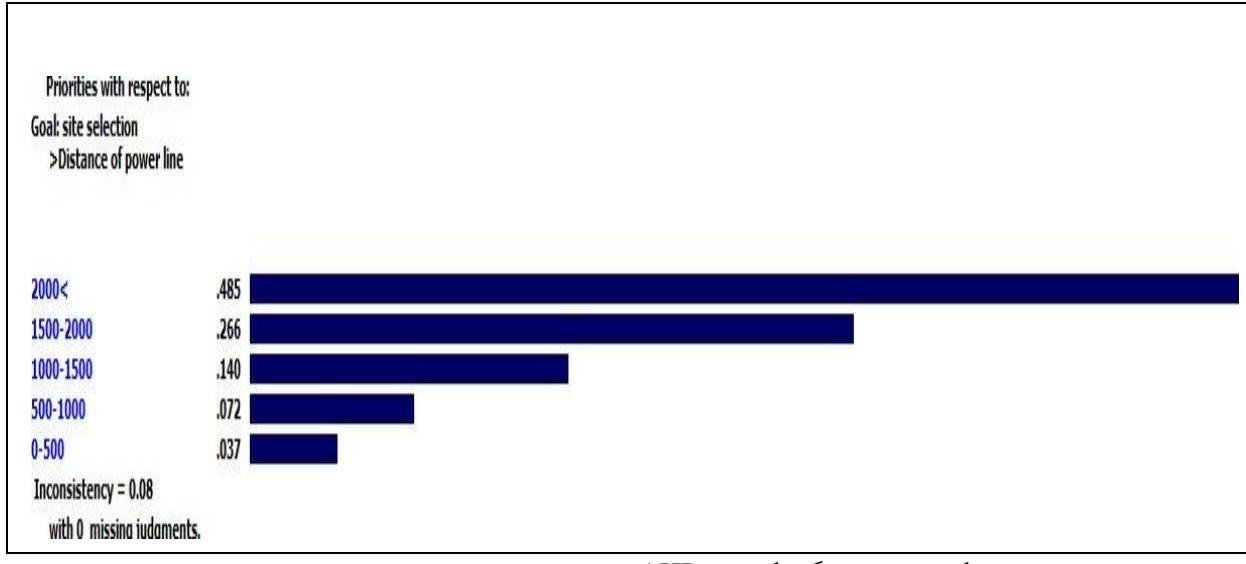
در مقایسه زوچی معیارهای مؤثر در مکان یابی دفن زباله شهری (شکل ۱-۴)، به معیار فاصله از منطقه مسکونی بیشترین وزن نسبی و به معیار جهت شبکه کمترین وزن تعلق گرفته است. در این مقایسه نرخ ناسازگاری هم ۰/۰۷ برابر شده است.



شکل ۱-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با تعیین ضریب اهمیت معیارهای مؤثر در دفن زباله شهری

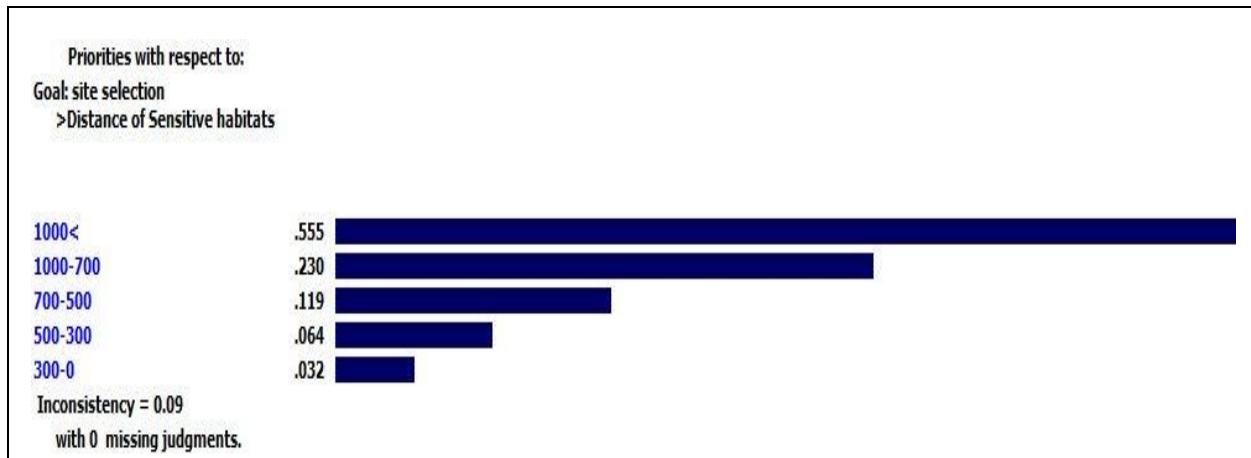
#### ۱-۳-۴-نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرشاخص‌ها:

در مقایسه زوجی زیرشاخص‌های فاصله از خطوط انتقال، در بین طبقات فاصله از خطوط انتقال، طبقه بیشتر از ۲۰۰۰ متری بیشترین وزن نسبی و طبقه ۵۰۰-۰ متری کمترین امتیاز را به خود اختصاص داده است (شکل ۲-۴).



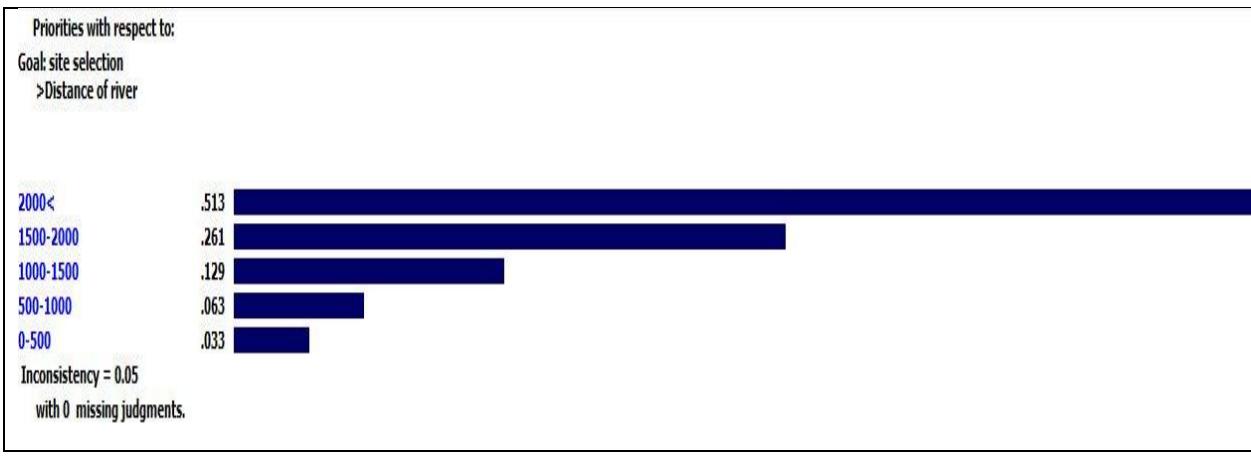
شکل ۲-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرمعیارهای خطوط انتقال نیرو

در مقایسه زوجی زیرمعیارهای فاصله از زیستگاه حساس، در بین طبقات فاصله از زیستگاه حساس، طبقه بیشتر از ۱۰۰۰ متری بیشترین وزن نسبی و طبقه ۳۰۰-۰ متری کمترین امتیاز را دارا می باشد (شکل ۳-۴).



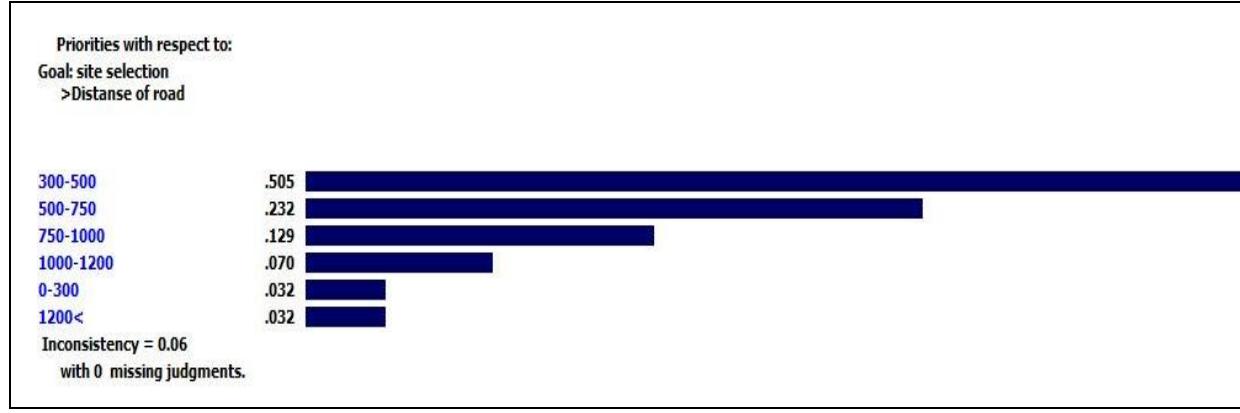
شکل ۴-۳: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه زیرمعیارهای فاصله از زیستگاه حساس

در مقایسه زوجی زیرمعیارهای فاصله از رودخانه و آبراهه، در بین طبقات فاصله از رودخانه و آبراهه، طبقه بیشتر از ۲۰۰۰ متری بیشترین وزن نسبی و طبقه ۵۰۰-۰ متری کمترین امتیاز را دارد (شکل ۴-۴).



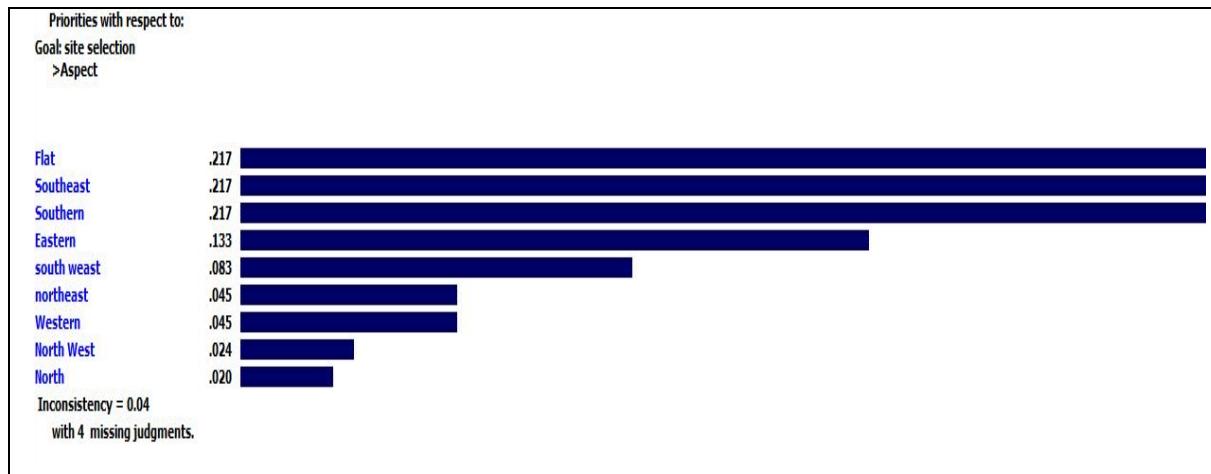
شکل ۴-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرمعیارهای فاصله رودخانه

در مقایسه زوجی زیرمعیارهای فاصله از جاده، طبقه ۳۰۰-۵۰۰ متری بیشترین وزن نسبی و طبقات ۳۰۰-۰ متری و بیشتر از ۱۲۰۰ متری کمترین امتیاز را به منظور دفن زباله شهری به خود اختصاص دادند (شکل ۴-۵).



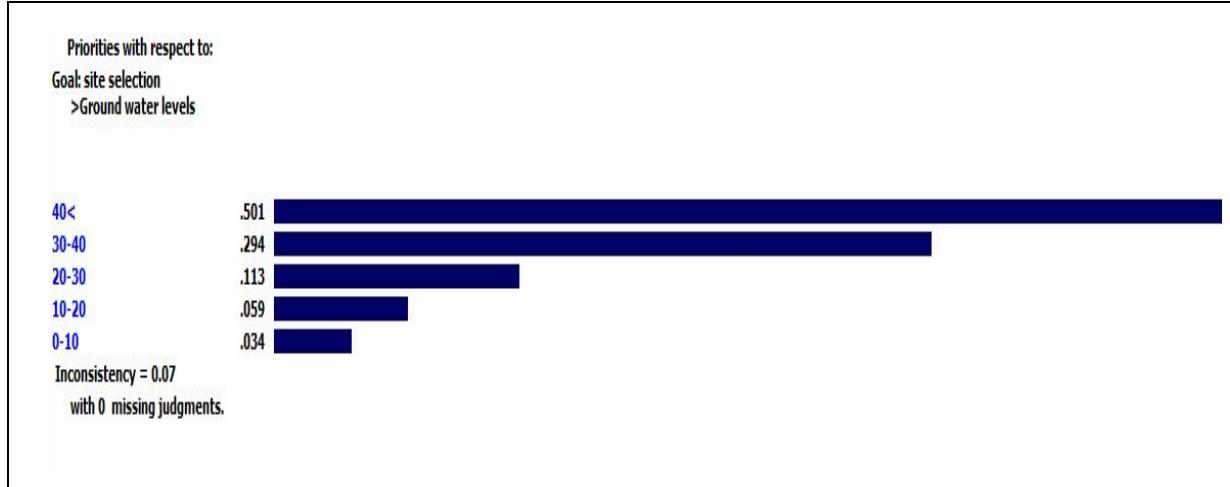
شکل ۴-۵: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرمعیارهای فاصله از جاده

در مقایسه زوجی زیر معیارهای جهت شیب، در بین زیرشاخص‌های جهت شیب، مناطق دارای جهات جنوب شرقی، جنوب و بدون جهت بیشترین امتیاز و جهات شمالی و شمال غربی کمترین امتیاز را به منظور دفن زباله شهری به خود اختصاص دادند (شکل ۶-۴).



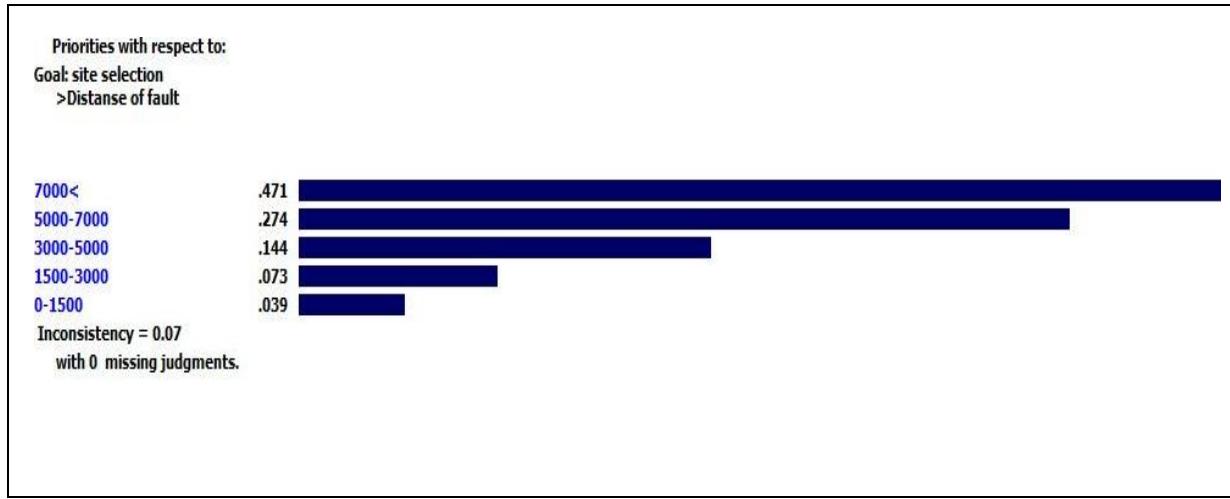
شکل ۶-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرمعیارهای جهت شیب

در مقایسه زوجی زیرمعیارهای سطح آب زیرزمینی، مناطقی که دارای عمق آب زیرزمینی بیشتر از ۴۰ متر هستند بیشترین امتیاز و مناطقی که دارای عمق آب زیرزمینی ۱۰-۰ متری هستند کمترین امتیاز را به منظور دفن زباله شهری به خود اختصاص دادند (شکل ۷-۴).



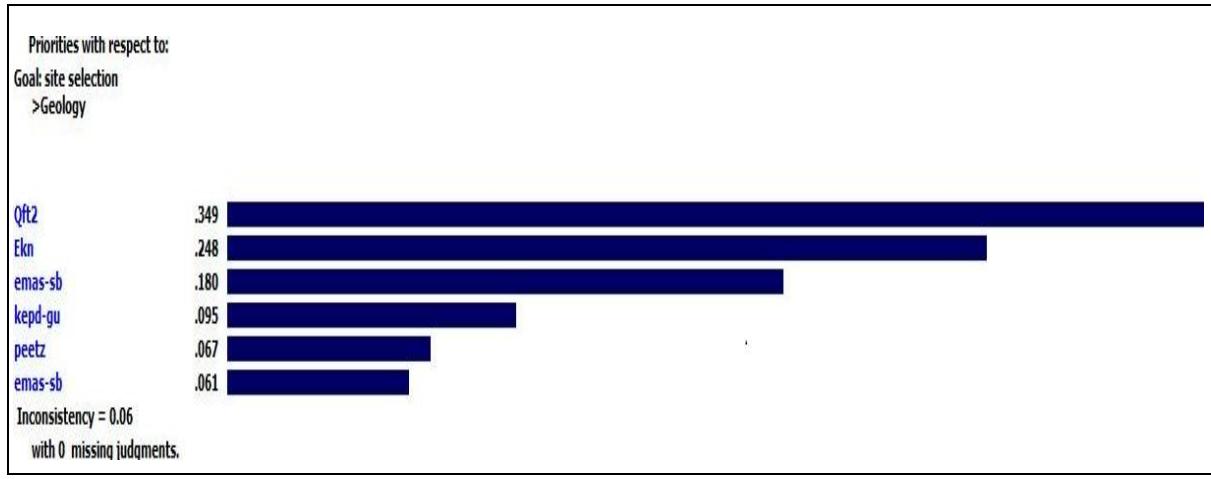
شکل ۷-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرشاخص‌های آب زیرزمینی

در مقایسه زوجی زیرمعیارهای فاصله از گسل، درین طبقات فاصله از گسل، به طبقه بیشتر از ۷۰۰۰ متر بیشترین امتیاز و به طبقه ۱۵۰۰-۰ متر کمترین امتیاز به منظور دفن زاله شهری تعلق گرفت (شکل ۸-۴).



