

کاربرد ارزیابی چند معیاره مکانی (SMCE) در مکانیابی دفن زباله خانگی (مطالعه موردی شهر تبریز)

\*دکتر مسعود خیرخواه عضو هیات علمی دانشگاه علوم تحقیقات تهران

\*\* توحید عابدی- کارشناس ارشد محیط زیست - ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات تهران

[nweea.info@gmail.com](mailto:nweea.info@gmail.com) ۰۹۱۴۱۰۳۱۷۵۷

کاربرد ارزیابی چند معیاره مکانی (SMCE) در مکانیابی دفن زباله خانگی (مطالعه موردی شهر تبریز)

دکتر مسعود خیرخواه، توحید عابدی

#### چکیده:

توجه به محیط زیست و از آن جمله مواد زائد جامد مساله ای است که در سالهای اخیر مورد توجه خاص جهانیان قرار گرفته است. انسان و بسیاری از موجودات کره زمین به شیوه های مختلف زباله ساز هستند که کنترل آنها تضمین در سلامت و بقایای محیط زیست به شمار می رود (عمرانی، ۱۳۸۳). از سوی دیگر در چند دهه اخیر، بعثت ظهور و افزایش پدیده مصرف گرائی در کشورهای در حال توسعه به میزان قابل توجهی بر حجم زباله های شهری افزوده شده است. شهر تبریز، یکی از شهرهای متروپل صنعتی و تجاری واقع در شمالغرب ایران، با وجود پیشرفتهای مهم، هنوز به سیستمی سازمان یافته جهت دفع زباله های شهری مجهز نشده است. اغلب موارد، زباله های تولید شده در نزدیک به شهر به صورت غیر اصولی پخش یا تلنبار می شود که چنین فرآیندی می تواند باعث ایجاد آلودگی های محیطی و بنابراین انتشار امراض مسری گردد.

هدف اصلی مطالعه جاری، اعمال انواع عملیات تحلیلهای مکانی، با بهره گیری از فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی به منظور مکانیابی محدوده های بهینه- با حداقل اثرات سوء زیست محیطی- برای دفن زباله های شهری است. به همین منظور، در مرحله اول، کلیه مشاهدات محیطی (اکولوژیکی و اقتصادی- اجتماعی) مربوط به محدوده شهرستان تبریز به محیط نرم افزارهای ArcGIS و Edrisi وارد و پایگاه های اطلاعاتی ویژه دفن زباله های شهری تشکیل شد. در مرحله دوم لایه های رقومی بر اساس استانداردهای موجود، وزندهی و طبقه بندی گردید. در مرحله سوم با هدف یافتن مکانهای مناسب محل دفن، الگوریتم های مختلف تصمیم گیری چند معیاره مکانی نظیر تحلیل سلسله مراتبی، ترکیب خطی وزن دار به ترتیب بر لایه های موجود اعمال شد.

بررسی نتایج اولیه مبین این واقعیت است که مدل طراحی شده با روش AHP ضمن انتخاب مکان دفن زباله ها در منطقه قابل قبول، مناطق دیگری را نیز پیشنهاد می کند. اما، با اجرای مدل WLC محدوده هائی با اندک اختلافی در شمالغرب شهر تبریز استخراج می شود، که بر پایه شواهد میدانی و مقایسه نتایج حاصله با واقعتهای موجود مطابقت می کند. از آنجائیکه هر کدام از مدلها دارای محاسنات ویژه ای هستند، محدوده های غربال شده توسط هر دو مدل: AHP و WLC در محیط ArcGIS همپوشانی و از مجموع اشتراک آنها، محدوده نهایی دفن زباله های شهر تبریز مکانیابی شد. سایت انتخاب شده با ۲۰۱ هکتار مساحت، توان پذیرش زباله به وزن هزار تن در هر روز به مدت ۲۰ سال را دارا می باشد.

کلیدواژه ها: شهر تبریز، مکانیابی دفن زباله های شهری، تصمیم گیری چند معیاره، سیستم اطلاعات جغرافیایی

گسترش فزاینده و رو به رشد شهرها و در نتیجه افزایش بی رویه 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 را تهدید می نماید. اما آنچه جمع آوری و دفع زباله را به کار ضروری و اجتناب ناپذیر مبدل کرده رعایت بهداشت است. بخش زیادی از مواد زائد شهری خصوصاً در مناطقی که بنا بر آن خصوصیات، ماندنشان در محیط زندگی، سلامت انسان و موجودات زنده را به خطر انداخته، موجب بروز مشکلاتی در محیط های انسانی می شوند. با توجه به مشکلات دفع مواد زائد جامد در شهرستان تبریز و دفن بهداشتی آن نیاز به مکان یابی صحیح و بهینه برای این منظور می باشد. در این تحقیق برای انتخاب مکانی مناسب با در نظر گرفتن معیارهای زیست محیطی از نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده شده است

نکته حائز اهمیت این است که مکان فعلی دفن زباله در این شهر برای یک دوره ۱۰ ساله پیش بینی شده است که به زودی غیر قابل استفاده خواهد شد و همین امر ضرورت انجام تحقیق را بیشتر روشن می سازد.

صفری (۱۳۸۳) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود با مروری بر ویژگی های مواد زائد جامد موجود در شهرستان بیدستان واقع در استان قزوین و همچنین شرایط اقلیمی و جغرافیایی این شهرستان و با ملحوظ نمودن پارامترهایی نظیر توپوگرافی، هیدرولوژی، زمین شناسی، مجاورت با مناطق مسکونی و صنعتی و غیره و با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، مناطق مناسب جهت دفن بهداشتی زباله های شهرستان بیدستان را پیشنهاد نموده است. همچنین با بررسی کلیه روش های مدیریت مواد زائد جامد و با استفاده از نرم افزار WAGS، نیاز های موجود در رابطه با پیش بینی ماشین آلات، سرمایه برای خرید ماشین آلات و تامین نیروی انسانی مورد نیاز، هزینه های تامین سوخت و نگهداری و سایر موارد طی ۱۵ سال آینده را محاسبه و جزئیات انجام را ارائه نموده است.

مددی (۱۳۸۴) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود با استفاده از مدل غربال منطقه ای و محلی به مکان یابی و مدیریت محیط زیستی محل دفن مواد زائد جامد شهر میانه پرداخت. در این مطالعه ابتدا نقشه های مورد نیاز برای بررسی عواملی طبیعی، اقتصادی و کاربری زمین تهیه شد و مناطق فاقد توان برای احداث محل دفن در روی نقشه حذف گردید. در مرحله بعدی نقشه ها با هم ترکیب شده، سپس مطالعات در مقیاس محلی انجام شد و بر اساس آن پنج مکان برای دفن مواد زائد جامد شهر میانه شناسایی و پیشنهاد شد. در مرحله آخر نیز برای مقایسه مناطق پیشنهادی، به هر یک از معیار های مورد نظر وزن و امتیاز داده شد. بر این اساس جداولی تهیه گردید که در هر کدام، معیار ها در پنج جایگاه وزن دهی و امتیاز بندی شدند و در نهایت مناطق مناسب برای احداث محل دفن معرفی گشتند.

سروری (۱۳۸۴) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود، جهت تعیین مناسبترین مکان جهت دفن زباله در شهرستان گنبد کاووس، فاکتور هایی نظیر توپوگرافی، کاربری اراضی، هیدرولوژی و ژئوهیدرولوژی، فاصله از جاده های 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 لایه های مورد نظر را تهیه نمود، سپس با در نظر گرفتن آنالیز سلسله مراتبی جداول نهایی مربوط به وزن دهی لایه را تهیه نمود و از طریق این جداول اقدام به همپوشانی لایه های مکانی کرد که در نهایت سناریو های مورد نظر جهت انتخاب مکان دفن مناسب حاصل گردید و سه منطقه از میان مناطق دیگر برای محل دفن انتخاب گشت.

