

دوفصلنامه علمی - پژوهشی

## «جغرافیای اجتماعی شهری»

دانشگاه شهید باهنر کرمان

سال ۵، شماره ۱، پیاپی ۱۲، بهار و تابستان ۱۳۹۷

# مدل‌سازی محل دفن پسماند کاربری‌های صنعتی و زباله‌های شهری (مطالعه موردی: منطقه شهری اردبیل)<sup>۱</sup>

دکتر احمد پورا احمد

استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران

اکبر حمیدی<sup>۲</sup>

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران

محبوب ریحان کلوانق

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

## چکیده

بدون تردید تعیین اصول دقیق مکان‌یابی فعالیت‌های مختلف در شهر به دلیل ماهیت مسائل شهری بسیار دشوار است. مراکز صنعتی و مکان‌های دفن زباله نیز از این قاعده مستثنی نمی‌باشند. عدم مدیریت صحیح و عدم انتخاب جایگاه مناسب این مراکز، مشکلاتی را برای محیط‌زیست شهروندان ایجاد می‌کند. هدف تحقیق مکان‌یابی مراکز دفن پسماند مراکز صنعتی و دفن زباله به-نحوی که کم‌ترین اثر منفی را بر محیط زیست وارد سازد. پژوهش حاضر به لحاظ هدف، کاربردی و با توجه به ماهیت موضوع، رویکرد حاکم بر پژوهش، تحلیلی و اکتشافی است. روش گردآوری داده‌ها به صورت ترکیبی مبتنی بر اسنادی و پیمایشی است؛ به این ترتیب که برای تدوین چارچوب نظری، مروری بر تحقیقات پیشین صورت گرفته است؛ همچنین برای استخراج شاخص‌های مورد استفاده، از روش اسنادی بهره گرفته شد. داده‌ها با استناد به استانداردهای مختلف از جمله استانداردهای مربوط به سازمان حفاظت محیط‌زیست، وزارت کشور و تجربیات جهانی شناسایی و با اعمال فاکتورهای محدودکننده ارزیابی گردیدند. برای پردازش داده‌ها به صورت تلفیقی از قابلیت‌های GIS و سامانه *what if?* به آزمون قابلیت‌ها و مکانیزم استفاده عملیاتی از مدل *what if?* در مکان‌یابی محل دفن زباله و مراکز صنعتی اقدام شد. نتایج به دست آمده، نشان داد که مکان‌های مشخص شده متصف به شرایط مطلوب به لحاظ سرجمع معیارهای تعیین شده در مکان‌یابی محل دفن و صنعتی هستند و می‌تواند مؤید اعتبار نتایج حاصل از به‌کارگیری مدل مورد استفاده باشد.

واژه‌های کلیدی: مدل‌سازی دفن پسماند، کاربری صنعتی، زباله‌های شهری، واتیف، اردبیل.

## مقدمه

امروزه توسعه روز افزون مناطق شهری، افزایش جمعیت و افزایش مصرف مواد تجزیه‌ناپذیر سبب شده‌است که یکی از دغدغه‌های اصلی مدیریت شهری، چگونگی دفن پسماندها باشد (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۵: ۱). مدیریت پسماندها و مواد زائد شهرها جهت آسایش شهروندان، حفظ سلامتی و رفاه آنان و حفظ محیط‌زیست امری ضروری به شمار می‌رود (نصیری و همکاران، ۱۳۹۶: ۸۷). یکی از مشکلات عمده و بگرنج جوامع انسانی، تولید انواع مواد جامد در کیفیت‌ها و کمیت‌های مختلف و دفع آن می‌باشد (فتائی و آل شیخ، ۱۳۸۸: ۱۴۷)؛ بنابراین لازم است که، مطالعات وسیعی برای برنامه‌ریزی، طراحی و مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری، با توجه به فاکتورهای مؤثر در این راستا انجام گیرد (نصیری و همکاران، ۱۳۹۶: ۸۷). در چنین شرایطی جهت مقابله با آثار سوء زباله‌های تولیدی، باید راهکار مناسبی را اتخاذ کرد که از جمله این راهکارها، انتخاب مکان مناسب برای دفن مواد زائد جامد شهری است که مهم‌ترین عامل در دفع بهداشتی مواد محسوب می‌شود (شمسایی فرد، ۱۳۸۲: ۴۳).