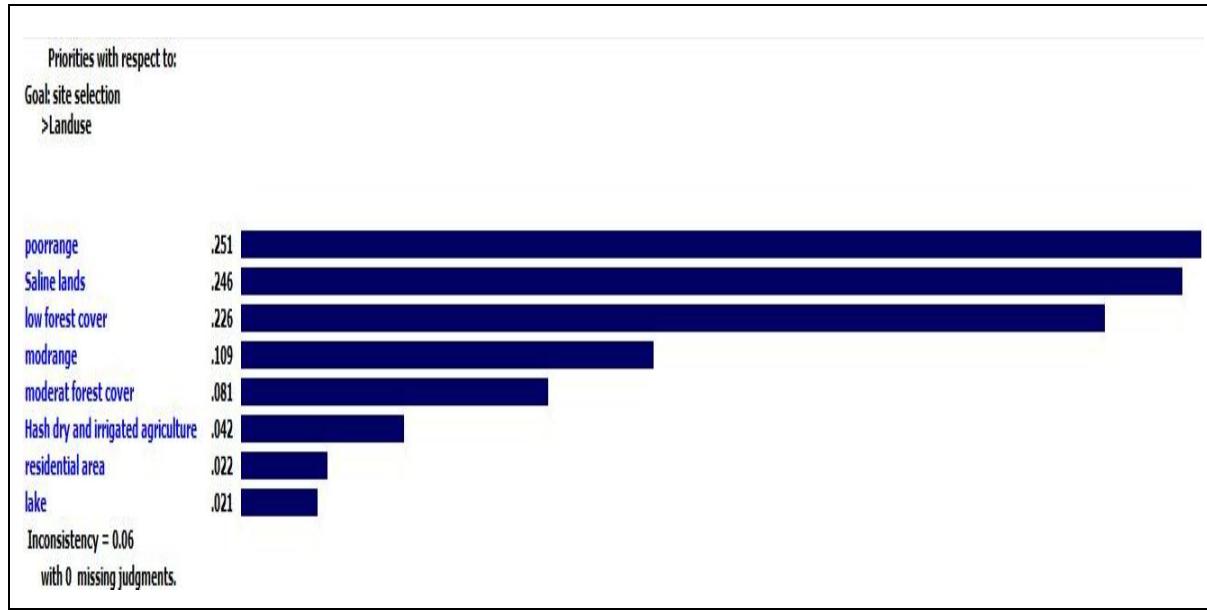
شکل ۸-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرشاخص‌های فاصله از گسل

در مقایسه زوجی زیرمعیارهای زمین‌شناسی، به سازند کواترنر بیشترین وزن و به سازند تاربور کمترین وزن نسبی تعلق گرفت (شکل ۹-۴).



شکل ۹-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرشاخص‌های زمین‌شناسی

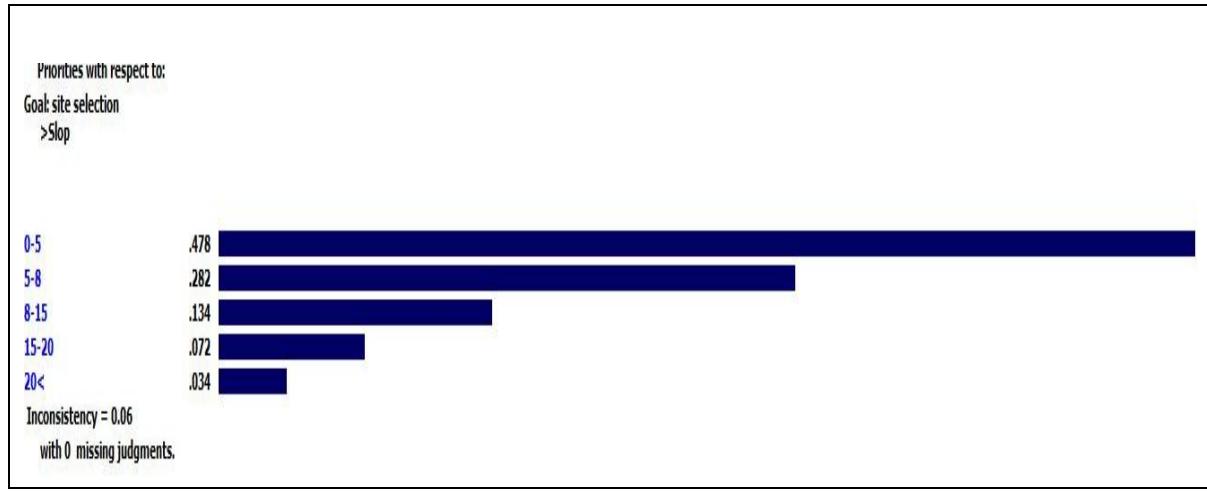
در مقایسه زوجی معیارهای کاربری اراضی، به کاربری‌های مراتع فقیر واراضی شور بیشترین امتیاز و به مناطقی که داری کاربری‌های منطقه مسکونی و سطوح آبی (دریاچه) هستند کمترین امتیاز به منظور دفن زباله شهری اختصاص داده شده است (شکل ۱۰-۴).



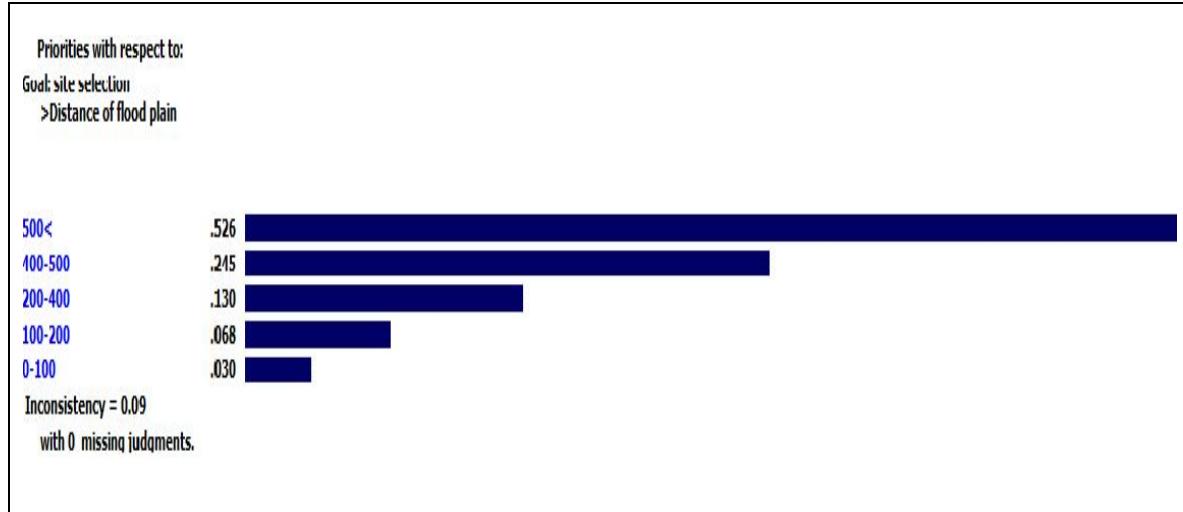
شکل ۱۰-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرشناخت‌های کاربری اراضی

در مقایسه زوجی زیرمعیارهای شیب، در بین طبقات شیب، به طبقه ۵-۰ درصد بیشترین امتیاز و به طبقه بیشتر از ۲۰ درصد کمترین امتیاز به منظور دفن زباله شهری تعلق گرفت (شکل ۱۱-۴).

شکل ۱۱-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرشناخت‌های شیب

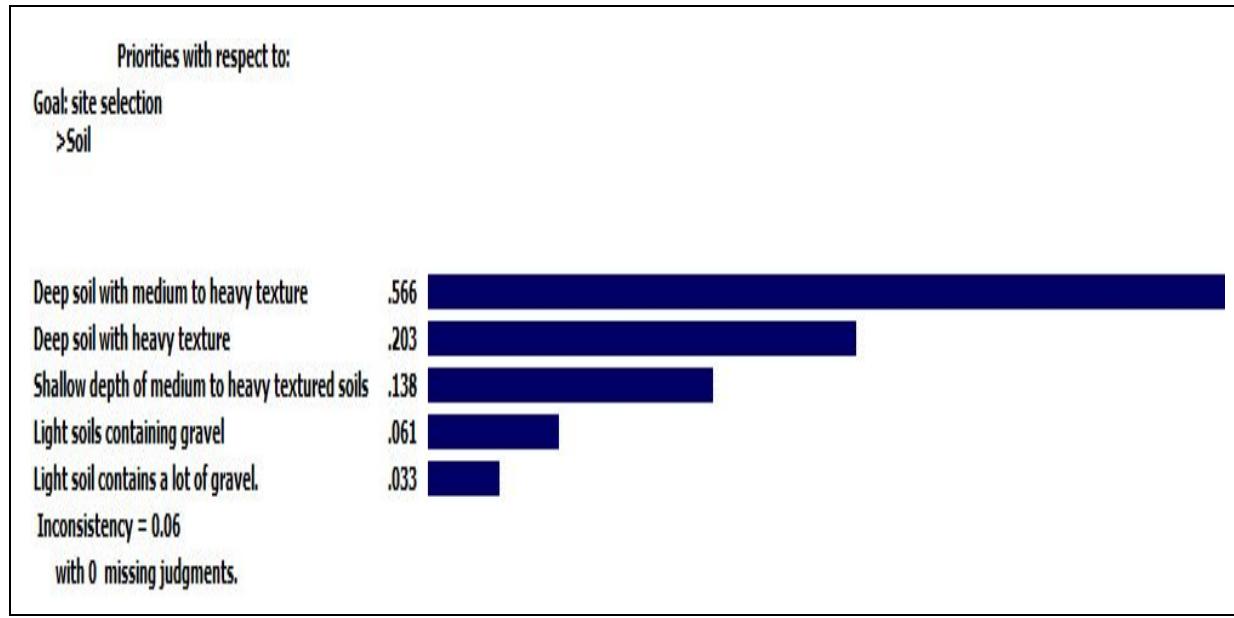


در مقایسه زوجی زیرشناخت‌های فاصله از دشت‌های سیلابی، به طبقه بیشتر از ۵۰۰ متر بیشترین وزن نسبی و طبقه ۵۰۰-۵۰۰ متری کمترین امتیاز به منظور دفن زباله شهری اختصاص یافت (شکل ۱۲-۴).



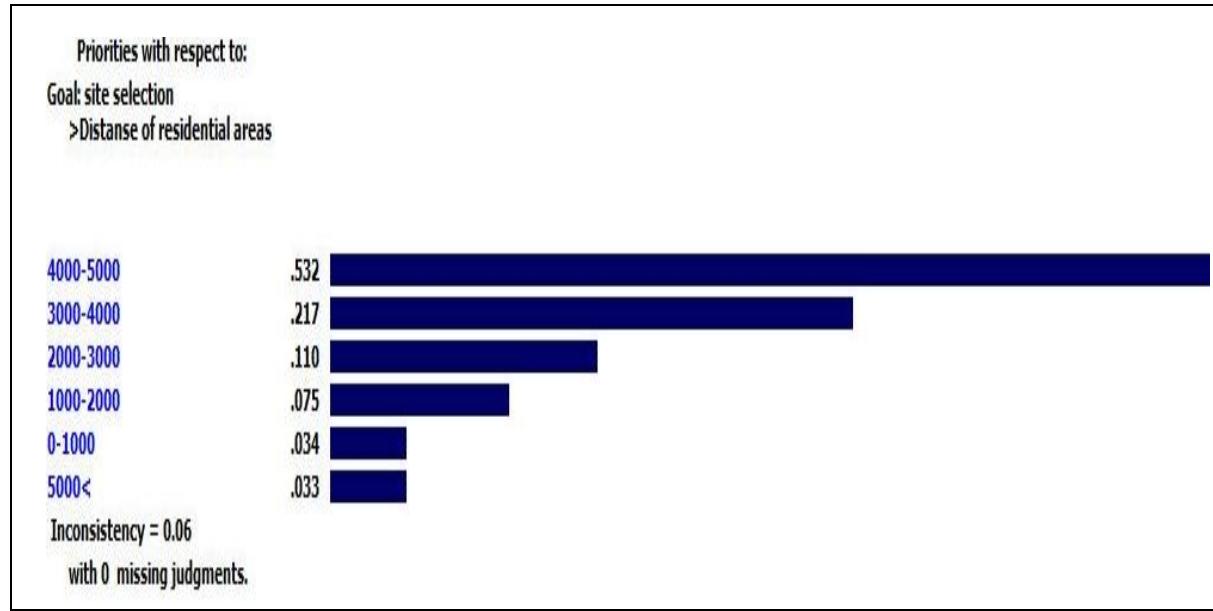
شکل ۱۲-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرشاخص‌های فاصله از دشت سیلانی

در مقایسه زوجی معیارهای بافت و عمق خاک در بین طبقات بافت و عمق خاک، به خاک عمیق با بافت متوسط تسانگین بیشترین وزن و به بافت خاک سبک و دارای سنگ ریزه فراوان و کم عمق به منظور دفن زباله شهری کمترین وزن نسبی اختصاص یافت (شکل ۱۳-۴).



شکل ۱۳-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیرشاخص‌های بافت خاک

در مقایسه زوجی زیرمعیارهای فاصله از منطقه مسکونی به فاصله ۵۰۰۰-۴۰۰۰ متری بیشترین وزن نسبی و به طبقات ۰-۵۰۰۰ متری و بیشتر از ۵۰۰۰ متری به منظور دفن زباله شهری کمترین وزن اختصاص داده شد (شکل ۱۴-۴).



شکل ۱۴-۴: نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با زیر شاخص های فاصله از مناطق مسکونی

در جدول (۲-۴) نتایج کلی مدل AHP، وزن نهایی معیاره و زیرشاخص های هر معیار و همچنین ضریب وزنی کلاسی هر یک از معیارها با توجه به وزن نسبی زیرمعیارها نشان داده شده است. منظور از ضریب وزنی کلاسی، ضریبی است که هنگام کلاس بندی معیارها در نرم افزار ARC GIS بر حسب درجه تأثیر هر زیرمعیار در مکان یابی دفن زباله به آن داده می شود. این ضریب، عددی بین ۱-۹ می باشد که هر چه به سمت ۹ میل کند مطلوبیت بیشتر برای دفن زباله شهری خواهد داشت.

جدول ۲-۴ نتایج کلی مدل AHP (وزن نهایی معیارهای و زیرمعیارها)

ضریب وزنی کلاسی	وزن نهایی	زیرمعیارها	وزن نهایی	معیارها
۱	۰/۰۳۴	۰-۱۰	۰/۱۳۷	سطح آب زیرزمینی
۳	۰/۰۵۹	۱۰-۲۰		
۵	۰/۱۱۳	۲۰-۳۰		
۷	۰/۲۹۴	۳۰-۴۰		
۹	۰/۵۰۱	>۴۰		
۱	۰/۰۳۲	۰-۳۰۰	۰/۱۰۹	فاصله از جاده (متر)
۹	۰/۵۰۵	۳۰۰-۵۰۰		
۷	۰/۲۳۲	۵۰۰-۷۵۰		
۵	۰/۱۲۹	۷۵۰-۱۰۰۰		
۳	۰/۰۷۰	۱۰۰۰-۱۲۰۰		
۱	۰/۰۳۲	>۱۲۰۰	۰/۰۲۹	فاصله از گسل (متر)
۱	۰/۰۳۹	۰-۱۵۰۰		
۳	۰/۰۷۳	۱۵۰۰-۳۰۰۰		
۵	۰/۱۴۴	۳۰۰۰-۵۰۰۰		
۷	۰/۲۷۴	۵۰۰۰-۷۰۰۰		
۹	۰/۴۷۱	>۷۰۰۰	۰/۱۱۴	فاصله از آبراهه (متر)
۱	۰/۰۳۳	۰-۵۰۰		
۳	۰/۰۶۳	۵۰۰-۱۰۰۰		
۵	۰/۱۲۹	۱۰۰۰-۱۵۰۰		
۷	۰/۲۶۱	۱۵۰۰-۲۰۰۰		
۹	۰/۵۱۳	>۲۰۰۰	۰/۱۷۲	فاصله از مناطق مسکونی (متر)
۱	۰/۰۳۴	۰-۱۰۰۰		
۳	۰/۰۷۵	۱۰۰۰-۲۰۰۰		
۵	۰/۱۱۰	۲۰۰۰-۳۰۰۰		
۷	۰/۲۱۷	۳۰۰۰-۴۰۰۰		
۹	۰/۵۳۲	۴۰۰۰-۵۰۰۰		
۱	۰/۰۳۳	>۵۰۰۰		