ارباب (۱۳۸۴) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود، محل های دفن پسماند های شهری هر یک از شهر های استان تهران را از نظر ویژگی هایی نظیر میزان پسماند سالانه، عمق آب زیر زمینی، وسعت، شیب، جنس خاک، پوشش گیاهی و عوامل دیگر و همچنین مسایل و مشکلات محل های دفن را مورد بررسی قرار داده است. در این پژوهش از روش اولکنو<sup>۱</sup> به منظور ارزشیابی محل های دفن استفاده شده است که در نهایت نتیجه این ارزشیابی نشان می دهد که ۷۴ درصد از محل های دفن در وضعیت خوب، ۱۵ درصد در وضعیت قابل قبول و

۱۱ درصد از آنها در وضعیت غیر قابل قبول هستند. در انتها برای بهسازی و یا تغییر محل ۲۶ درصد از محل های دفن پسماند شهری راهکار های زیست محیطی ارائه شده است.

غلامعلی فرد و ماهینی (۱۳۸۵ و ۲۰۰۷) در پژوهشی به بررسی مدل مکانی - زمانی ارزیابی عرضه و تقاضای زمین برای محل های دفن مواد زائد جامد با استفاده از مدل سازی دینامیک شهری در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی برای شهر گرگان پرداخته اند. در این مطالعه به روندیابی توسعه شهر در سال های مختلف با استفاده از مدل SLEUTH پرداختند و با استفاده از ۶ معیار مکان یابی (فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از جاده ها، فاصله از آبراهه ها، شیب زمین، جهت باد، سطح آبهای زیر زمینی) محل دفن مواد زائد جامد در مناطقی که برای توسعه شهری در دراز مدت مناسب نیستند به مکان یابی پرداختند. در این مطالعه مکان یابی با استفاده از منطق فازی و ارزیابی چند معیاره انجام شده است. محل های مناسب جهت دفن مواد زائد جامد مشخص شده و بر اساس میانگین امتیاز کسب شده، رتبه بندی شدند. کوهی (۱۳۸۵) در پژوهشی به مکان یابی محل دفن مواد زائد جامد شهر قرچک پرداخت. در این مطالعه با استفاده از معیار های مکان یابی سازمان حفاظت محیط زیست، دستور العمل سازمان برنامه ریزی و مدیریت کشور، ایالت بریتیش کلمبیای کانادا و سازمان حفاظت محیط زیست ایالت متحده آمریکا به مکان یابی پرداخته و در نهایت با تلفیق معیار ها از مراجع ذکر شده و تدوین مدلی برای منطقه قرچک به مکان یابی پرداخت و مکان های مناسب برای محل دفن مواد زائد جامد شهر قرچک را مشخص کرد.

معین الدینی (۱۳۸۶) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود از روش ارزیابی چند معیاره و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای مکان یابی محل دفن مواد زائد جامد شهر کرج استفاده نمود. در این راستا پنج دسته معیار اصلی مکان یابی شامل فاصله و حریم ها، ویژگی های فیزیکی سرزمین، قابلیت دید، کاربری اراضی و زیستگاه های حساس در ساختار سلسله مراتبی قرار گرفتند. این معیار ها با توابع فازی استاندارد و با استفاده از مقایسه زوجی وزن گذاری و در ادامه با استفاده از روش وزندهی افزودنی ساده، نقشه شایستگی تهیه شد. در نهایت از کل منطقه مورد مطالعه میزان  $6861/513$  هکتار در ۵ منطقه، معادل  $5/3$  درصد منطقه مورد مطالعه، برای استقرار محل دفن مناسب تشخیص داده شد.

سینر<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهشی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و آنالیز تصمیم گیری چند معیاره به انتخاب مکان های مناسب برای دفن مواد زائد جامد در نزدیکی آنکارا پرداختند. بدین منظور ۱۶ لایه نقشه ورودی شامل توپوگرافی مناطق مسکونی (مراکز شهرها و روستاها)، جاده ها (بزرگراهها و جاده های روستایی)، خطوط راه آهن، فرودگاه، تالاب ها، زیر ساختها (لوله ها و خطوط انتقال نیرو)، شیب، زمین شناسی، کاربری زمین، دشتهای سیلابی، آبخوانها و آبهای سطحی تهیه شدند و دو روش مختلف آنالیز تصمیم گیری چند معیاره (وزندهی افزودنی ساده و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی) در یک سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام شدند. مقایسه نقشه های تولید شده - به وسیله این دو روش نشان داد که هر دو روش نتایج قابل انطباقی داشتند. همچنین بررسی های میدانی تایید کرد که محل های انتخاب شده مطابق با معیار های مورد نظر بودند.

در مطالعه ای که توسط هروگ پروسک و جان ویکو<sup>۳</sup> (۲۰۰۵) انجام گرفته، عوامل زیست محیطی مؤثر در مکانیابی محل دفن بررسی شده است. در این تحقیق 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، چاههای آب، مناطقی که سطح آبهای زیرزمینی فصلی بالاست، مناطق کارستی، مناطق ماسه ای وزمینهای در معرض سیلاب می باشد.

کائو<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهشی کاربرد یک روش تصمیم گیری چند منظوره وزنی نامساوی را برای انتخاب محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد مورد بحث و بررسی قرار دادند. فاکتور هایی که بر گزینه های ممکن اثر می گذاشتند، عبارت بودند از: اندازه و ظرفیت محل دفن، نفوذ پذیری چینه، متوسط اختلاف ارتفاع بین سطح آب زیر زمینی و کف گودال محل دفن، کیفیت و منبع رس، کیفیت درجه مکان

محل دفن، اثر مهندسی و طراحی محل دفن بر مناطق مسکونی اطراف، فاصله تا منابع و ذخایر آب، هزینه ساخت و ساز و انتقال آب. وزن این فاکتور ها بر پایه تفاوت اهمیت و رابطه آنها بررسی شد. با ترکیب این روش با تجربه کاربردی که در منطقه (شهر جیانگسو) بدست آمده بود، معیارها، اهداف و وزن معیارها مشخص شدند و فرآیند و نتیجه مکانیابی به تفصیل توضیح داده شد. در این پژوهش نشان داده شد که روش مورد نظر، محاسبات آسان و قابلیت اجرای گسترده در مکانیابی محل دفن مواد زائد جامد دارد و روشی مفید، مستدل و علمی برای انتخاب محل دفن مواد زائد جامد می باشد.

سوماتی<sup>۵</sup> (۲۰۰۷) در پژوهشی با استفاده از آنالیز تصمیم گیری چند معیاره و آنالیز همپوشانی به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی به انتخاب یک محل دفن مواد زائد جامد جدید پرداخت. سیستم پیشنهادی در این پژوهش می تواند با اطلاعات جدید در مورد مکانیابی محل دفن مواد زائد جامد تطبیق داده شده و به روز رسانی شود. فاکتور های مختلفی در فرآیند مکانیابی مورد توجه قرار گرفتند که عبارتند از: زمین شناسی، منابع آب، کاربری زمین، مناطق حساس، کیفیت هوا و کیفیت آب زیر زمینی. وزنهایی که برای هر معیار تعیین شد بر اساس اهمیت نسبی آنها و دسته بندی آنها بر طبق میزان اثرات بود. نتایج حاصل از استفاده این سیستم در مکانهای مختلف موثر بودن آن را در فرآیند مکانیابی نشان داد.

چانگ<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی به انتخاب محل دفن مواد زائد جامد در شهر هارلینگن<sup>۷</sup> واقع در جنوب تگزاس پرداختند. در این پژوهش با استفاده از سیستم تصمیم گیری مکانی، ارزیابی چند معیاره، منطق فازی، مکان های مناسب طی دو مرحله انتخاب و اولویت بندی گردیدند. در مرحله اول، مناطقی که برای محل دفن مناسب نبودند با استفاده از معیار های کاربری اراضی، فاصله از رودخانه ها، تالاب ها، فاصله از جاده ها، جمعیت منطقه، پارک های حیات وحش، فاصله از فرودگاه، نوع خاک و آب زیر زمینی حذف گردیدند. در مرحله دوم با استفاده از منطق فازی شایستگی مکان های مناسب با اثرات اکولوژیکی و محیط زیست، موضوع انتقال زباله و نارضایتی مردم مورد ارزیابی قرار گرفتند و مکان مناسب برای محل دفن انتخاب شد.

یانگ<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهشی به بررسی سه مورد: (۱) آنالیز شیرابه و انتشار گاز از محلهای دفن زباله های خانگی در استان جیانگسو در چین (۲) بررسی ویژگی های زیست محیطی در نزدیکی محلهای دفن مواد زائد جامد (۳) ارزشیابی اینکه موقعیت محلهای دفن و کیفیت شیرابه آنها منطبق با مقررات ملی می باشد یا خیر، در مورد پنج محل دفن مواد زائد جامد که بطور تصادفی در استان جیانگسو انتخاب شدند با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و فناوری سنجش از دور پرداختند. شیرابه محلهای دفن محتوی فلزات سنگین بود و میزان مواد آلی در غلظتهای خطرناکی برای سلامت انسان قرار داشت. میزان غلظت متان اندازه گیری شده در سطوح محلهای دفن پایین بود. آنالیز مکانی موقعیت محلهای دفن با توجه به فاصله آنها از منابع آب، زیر ساختهای حساس و شرایط زیست محیطی بر طبق مقررات موجود برای چهار محل از پنج محل دفن نامناسب ارزیابی شد. در نهایت نتایج بدست آمده ضرورت ارزشیابی جدی موقعیت مکانی محلهای دفن مواد زائد جامد با توجه به معیار های زیست محیطی و بهداشت عمومی را نمایان ساخت.

#### معرفی محدوده مورد مطالعه:

در این تحقیق منطقه مورد مطالعه، شهر تبریز از استان آذربایجان شرقی است. که وسعت آن حدود ۱۳۱ کیلومتر مربع در موقعیت جغرافیایی ۱۱° ۶' و ۲۳° ۶' طول شرقی ۳۸° ۱' و ۳۸° ۹' عرض شمالی با ارتفاع متوسط ۱۴۳۰ متر از سطح دریا قرار دارد. طبق سرشماری سال ۱۳۸۵، شهر تبریز دارای ۴۸۳۷۸۴ خانوار و در حدود ۱/۵ میلیون نفر جمعیت است که روزانه حدود ۱۲۰۰ تن زباله شهری تولید می کند. در این تحقیق محدوده مطالعاتی برای انتخاب مکان دفع زباله از حریم شهر تبریز به شعاع ۳۰ کیلومتر در نظر گرفته شده است.

#### موقعیت جغرافیایی استان آذربایجان شرقی

- 5- Sumathi
- 6-chang
- 7- Harlingen
- 8- yang

استان آذربایجان شرقی محدوده‌ای با وسعت ۴۵۱۹۰/۸۸ کیلومتر مربع است که در سمت شمال غربی ایران قرار گرفته است. رود ارس، حدود شمالی آن را با جمهوری‌های آذربایجان، نخجوان و ارمنستان و آبهای دریاچه ارومیه حدود غربی آن را با استان آذربایجان غربی تشکیل می‌دهد. در قسمت شرق، رودخانه دره رود، کوههای سبلان و چهل نور، آن را با استان اردبیل همجوار می‌سازد. از طرف جنوب، رودخانه‌های شهر چای و زنجان چای، تنها محور طبیعی ارتباط بین این استان و استان زنجان می‌باشد.

محدوده مورد مطالعه در این تحقیق شهر تبریز می باشد که با جمعیتی بالغ بر ۱۵۷۹۳۱۲ نفر و مساحتی در حدود ۱۳۱ کیلومتر مربع در استان آذربایجان شرقی واقع گردیده است. دشت تبریز وسیعترین دشت آذربایجان شرقی محسوب می شود که حدود ۴۷۰ هزار هکتار وسعت داشته و در بین کوههای میشو و مورو (در شمال) و دامنه های کوههای سهند (در جنوب) و سواحل دریاچه ارومیه (در غرب) جای دارد. این دشت در ارتفاع تقریبی ۱۴۳۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است. با وجود تنوع اقلیمی در استان، ویژگیهای حرارتی "سرد بودن" (در اثر ارتفاع، جریانات هوایی سرد و عرض جغرافیایی) ویژگی مشترک تمامی گونه های اقلیمی استان می باشد. میزان نزولات جوی در استان بطور متوسط ۲۵۰ الی ۶۰۰ میلی متر در نوسان است، زمستان و بهار فصول بارندگی منطقه محسوب می شوند. بیشترین شدت بارندگی در بهار مشاهده می شود. فصل پاییز از نظر میزان بارندگی پس از بهار و زمستان در مرتبه سوم قرار دارد (سازمان مدیریت و برنامه ریزی، آمارنامه استان آذربایجان شرقی، ۱۳۸۵).



شکل (۱-۱): محدوده مورد مطالعه

## مواد و روش

### الف- مواد

مواد و داده های لازم جهت انجام این تحقیق به شرح زیر می باشد:

- ۱- نقشه های توپوگرافی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ شهر تبریز (سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح)
- ۲- نقشه های زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی)
- ۳- نقشه های زیرزمینی و فاصله از چاهها (سازمان آب و فاضلاب استان آذربایجان شرقی)
- ۴- داده های ماهواره ای SPOT (۲۰۰۵)

علاوه بر نقشه های مبنایی فوق، نقشه طبقه بندی شیب، جهت شیب و ارتفاع از سطح دریا، گسل ها، نقشه های فاصله از راههای اصلی، خطوط انتقال نیرو و آبهای سطحی، با استفاده از نقشه های توپوگرافی موجود تهیه شده است. نقشه کاربری اراضی نیز با استفاده از تصویر ماهواره ای اسپات ۲۰۰۵ تهیه شد.

ب- نرم افزار های مورد استفاده

- نرم افزار Autodesk Map 2004 برای انجام عملیات رقومی سازی و ویرایش نمودن نقشه ها مورد استفاده قرار گرفت.

- نرم افزار Envi 4. 3 برای انجام عملیات پردازش تصویر و تهیه نقشه کاربری اراضی به کار گرفته شد.

- نرم افزار Idrisi 15 برای انجام عملیات نرمال سازی نقشه ها استفاده شد.

- نرم افزار Expert choise جهت وزن دهی به معیارها با استفاده از روش AHP و انجام ارزیابی چند معیاری مکانی

- نرم افزار ArcGIS برای ایجاد و تکمیل پایگاه داده لایه ها، ژئورفرنس کردن نقشه ها، تعیین سیستم مختصات و سیستم تصویر. استفاده از توابع Spatial Analsis برای انجام تحلیل ارزیابی چند معیاره و با توجه به قابلیت های بالای این نرم افزار در ویرایش، پرسش و تحلیل، لایه های اطلاعاتی در آن ایجاد، خلاصه سازی و مورد پرسش قرار گرفتند

ج) روش تجزیه و تحلیل

با توجه به اینکه هدف تحقیق حاضر انتخاب بهترین مکان ممکن جهت دفن مواد زائد جامد می باشد و نیاز به ارزیابی مجموعه ای از گزینه ها بر اساس معیارهای مختلف دارد. جهت رسیدن به این هدف و تعیین اولویتهایی با رعایت معیارهای ارزیابی توسط تصمیم گیران از روش MADM یا تصمیم گیری چند هدفه استفاده شده است. روشی که در این تحقیق جهت رسیدن به تصمیم گیری چند معیاره مکانی استفاده شده، روش WLC یا ترکیب خطی وزن دار می باشد که با استاندارد سازی معیارها به روش فازی و وزن دهی پارامترها با روش مقایسه دو به دویی و تلفیق کلیه نقشه های استاندارد شده در وزن آنها با روش WLC انجام گرفته، که مراحل کار در این فصل ذکر شده است ولی قبل از پرداختن به چگونگی مراحل، نیاز به اطلاعاتی در زمینه محل پیش بینی شده با توجه رشد جمعیت شهر تبریز و حجم تولید سالانه پسماند می باشد.