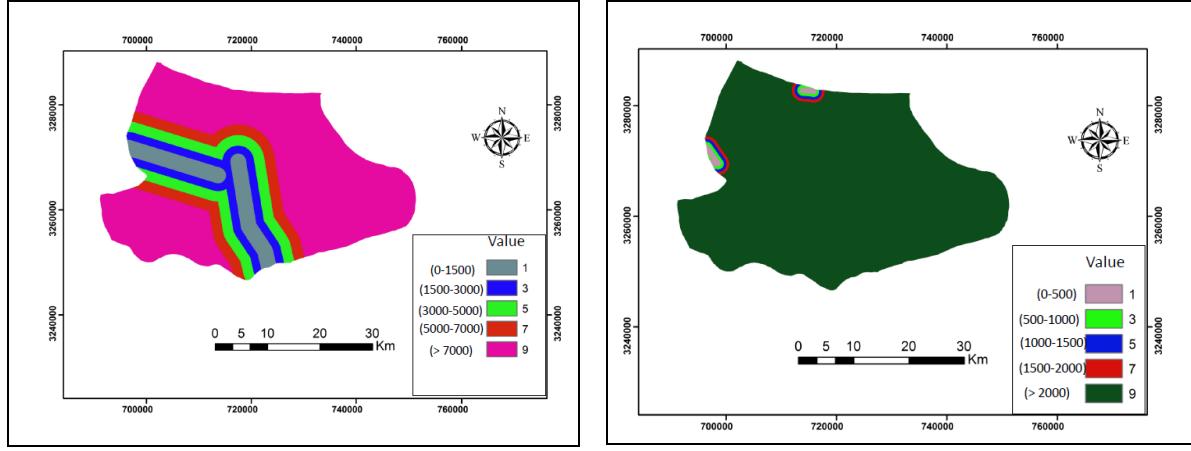
ضریب وزنی کلاسی	وزن نهایی	زیرمعیارها	وزن نهایی	معیارها
۹	۰/۲۳۷	بدون جهت	۰/۰۱۲	جهت جغرافیایی
۱	۰/۰۲۲	شمالی		
۳	۰/۰۴۹	شمال شرقی		
۷	۰/۱۴۱	شرقی		
۹	۰/۲۳۷	جنوب شرقی		
۹	۰/۲۳۷	جنوبی		
۵	۰/۱۸۲	جنوب غربی		
۳	۰/۰۴۹	غربی		
۱	۰/۰۲۷	شمال غربی		
۹	۰/۵۶۶	خاک عمیق با بافت متوسط تا سنگین	۰/۰۵۴	بافت خاک
۷	۰/۲۰۳	خاک عمیق با بافت سنگین		
۵	۰/۱۳۸	بافت متوسط تا سنگین و کم عمق		
۳	۰/۰۶۱	خاکهای سبک داری سنگریزه		
۱	۰/۰۳۳	خاک بافت سبک حاوی مقدار زیاد سنگریزه		
۱	۰/۰۳۰	۰-۱۰۰		
۳	۰/۰۶۸	۱۰۰-۲۰۰	۰/۰۲۵	فاصله از دشت سیلابی
۵	۰/۱۳۰	۲۰۰-۴۰۰		
۷	۰/۲۴۵	۴۰۰-۵۰۰		
۹	۰/۵۲۶	>۵۰۰		
۱	۰/۰۳۷	۰-۵۰۰	۰/۰۲۲	فاصله از خطوط انتقال نیرو
۳	۰/۰۷۲	۵۰۰-۱۰۰۰		
۵	۰/۱۴۰	۱۰۰۰-۱۵۰۰		
۷	۰/۲۶۶	۲۰۰۰-۱۵۰۰		
۹	۰/۴۸۵	>۲۰۰۰		

ضریب وزنی کلاسی	وزن نهایی	زیرمعیارها	وزن نهایی	معیارها
۹	۰/۳۴۷	سازند کوارتنری	۰/۰۲۱	زمین‌شناسی
۷	۰/۲۴۷	سازند جهرم و ساچون		
۵	۰/۱۸۸	سازند آفجاری		
۳	۰/۰۹۵	سازند بختیاری و گروه فارس		
۱	۰/۰۶۶	سازند ساچون		
۱	۰/۰۵۸	سازند تاربور		
۹	۰/۴۷۸	۰-۵	۰/۱۰۵	شیب
۷	۰/۲۸۲	۵-۸		
۵	۰/۱۳۴	۸-۱۵		
۳	۰/۰۷۲	۱۵-۲۰		
۱	۰/۰۳۴	>۲۰		
۹	۰/۲۵۱	مراتع فقیر	۰/۱۰۶	کاربری اراضی
۵	۰/۱۰۹	مراتع متوسط		
۷	۰/۲۲۶	جنگل با تراکم کم		
۵	۰/۰۸۱	جنگل با تراکم متوسط		
۳	۰/۰۴۲	مخلوط زراعت آبی و دیم		
۱	۰/۰۲۲	مناطق مسکونی		
۱	۰/۰۲۱	سطح آبی		
۹	۰/۲۴۶	شورهزار		
۱	۰/۰۳۲	۰-۳۰۰	۰/۰۹۴	فاصله از زیستگاه حساس
۳	۰/۰۶۴	۳۰۰-۵۰۰		
۵	۰/۱۱۹	۵۰۰-۷۰۰		
۷	۰/۲۳	۷۰۰-۱۰۰۰		
۹	۰/۵۵۵	>۱۰۰۰		

#### ۴-۴-نتایج حاصل از استانداردسازی نقشه‌ی معیارها با توجه به وزن زیر شاخص‌ها

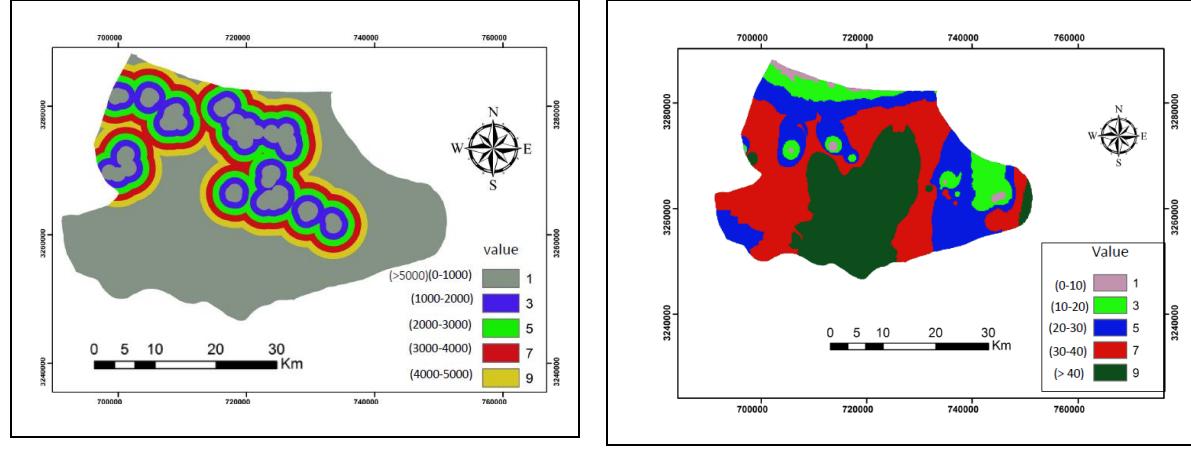
بعد از مشخص شدن وزن نهایی زیر معیار با استفاده از دستور Reclassify اقدام به طبقه‌بندی مجدد نقشه معیارها گردید که در نقشه خطوط انتقال نیرو مطابق شکل (۱۵-۴) به طبقه ۵۰۰-۵۰۰ کیلومتری فاصله از خطوط انتقال ارزش ۱ و به طبقه بیشتر از ۲۰۰۰ متری ارزش ۹ تعلق گرفت. در نقشه گسل به طبقه ۰-۱۵۰۰ متری ارزش کمترین وزن نسبی را نسبت به سایر زیر شاخص‌ها داشت ارزش ۱ و به طبقه بیش از ۷۰۰۰ متری که بیشترین اهمیت نسبی برای مکان دفن زباله شهری داشت ارزش ۹ تعلق گرفت (شکل (۱۶-۴)).

در نقشه فاصله از منطقه مسکونی به طبقات ۰-۵۰۰ متری و ۱۰۰۰-۵۰۰۰ متری ارزش ۱ و به طبقه ۴۰۰۰-۵۰۰۰ متری ارزش ۹ اختصاص داده شد (شکل ۱۹-۴). در نقشه فاصله از جاده به طبقات ۰-۳۰۰ و بیشتر از ۱۲۰۰ متری ارزش ۱ و به طبقه ۳۰۰-۵۰۰ متری ارزش ۹ اختصاص داده شد (شکل ۲۹-۴). در نقشه های فاصله از زیستگاه حساس، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده، شیب، کاربری اراضی، بافت خاک و زمین شناسی به ترتیب مطابق شکل های (۴-۲۱) تا (۴-۲۷) با توجه به وزن نسبی زیر شاخص ها به فاصله بیشتر از ۱۰۰۰ زیستگاه حساس، فاصله بیشتر از ۲۰۰۰ متری رودخانه، شیب کمتر از ۵ درصد، کاربری مراتع فقیر، خاک عمیق با بافت متوسط تا سنگین و سازند کوارternری ارزشی معادل ۹ تعلق گرفت. و به بقیه طبقات نیز با توجه به وزن نسبی زیر شاخص ها ارزشی بین ۱-۹ اختصاص داده شد.



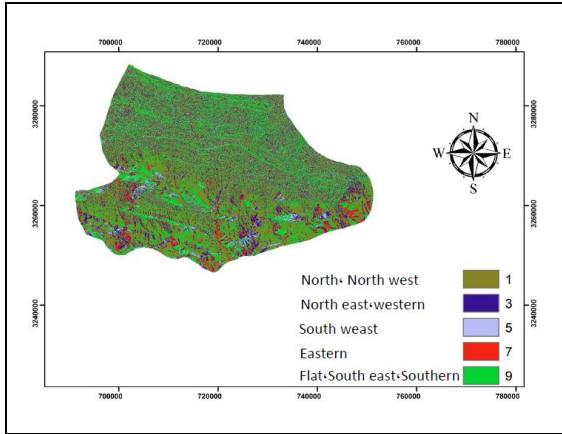
شکل ۱۶-۴: نقشه استاندارد شده فاصله از گسل

شکل ۱۵-۴: نقشه استاندارد شده فاصله از خطوط انتقال

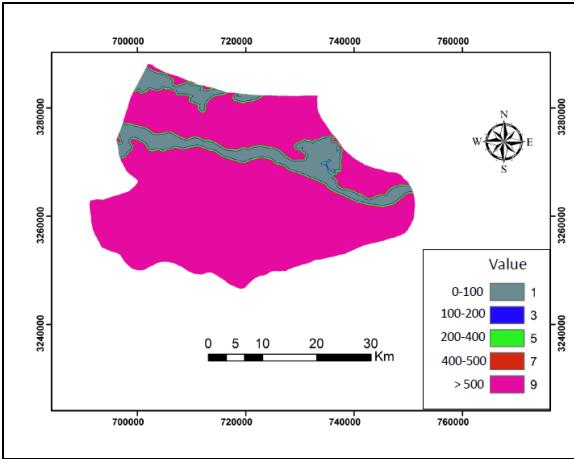


شکل ۱۹-۴: نقشه استاندارد شده فاصله از منطقه مسکونی

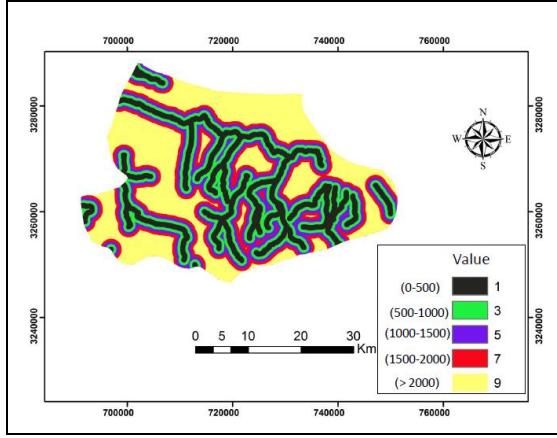
شکل ۱۷-۴: نقشه استاندارد شده سطح آب زیرزمینی



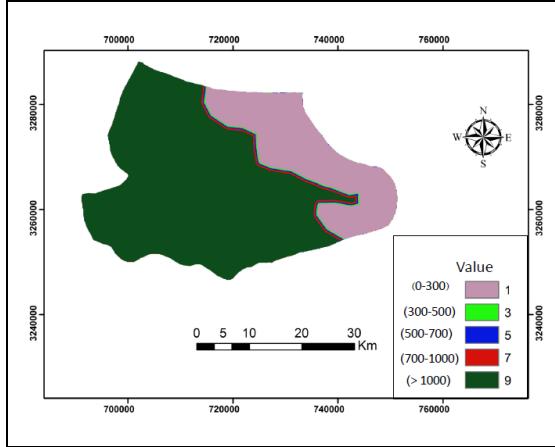
شکل ۲۰-۴: نقشه استاندارد شده جهت شب



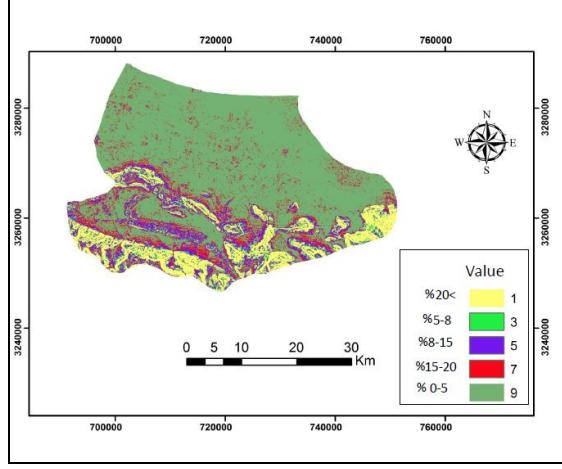
شکل ۱۸-۴: نقشه استاندارد شده فاصله از دشت سیلابی



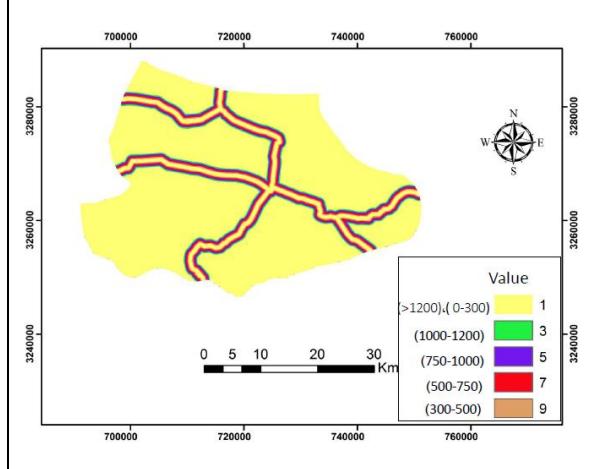
شکل ۲۲-۴: نقشه استاندارد شده فاصله از رودخانه



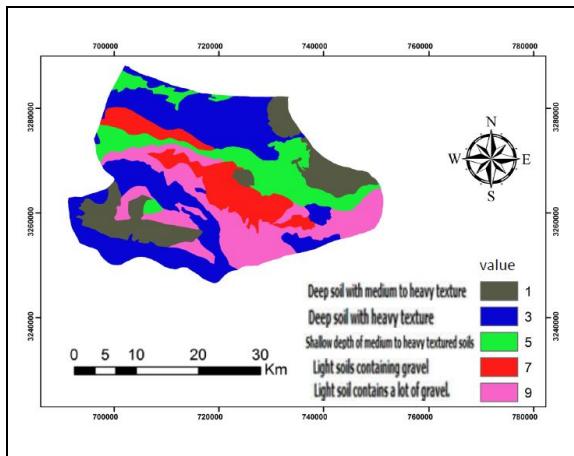
شکل ۲۱-۴: نقشه استاندارد شده فاصله از زیستگاه حساس



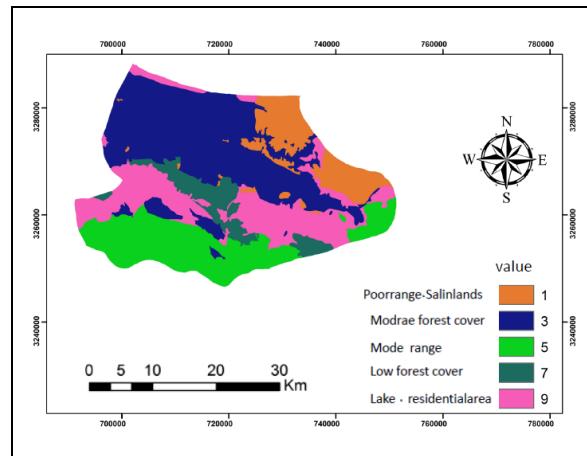
شکل ۲۴-۴: نقشه استاندارد شده شب



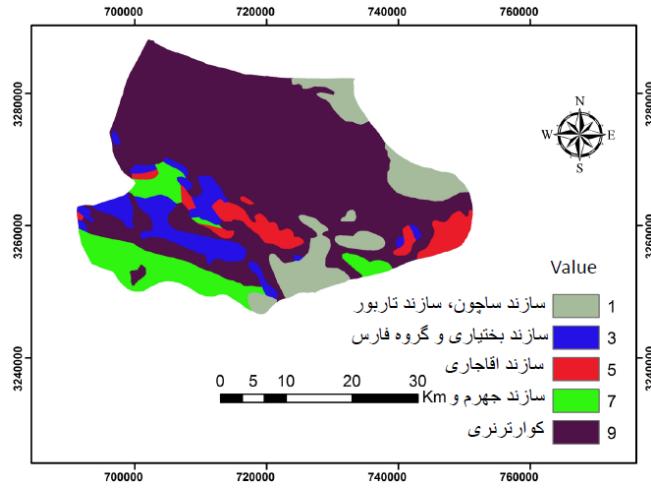
شکل ۲۳-۴: نقشه استاندارد شده فاصله از جاده



شکل ۲۶-۴: نقشه استاندارد شده بافت و عمق خاک

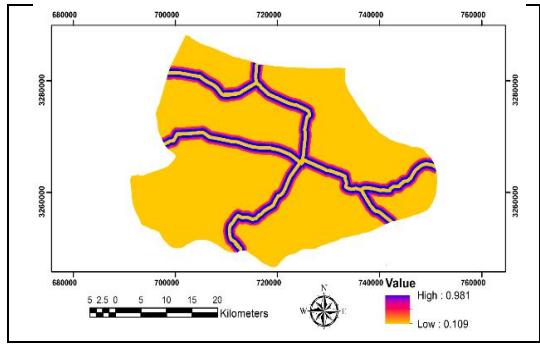


شکل ۲۵-۴: نقشه استاندارد شده کاربری اراضی

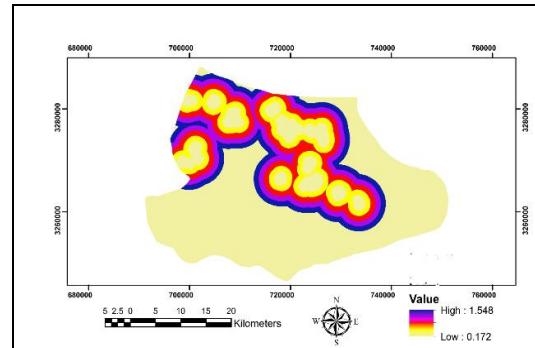


شکل ۲۷-۴: نقشه استاندارد شده زمین شناسی

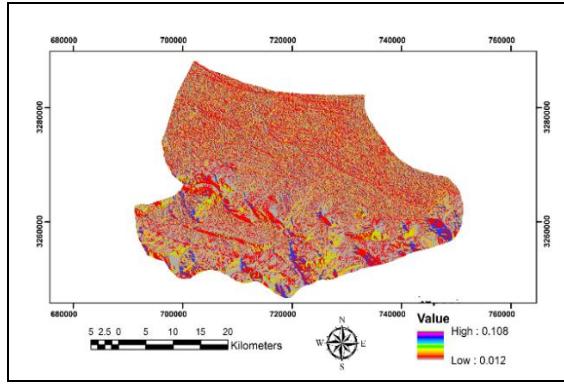
در نهایت براساس دستور Raster Calculator و بر طبق وزن های نهایی استخراج شده معیارها از نرم افزار Expert Choice، از ضرب وزن نسبی معیارها در نقشه مربوطه، نقشه وزن دار شده معیارها بدست آمد که نقشه وزن دار شده آنها در شکل های (۲۸-۴) تا (۴۰-۴) آورده شده است.