### ۳-۱- مساحت زمین مورد نیاز جهت دفن

جهت محاسبه مساحت زمین مورد نیاز برای دفن می بایستی به عواملی از جمله: نرخ تولید پسماند، جمعیت، دانسیته مواد فشرده در محل دفن توجه نمود. در این مسیر بایستی میزان رشد جمعیت و تولید سالانه پسماند و همچنین ارتفاع و شکل محل دفن مورد نیاز، مورد بررسی قرار گیرند (مددی، ۱۳۸۴).

✓ **میزان رشد جمعیت:**

با توجه به اینکه موازی با رشد جمعیت میزان پسماند تولیدی نیز افزایش می یابد، می توان نرخ رشد جمعیت را همان نرخ رشد تولید پسماند در نظر گرفت، با توجه به جمعیت شهر تبریز در سال ۱۳۷۵ که برابر ۱۱۹۱۰۴۳ نفر و سال ۱۳۸۵ که ۱۳۹۸۰۶۰ نفر بوده است، می توان به طریق زیر میزان رشد جمعیت را مشخص نمود (مرکز آمار ایران، ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵).

$$P_{85} = P_{75} (1 + r)^{10}$$

که در این فرمول  $P_{75}$  جمعیت در سال ۱۳۷۵ و  $P_{85}$  جمعیت در سال ۱۳۸۵ و  $r$  میزان رشد جمعیت است که برابر ۱/۶ درصد می باشد.

### ✓ حجم تولید سالانه پسماند:

با توجه به تولید روزانه پسماند در شهر تبریز که ۱۲۰۰ تن می‌باشد. می‌توان حجم تولید سالانه پسماند را به روش زیر حساب کرد: (دانشیته پسماند ۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب) (عمرانی، ۱۳۸۳).

میزان تولید زباله (تن در روز) = ۳۶۵ = تولید پسماند سالانه (Q) بر حسب تن در سال.

دانشیته / تن در سال = حجم سالانه پسماند (V) بر حسب متر مکعب در سال.

$$\text{تولید سالانه پسماند} = 438000$$

$$\text{حجم سالانه پسماند} = 876000$$

با توجه به اینکه میزان رشد تولید پسماند معادل رشد جمعیت در نظر گرفته می‌شود و با احتساب دوره طراحی ۲۰ ساله برای محل دفن، حجم پسماند تولیدی در یک دوره ۲۰ ساله به طریق زیر قابل محاسبه است:

$$weight_{20} = q \cdot \tan / \text{year} \times \frac{(1+r)^{20} - 1}{r}$$

$$V_{20} = \frac{weight_{20}}{0.5}$$

$$\text{تن در ۲۰ سال} = 11044282$$

$$\text{حجم زباله تولیدی در ۲۰ سال} = 22088565 (M^3)$$

### ✓ ارتفاع و شکل محل دفن:

اگر یک شکل سه بعدی متشکل از دو هرم ناقص به هم چسبیده (به طور معکوس) در قائده مربع شکل آنها برای محل دفن در نظر گرفته شود، که دارای ضلع S در سطح زمین، ارتفاع  $H_g$  زیر سطح زمین و ارتفاع  $H_u$  بالای سطح زمین،  $(H_g = H_u / 2, H_U = H_a + H_g)$  باشد، با توجه به حجم مورد نیاز برای ۲۰ سال می‌توان به کمک فرمول زیر، طول S و همچنین مساحت مورد نیاز محل دفن را در سطح زمین  $S^2$  محاسبه نمود (مددی، ۱۳۸۴).

$$V = 1.5H_U [S^2 + 8.11H_U (H_u - 0.535S)]$$

حال با توجه به فرمول فوق و توجه به اینکه می‌بایستی ۲۰٪ ظرفیت کل محل به خاک پوششی اختصاص یابد، خواهیم داشت:

$$V = V_{20} \times \frac{1}{2}$$

در این معادله، V حجم مورد نیاز محل دفن مواد زائد جامد را نشان می‌دهد.

حال اگر ارتفاع محل دفن را به طور متوسط ۱۰ متر در نظر بگیریم؛ می‌توان طول ضلع در سطح زمین (S) را به شکل زیر محاسبه و با جاگذاری طول ضلع در سطح زمین (S) در معادله بالا، میزان زمین لازم ( $S^2$ ) در افق ۲۰ ساله را محاسبه نمود.

$$S^2 = \frac{V}{H}$$

$$H_U = 10$$

$$V_{20} = 20375000$$

$$S^2 = 130 \text{ هکتار}$$

یعنی حداقل مساحت مورد نیاز برای محل دفن در یک دوره ۲۰ ساله در شهر تبریز ۱۳۰ هکتار است.

پس از استخراج لایه‌های اطلاعاتی مختلف، این نقشه‌ها را به صورت لایه‌های قابل استفاده در محیط‌های مختلف GIS در آورده و در نرم افزار مناسب جهت عملیات مکانیابی اقدام می‌کنیم.

هدف آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره انتخاب بهترین یا ارجح‌ترین گزینه، منظم نمودن گزینه‌هایی که به نظر خوب می‌رسند و یا مرتب نمودن گزینه‌ها به صورت درجه نزولی ارجحیت می‌باشد. قواعد تصمیم‌گیری متعددی در این زمینه وجود دارند که شناخته شده‌ترین آنها عبارتند از: روش وزن دهی افزودنی ساده، روش‌های تابع مقدار/ سودمندی، فرایند سلسله مراتب تحلیلی، روش‌های نقطه ایده آل و روش‌های مطابقت. این روشها در موقعیتهای تصمیم‌گیری قطعی، احتمالی و فازی، همچنین تصمیم‌گیری گروهی و انفرادی قابل بررسی می‌باشد (پرهیزگار، غفاری، ۱۳۸۵) (۱۳). در پژوهش حاضر برای تلفیق لایه‌ها و تصمیم‌گیری چند معیاره از روش ترکیب خطی وزن دار استفاده شد. این روشها بر اساس مفهوم میانگین وزنی می‌باشند. تصمیم‌گیر به طور مستقیم وزنهای اهمیت نسبی را به هر صفت تخصیص می‌دهد، سپس یک امتیاز کلی برای هر گزینه از طریق ضرب نمودن وزن اهمیت تخصیص یافته برای هر صفت در مقدار مقیاس بندی شده که برای گزینه در آن صفت معلوم می‌باشد، و با جمع نمودن، نتایج حاصل ایجاد می‌شود. وقتی امتیازات کلی برای کلیه گزینه‌ها محاسبه شدند، گزینه دارای بیشترین امتیاز کلی انتخاب می‌شود. برای هر گزینه خواهیم داشت:

$$A_i = \sum W_j X_{ij}$$

که در آن  $X_{ij}$  امتیاز گزینه  $j$  ام با رعایت صفت  $j$  ام و وزن  $W_j$  یک وزن نرمال شده می‌باشد ( $\sum W_j = 1$ ) و اهمیت نسبی صفات را نشان می‌دهند. ارجح‌ترین گزینه بوسیله تعیین بیشترین مقدار  $A_i$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) انتخاب می‌شود (Eastman, 1997) (۱۴).

روش ترکیب خطی وزن دار (WLC) بر مبنای GIS مشتمل بر مراحل زیر است:

- ۱- تعریف مجموعه معیارهای ارزیابی (لایه‌های اطلاعاتی) و گزینه‌ها.
  - ۲- استاندارد نمودن<sup>۹</sup> هر لایه نقشه معیار.
  - ۳- تعریف وزنهای مربوط به هر معیار: بدین معنی که یک وزن "اهمیت نسبی" به هر نقشه معیار مستقیماً تخصیص داده شود.
  - ۴- ساختن لایه‌های نقشه استاندارد شده دارای وزن، بدین معنی که لایه‌های نقشه استاندارد شده را در وزنهای مربوطه ضرب نماییم.
  - ۵- دادن امتیاز نهایی به هر گزینه به کمک عملیات رویهم گذاری "جمع" برای لایه‌های وزن دار نقشه‌ای که استاندارد گشته است.
  - ۶- مرتب کردن گزینه‌ها بر اساس امتیاز ارجحیت کلی، گزینه دارای بیشترین امتیاز (رتبه)، بهترین گزینه می‌باشد.
- روش ترکیب خطی وزن دار (WLC) می‌تواند با استفاده از GIS و قابلیت‌های همپوشانی این سیستم اجرا شود. فنون همپوشانی در GIS اجازه می‌دهد که برای تولید یک نقشه‌ای ترکیبی (نقشه برون داد) لایه‌های نقشه‌ای معیار (یعنی نقشه‌های درون داد) با هم ترکیب و تلفیق شوند. استفاده از این روش در هر دو نوع قالب رستری و برداری GIS عملی است (براف ۱۹۹۰، هی وود و دیگران ۱۹۹۵) (۱۵).