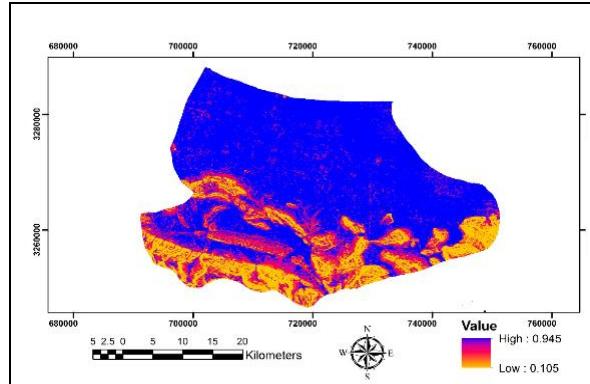
شکل ۲۹-۴: نقشه وزن دار شده فاصله از جاده



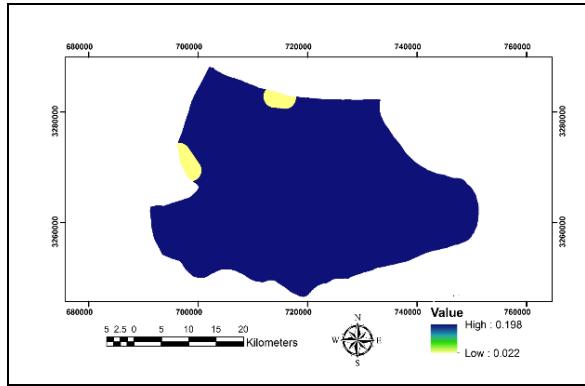
شکل ۲۸-۴: نقشه وزن دار شده فاصله از مناطق مسکونی



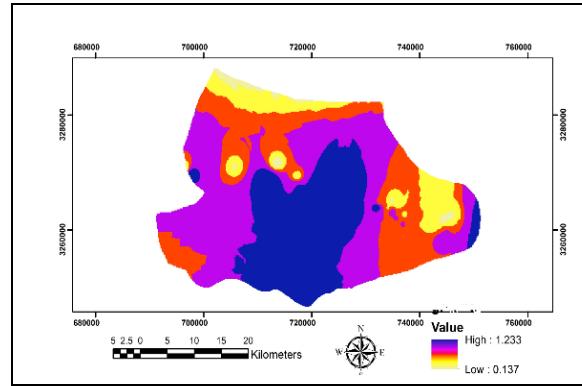
شکل ۳۱-۴: نقشه وزن دار شده جهت شیب



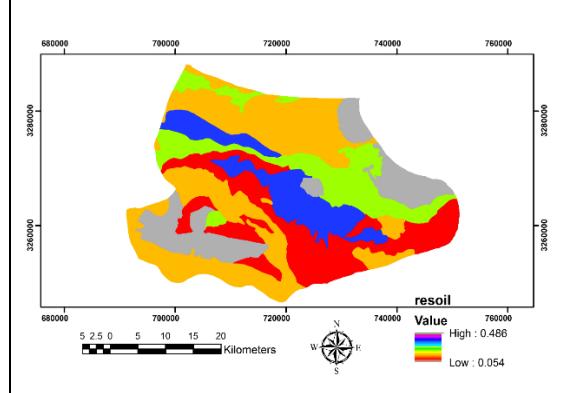
شکل ۳۰-۴: نقشه وزن دار شده شیب



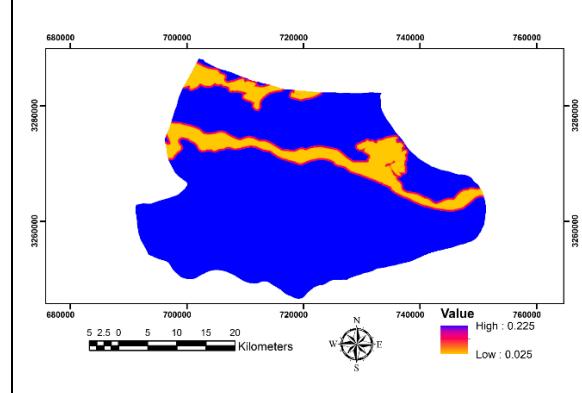
شکل ۳۳-۴: نقشه وزن دار شده فاصله از خطوط انتقال



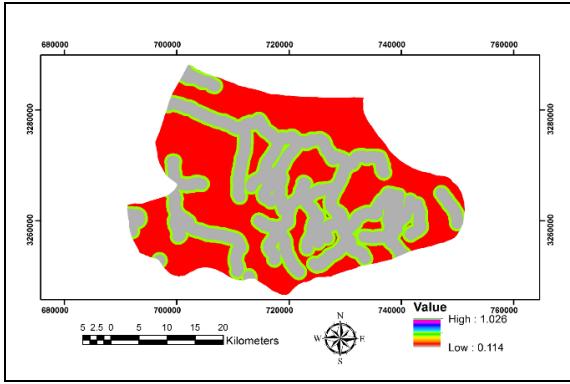
شکل ۳۲-۴: نقشه وزن دار شده سطح آب زیرزمینی



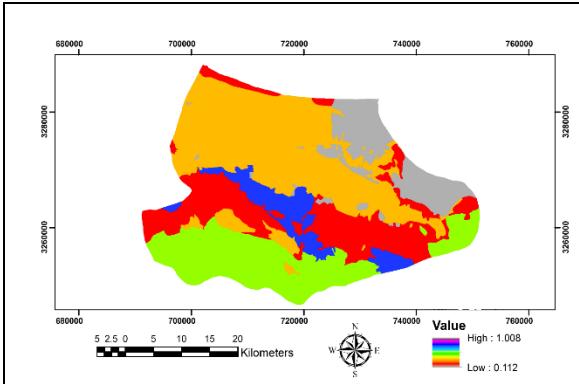
شکل ۳۵-۴: نقشه وزن دار شده فاصله از عمق و بافت خاک



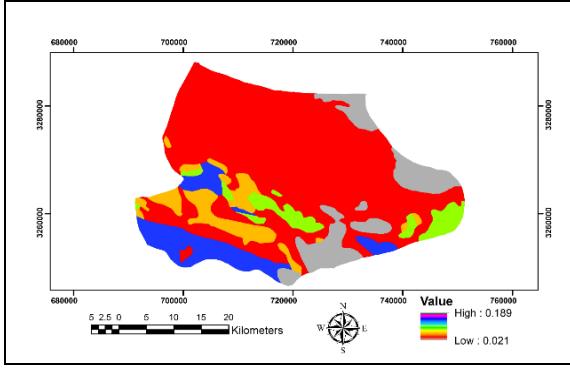
شکل ۳۴-۴: نقشه وزن دار شده فاصله از دشت سیلابی



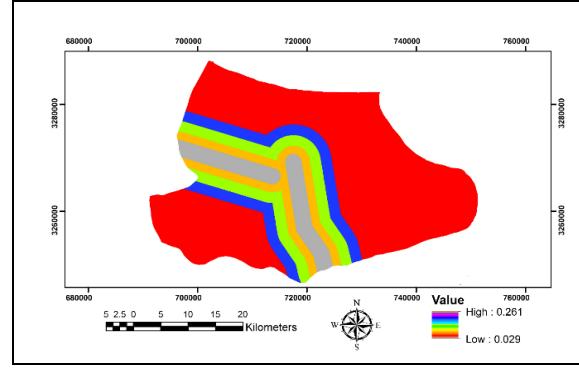
شکل ۳۷-۴: نقشه وزن دار شده فاصله از رودخانه



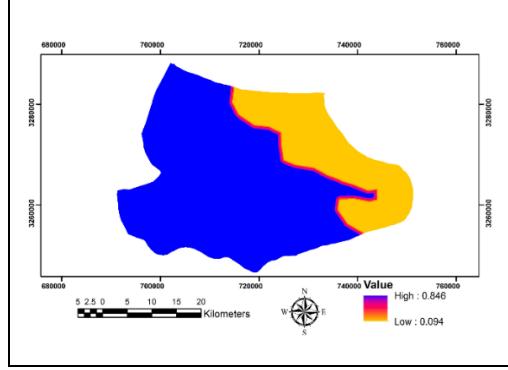
شکل ۳۶-۴: نقشه وزن دار شده کاربری اراضی



شکل ۳۹-۴: نقشه وزن دار شده زمین‌شناسی



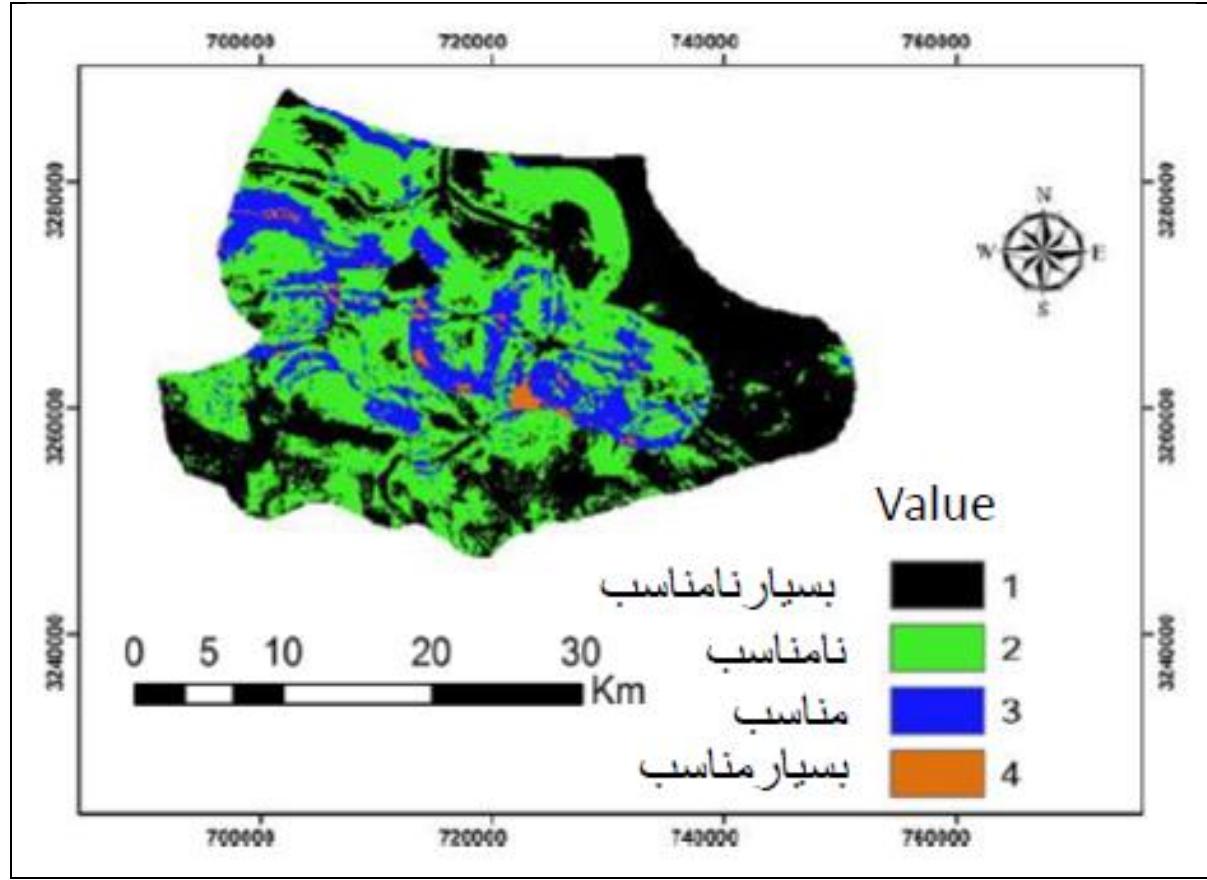
شکل ۳۸-۴: نقشه وزن دار شده فاصله از گسل



شکل ۴۰-۴: نقشه وزن دار شده فاصله از زیستگاه حساس

#### ۴-۵- تلفیق نقشه معیارها

نقشه نهایی با استفاده از دستور Raster Calculator از مجموع نقشه وزن دار شده معیارها بدست آمد. که این نقشه به ۴ کلاس بسیار مناسب، نامناسب و بسیار مناسب طبقه بندی گردید.



شکل ۴-۴: نقشه نهایی حاصل از تلفیق نقشه معیارها

### ۶-۴- ارزیابی نرخ ناسازگاری

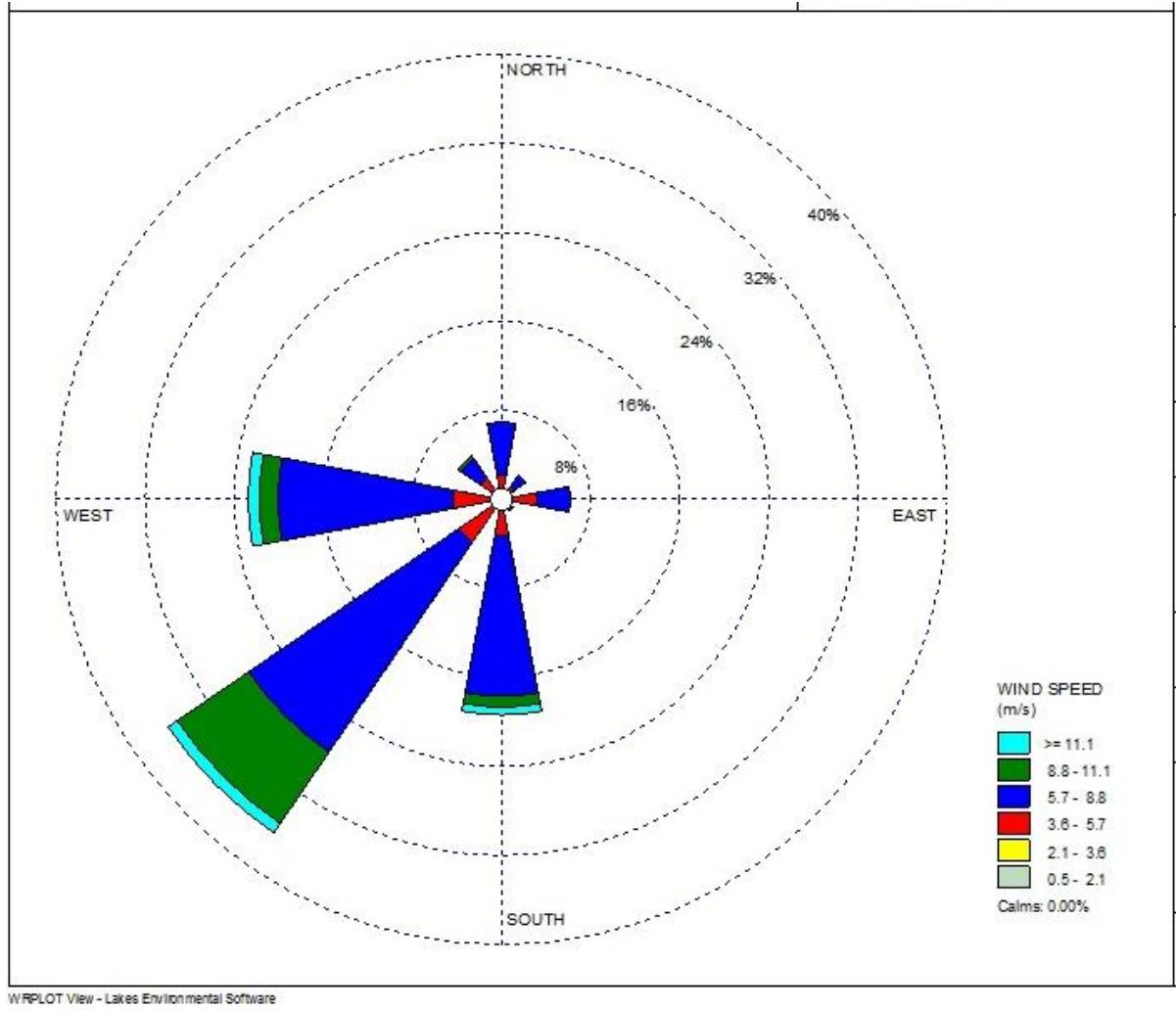
به منظور ارزیابی درستی قضاوت‌ها میزان نرخ ناسازگاری مدل در مورد معیارها بررسی گردید. در جدول (۳-۴)، مقادیر نرخ ناسازگاری معیارها نشان داده شده است. براساس نظر آقای ساعتی در صورتی که مقدار ناسازگاری در مدل کمتر از ۰/۱ باشد قضاوت‌ها قابل قبول هستند که در این پژوهش مقدار ناسازگاری در تمام موارد کمتر از ۰/۱ است.

جدول ۳-۴: مقادیر نرخ ناسازگاری مدل AHP

ردیف	معیار	نرخ ناسازگاری
۱	شیب	۰/۰۶
۲	زمین‌شناسی	۰/۰۶
۳	کاربری اراضی	۰/۰۶
۴	سطح آب زیرزمینی	۰/۰۷
۵	فاصله از جاده	۰/۰۶
۶	فاصله از گسل	۰/۰۷
۷	فاصله از دشت سیلابی	۰/۰۹
۸	فاصله از خطوط انتقال	۰/۰۸
۹	فاصله از رودخانه	۰/۰۵
۱۰	جهت شیب	۰/۰۴
۱۱	فاصله از منطقه مسکونی	۰/۰۶
۱۲	بافت خاک	۰/۰۶
۱۳	فاصله از زیستگاه حساس	۰/۰۹

#### ۴-۷-نتایج ترسیم گلبد منطقه مورد مطالعه:

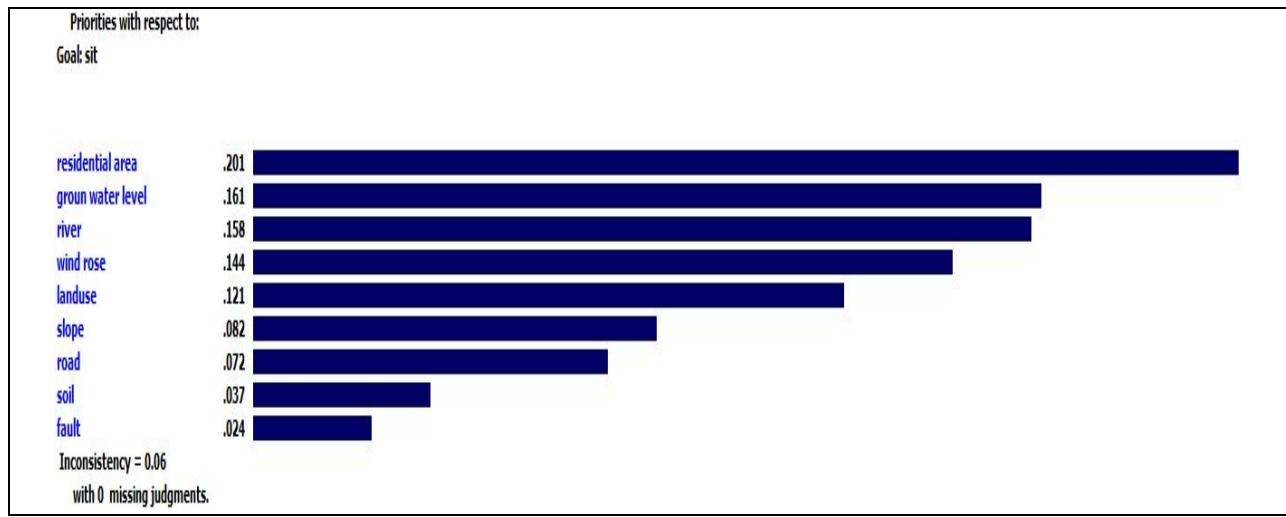
بر طبق داده‌های سالانه باد مربوط به سال‌های ۲۰۱۳، ۲۰۱۴، گلبد باد شهرستان خرامه نشان می‌دهد که جهت باد غالب، جنوب غربی می‌باشد.



شکل ۴-۴: گلبد سالانه ایستگاه هواشناسی شهرستان خرامه

#### ۴-۸-نتایج مقایسه زوجی معیار مؤثر در دفن زباله شهری به منظور اولویت بندی گزینه بسیار مناسب

برای بدست آوردن ضریب اهمیت هریک از معیار (مناطق مسکونی، سطح آب زیرزمینی، رودخانه، کاربری اراضی، شب، فاصله از جاده، بافت خاک، گسل) در دفن زبال شهری از مقایسه زوجی استفاده گردید که در این مقایسه به معیار فاصله از منطقه مسکونی بیشترین وزن معیار و معیار فاصله از گسل کمترین وزن نسبی تعلق گرفت (۴۳-۴).



شکل ۴-۳: ضریب اهمیت معیارها برای اولویت‌بندی گزینه‌ها

#### ۴-۹-۱-نتایج اولویت‌بندی مناطق بسیار مناسب با استفاده از مدل TOPSIS

منطق زیربنایی روش TOPSIS (روش منظم کردن ترجیحات با تشابه به راه حل ایده‌آل)، تعریف راه حل های ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی بوده و مبنای آن بر این است که گزینه منتخب کوتاه‌ترین فاصله را تا راه حل ایده‌آل داشته باشد. راه حل ایده‌آل مثبت و منفی، راه حلی فرضی است که در آن تمامی ارزش‌های شاخص، به ترتیب مشابه ارزش‌های شاخص ماقرب‌تر و مینیمم در پایگاه داده باشد. بطور خلاصه راه حل ایده‌آل مثبت ترکیبی از بهترین ارزش‌های در دسترس معیارها و راه حل ایده‌آل منفی شامل بدترین ارزش‌های قابل دسترس معیارها است [۱۲].

#### ۴-۹-۱-تشکیل ماتریس داده‌ها براساس m گزینه و n شاخص:

در تکنیک تاپسیس با استفاده از  $n$  معیار به ارزیابی  $m$  گزینه پرداخته می‌شود. بنابراین به هر گزینه براساس هر معیار امتیازی داده می‌شود. این ماتریس از ۹ معیار (کاربری اراضی، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه، فاصله از منطقه مسکونی، شب، فاصله از گسل، سطح آب زیرزمینی، خاک، کاربری اراضی و جهت باد) و ۱۶ گزینه برای محل دفن زباله شهری تشکیل شده است. در مدل تاپسیس جهت محاسبات ریاضی بایستی تمامی مقادیر نسبت داده شده به معیارها از نوع کمی بوده و در صورت کیفی بودن نسبت داده شده به معیارها، بایستی آنها زیر به مقادیر کمی تبدیل نموده که در این ماتریس بافت خاک و کاربری اراضی کیفی هستند طبق جدول (۱-۴) به مقادیر کمی تبدیل شدند. در این ماتریس اهمیت نسبی معیارها که با استفاده از مقایسه زوجی معیارها بدست آمده است با حروف WJ نمایش داده شد.

جدول ۴-۴: تبدیل معیارهای کیفی به مقادیر عددی [۴۸].

خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	معیار کیفی
۹	۷	۵	۳	۱	معادل کم

جدول ۵-۴: ماتریس داده‌ها در مدل تاپسیس

جهت	کاربری	اراضی	خاک	آب زیر	گسل	شیب	رودخانه	جاده	مسکونی	منطقه	+	+	+	+	+	+	+	+
باد	۹	۹	۹	۷	۹	۱	۵	۱	۹	گزینه ۱	۹	۱	۵	۱	۹	۹	۹	۷
گزینه ۲	۱	۱	۵	۹	۹	۹	۹	۶	۳	گزینه ۲	۳	۶	۹	۹	۹	۵	۱	۹
گزینه ۳	۳	۹	۹	۹	۱	۹	۹	۶	۱	گزینه ۳	۹	۱	۶	۹	۹	۷	۹	۳
گزینه ۴	۳	۹	۹	۷	۹	۹	۹	۳	۵	گزینه ۴	۵	۳	۷	۹	۹	۷	۹	۳
گزینه ۵	۱	۹	۹	۹	۳	۹	۹	۵	۱	گزینه ۵	۱	۶	۵	۹	۹	۹	۹	۱
گزینه ۶	۱	۹	۹	۱	۲	۹	۹	۷	۳	گزینه ۶	۹	۳	۷	۹	۹	۷	۹	۱
گزینه ۷	۱	۹	۹	۱	۴	۹	۹	۱	۶	گزینه ۷	۵	۶	۱	۹	۹	۱	۱	۵
گزینه ۸	۵	۹	۹	۱	۱	۱	۱	۶	۳	گزینه ۸	۹	۳	۶	۹	۹	۱	۷	۵
گزینه ۹	۱	۹	۹	۱	۱	۹	۹	۶	۱	گزینه ۹	۷	۶	۶	۹	۹	۱	۱	۷
گزینه ۱۰	۱	۹	۹	۹	۵	۹	۹	۶	۹	گزینه ۱۰	۹	۶	۶	۹	۹	۱	۱	۵
گزینه ۱۱	۱	۹	۹	۷	۱	۱	۷	۱	۹	گزینه ۱۱	۹	۱	۹	۷	۷	۱	۱	۷
گزینه ۱۲	۱	۹	۹	۷	۳	۹	۹	۳	۶	گزینه ۱۲	۷	۱	۷	۹	۹	۷	۷	۷
گزینه ۱۳	۶	۹	۹	۹	۷	۹	۹	۵	۵	گزینه ۱۳	۹	۵	۹	۹	۹	۶	۶	۷
گزینه ۱۴	۳	۹	۹	۹	۷	۹	۹	۷	۷	گزینه ۱۴	۹	۲	۹	۹	۹	۱	۳	۳
گزینه ۱۵	۱	۹	۹	۹	۷	۹	۹	۷	۷	گزینه ۱۵	۹	۱	۹	۹	۹	۱	۱	۵
گزینه ۱۶	۱	۹	۹	۹	۷	۹	۹	۷	۷	گزینه ۱۶	۹	۱	۹	۹	۹	۱	۱	۵
Wj	۰/۲۱۱	۰/۰۷۲	۰/۱۵۱	۰/۰۸۲	۰/۰۲۴	۰/۱۶۱	۰/۰۳۷	۰/۱۲۱	۰/۱۴۴									

## ۴-۹-۲- نرمال‌سازی یا بی‌مقیاس‌سازی معیارها

برای یکسان‌سازی دامنه همه معیارها، اعداد داخل جدول را نرمال تبدیل شود به گونه‌ای که دامنه همه معیارها به دامنه ۰- تبدیل شود. به عبارت دیگر، زیرمعیارهای مثبت با بالاترین مقدار باید بیشترین رتبه و معیارهای منفی با بیشترین مقدار باید کمترین رتبه را داشته باشند.

جدول ۴-۶: ماتریس نرمال رتبه‌بندی مکان‌های دفن زباله

منطقه	آب								کاربری	
	مسکونی	جاده	رودخانه	شیب	گسل	زیرزمینی	خاک	اراضی	جهت باد	
گزینه ۱	۰/۲۷۶	۰/۰۷۴	۰/۱۷۱	۰/۲۳۸	۰/۳۷۲۴	۰/۲۲۸	۰/۲۸۷	۰/۳۹۶۶	۰/۳۲	
گزینه ۲	۰/۰۹۲	۰/۲۹۶	۰/۳۰۹	۰/۲۶۷	۰/۳۷۲۴	۰/۲۲۸	۰/۱۵۹	۰/۰۴۴۱	۰/۴۱۱	
گزینه ۳	۰/۲۷۶	۰/۰۷۴	۰/۱۳۷	۰/۲۶۷	۰/۳۳۱	۰/۲۲۸	۰/۲۲۳	۰/۳۹۶۶	۰/۱۳۷	
گزینه ۴	۰/۱۵۴	۰/۲۲۲	۰/۲۴	۰/۲۰۸	۰/۳۷۲۴	۰/۲۲۸	۰/۲۲۳	۰/۳۹۶۶	۰/۱۳۷	
گزینه ۵	۰/۲۴۶	۰/۲۹۶	۰/۱۷۱	۰/۲۶۷	۰/۱۲۴۱	۰/۲۲۸	۰/۲۲۳	۰/۳۹۶۶	۰/۰۴۶	
گزینه ۶	۰/۲۷۶	۰/۲۲۲	۰/۲۴	۰/۲۳۸	۰/۰۸۲۸	۰/۲۲۸	۰/۲۸۷	۰/۳۰۸۵	۰/۰۴۶	
گزینه ۷	۰/۱۵۴	۰/۲۹۶	۰/۲۷۴	۰/۲۳۸	۰/۱۶۵۵	۰/۲۲۸	۰/۲۲۳	۰/۰۴۴۱	۰/۲۲۸	
گزینه ۸	۰/۲۷۶	۰/۲۲۲	۰/۲۰۶	۰/۲۳۸	۰/۰۴۱۴	۰/۲۲۸	۰/۲۸۷	۰/۳۰۸۵	۰/۲۲۸	
گزینه ۹	۰/۲۴۶	۰/۴۴۵	۰/۱۳۷	۰/۲۶۷	۰/۱۶۵۵	۰/۰۲۶	۰/۲۸۷	۰/۰۴۴۱	۰/۰۳۲	
گزینه ۱۰	۰/۲۷۶	۰/۴۴۵	۰/۲۰۶	۰/۲۶۷	۰/۲۰۶۹	۰/۲۲۸	۰/۲۸۷	۰/۰۴۴۱	۰/۲۲۸	
گزینه ۱۱	۰/۲۷۶	۰/۰۷۴	۰/۳۰۹	۰/۲۰۸	۰/۰۴۱۴	۰/۲۲۸	۰/۲۲۳	۰/۰۴۴۱	۰/۳۲	
گزینه ۱۲	۰/۲۴۶	۰/۰۷۴	۰/۲۴	۰/۲۰۸	۰/۱۲۴۱	۰/۱۳	۰/۲۸۷	۰/۳۰۸۵	۰/۳۲	
گزینه ۱۳	۰/۲۷۶	۰/۳۷۱	۰/۳۰۹	۰/۲۶۷	۰/۲۸۹۷	۰/۰۶۵	۰/۲۸۷	۰/۲۶۴۴	۰/۳۲	
گزینه ۱۴	۰/۲۷۶	۰/۱۴۸	۰/۳۰۹	۰/۲۶۷	۰/۲۸۹۷	۰/۲۲۸	۰/۲۲۳	۰/۰۴۴۱	۰/۱۳۷	
گزینه ۱۵	۰/۲۷۶	۰/۰۷۴	۰/۳۰۹	۰/۲۶۷	۰/۲۸۹۷	۰/۲۲۸	۰/۲۲۳	۰/۰۴۴۱	۰/۲۲۸	
گزینه ۱۶	۰/۲۷۶	۰/۰۷۴	۰/۳۰۹	۰/۲۶۷	۰/۲۸۹۷	۰/۲۲۸	۰/۲۲۳	۰/۰۴۴۱	۰/۲۲۸	

### ۳-۹-۴- ماتریس اوزان بی مقیاس:

این ماتریس طبق فرمول (۷-۳) از حاصل ضرب وزن هر معیار در درایه های مربوط به آن معیار محاسبه گردید.

جدول ۷-۴: ماتریس نرمال وزن دار رتبه بندی مکان های دفن زباله

منطقه	مسکونی	جاده	رودخانه	شیب	گسل	زمینی	آب زیر	خارک	اراضی	کاربری	جهت باد
گزینه ۱	۰/۰۵۶	۰/۰۰۵	۰/۰۲۷	۰/۰۱۹	۰/۰۰۸۹	۰/۰۳۷	۰/۰۱۱	۰/۰۴۸	۰/۰۴۶		
گزینه ۲	۰/۰۱۹	۰/۰۲۱	۰/۰۴۹	۰/۰۲۲	۰/۰۰۸۹	۰/۰۴۷	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵۳	۰/۰۵۹		
گزینه ۳	۰/۰۵۶	۰/۰۰۵	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	۰/۰۰۷۹	۰/۰۴۷	۰/۰۰۸	۰/۰۴۸	۰/۰۲		
گزینه ۴	۰/۰۳۱	۰/۰۲۱	۰/۰۳۸	۰/۰۱۷	۰/۰۰۸۹	۰/۰۴۷	۰/۰۰۸	۰/۰۴۸	۰/۰۲		
گزینه ۵	۰/۰۴۹	۰/۰۲۱	۰/۰۲۷	۰/۰۲۲	۰/۰۰۳	۰/۰۴۷	۰/۰۰۸	۰/۰۴۸	۰/۰۰۷		
گزینه ۶	۰/۰۵۶	۰/۰۱۶	۰/۰۳۸	۰/۰۱۹	۰/۰۰۲	۰/۰۴۷	۰/۰۱۱	۰/۰۳۷۳	۰/۰۰۷		
گزینه ۷	۰/۰۳۱	۰/۰۲۱	۰/۰۴۳	۰/۰۱۹	۰/۰۰۴	۰/۰۴۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵۳	۰/۰۳۳		
گزینه ۸	۰/۰۵۶	۰/۰۱۶	۰/۰۳۲	۰/۰۱۹	۰/۰۰۱	۰/۰۴۷	۰/۰۱۱	۰/۰۳۷۳	۰/۰۳۳		
گزینه ۹	۰/۰۴۹	۰/۰۳۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	۰/۰۰۴	۰/۰۴۲	۰/۰۱۱	۰/۰۰۵۳	۰/۰۴۶		
گزینه ۱۰	۰/۰۵۶	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۲۲	۰/۰۰۵	۰/۰۳۷	۰/۰۱۱	۰/۰۰۵۳	۰/۰۳۳		
گزینه ۱۱	۰/۰۵۶	۰/۰۰۵	۰/۰۴۹	۰/۰۱۷	۰/۰۰۱	۰/۰۳۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵۳	۰/۰۴۶		
گزینه ۱۲	۰/۰۴۹	۰/۰۰۵	۰/۰۳۸	۰/۰۱۷	۰/۰۰۳	۰/۰۲۱	۰/۰۱۱	۰/۰۳۷۳	۰/۰۴۶		
گزینه ۱۳	۰/۰۵۶	۰/۰۲۷	۰/۰۴۹	۰/۰۲۲	۰/۰۰۷	۰/۰۱	۰/۰۱۱	۰/۰۳۲	۰/۰۴۶		
گزینه ۱۴	۰/۰۵۶	۰/۰۱۱	۰/۰۴۹	۰/۰۲۲	۰/۰۰۷	۰/۰۳۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵۳	۰/۰۲		
گزینه ۱۵	۰/۰۵۶	۰/۰۰۵	۰/۰۴۹	۰/۰۲۲	۰/۰۰۷	۰/۰۳۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵۳	۰/۰۳۳		
گزینه ۱۶	۰/۰۵۶	۰/۰۰۵	۰/۰۴۹	۰/۰۲۲	۰/۰۰۷	۰/۰۳۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵۳	۰/۰۳۳		

### ۴-۹-۴- تعیین ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی:

برای معیارهایی که بار مثبت دارند ایده‌آل مثبت بزرگترین مقدار آن معیار است. برای معیارهایی که بار منفی دارند ایده‌آل منفی کوچکترین مقدار آن معیار است. طبق ماتریس (جدول ۲-۴) همه معیارها دارای بار مثبت هستند به همین خاطر بزرگترین مقدار هر معیار ایده‌آل مثبت آن معیار و کوچکترین مقدار هر معیار به عنوان ایده‌آل منفی آن معیار در نظر گرفته شده است.