### معیارهای ارزیابی و استاندارد سازی معیارها به روش فازی

در ارزیابی چند معیاری برای دستیابی به یک هدف معین، باید سنج‌ها یا شاخص‌هایی را تعریف و معین کرد که بر مبنای آنها بتوان به آن هدف معین دست یافت. این سنج‌ها یا شاخص را معیار (خصیصه) ارزیابی می‌نامند. در بررسی حاضر معیارهای ارزیابی توان اکولوژیکی برای توسعه شهری (معیارهای طبیعی و انسانی به تعداد ۱۲ لایه) شامل شیب زمین، ارتفاع، جهت شیب، جنس زمین، منابع آب، کاربری



اراضی، قابلیت اراضی، فاصله از گسل، فاصله از راههای اصلی، فاصله از فرودگاه، فاصله از خطوط انتقال نیرو هستند. معیارهای مذکور پس از رقومی شدن و ورود به سیستم اطلاعات جغرافیایی با استفاده از کارکردهای بنیادین GIS به نقشه های معیار تبدیل شده اند. چون هر نقشه معیار یا هر خصیصه دارای محدوده و مقیاس های اندازه گیری متفاوتی است، برای تحلیل و ارزیابی چند معیاری باید مقیاس اندازه گیری آنها را همخوان و متناسب با هم کرد. برای همسان سازی مقیاس های اندازه گیری و تبدیل آنها به واحدهای قابل مقایسه از فرایند استاندارد سازی معیارها استفاده می شود. در GIS برای ساخت نقشه های معیار قابل مقایسه و استاندارد شده چند رویکرد اصلی شامل روش های قطعی، احتمالاتی و فازی وجود دارد که در این بررسی برای استاندارد سازی داده ها از روش فازی استفاده شده است. استاندارد سازی داده ها، کلیه مقادیر و ارزش های لایه های نقشه ای را به دامنه یکسانی مثلاً بین صفر تا یک یا صفر تا ۲۵۵ تبدیل می کند. فرایند استاندارد سازی در روش فازی از طریق باز قالب بندی مقادیر و ارزش ها به شکل یک مجموعه عضویت عملی می گردد. در این حالت بیشترین ارزش یعنی مقدار یک به حداکثر عضویت و کمترین ارزش یعنی عدد صفر به حداقل عضویت در مجموعه تعلق می گیرد (سویی، ۱۹۹۹) (۱۶). در روش استاندارد سازی فازی، برای باز قالب بندی مقادیر معمولاً از توابع مختلفی چون توابع S شکل، J شکل و خطی استفاده می شود. در پژوهش حاضر نقشه های معیار با استفاده از این توابع در محیط نرم افزار ایدرسی استاندارد شده و ارزش های آنها به واحدهای قابل مقایسه ای از صفر تا یک تبدیل شده است (یعنی مجدداً بعد از استاندارد سازی reclass صورت گرفت).

#### روش وزن دهی

پس از آن که معیارهای ارزیابی به مقیاس های قابل مقایسه و استاندارد تبدیل شدند باید وزن و اهمیت نسبی هر یک از آنها در رابطه با هدف مورد نظر را تعیین کرد. در این پژوهش از روش فرایند سلسله مراتبی تحلیلی (AHP) ساتی برای تعیین وزن نسبی هر معیار ویژه استفاده شده است (ساتی، ۱۹۸۰) (۱۷). این روش ابزاری قدرتمند و انعطاف پذیر برای بررسی کمی و کیفی مسایل چند معیاری می باشد که خصوصیت اصلی آن بر اساس مقایسات دو به دو لایه ها می باشد (Ngai, 2005) (۱۸). روش مذکور شامل سه مرحله اصلی به قرار زیر می باشد:

#### ۱- تعریف و سازماندهی معیارها در یک سلسله مراتب (تشکیل ماتریس معیارها)

در این پژوهش یک سری مقایسه دو به دویی از اهمیت نسبی معیارها برای ارزیابی مورد نظر به عمل می آید. این مقایسه های دو به دویی سپس برای ایجاد یکسری وزن ها (که جمع جبری آنها برابر یک است)، تحلیل می شوند (غفاری، ۱۳۸۲) (۱۹). معیارها و وزن های نسبی بدست آمده برای هر یک از معیارها، داده های ورودی اصلی برای تحلیل ارزیابی چند معیاری در محیط GIS می باشند. برای تعیین درجه دقت و صحت وزن دهی از شاخص سازگاری (C.I) استفاده می شود که بر مبنای رویکرد بردار ویژه تئوری گراف محاسبه می گردد (ساتی، ۱۹۸۰). چنانچه شاخص سازگاری معادل ۰/۱ یا کمتر از آن باشد وزن دهی صحیح بوده، در غیر این صورت وزن های نسبی داده شده به معیارها بایستی تغییر یابند و وزن دهی مجدداً باید انجام شود. جدول شماره (۱-۲) حد آستانه و نوع تابع فازی مورد استفاده جهت استاندارد سازی نقشه ها را در متد منطق فازی مورد استفاده در این تحقیق نشان می دهد.

جدول شماره (۱-۲): حد آستانه و نوع تابع فازی جهت استاندارد سازی نقشه های معیار در منطق فازی

نام تابع فازی	نوع تابع فازی	حد آستانه		لایه نقشه
		a یا C, b	d	
Sigmoidial	کاهشی	۱۵	۳۰	شیب (%)
J-Shape	کاهشی	۷	۱۱	فاصله از شهر تبریز (km)
Sigmoidial	افزایشی	۶۱	۶۰۰	فاصله از آبهای سطحی (m)
Sigmoidial	کاهشی	۱	۳	فاصله از جاده ها (km)
J-Shape	افزایشی	۳	۸	فاصله از فرودگاه (km)
J-Shape	افزایشی	۱۰۰	۸۰۰۰	فاصله از مناطق حفاظت شده (m)
J-Shape	افزایشی	۳۰۰	۱۰۰۰	فاصله از چاههای آب (m)
Sigmoidial	افزایشی	۱۵	۶۰	عمق آبهای زیرزمینی (m)
Sigmoidial	افزایشی	۱۰۰	۱۰۰۰	فاصله از خطوط انتقال نیرو (m)
Sigmoidial	افزایشی	۶۱	۱۰۰	فاصله از گسل (m)
Sigmoidial	افزایشی	۸۰	۲۰۰	فاصله از معدن (m)
Sigmoidial	افزایشی	۱۵۰	۳۰۰	فاصله از مراکز جمعیتی (m)
Sigmoidial	افزایشی	۱	۵	کاربری اراضی
Sigmoidial	افزایشی	۱	۵	زمین شناسی
Sigmoidial	افزایشی	۱	۵	فرسایش

\*زمین های نامرغوب رتبه یک- مناطق مسکونی و سایر مناطق رتبه صفر- مراتع رتبه بین صفر و یک.

\* آبرفت های جوان و مخروط افکنه ها رتبه یک- آبرفت های سست و ماسه سنگ آهکی رتبه صفر- کنگلومرا، مارن رتبه بین صفر و یک.

\* فرسایش پذیری مناسب رتبه یک و نامناسب رتبه صفر و متوسط رتبه بین صفر و یک

#### یافته های تحقیق:

با توجه به روش فوق، وزن دهی برای هر یک از معیارها انجام شده و نتایج آن در جدول شماره (۱-۳) درج شده است؛ شاخص سازگاری بدست آمده برای وزن دهی به معیارها نیز معادل ۰/۰۱ می باشد. پس از تعیین وزن هر معیار، ارزیابی چند معیاری در محیط GIS با استفاده از عملیات همپوشانی و تابع اجتماع انجام شده و نقشه نهایی (سنتر) توان زمین برای توسعه کالبدی شهری بدست آمده است (شکل شماره ۱-۳).