جدول ۸-۴: ایده‌آل‌های مثبت و منفی معیارهای مکان‌یابی دفن زباله

منطقه مسکونی	جاده	رودخانه	شیب	گسل	زمینی	آبهای زیر	کاربری خاک	اراضی خاک	جهت باد
ایده‌آل مثبت	۰/۰۵۶	۰/۰۳۲	۰/۰۴۹	۰/۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۴۱	۰/۰۱	۰/۰۴۸	۰/۰۵۹
ایده‌آل منفی	۰/۰۱۹	۰/۰۰۵	۰/۰۲۲	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۷

## ۹-۴-۵- تعیین فاصله هریک از گزینه‌ها از ایده‌آل مثبت منفی:

در جدول (۶-۴) فاصله هریک از گزینه‌های دفن زباله شهری از ایده‌آل مثبت و منفی محاسبه شده است.

جدول ۹-۴: تعیین فاصله از ایده‌آل‌های مثبت و منفی

$di+$	$di-$
$d_{1+}=$	۰/۰۳۱
$d_{2+}=$	۰/۰۵۱
$d_{3+}=$	۰/۰۵۵
$d_{4+}=$	۰/۰۵۱۰
$d_{5+}=$	۰/۰۵۹
$d_{6+}=$	۰/۰۵۱
$d_{7+}=$	۰/۰۵۷
$d_{8+}=$	۰/۰۳۷
$d_{9+}=$	۰/۰۵۳
$d_{10+}=$	۰/۰۵۴
$d_{11+}=$	۰/۰۵۴
$d_{12+}=$	۰/۰۴۴
$d_{13+}=$	۰/۰۴۲
$d_{14+}=$	۰/۰۶۳
$d_{15+}=$	۰/۰۵۸
$d_{16+}=$	۰/۰۵۱
$d_{1-}=$	۰/۰۷۵
$d_{2-}=$	۰/۰۷۲
$d_{3-}=$	۰/۰۶۹
$d_{4-}=$	۰/۰۶۳
$d_{5-}=$	۰/۰۶۷
$d_{6-}=$	۰/۰۶۴
$d_{7-}=$	۰/۰۵۴
$d_{8-}=$	۰/۰۶۱
$d_{9-}=$	۰/۰۶۵
$d_{10-}=$	۰/۰۶
$d_{11-}=$	۰/۰۶۶
$d_{12-}=$	۰/۰۶۳
$d_{13-}=$	۰/۰۷
$d_{14-}=$	۰/۰۵۵
$d_{15-}=$	۰/۰۶
$d_{16-}=$	۰/۰۶

#### ۶-۹-۴- نتایج تعیین نزدیکی نسبی به راه حل ایدهآل و تعیین بهترین گزینه:

آخرین مرحله در روش تاپسیس رتبه‌بندی گزینه‌های پیش‌رو و تعیین بهترین گزینه است که در این پژوهش به منظور اولویت‌بندی گزینه منتخب دفن زباله شهری، فاصله نسبی هر گزینه به ترتیب بزرگ به کوچک مرتب شد. در این حالت گزینه‌ای که داری بزرگ‌ترین فاصله نسبی نسبت به سایر گزینه می‌باشد بالاترین رتبه را به خود اختصاص می‌دهد. مقدار بدست آمده برای هریک از گزینه‌ها بین صفر تا یک می‌باشد هرچه به یک نزدیکتر باشد گزینه مورد نظر مناسب تر است.

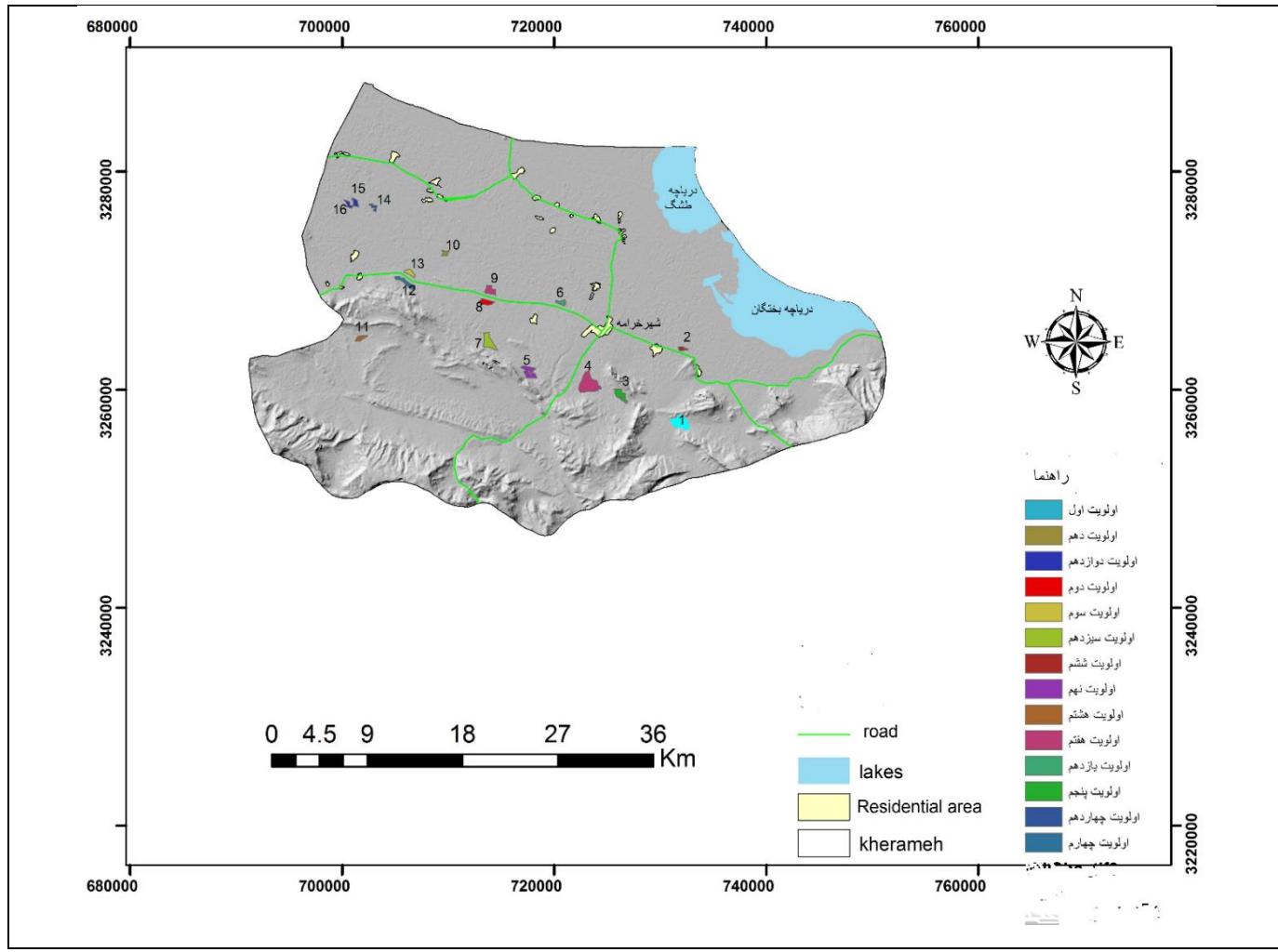
جدول ۱۰-۴: تعیین نزدیکی نسبی به راه حل ایدهال و اولویت‌بندی گزینه‌ها با توجه به نزدیکی نسبی به راه حل ایدهآل

<i>Cli</i>		گزینه‌ها	اولویت‌بندی گزینه‌ها
<i>Cl1=</i>	۰/۶۶	گزینه ۱	اولویت اول
<i>Cl8=</i>	۰/۶۴۷	گزینه ۸	اولویت دوم
<i>Cl1۳=</i>	۰/۶۲۲	گزینه ۱۳	اولویت سوم
<i>cl1۲=</i>	۰/۵۹	گزینه ۱۲	اولویت چهارم
<i>Cl۳=</i>	۰/۵۵۸	گزینه ۳	اولویت پنجم
<i>Cl۲=</i>	۰/۵۵۵	گزینه ۲	اولویت ششم
<i>Cl۶=</i>	۰/۵۵۲	گزینه ۴	اولویت هفتم
<i>Cl۹=</i>	۰/۵۵۲	گزینه ۹	اولویت هفتم
<i>Cl1۱=</i>	۰/۵۵	گزینه ۱۱	اولویت هشتم
<i>Cl۵=</i>	۰/۵۳۲	گزینه ۵	اولویت نهم
<i>Cl1۰=</i>	۰/۵۲۸	گزینه ۱۰	اولویت دهم
<i>Cl۶=</i>	۰/۵۲۸	گزینه ۶	اولویت یازدهم
<i>Cl1۵=</i>	۰/۵۰۷	گزینه ۱۵	اولویت دوازدهم
<i>Cl1۶=</i>	۰/۵۰۷	گزینه ۱۶	اولویت دوازدهم
<i>Cl۷=</i>	۰/۴۸۵	گزینه ۷	اولویت سیزدهم
<i>Cl1۴=</i>	۰/۴۶۱	گزینه ۱۴	اولویت چهاردهم



#### ۱۰-۴-نقشه نهایی اولویت‌بندی مناطق بسیار مناسب برای دفن زباله شهری:

در نقشه نهایی اولویت‌بندی گزینه‌های دفن زباله شهری، ۱۶ گزینه دفن زباله شهری شناسایی گردید که این گزینه‌ها با اعداد یک تا شانزده شماره گذاری شد و اولویت این مناطق نیز با توجه به رنگ اختصاص داده شده قابل تشخیص است (شکل ۴-۴).



شکل ۴-۴: نقشه نهایی حاصل از اولویت‌بندی گزینه‌ها با استفاده از مدل تاپسیس

## فصل پنجم

### بحث و نتیجه‌گیری

#### ۱-۵- انتخاب معیارهای مؤثر در انتخاب محل دفن زباله شهری

در حال حاضر دفن پسماند عمده‌ترین روش دفع مواد زائد در بسیاری از کشورها از جمله کشور ایران است. اولین اقدام مهم در امر مدیریت مواد زائد جامد شهری یافتن مکان مناسب جهت دفن پسماند است. از این‌رو جهت کاهش پیامدهای منفی استفاده از فناوری‌های جدید ضروری است. فاکتورهای بسیاری در مکان‌یابی دفن زباله دخیل هستند اما با توجه به خصوصیات منطقه باید فاکتورهای مناسب انتخاب گردد. در این پژوهش برای انتخاب شاخص‌ها از نظر کارشناسان و مرور منابع استفاده شد، که فاکتورهای زمین‌شناسی، بافت خاک، زیستگاه حساس، کاربری اراضی، خطوط انتقال نیرو، دشت‌های سیلابی، سطح آب زیرزمینی، رودخانه و آبراهه، مناطق مسکونی، شب، جهت شب، جاده درنظر گرفته شد. نیشانس و همکاران در امریکا فاکتورهای مورد نظر خود را به دو طبقه فاکتورهای فیزیکی و اجتماعی اقتصادی تقسیم نمود و فاکتورهای خاک‌شناسی وجهت بادران در نظر نگرفتند [۸۳]. همچنین زامبورانو در امریکا فاکتورهای بسیاری را در کار خود در نظر گرفتند و آنها را به طبقات متعدد تقسیم کردند با این حال آنها، فاکتورهای مهمی چون جهت جغرافیایی و فاصله از جاده و خاک‌شناسی را درنظر نگرفتند [۹۶].

وزن‌دهی و اولویت‌دهی فاکتورها درنظر گرفته شده از اهمیت خاصی برخوردار است. برای وزن‌دهی و اولویت‌بندی فاکتورها و زیرمعیارها با استفاده از مدل AHP پرسش‌نامه‌هایی تدوین گردید و توسط کارشناس متخصص پر شد که میانگین هندسی این پرسش‌نامه‌ها وارد نرم‌افزار EC گردید و اهمیت نسبی معیارها و زیر معیارها مشخص گردید. جهت تهیه نقشه عمق آب‌های زیرزمینی، به دلیل اینکه داده‌های نقطه‌ای سطح آب زیرزمینی دارای توزیع نرمال بودند از دستور کریجینگ برای عمل درون‌یابی استفاده گردید.

## ۵-۲-فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با شکستن یک مسئله تصمیم‌گیری پیچیده و ساده کردن آن، تصمیم‌گیری را تسهیل می‌کند. به علاوه با استفاده از مقایسات زوجی برای تعیین وزن معیارها، عناصر تصمیم‌گیری دو به دو با هم مقایسه شده که به کاهش پیچیدگی مسئله تصمیم‌گیری کمک می‌کند. سنر و همکاران (۲۰۱۰) دو روش متفاوت تصمیم‌گیری چند معیاره وزن‌دهی جمعی ساده و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را به کار بردند. و نشان دادند که در روش اول هیچ رابطه‌ای بین معیارها وجود ندارد و وزنها به طور مستقیم بین ۱-۱۰ درنظر گرفته می‌شود. درحالی که در روش دوم از مقایسات زوجی برای تعیین وزن معیارها استفاده می‌شود که در آن رابطه بین دولایه به طور همزمان درنظر گرفته می‌شود و نتایج بهتری به همراه دارد [۸۹]. در پژوهش حاضر نیز به جای وزن‌دهی جمع ساده از روش مقایسات زوجی برای تعیین وزن معیارها و زیر شاخص‌ها استفاده گردید. در مقایسات از قضایت شخصی تصمیم‌گیرندگان و نظر کارشناسان استفاده می‌شود. مقادیر مربوط به مقایسه دو به دو باید کاملاً به صورت کارشناسی شده تعیین شوند و مقادیر اختیاری در نظر گرفته نشوند اما اولویت و سلایق افراد مختلف متفاوت بوده و وابستگی به آرای تحلیل‌گران ممکن است سبب آشتگی و انحراف در محاسبات شود. به همین دلیل ساعتی یک اندکس عددی منحصر به فردی برای بررسی استحکام ماتریس مقایسه دو به دو مهیا کرد و نسبت CR تعریف شد. در واقع یکی از مزایای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، کنترل سازگاری تصمیم با نسبت توافق است به عبارت دیگر می‌توان، در وزن‌دهی خوب یا بد بودن و یا قابل قبول یا مردود بودن را مشخص کرد و در صدد رفع آن برآمد نسبت توافق در همه مقایسات زوجی کمتر از ۰/۰ بوده و همه قضایت‌ها قابل قبول می‌باشد.

در روش AHP، وابستگی‌ها باید به صورت خطی، از بالا به پایین و بالعکس باشد. چنان‌چه وابستگی دو طرفه بوده، یعنی وزن معیارها به وزن گزینه‌ها و وزن گزینه‌ها نیز به وزن معیارها وابسته باشد، مسئله از حالت سلسله مراتبی خارج شده و تشکیل یک شبکه یا سیستم غیرخطی یا سیستم یا بازخور را می‌دهد، که در این صورت برای محاسبه وزن عناصر نمی‌توان از قوانین و فرمول‌های سلسله مراتبی استفاده کرد. چون وابستگی بین شاخص‌ها وجود دارد می‌بایست از روش ANP استفاده کرد [۸۲].

در این بررسی برای سنجش فاکتورها نسبت به یکدیگر جهت تعیین وزن نهایی فاکتورها از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. براساس این روش پس از جمع‌آوری و ارزیابی وزن معیارها مشخص شد که به ترتیب معیارهای مناطق مسکونی و آب زیرزمینی نسبت به بقیه معیارها از اهمیت بالاتری برخوردارند و معیارهای زمین‌شناسی و جهت شیب به ترتیب کمترین اهمیت دارند. بالا بودن اهمیت منطقه مسکونی از دو جنبه قابل بررسی است:

- ۱- به لحاظ حفظ بهداشت و سلامت انسان محل دفن باید خارج از مراکز جمعیتی قرار گیرد.
- ۲- به منظور کاهش هزینه حمل نقل و زمان نباید فاصله زیادی از محل دفن داشته باشد.

به همین علت در طبقه‌بندی فاصله از مناطق مسکونی طبقات ۰-۱۰۰۰ و بیشتر از ۵۰۰۰ متر کمترین ارزش نسبی را در بین زیر معیارهای منطقه مسکونی را دارا هستند. آقای جعفری و همکاران در مقایسه زوجی معیارها با استفاده از مدل AHP معیار فاصله از منطقه مسکونی را به عنوان مهمترین معیار ارزیابی دفن زباله شهری استان کهگلویه بویراحمد معرفی کردند.

معیار آب زیرزمینی با اختلاف کم نسبت به مناطق مسکونی در رده دوم مهمترین معیارها قرار دارد که علت آن هم به نشت و نفوذ شیرابه تولیدی ناشی از زباله‌های شهری به آبهای زیرزمینی بر می‌گردد.

به دلیل اینکه فاصله از جاده و فاصله از منطقه مسکونی به نوعی قابلیت رویت از مناطق مسکونی جاده را پوشش می‌دهند در این مطالعه درنظر گرفته نشدند.

در مقایسه زوجی زیرشناخت‌های جهت شیب، جهات جنوب و جنوب غربی بیشترین اهمیت را نسبت به سایر زیرشناخت‌های جهت شیب تعلق گرفت که جهات نامبرده شده به دلیل آفتاب‌گیر بودن جهت میکروب‌زدایی و ایجاد گرمایش لازم جهت تجزیه مواد زائد بهترین مکان به منظور دفن پسماند هستند [۷۷].

همچنین در مقایسه زوجی زیرشناخت‌های کاربری اراضی، مناطق با مرتع فقیر با بیشترین امتیاز به عنوان بهترین مناطق و مناطق مسکونی وسطوح آبی با کمترین امتیاز به عنوان بدترین منطقه به منظور مکان دفن زباله معرفی گردید. که این نتیجه با نتایج مطالعه حافظی مقدس و همکاران مطابقت دارد [۱۲].

در تعیین ضریب اهمیت طبقات تعریف شده بافت و عمق خاک، خاک‌های عمیق با بافت متوسط تا سنگین بیشترین ضریب اهمیت و خاک‌های با بافت سبک دارای سنگریزه زیاد کمترین ضریب اهمیت به خود اختصاص دادند. این نتایج به این دلیل مورد پذیرش است که خاک‌های با بافت متوسط تا سنگین نفوذپذیری کم دارند و از نفوذ شیرابه حاصل از زباله به آب‌های زیرزمینی جلوگیری می‌کند. عناستانی و همکاران در مطالعه خود برای مکان‌یابی دفن زباله شهری بیشترین ضریب اهمیت را به بافت خاک متوسط تا سنگین اختصاص دادند [۳۴].