جدول شماره (۱-۳): وزن دهی به معیارها با استفاده از روش مقایسه دوتایی برای دفن زباله

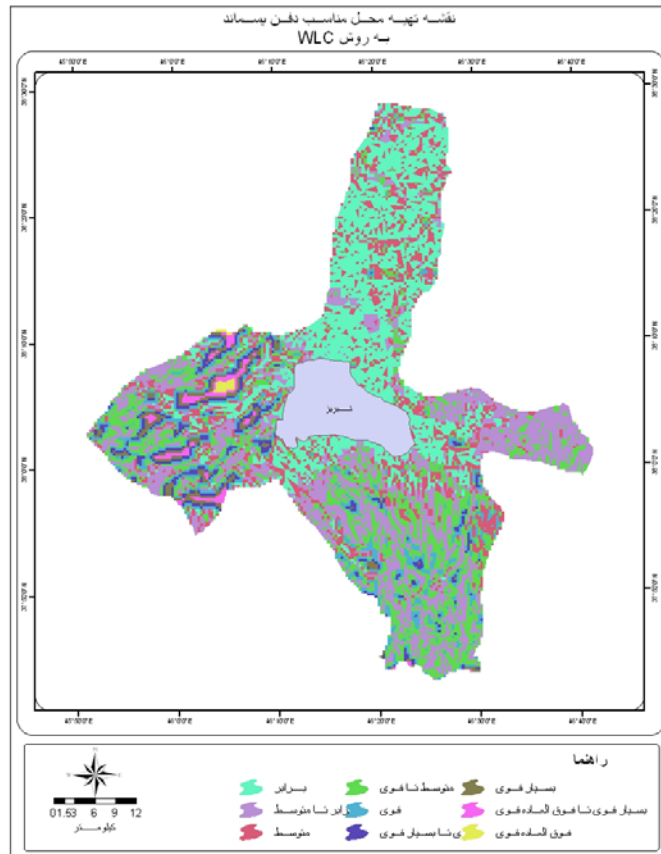
وزن کل	فرسایش	ف. گسل	ظنک شده	ف.م.حفا	ف. چاه	ف. آ.زیرزم	لینتوژی	شیب	کاربری	سطحی	ف. آبهای
۰/۲۱۰۳										۱	ف. آبهای سطحی
۰/۱۴۸۷									۱	۱/۳	کاربری
۰/۱۴۶۳								۱	۱/۲	۱/۳	شیب
۰/۱۳۳۱							۱	۱/۳	۱/۳	۱/۵	لینتوژی
۰/۱۳۱۱						۱	۱	۱/۳	۱/۳	۱/۵	ف. آ.زیرزمینی
۰/۱۱۳۵					۱	۱/۲	۱/۲	۱/۳	۱/۳	۱/۵	ف. چاه
۰/۰۷۳۵			۱		۱	۱/۲	۱/۲	۱/۳	۱/۳	۱/۵	ف.م.حفاظت شده
۰/۰۲۶۲		۱		۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۵	۱/۵	۱/۷	ف. گسل
۰/۰۱۷۳	۱	۱/۲		۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۷	۱/۷	۱/۹	فرسایش

جدول (۱-۴) وزن دهی به معیارهای اقتصادی با استفاده از روش مقایسه دوتایی

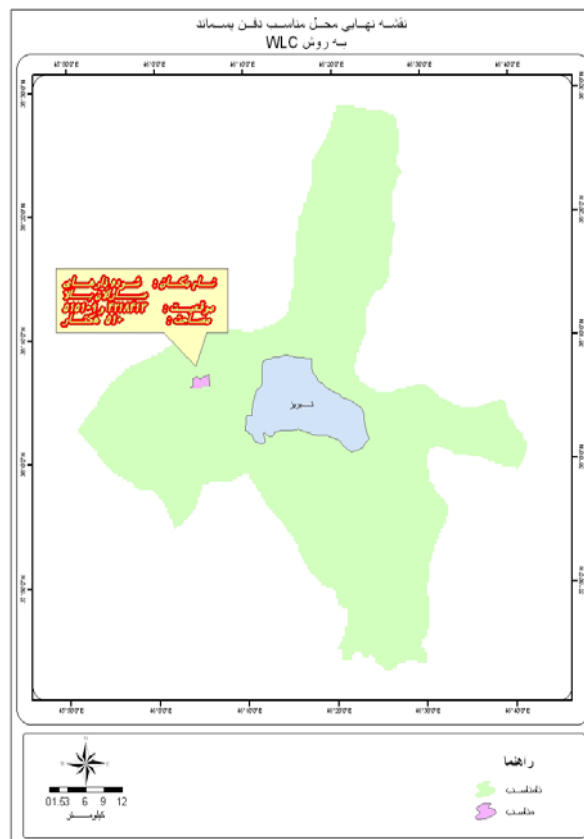
وزن کل	معدن	ف.خ.انتقال نیرو	ف.جاده ها
۰,۵۴۲۵			۱
۰,۳۰۰۲		۱	۱/۳
۰,۱۵۷۳	۱	۱/۲	۱/۵

جدول (۳-۵) وزن دهی به معیارهای اجتماعی با استفاده از روش مقایسه دوتایی

وزن کل	ف.مراکز جمعیتی	ف.شهر تبریز	ف.فرودگاه
۰,۴۵۴۶			۱
۰,۲۷۲۷		۱	۱/۲
۰,۲۷۲۷	۱	۱/۲	۱/۲



شکل شماره (۳-۱): نقشه نهایی توان اکولوژیکی حاشیه شهر تبریز جهت دفن زبانه شهری



شکل (۳-۱۶) نقشه نهایی مناطق مکانیابی شده دفن زبانه به روش WL

نام مکان	شوره زارهای سارلان بالا	فاصله از نزدیکترین روستا	۳
موقعیت X	۵۹۵۱۰۹	عمق ایستابی آب	۳۱
موقعیت Y	۴۲۱۸۴۱۳	فاصله از رودخانه اصلی	۱۰
مساحت	۲۰۱	فاصله از معدن	۵
ارتفاع	۱۳۲۰	فاصله از گسل	۱۳
شیب	۵	نوع زمین شناسی	ذغالبر تراسی
فاصله از جاده	۳	نوع کاربری	اراضی بایرو با تراکم کم پوشش گیاهی
از حریم شهر	۱۰	شدت فرسایش	زیاد (۷)
فاصله از مرکز شهر	۲۵	رودخانه مرقتی	در محدوده موجود می باشد

نتیجه گیری:

پس از انجام کلیه تحلیلها و استخراج نقشه نهایی مکانیابی دفن زباله به روشهای تحلیل چند معیاره WLC و AHP و مقایسه آمار و ارقام نقشه های مربوط به هر روش چنین نتیجه گیری می شود که:

اگر چه روش AHP کاملا روان و به راحتی قابل انجام است، لیکن بخاطر عدم وجود توابع فازی نقشه ها و توابع ارزیابی چند معیاره WLC، عملیات تحلیل مکانیابی چند معیاری با دقت پایین انجام می گیرد و عملا نمی تواند انتظارات ما را در این رابطه برآورد نماید. مقایسه شکل های (۳-۱۵) و (۳-۱۷) بخوبی این مطلب را نشان می دهد. اما عملیات مکانیابی چند معیاره مکانی SMCE با استفاده از الگوریتم WLC در محیط نرم افزار IDRISI به دلیل وجود توابع فازی مختلف و برخورداری از امکان انجام عملیات وزن دهی به روش AHP، با دقت مطلوبی انجام می شود و نقشه خروجی با بررسی های میدانی مطابقت بیشتری دارد.