### ۵-۳-۵-فرآیند شباهت به گزینه ایده‌آل

رتیب‌بندی گزینه‌ها همواره از دغدغه‌های مهم مدیران است. روش‌های AHP و TOPSIS از جمله مهمترین و پرکاربردترین روش‌های تصمیم‌گیری محسوب می‌شوند انتظار می‌رود که ترکیب آنها بتواند نتایج بهینه‌ای ارائه دهد. به همین منظور در این پژوهش به منظور اولویت‌بندی مناطق انتخابی به منظور دفن زباله از مدل ترکیبی AHP و TOPSIS استفاده شده است. در تحقیقات مختلف، روش ادغامی AHP و TOPSIS به این صورت است که ابتدا وزن معیارها و زیرمعیارها به کمک روش AHP محاسبه می‌شود و این وزن‌ها در روش تاپسیس به منظور رتبه‌بندی گزینه‌ها بهره‌گیری می‌شود. در تحقیقاتی چون، دانش‌شکیب [۱۳] اورتاگول و کاراکاسو گلو [۶۷] از این روش استفاده نموده‌اند. به منظور اولویت‌بندی مناطق بسیار مناسب با استفاده از مدل TOPSIS، همه معیارهای مهمی که برای مدل AHP انتخاب شد لحاظ گردید. به جزء معیارهای زیستگاه حساس، زمین‌شناسی، جهت شیب، خطوط انتقال و دشت سیلابی که به دلیل شرایط یکسان نسبت به این مناطق در اولویت‌بندی مناطق مناسب در مدل TOPSIS کtar گذاشته شدند. برای بدست آوردن ارزش هر یک از مناطق نسبت به معیارهای انتخابی به موقعیت این مناطق در نقشه استاندارد شده در مدل تحلیل سلسه مراتبی استناد گردید. و بسته به موقعیت آنها ارزش ۹-۱ به آنها تعلق گرفت. برای بدست آوردن امتیاز نهایی هریک از معیارها به جای تعیین مستقیم وزن این معیارها از مقایسه زوجی معیارها استفاده شد. که در این مقایسه نیز معیارهای فاصله از مناطق مسکونی و سطح آبهای زیرزمینی بیشترین اهمیت و معیار فاصله از گسل نیز کمترین اهمیت را به خود اختصاص دادند. و ضریب ناساگاری یا به عبارت دیگر نسبت توافق این قضاوت‌ها ۰/۰۶ بدست آمد که به علت اینکه کمتر از ۰/۱

است قابل قبول ارزیابی می‌گردد. لازم به ذکر است که مقایسه زوجی برای تعیین وزنها مناسب‌تر از تعیین مستقیم آنهاست، به دلیل اینکه در مقایسه طبقات هر معیار براساس ترجیح یک طبقه نسبت به تمام طبقات آن معیار بدست می‌آید اما در تعیین مستقیم وزنها این فرآیند صورت نمی‌پذیرد [۱۱].

در مدل تاپسیس مطلوبیت هر شاخص باید به طور یکنواخت افزایشی یا کاهشی باشد به این صورت که بهترین ارزش موجود از یک شاخص نشان‌دهنده ایده‌آل آن بوده و بدترین ارزش موجود از آن نشان دهنده ایده‌آل منفی خواهد بود به دلیل اینکه معیارهای فاصله از جاده و فاصله از منطقه مسکونی مطلوبیت صرفا افزایشی یا کاهشی ندارند و همچنین لایه‌های بافت خاک و کاربری اراضی نیز کیفی هستند برای غلبه بر این مشکل، ارزش گزینه‌ها نسبت به هریک از معیارها به دامنه اعداد یک تا نه تبدیل گردید در بهترین حالت گزینه‌ها نسبت به هر معیار برای دفن زباله ارزش ۹ و در بدترین حالت ارزش ۱ تعلق گرفت در حالت بینایین نیز ارزش‌های بین یک تا نه اختصاص یافت.

#### ۴-۵-نتیجه گیری

هدف اصلی این تحقیق تعیین مناسب‌ترین مکان دفن زباله با در نظر گرفتن اهم معیارها و شرایط مورد نیاز با استفاده از مدل AHP و TOPSIS در محیط GIS می‌باشد. این طرح که طی مراحل مختلف شامل انتخاب محدوده مورد مطالعه، تعیین فاکتورهای مؤثر، آماده‌سازی داده‌ها تهیه نقشه فاکتورها، تلفیق نقشه‌ها براساس مفهوم و ارتباط آنها، ارزیابی مدل و نتایج بدست آمده پیشنهاد مکان مناسب می‌باشدند. اجرا گردید، با انجام مراحل فوق نتایج زیر حاصل گردید. بعد از تلفیق نقشه‌های وزن‌دار شده معیارهای شیب، جهت شیب، کاربری اراضی، بافت خاک، زمین‌شناسی، دشت‌های سیلانی، سطح آب زیرزمینی، رودخانه، خطوط انتقال، محدوده زیست محیطی، جاده، گسل در مدل تحلیل سلسله مراتبی نقشه نهایی محل دفن پسماند بدست آمد. این نقشه به ۴ پهنه بسیار مناسب، نامناسب، بسیار نامناسب طبقه‌بندی گردید. که پهنه بسیار مناسب، پهنه مناسب، پهنه بسیار نامناسب و نامناسب به ترتیب ۱/۱۵، ۱۴/۶، ۴۵/۴۶، ۳۸/۳۵ درصد از مساحت منطقه را به خود اختصاص دادند. مساحت زمین مورد نیاز دفن زباله شهری با در نظر گرفتن نرخ رشد ۰/۱۳ درصدی شهرستان خرامه و خاک پوششی برای ۲۰ سال آینده ۲۰ هکتار برآورد شد. با استخراج مناطق بسیار مناسب با مساحت بالای ۲۰ هکتار، ۱۶ گزینه برای مکان دفن زباله شناسایی گردید که این ۱۶ منطقه براساس مدل TOPSIS اولویت‌بندی گردید که منطقه ۱ با کاربری اراضی مرتع کم تراکم، شیب ۵-۸ درصدی، با سطح آب زیرزمینی ۴۰-۳۰ متری، فاصله ۵۰۰۰-۴۰۰۰ متری از منطقه مسکونی در اولویت اول دفن زباله قرار گرفت. گزینه ۱ بیشترین فاصله از ایده‌آل منفی و کمترین فاصله را نسبت به ایده‌آل مثبت را به خود اختصاص داد. منطقه هشت، سیزده، دوازده، سه، دو، چهار، نه، یازده، پنج، ده، شش، پانزده، هفت، چهارده ترتیب در اولویتهای بعدی قرار گرفتند. لازم به ذکر است که گزینه پانزده و شانزده و گزینه نه و چهار با به دلیل برابری نزدیکی نسبی به راه حل ایده‌آل اولویتی نسبت به هم ندارند به همین دلیل گزینه‌های پانزده و شانزده در اولویت دوازدهم و گزینه‌های نه و چهار در اولویت هفتم قرار دارند. به کارگیری مدل AHP به دلیل ظرفیت محدود بشری در پردازش اطلاعات به طور قابل ملاحظه‌ای محدود گشته، سقف مقایسات زوجی به تعداد  $7 \pm 2$  محدود می‌گردد. تاپسیس می‌تواند نیازمندی‌های مقایسات زوجی را برآورده سازد و محدودیت ظرفیتی در فرآیند غالب نمی‌شود از طرفی این رویکرد نیاز به رویه‌ای دارد کارآمد دارد تا اهمیت نسبی

شاخص های مختلف را با توجه به هدف تعیین کند، روش AHP چنین رویه ای را ارائه می کند. بنابراین برای دستیابی به مزایای هر دو روش در رتبه بندی و انتخاب بهترین گزینه روش ترکیبی AHP و TOPSIS استفاده می شود. صمدی و همکاران (۱۳۸۹) مکان یابی دفن پسماند شهری زنجان را با استفاده از GIS، AHP و TOPSIS مورد ارزیابی قرار داده و بیان داشتند که تلفیق این تکنیک ها جهت حفظ و مدیریت محیط می تواند مؤثر واقع شود.

#### ۵-۵-پیشنهادها

هدف از پرسه مکان یابی این است که مناطقی با حداقل خطر برای سلامت عموم و محیط زیست شناسایی گردند و از لحاظ اقتصادی نیز مفرون به صرفه باشند. آنچه در این فرآیند اهمیت دارد، این است که مطابق راهبرد این تحقیق ارزیابی بر مبنای معیارهای ملموس صورت پذیرد که مبتنی بر یک رویه منطقی استخراج شده و در چارچوب مدل های علمی، وزن دهی شده باشد تا هر معیار متناسب با وزن و اهمیتی که دارد در انتخاب مکان مناسب مؤثر باشد. ازین روی پیشنهاد می شود در مطالعات مشابه نیز مبتنی بر رویه تحقیق حاضر از ترکیب روش AHP و TOPSIS استفاده گردد تا ضمن بهره گیری از مزایا، نقاط ضعف هر کدام از روش ها جبران گردد.

از آنجایی که در روش AHP، وزن و اهمیت هر معیار با توجه به مسئله مورد بررسی در ارتباط با سایر معیارها تعیین می شود در پژوهش های مشابه کاربردی تر بوده به عنوان روش مطلوب پیشنهاد می گردد.

با توجه به اینکه مکان یابی دفن زباله بیش از اینکه یک مقوله مرتبط با مسائل محلی باشد، امری منطقه ای است. پیشنهاد می شود که در انتخاب مکان دفن زباله، شرایط شهرستان های همچووار نیز مورد مطالعه قرار گیرد.

با توجه به شرایط مناطق مختلف کشور به خصوص از نظر شرایط اقلیمی، لازم است الگوهای خاص دفن بهداشتی زباله مناسب با شرایط مختلف در کشور با حمایت وزارت کشور و نظارت سازمان حفاظت محیط زیست وزارت بهداشت تهیه گردد.

در تعیین اراضی مناسب برای محل دفن زباله های نقاط شهری و روستایی یکی از مدل های مناسب مدل AHP است که بارگیری آن در کنار سایر مدل ها و به کمک نرم افزار ArcGIS نقش ارزند های در اخذ تصمیم و هدایت آتی رشد نقاط شهری و روستایی می تواند داشته باشد.

همانگی مشاورین طرح های شهری و روستایی با مسئولین محلی به خصوص شوراهای اسلامی و دهیاری و بخشداری در خصوص انتخاب و انتقال مکان دفن زباله ضروری می باشد. زیرا نهایتاً اجرای این پروژه ها به مسئولین محلی برمی گردد.

## منابع

- [۱] احمدیزاده، س، ۱۳۸۲، "تعیین و به کارگیری مدل‌های کمی اکولوژیک در محیط GIS"، پایان نامه دکترا علوم جنگل، دانشگاه تربیت مدرس.
- [۲] ارباب، پ، ۱۳۸۴، "ارزشیابی زیست محیطی محل‌های دفن پسمند‌های شهری استان تهران"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده محیط زیست و انرژی.
- [۳] اصغری مقدم، م، جغرافیای شهری (ژئو مورفولوژی) دانشگاه آزاد اسلامی، انتشارات مسعي، ۱۳۷۸.
- [۴] افضلی، ا، ۱۳۸۷، "مکان‌یابی دفن زباله شهری (مطالعه موردی شهرستان نجف‌آباد)", پایان نامه دانشجویی کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
- [۵] بونهام کارترا، "سیستم اطلاعات جغرافیایی برای دانش پژوهان علوم زمین". سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۷۹.
- [۶] پذیرایی، ع، دهقانی، م، ۱۳۸۷، ارزیابی مکان مناسب دفن زباله‌های شهر بندرعباس، یازدهمین همایش ملی بهداشت محیط.
- [۷] پرهیزکار، ا، غفاری گیلان‌ده، ع، ۱۳۸۵، سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری (مؤلف) چاپ اول. انتشارات سمت.
- [۸] پور احمد، ا، ۱۳۸۶، "استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS برای مکان‌یابی تجهیزات شهری"، محیط‌شناسی، شماره ۴۲، صفحه ۴۳-۳۱
- [۹] تکدستان، ا، ۱۳۸۷، "بررسی روش‌های مختلف ذخیره‌سازی، جمع‌آوری، حمل و نقل، بی‌خطرسازی و دفع پسمند‌های شهری، صنعتی. دومین همایش ملی محیط زیست دانشگاه تهران
- [۱۰] توفیق، ف، ارزشیابی چندمعیاری در طرح ریزی کالبدی آبادی. صفحه ۴-۴۳، ۱۳۷۲
- [۱۱] جعفری، ح، رفیعی، ا، ۱۳۹۱، "مکان‌یابی دفن پسمند‌های شهری با استفاده از AHP و SAW در محیط GIS (مطالعه موردی استان کهگلويه بوير احمد)", محیط‌شناسی، صفحه ۱۴۰-۱۳۱
- [۱۲] حافظی مقدس، ن، گیلوری، س، مظلومی، ع، مظہری، ع، ۱۳۹۲، "مکان‌یابی و ارزیابی معیارهای مکان دفن پسمند شهر یزد با استفاده از دور و GIS" هشتاد و هشتین همایش انجمن زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران
- [۱۳] دانش‌شکیب، م، فضلی، ص، ۱۳۸۸، "رتبه‌بندی شرکت‌های سیمان بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از رویکرد ترکیبی (AHP-TOPSIS)", چشم‌انداز مدیریت، شماره ۳۲، ص ص ۱۲۹-۱۰۹
- [۱۴] دستورالعمل مکان‌یابی محل دفن مهندسی بهداشتی پسمند‌ها، ۱۳۸۰، ادارات کل حفاظت محیط زیست استان‌ها در سطح کشور.
- [۱۵] رفیعی، ر، ۱۳۸۶، "مکان‌یابی ایستگاه‌های انتقال پسمند جامد شهری با توجه به روند رشد شهر" پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
- [۱۶] زبردست، ا، ۱۳۸۰، "کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، مجله هنرهای زیبا، شماره ۱۰، صفحه ۲۱-۱۳
- [۱۷] سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، ۱۳۸۵، "دستورالعمل تهیه طرح جامع مدیریت پسمند"

- [۱۸] سرشماری نفوس و مسکن سازمان آمار ایران، ۱۳۸۵
- [۱۹] سرمهد، ز، بازرگان، ع، حجازی، ا، روش‌های تحقیق در علوم رفتاری، مؤسسه نشر آگه، تهران، ۱۳۸۶
- [۲۰] سوری، ع، ۱۳۸۴، "مکانیابی محل دفن زباله شهرستان گبد کاووس با استفاده از فناوری سنجش از دور و GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده محیط زیست و انرژی.
- [۲۱] شاد، ر، ۱۳۸۲، "طراحی و اجرای یک سیستم اطلاعات جغرافیایی کاربردی با تاکید بر مدل‌سازی نیازهای وزارت صنایع و معادن، پایان‌نامه کارشناسی ارشد"، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
- [۲۲] شرکت مهندسین مشاور پورآب فارس، ۱۳۸۸، مطالعات تفضیلی اجرایی طرح آبخیزداری کفدهک خرامه
- [۲۳] شهابی، ه، علایی، م، حسینی عثمان رحیمی، س.م، ۱۳۸۹، "ارزیابی روش‌های تحلیل سلسه مراتبی و ترکیب خطی وزنی در مکان‌یابی محل دفن مواد زائد شهری با تاکید بر عوامل ژئومورفوژئیک"، دومین کنفرانس مدیریت و برنامه‌ریزی محیط زیست
- [۲۴] صالحی صدفیانی، ح، ۱۳۸۰، "رویکردی ریاضی به فرآیند تحلیل سلسه مراتبی"، فصلنامه مطالعه مدیریت، شماره ۳۲-۳۱
- [۲۵] صدرموسوی، م، ابذرلو، ش، موسی خانی، ک، ۱۳۹۲، "مکان‌یابی بهینه دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از مدل تحلیل سلسه مراتبی AHP (نمونه موردی شهرستان زنجان)", فصل نامه آمایش محیط، شماره ۲۱
- [۲۶] صدقوق ونی، س.ح؛ توکلی‌نیا، ج، زارعی، ا، ۱۳۸۸، "پنهان‌بندی زمین برای توسعه فیزیکی شهر شیراز با استفاده از GIS و AHP" فصلنامه سپهر، دوره هجدهم، شماره ۷۲، ص ص ۳۲-۳۹.
- [۲۷] صمدی، م، لشکری، س، فرجی‌سبکبار، ح، ۱۳۸۹، "استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی AHP و TOPSIS جهت جهت مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری (مطالعه موردی شهر زنجان)"، همایش ملی جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری با عنوان فضای جغرافیایی، رویکرد آمایشی، مدیریت محیط
- [۲۸] عبدالی، م، تکدستان، ا، ۱۳۸۵، "بررسی معیارهای انتخاب محل دفن مواد زائد جامد جهت اصلاح محل‌های دفن غیر بهداشتی موجود در شهرهای ایران"، اولین همایش مهندسی محیط زیست تهران
- [۲۹] عبدالی، م، "سیستم مدیریت مواد زائد جامد شهری و روش‌های کنترل"، انتشارات سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهری ۱۳۷۲.
- [۳۰] عزیزی، م، ۱۳۸۱، "مکان‌یابی صنعت تخته چندلا و روکش و توسعه آن در کشور"، پایان‌نامه، دکترا دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- [۳۱] عظیمی حسینی، م، نظریفر، م، مومنی، ر، کاربرد GIS در مکان‌یابی . چاپ اول انتشارات مهرگان قلم، ۱۳۸۹
- [۳۲] علی‌اکبری، ا، جمال‌لیوانی، آ، ۱۳۹۰، "مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله‌های جامد شهری با استفاده از روش AHP (مطالعه موردی شهر بهشهر)"، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن جغرافیای ایران، شماره ۳۰.
- [۳۳] عمرانی، ق، "مواد زائد جامد مشتمل بر مدیریت ، جمع‌آوری و حمل و نقل ، دفن بهداشتی و تهیه کمپوست" ، مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی تهران ، ۱۳۷۷