نکته حائز اهمیت در روش AHP و WLC گزینش صحیح وزنها و استفاده بهینه از اطلاعات می باشد، بطوریکه عدم لحاظ نمودن وزنهای مناسب در تصمیم گیری علی رغم استفاده از لایه های اطلاعاتی متعدد، نتایج نامناسبی را به بار خواهد داد.

به طور کلی آنچه که می توان از این تحقیق استنتاج نمود این است که سیستم های اطلاعات جغرافیایی با توانایی در کاربرد توابع مختلف و امکان تغییر و دستکاری داده ها و توانایی وسیع در ترکیب لایه های اطلاعاتی مختلف و همچنین امکان استفاده از تصاویر ماهواره ای و نتایج حاصل از تفسیر این تصاویر، ابزار منحصر به فردی در مکان یابی بوده و بدون استفاده از GIS، شاید امکان انجام مطالعات مکانیابی در مقیاس گسترده و با سرعت و دقت مناسب بسیار مشکل و هزینه بر می باشد.

یکی از نتایج حاصل از استفاده از به کارگیری GIS آن است که می توان با کنار نهادن زمینهایی که جهت دفن پس ماند مناسب نمی باشد، مطالعات جزئی تر و کم هزینه تر را روی مناطق باقیمانده انجام داد. بدین ترتیب GIS با استفاده از قابلیت های متنوع خود، ما را در کاهش هزینه ها و رسیدن سریعتر به هدف مورد نظر رهنمون خواهد ساخت .

با توجه به طیف وسیع کلاس بندی، که در روشهای WLC و AHP استفاده میگردد قدرت تصمیم گیری تصمیم گیران را بالاتر برده و می توان با نتایج حاصل شده در جهت کاهش هزینه ها اعم از هزینه های اقتصادی و زیست محیطی، اقدامات مناسبی را اعمال نمود. با بررسی روشهای WLC و AHP مشخص میگردد که با اعمال لایه های اطلاعاتی مختلف و به ترتیب اهمیت، می توان اقدام به مکانیابی برای هدف مورد نظر نمود.

#### ۲-۴- بررسی محلهای دفن حاصل از مکانیابی

نتایج مربوط به روشهای به کار گرفته شده در تصمیم گیری قطعه زمینی با مساحت در حدود ۲۰۰ هکتار را در حوالی منطقه "سهلان" و "خرابه های ساولان بالا" و شوره زار های آن منطقه را نشان می دهد. همان طور که پیش تر بیان شد مکان فعلی دفن پس ماند در شمالغرب فرودگاه تبریز، بالا تراز روستای "آناختون" به طرف روستای "اسپران" قرار دارد (که برای دوره ۱۰ ساله بین سالهای ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۴ پیش

بینی گردیده و هم اکنون در حال تکمیل ظرفیت است.) با یک بررسی ساده مشخص می گردد که مکان معرفی شده توسط این روشها هیچ گونه نزدیکی جغرافیایی با محل فعلی ندارد. علاوه بر این گسترش شهر و افزایش جمعیت، خود نیاز به یافتن مکان هایی با مساحت بالاتر را ایجاب میکند که در این نتیجه گیری بدون تاثیر نمی باشد. با بررسی میدانی که از منطقه صورت گرفت مکان تعیین شده را به دلیل فاصله مناسب از شهر، وسعت زیاد، دسترسی مناسب به راههای ارتباطی، محصور بودن توپوگرافیکی و نبود اراضی کشاورزی به عنوان بهترین مکان انتخاب می کنیم. این منطقه دارای اراضی بایر و همچنین آبی شور که کمتر قابل استفاده است می باشد. نقشه زیر محل دفن پسماند شهر تبریز را نشان می دهد که نمونه هایی از عکس های منطقه مورد مطالعه در پیوست ضمیمه شده است.

بر اساس مطالعات انجام شده و نتایج حاصله و با توجه به توپوگرافی و فیزیوگرافی ویژه منطقه مورد مطالعه مناسبترین محل ها، جهت دفن پس ماند در شمالغربی شهر تبریز واقع شده اند: جهت مکانیابی نهایی می بایست علاوه بر در نظر گرفتن سایر مناطق، توجه بیشتری به این مناطق لحاظ گردد. همچنین جهت مکان یابی نهایی منطقه مناسب جهت دفن پسماند، انجام سایر مطالعات و بررسیها در مناطق مکان یابی شده توسط GIS، (به دلیل آنکه در انجام تحقیق جاری امکان مطالعات جزئی و تخصصی میسر نبود ضروری می باشد) که در زیر آورده شده اند:

- اطمینان از قابل نفوذ نبودن محل دفن نسبت به شیرابه پسماند .
  - مطالعات اقتصادی و اجتماعی در منطقه مکانیابی شده از لحاظ بررسی ارزش زمین و نوع مالکیت در منطقه مطالعه شده، همچنین بررسی مقبولیت مردمی در اطراف منطقه مکان یابی شده و آگاهی رسانی به ساکنین اطراف منطقه مورد نظر .
- نکات پیشنهادی جهت اعمال در مطالعات آتی به شرح زیر می باشند
۱. در مرحله تهیه لایه های اطلاعاتی حتی الامکان از داده های رقومی که توسط سازمان نقشه برداری تهیه شده و تا حد ممکن به روز شده است استفاده گردد تا علاوه بر اطمینان از صحت هندسی و دقت داده های ورودی، از هزینه های اضافی و صرف زمان طولانی جهت تهیه لایه های اطلاعاتی جلوگیری شود
  ۲. به منظور اخذ تصمیم مناسبتر و یافتن مناسبترین مسیر جهت انتقال از محل تولید پسماند به محل دفن و لحاظ نمودن پارامتر های زیبایی شناختی، ترافیک مسیر، کوتاهترین مسیر و... از تحلیل شبکه (Network Analysis) استفاده گردد.
  ۳. می بایست در نواحی مکان یابی شده، نوع مالکیت و قیمت زمین مورد بررسی قرار گیرد تا با لحاظ آن در تصمیم گیری نهایی، نسبت به تملک محل مورد نظر اقدام گردد .
  ۴. ارائه ویژگیهای مکان منتخب به صورت قوانین ثابت در قالب یک مدل هوشمند .
  ۵. بررسی میدانی به عنوان یک مرحله اساسی در انجام پروژه گنجانده شود تا دقت کار به صورت چشمگیر افزایش یابد .
- نکته حائز اهمیت در روش AHP و WLC گزینش صحیح وزنها و استفاده بهینه از لایه های اطلاعاتی می باشد، به طوری که عدم لحاظ نمودن وزنها مناسب در تصمیم گیری علی رغم استفاده از لایه های اطلاعاتی متعدد، نتایج نامناسبی را به بار خواهد داد.
- به طور کلی آنچه که می توان از این تحقیق استنتاج نمود این است که سیستم های اطلاعات جغرافیایی با توانایی در کاربرد توابع مختلف و امکان تغییر و دستکاری داده ها و توانایی وسیع در ترکیب لایه های اطلاعاتی مختلف و همچنین امکان استفاده از تصاویر ماهواره ای و نتایج حاصل از تفسیر این تصاویر، ابزار منحصر به فردی در انجام عملیات ارزیابی بوده و بدون استفاده از GIS، شاید امکان انجام این مطالعات با سرعت و دقت مناسب غیر ممکن می بود. بدین ترتیب GIS با استفاده از قابلیت های متنوع خود ما را در کاهش هزینه ها و رسیدن سریعتر به هدف مورد نظر رهنمون خواهد ساخت. بر این اساس پیشنهادات زیر ارائه می گردد.
- ۱- از آنجایی که برای راه اندازی و اجرای هر سیستم GIS نیاز به داشتن لایه های اطلاعاتی لازم معتبر است . نیاز است که بانک اطلاعاتی کامل و دقیقی از این مناطق تهیه گردد و در اختیار کاربران قرار گیرد.

۲- با عنایت به اهمیت بالای ارجحیت لایه های اطلاعاتی در ارزیابی های چند معیاری و تعیین وزن این لایه ها، همچنین با توجه به اینکه برای هر منطقه به دلیل شرایط خاص زیست محیطی این معیارها و اهمیتشان قابل تغییر هستند، لازم است متخصصین امر ضمن تعیین این پارامترها برای هر منطقه نسبت به بومی سازی آنها برای پهنه های مختلف زیست محیطی اقدام نمایند.

در رابطه با تحلیل تناسب زمین برای توسعه کالبدی، علاوه بر روش ارزیابی چند معیاره (SMCE)، می توان از روش های تخصیص چند هدفی زمین و روش های متکی بر منطق بولین نیز یاری گرفت؛ ضمن آن که می توان تعداد معیار های ارزیابی را نیز متناسب با امکانات و محدودیت های پژوهش افزایش داد. این مجموعه روش شناسی ها، در سایر عرصه های علوم زمین نیز دارای کاربرد می باشند و می توان از آنها در زمینه برنامه ریزی روستایی، مکان یابی خدمات و تسهیلات و غیره نیز استفاده نمود.

### فهرست منابع فارسی:

- ۱- ارباب، پ، ۱۳۸۴، ارزیابی زیست محیطی محل های دفن پسماند های شهری استان تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده محیط زیست و انرژی.
- ۲- پرهیزگار، ا، غفاری گیلانده، ع، ۱۳۸۵، سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری، انتشارات سمت
- ۳- حیدرزاده، ن، ۱۳۸۰، مکان یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی برای شهر تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی.
- ۴- حیدرزاده، نیما، معیار های مکان یابی محل دفن مواد زائد جامد، سازمان شهرداریها.
- ۵- زبردست، ا، ۱۳۸۰، کاربرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه ریزی شهری و منطقه ای، هنرهای زیبا، شماره ۱۰
- ۶- سازمان حفاظت محیط زیست، دفتر بررسی آلودگی آب و خاک، ۱۳۸۰، دستور العمل مکانیابی محل دفن بهداشتی پسماند ها.
- ۷- سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۵، داده های هواشناسی.
- ۸- سازمان مدیریت و برنامه ریزی، آمارنامه استان آذربایجان شرقی، ۱۳۸۵
- ۹- سروری، ع، ۱۳۸۴، مکانیابی محل دفن زباله شهرستان گنبد کاووس با استفاده از فناوری سنجش از دور و GIS، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده محیط زیست و انرژی.
- ۱۰- شرکت آب منطقه ای تبریز، ۱۳۸۵، آمار مربوط به عمق چاه های مشاهده ای.
- ۱۱- شکرایی، ع، ۱۳۸۱، مطالعات زیست محیطی جهت انتخاب محل دفن مناسب برای دفن زباله های شهر ساری، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی.
- ۱۲- صفری، ع، ۱۳۸۳، مکانیابی محل دفن زباله و برآورد نیاز های ماشین آلات برای شهرداری شهر بیدستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده محیط زیست و انرژی.
- ۱۳- عبدلی، م، ع، ۱۳۷۹، مدیریت دفع و بازیافت مواد زائد جامد شهری در ایران، سازمان شهرداریهای کشور
- ۱۴- عبدلی، م، ع، ۱۳۷۹، معیارهای مکانیابی محل دفن مواد زائد جامد شهری (۲ جلد)، انتشارات سازمان شهرداریهای کشور
- ۱۵- عبدلی، م، ع، ۱۳۸۴، بازیافت مواد زائد جامد شهری، انتشارات دانشگاه تهران.

- ۱۶- عمرانی، ق، ۱۳۸۳، مواد زائد جامد، جلد اول، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی.
- ۱۷- فرهادی، ا، ۱۳۷۷، بررسی روشهای دفع زباله های خانگی و امکان بازیافت از آنها در شهر کرج، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی.
- ۱۸- فتحی، ش، ۱۳۷۹، مکانیابی و دفع بهداشتی ضایعات عفونی بیمارستانی شهر اراک، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده محیط زیست و انرژی.
- ۱۹- فرج زاده اصل، م، ۱۳۸۴، سیستم های اطلاعات جغرافیایی و کاربرد آن در برنامه ریزی توریسم، انتشارات سمت
- ۲۰- قدسی پور، ح، ۱۳۸۴، فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
- ۲۱- کوهی، س، ۱۳۸۵، مکانیابی محل دفن زباله شهر قرچک، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده محیط زیست.
- ۲۲- مددی، ص، ۱۳۸۴، مکانیابی و مدیریت زیست محیطی محل دفن زباله های جامد شهرستان میانه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین.
- ۲۳- مرکز آمار ایران، ۱۳۸۵، سرشماری عمومی نفوس و مسکن شهرستان تبریز.
- ۲۴- معین الدینی، م، ۱۳۸۶، مکانیابی محل های دفن مواد زائد جامد شهرستان کرج به روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی.
- ۲۵- منوری، م، ۱۳۸۱، الگوی ارزیابی اثرات زیست محیطی محلهای دفن زباله شهری، انتشارات سینه سرخ.
- ۲۶- منوری، م، ۱۳۸۵، درسامه مکانیابی و طراحی محل دفن زباله، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دانشکده محیط زیست و انرژی.
- ۲۷- نژاد کورکی، ف، ۱۳۷۸، مکانیابی مناسب دفن پسماند های شهر کرمان با استفاده از GIS، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی.
- ۲۸- نظم فر، ح، ۱۳۸۲، مکانیابی محل های مناسب جهت دفن پسماند با استفاده از GIS (مطالعه موردی شهر تبریز)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین.



- 29- Cao / L./ et all / 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.
- 30-Chang / N./ Parvathinathan / G. & Jeff B. Breeden/ 2007/ "Combining GIS with fuzzy multicriteria decision – making for landfill siting in a fast – growing urban region / Journal of Environmental Management.
- 31-Chen / W./Kao/ J. & Lin/ H. /1997/ "Network geographic information system for land fill siting " / Journal of waste management and Research.
- 32-Eastman, J.R, "IDRISI for windows users guide, version 3.2 ," Clark labs for cartographic technology and Geographic Analysis, Clark university, 1997.
- 33-Garner, B, Charnpratheep, K, Zhou, Apr 1999, "Preliminary Landfill site screening using fuzzy geographical information systems", waste management & research, V.15, N2, p. 197 – 215.
- 34-Herwig Proske, Jan Vlcko, 2005, Special purpose mapping for waste disposal sites, Bull Eng Geo Environ 64:1-54
- 35-Leao / S. / Bishop/ I. & Evans / D. / 2001 / Assessing the demand of solid disposal in urban region by urban modeling in GIS environment / Journal of Resource Conservation and Recycling.
- 36- Malczewski, J, 1999, GIS and multi criteria Decision Analysis, John Wiley and sons Inc.
- 37-Mahini / A./ Gholamalifard / M./ 2006 / "Siting MSW landfill with a weighted Linear Combination methodology in a GIS environmental " / International Journal of Environmental science technology.
- 38-Pitz, G, F, Mckillip, 1984, Decision Analysis for Program Evaluations, Thousand Oaks, CA, Sage Publications.
- 39-Richard, L, Church, 2002, Geographical information systems and location science. Computers & Operations Research 29 ,541-562.
- 40-Sener /B. / Lutfi suzen/ M. & vedat Doyuran / 2005/ "Landfill site selection by using geographic information systems"/ Journal of Environmental Geology.
- 41-Siddiqui / M.Z./ Everett/ J.W. & vieux / B.E./ 1996/ "Landfill siting using geographical information systems:a demonstration/Journal of Environmental Engineering.
- 42-Satty,T,1980. The analytic hierarchy process.New York:McGraw-Hill.
- 43-Simsek / C./ Kincal / C. & orhan Gunduz/ 2005/ "A solid waste disposal site selection procedure based on ground water vulnerability mapping " / Journal of Environmental Geology.
- 44-Sumathi / V.R./ Natesan / U. & chinomy sarkar/ 2007/ "GIS- based approach for optimized siting of municipal solid waste landfill / Journal of waste management.
- 45-Themistoklis / D./ et all / 2005 / siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology / Journal of waste managemet.
- 46-Yang/ K./ et all/ 2008/ "Land fills in Jiangsu province, china , and potential threats for public health " / Journal of waste management.