- [۳۴] عنابستانی، ع، جوانشیری، م، ۱۳۹۲، "مکان‌یابی محل دفن مناسب پسمند‌ها در سکونتگاه‌های روستایی (مطالعه موردي نقاط روستایی شهرستان خوف)", جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۶، -ص ص ۲۱۱-۲۰۱
- [۳۵] غلامعلی‌فرد، م، ۱۳۸۵، "ارائه مدل مکانی-زمانی ارزیابی عرضه و تقاضا زمین برای محل‌های دفن مواد زائد جامد با استفاده از مدل‌سازی دینامیک شهری در محیط GIS (مطالعه موردي شهر گرگان)"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس.
- [۳۶] فاتح‌نیا، ع، ۱۳۹۰، "بررسی وضعیت تفکیک از مبدأ پسمند‌های جامد شهری و راهکارهای افزایش مشارکت مردمی در منطقه ۵ شهرداری تهران"، رساله دکتری دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت.
- [۳۷] فنایی، ا، مقدمه‌ای بر مدیریت مواد زائد جامد، انتشارات مهد تمدن، ۱۳۸۵
- [۳۸] فرهودی، ر، حبیبی، ک، ۱۳۸۴، "مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از منطق فازی در محیط GIS"， نشریه هنرهای زیبا، شماره ۲۳، ص ۲۴-۱۵
- [۳۹] قدسی‌پور، ح، مباحثی در تصمیم‌گیری چندمعیاره -فرایند تحلیل سلسله مراتبی، انتشارات دانشگاه امیرکبیر، ۱۳۸۴
- [۴۰] کازوتاناکا، مترجم حیدیان، ع، طارقیان، ح، مقدمه‌ای بر منطق فازی و کاربردهای عملی آن، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۱
- [۴۱] مجلسی، م، نوری، ج، "مکان‌یابی و مدیریت محل دفن بهداشتی"، سازمان بازیافت و تبدیل مواد، تهران، ۱۳۷۱
- [۴۲] مخدوم، م، "شالوده آمایش سرزمین"، انتشارات دانشگاه تهران(ویرایش دوم) ۱۳۸۵
- [۴۳] مخدوم، م، درویش صفت، ع، مخدوم، ع، ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۳
- [۴۴] مددی، ص، ۱۳۸۴، "مکان‌یابی و مدیریت زیست محیطی محل دفن زباله‌های شهرستان میانه"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.
- [۴۵] مددی، ع، آزادی مبارکی، م، بابایی، ف، ۱۳۸۹، "مدل‌سازی مکان‌های مناسب دفن زباله با استفاده از روش‌های AHP، منطق فازی، شاخص همپوشانی وزنی و منطق بولین(مطالعه موردي شهر اردبیل)"، نشریه علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، ش ۴۵، ص ص ۲۵۴-۲۳
- [۴۶] مشکینی، ا، شهابی، ه، ذوقی، ا، ۱۳۸۷، "شهرهایت شهری، دوین کنفرانس بین المللی شهر برتر طرح برتر همدان"
- [۴۷] معین الدینی، م، خراسانی، ن، دانه‌کار، ا، درویش صفت، ع، ۱۳۸۴، "مکان‌یابی دفن پسمند شهری با استفاده از تاپسیس فازی سلسله مراتبی" ، نشریه محیط زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران، دوره، ۶۴، شماره ۲
- [۴۸] مهتابی اوغانی، م، نجفی، ا، یونسی، ح، ۱۳۹۲، "مقایسه دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس در مکان‌یابی محل دفن پسمند‌های شهری (مطالعه موردي: انتخاب محل دفن پسمند شهری کرج)"، مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران، دوره، ۶، ص ص ۳۵۲-۳۴۱
- [۴۹] مهدی‌پور، ف، ۱۳۸۶، "الگوریتمی برای مکان‌یابی براساس روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در GIS"، نقشه‌برداری، ش ۸۷، ص ص ۲۹-۲۰
- [۵۰] مهندسین مشاور فرآیند سبز، ۱۳۸۸، "آنالیز فیزیکی و شیمیایی پسمند‌های شهر" ، شهرداری خرامه.

[۵۱] میرزایی، م، ماهینی، ع، میرکریمی، س.ح، ۱۳۹۱، "مکان‌یابی محل دفن زباله با به کارگیری فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و روش تاپسیس" مطالعه موردى شهرستان گلپایگان، نشریه محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، ش ۱، ص ۱۰۵-۱۱۹

[۵۲] نیرآبادی، ه، میرحریمی، س.م، ۱۳۸۷، "مدیریت مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS"، اولین همایش کاربرد GIS در مدیریت شهری دانشگاه آمل کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[53].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.

[54] Aivaliotis, I., Dokas, M., Hatzigiannakou, D., (2004), "Functional relationships of landfill and landraise capacity with design and operation parameters" *Waste Manage*, Vol, 22, pp. 283–290.

[55] Bagchi, A., "Design of lanfills and integrated solid waste management". Pp. 246-254.

[56] Banai, F., lashani, R., 2010, "Anew method for site suitable Analysis the analytic Hierarchy process" *Environmental Management.*, Vol. 13. pp. 685-693.

[57]Beheshti, H., And Lollar, J, 2008, "Fuzzy logic and performance Evaluation‘discussion and application" *International Journal of productivity and performance Management* ‘Vol. 157‘ pp. 237-246.

[58]Bertakis, g., lekkas e. & lozios. s., (1995), "landfill selection criteria with emphasis in engineering geology and environment", *proceedings of the xvCongress of the carpatho- balcan geological association*‘ Vol.4, pp. 1011-1016.

[59] Cao, L., 2006, "Application of Gray situation Decision Making Theory in site selection of a waste sanitary land fill ", *Journal of china University of Mining and Technology*, Vol. 23, pp. 341-350.

[60] Chang, EW .L., 2003, "Utility OF consistency Measure in Analytical Hierarchy process .construction in novation"Vol. 3, pp. 231-247.

[61]-Chang, N., Parvathinathan, G. & Jeff, B., 2007, "Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region" *Journal of Environmental Management*, Vol. 10 pp. 1016-1025.

[62] Chuang, P.T., 2001, "Combining the analytic hierarchy process and quality function deployment for a location decision from a requirement perspective", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 18, pp.842–84.

[63]De By, R. A., "Principles of Geographic Information Systems ", ITC‘ 2001.

[64]Delaney, K., and Lachapelle, A., "A GIS Approach to Sitting a Coal-Fired Power Plant in Franklin County, Illinois"

[http://www.uoguelph.ca/geography/research/geog4480\\_w2003/group21/index](http://www.uoguelph.ca/geography/research/geog4480_w2003/group21/index)

[65] Delgado, O.B., Mendoza, M.O., Grandos, E.L., 2008, "Analysis suitability for the siting of inter-municipal Landfills in the Cuitzero Lake Basin, Mexico" *Waste Management*‘ Vol .28‘ pp.1137-1146.

[66]Deng, H., 1999, "Multi criteria Analysis with Fuzzy pairwise comparison" *International journal of the approximate reasoning*, Vol. 21‘ pp. 1274-1282.

- [67] Ertugrul, I., and Karakasoglu, N. 2007, "Performance Evaluation of Turkish Cement firms with Fuzzy Analytic Hierarchy Process and TOPSIS Methods", *Expert Systems with Applications*, Vol. 33, pp. 415-423

[68] Estman, R.J., "Guide to GIS and Image processing" Clark university·Usa

[69] Farr, R.C., 1986, "A comparison of the Analytical Hierarchical process with the two other Decision Making methods" Thesis. Brigham University, *article in press*.

[70] Fuller, R., Carlsson, C., 1996, "Fuzzy Multiple Criteria decision making: Recent developments" Fuzzy set system 'Vol. 78, pp. 139-153

[71] Gellens , V., Boelems, J., Verstraete, W., "Source separation, selective collection and in reactor"

[72] Guidance document, government of newfoundland and labrador, Department of environment and conservation, 2008 "*environmental standards forMunicipal solid waste landfill sites*";PP. 11-13

[73] Guidance Note, "sanitary landfill Design and sitting criteria" World bank ,1996

[74] Guiqin, w., li q., Guoxue L., 2009, 'Landfill Site Selection Using Spatial Information Technology And AHP: A Case Study In Beijing, China" *Journal of Environmental Management*; pp. 2414-2421

[75] Harper, R.M., 1984, "Internet controlling Local area network consensus of Auditors Judgments" Thesis. University of Missouri

[76] Herwig, P., Jan V., 2005, "Special purpose mapping for waste disposal sites"*Bull EngGeo Environ* Vol. 64:pp. 1-54

[77] Jun, C., 1999, "Design of an intelligent geographic information system for multicriteriasite analysis, Articles" *currently under peer review by the URISA journal*.

[78] Keeny, R.L., And raiffa, H., "Decisions with Multiple objectives-preferences and value Tradeoffs" jonwiley and sons·new York. 1976.

[79] Loken, E., 2007, "Use of Multicriteria Decision Analysis Methods for Energy planning problems " *Renewable and sustainable Energy Reviews*, Vol. 11, pp. 1584-1595

[80] Malczewski, J. 2006, "A GIS-based Multicriteria. Decision Analysis: A survey of the Literature" *International Journal of geographic Information science*, Vol. 20, pp. 703-726

[81] Mcbean, E.A., Rovers, F.A., and Farquhar, G.J. "Solid Waste Landfill Engineering and Design. Prentice Hall PTR", New Jersey, USA, 1995.

[82] Moghimi, H. R· Sobhanollahi, M. A., Ghodratnama, A. · 2014·"Analytic Network Process Based Strategic Planning for Iran's Trade Promotion Organization" *International Journal of Engineering*, Vol. 27 ·PP . 1215-1222.

[83] Nishanth, T.; Prakash, M.N., Vijith, H., 2010, "Suitable site determination for solid waste disposal using GIS and RS techniques in India", *international journal of geometrics and geosciences*, Vol. 1pp. 197-210.

[84] Pitz, G. F., and J., Mckillip, "decision Analysis for program evaluations" Thousand Oaks, A: sage publication, pp.237-28, 1984.

[85] Ramanathan, R., 2002, "A note on the use of the Analytical Hierarchy process for environmental Impact assessment", *Environmental management*, Vol. 63, pp. 27-35.

[86]Rashedul Hasan, M., Tetsuo, K., & Islam, S.A., 2009, "Landfill Demand and Allocation for Municipal solid Waste Disposal in Dhaka City-an Assessment in a GIS Environment", *Journal of Civil Engineering (IEB)*, Vol. 37 (2), pp. 133-149.

- [87] Rola Mendoza, G., martins, H., 2006, "Multi criteria decision Analysis in Natural Resource management Acritical review of methods and new modeling paradigm" *Forest Ecology and management*, Vol. 230, pp.1-22.
- [88] 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.
- [89] Sener, S., Sener, E., & Karagüzel, R., 2010, "Solid Waste Disposal Site Selection with GIS and AHP Methodology: A Case Study in Senirkent-Uluborlu (Isparta) Basin, Turkey", *Journal of Environmental Monitoring Assessment*, Vol. 10, pp. 1010-1023.
- [90] 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. 2146-2160.
- [91] Themistolis D., Dimitrios, P., Constantions P. Halvadakis, 2005, "Siting MSW with a spatial multiple criteria analysis methodology" *Environmental Engineering, Waste Management Laboratory*, Vol. 21, pp. 23-36.
- [92] US Environmental Protection Agency (EPA) b., 1999, "Criteria for Solid Waste Disposal Facilities: A Guide for Owner's Operators" *US Environmental Protection Agency*. [www.epa.gov/osw.102pp](http://www.epa.gov/osw.102pp).
- [93] Vaidya O.S, Kumar S., 2006, "Analytic Hierarchy process:An overview of Application operational Reserch European", *Journal of Operational Research*, Vol. 169, pp. 1–29.
- [94] Wang, G., Qin, Li., Li, G. & Chen, L., 2009, "Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: A case study in Beijing, China" *Journal of Environmental Management*, Vol. 90, Issue. 8, pp. 2414- 2421.
- [95] Yanar and Akyurek, Z., 2011, "the Enhancement of the ArcGIS with fuzy set thoery Esri Enternational user conference" *Expert Systems with Application*, Vol. 38, pp. 8159-8169.
- [96] Zamorano, M., Molero, M.; Hurtado, A., Grindlay, A. & Ramos, A., 2008, "Evaluation of a municipal landfill sitse in Southern Spain with GIS-aided methodology", *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 160, pp. 473-481.

## پیوست شماره ۱- پرسش نامه مقایسه زوجی معیارها

پرسش نامه نظرسنجی کارشناسان

تاریخ تکمیل پرسش نامه:

شماره پرسش نامه:

مدرک تحصیلی و تخصص اصلی:

نام و نام خانوادگی پرسش شونده:

محل خدمت و سمت:

هدف از انجام این پایان نامه شناسایی و تعیین پارامترهای محیط زیستی مؤثر در فرایند مکان یابی دفن زباله شهری، شهرستان خرامه با بررسی تجربیات جهانی در ایران و کشورهای دیگر و همچنین پیاده سازی مدل مناسب جهت تلفیق لایه های اطلاعاتی پارامترها در محیط GIS می باشد. همان طور که می دانیم میزان اهمیت و دخالت پارامترهای محیط زیستی در مکان یابی دفن زباله یکسان نمی باشد. بنابراین باید به هر کدام از این فاکتورها وزنی داده شود. در این مطالعه جهت تعیین اهمیت هر کدام از این پارامترها از فرایند تحلیل سلسه مراتبی (AHP) استفاده می شود که در این فرایند معیارها در یک ماتریسی تهیه می شود و کارشناسان پارامترها را دو به دو با هم مقایسه می کنند. برای تعیین ضریب اهمیت پارامترها (معیارها) از مقادیر عددی جدول زیر استفاده می کنیم.

تعیین اهمیت معیارها و زیر معیارها نسبت به یکدیگر

مقدار عددی	ترجمیهات (قضاؤت شفاهی)
۱	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۳	کمی مرجع، کمی مهم تر یا کمی مطلوب تر
۵	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی
۷	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۹	کاملا مرجع، کاملا مهمتر یا کاملا مطلوب تر
۸ و ۶ و ۴ و ۲	ترجیحات بین فاصله ای

در زیر مثالی برای چگونگی تعیین اهمیت پارامترها با استفاده از جدول مقایسه زوجی آورده شده است.

#### محاسبه وزن نسبی اتمیل‌ها از نظر راحتی

	اتمیل A	اتمیل B	اتمیل C
اتمیل A	۱	۲	۸
اتمیل B	۱/۲	۱	۶
اتمیل C	۱/۸	۱/۶	۱

#### معرفی منطقه مورد مطالعه

شهرستان خرامه یکی از شهرستان‌های استان فارس در مرکز ایران است که از یک شهر به نام خرامه و دو بخش مرکزی و کربال تشکیل شده است. شهر خرامه مرکز این شهرستان است. شهرستان خرامه با وسعت ۱۵۹۳ کیلومتر مربع و در شرق استان فارس و مرکز آن با ارتفاع ۱۶۰۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. این شهرستان از شمال به شهرستان ارسنجان، از شمال غرب به شهرستان مرودشت، از شرق به شهرستان نیریز، از غرب به شهرستان شیراز و از جنوب شرق به شهرستان‌های فسا و استهبان محدود شده است. جمعیت شهرستان در حال حاضر در حدود ۶۵۲۵۳ نفر است. این شهرستان از ۲ بخش به نام‌های بخش مرکزی و بخش کربال، شهر خرامه، ۵ دهستان، ۶۴ آبادی دارای سکنه و ۸ آبادی خالی از سکنه تشکیل شده است. بیشترین وسعة منطقه (۶۲٪) را، اقلیم خشک در بر می‌گیرد. اقلیم نیمه خشک خفیف با درصد مساحت ۳۷٪ قسمت‌های جنوب و جنوب غرب شهرستان را پوشش می‌دهد.

در صفحه‌ی بعد پارامترهای محیط زیستی مؤثر در فرآیند مکان‌یابی دفن زباله شهری در ماتریس مقایسه زوجی آورده شده است. لطفاً نظر کارشناسی خود را در مورد میزان اهمیت هر یک از این پارامترها با توجه به مشخصات منطقه مورد مطالعه، در ماتریس با اعداد مناسب حاصل از جدول صفحه اول (جدول مقایسه) زوجی وارد نمایید.

از همکاری و مساعدت صمیمانه شما مشکرم.

	جهت شیب	سیلابی	دشت های سیلابی	حساس	فاصله از زیستگاه حساس	زمینی	سطح آبهای زیر	فاصله از رودخانه	فاصله از گسل	جاده	مسکونی	مناطق مسکونی	بافت خاک	کاربری اراضی	انتقال نیرو	فاصله از خطوط	شیب	جهت شیب	
فاصله از خطوط انتقال نیرو					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	۱	*	*
کاربری اراضی					۱	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	۱	*	*
بافت خاک						۱	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	۱	*	*
فاصله از مناطق مسکونی							۱	*	*	*	*	*	*	*	*	*	۱	*	*
فاصله از جاده								۱	*	*	*	*	*	*	*	*	۱	*	*
فاصله از گسل									۱	*	*	*	*	*	*	*	۱	*	*
زمین شناسی										۱	*	*	*	*	*	*	۱	*	*
فاصله از آبهای سطحی											۱	*	*	*	*	*	۱	*	*
عمق آبهای زیر زمینی												۱	*	*	*	*	۱	*	*
فاصله از زیستگاه حساس													۱	*	*	*	۱	*	*
فاصله از دشت های سیلابی														۱	*	*	۱	*	*
جهت شیب																	۱	۱	



**Isfahan University of Technology**

Department of Natural Resources

## **Urban Landfill Site Selection Using AHP and TOPSIS in GIS Environment (Case Study: Landfill of Kherameh Township)**

A thesis

Submitted in partial fulfillment of the requirements  
for the degree of Master of Science

By  
**Rostam Ganji**

Evaluated and Approved by the Thesis Committee, on March 7, 2016

1- A. Lotfi, Assist. Prof. (Supervisor)

2- S. Pourmanafi, Assist. Prof. (Supervisor)

3- N. Mirghafari, Assoc. Prof. (Advisor)

4-A. Bazrafkan, MSc. (Advisor)

5- A. Soffianian, Assoc. Prof. (Examiner)

6- H. Moradi, Assist. Prof. (Examiner)

M.R. Vahabi, Assist. Prof. (Postgraduate Coordinator)