محل‌های دفن پسماندها نیز به دلیل آن که در معرض عوامل فیزیکی و بیولوژیکی محیط قرار دارند، در طی زمان دچار تغییراتی می‌شوند که از جمله این تغییرات می‌توان به تولید شیرابه و نفوذ آن به لایه‌های تحتانی خاک، آلودگی آب زیرزمینی، تولید و انتشار گازهای ناشی از تجزیه پسماند مانند متان و دی‌اکسیدکربن و در نهایت نشست محل اشاره کرد (عابدین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰۶). در حقیقت محل مورد نظر باید جایی باشد که سبب آلودگی منابع سطحی و زیرزمینی نگردد، زمین کافی به نسبت سطح با خاک غیرقابل استفاده موجود باشد، تأثیر منفی بر چشم‌انداز و اکولوژی منطقه نداشته باشد، وزش باد، بو و آلودگی آن را به فضای شهر انتقال ندهد و عدم تجاوز به حریم شهرهای دیگر از جمله عواملی هستند که در انتخاب این نوع مکان‌ها نقش دارند (علایی طالقانی، ۱۳۸۹: ۲۰). در نتیجه، رعایت تناسب کاربری اراضی و انتخاب مکان مناسب برای دفن زباله، مستلزم در نظر گرفتن عوامل متعددی است، که با توجه به گستردگی و پیچیدگی عوامل مؤثر در مکان‌یابی، ضرورت استفاده از فناوری‌های اطلاعات مکانی و تلفیق آن با سایر امور مدیریتی و برنامه‌ریزی مطرح می‌شود (جعفری و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۳۱).

فرایند تصمیم‌گیری که متضمن انتخاب گزینه‌های اولویت‌دار از میان گزینه‌های پیشنهادی است، ممکن است مستلزم در نظر گرفتن معیارهای متعدد و عدیده‌ای باشد که مبنایی را برای سنجش سطح مطلوبیت گزینه‌ها، فراهم می‌کنند. بر همین اساس استفاده از مدل‌ها و فنون تحلیل چندمعیاری که به صورت توأم با قابلیت‌های GIS به‌کارگرفته می‌شوند، می‌تواند یکی از مظاهر برجسته عینیت‌بخشی به استفاده از سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در فرایند تصمیم‌گیری باشد. استفاده از این فنون در فرایند ارزیابی تناسب اراضی باعث می‌شود میزان تناسب گزینه‌های مکانی برای اختصاص به کاربری‌های مورد نظر، در برآیند استفاده از معیارها و قیود محدودیت متعدد تعیین شده و در نتیجه، زمین اختصاص یافته به یک کاربری، دارای بیش‌ترین تناسب برای آن کاربری و متصف به شرایط مطلوب از منظر معیارهای مطرح در مکان‌گزینی کاربری مورد نظر باشد (غفاری گیلانده، ۱۳۹۳: ۲۷)؛ بنابراین، آزمون قابلیت‌ها و سازوکارهای استفاده از

سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری<sup>۱</sup> در زمینه‌های کاربردی مختلف می‌تواند به نهادینه کردن استفاده از این روش‌ها در فرایند تصمیم‌گیری کمک کند.

سالانه در حدود ۱۰۰۶۵۰ تن زباله تولیدی شهر (خانگی، صنعتی و ...) در ۲۸ کیلومتری جاده اردبیل - مغان در منطقه ارشق، اراضی روستای طالب قشلاقی، دفن می‌شود. در مکان دفن زباله شهری اردبیل هیچ مکانیسمی جهت کنترل، جمع‌آوری و تصفیه شیرابه تولیدی و یا کنترل جریان‌ات سطحی آب مشاهده نمی‌شود (طرح جامع اردبیل، ۱۳۸۶: ۳۶). مکان فعلی دفع پسماند شهر اردبیل در شمال شهر و ضلع شرقی محور اردبیل - مشگین شهر قرار دارد. محل فعلی دفن زباله مطابق با استانداردها، نامناسب است. بدین ترتیب، در مقاله حاضر، قصد بر این است که در یک زمینه تجربی (مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری و مراکز صنعتی)<sup>۲</sup> قابلیت‌های استفاده عملیاتی از مدل *what if?*، به‌عنوان نمونه‌ای برجسته از فنون تحلیل تصمیم‌گیری، مورد آزمون قرار گرفته و الگویی در اولویت‌بندی استفاده از این روش در یک عرصه کاربردی فراهم شود. بر همین اساس پاسخ به سوال زیر، شاکله اصلی تحقیق را به وجود آورده‌است: چگونه می‌توان با استفاده از مدل *what if?* میزان تناسب گزینه‌های مکانی برای اختصاص به محل دفن زباله‌های شهری و مراکز صنعتی را مشخص کرد؟

زایش جمعیت جهان و شهرنشینی، مقامات شهری را برای مدیریت پسماندهای جامد شهری به چالش کشیده‌است. این افزایش جمعیت و شهرنشینی، بهبود خدمات مدیریت پسماند را می‌طلبد؛ همچنین رشد سریع جمعیت و شهرنشینی، از یک‌سو منجر به افزایش استفاده از منابع غیرقابل تجدید و از سوی دیگر منجر به تخلیه نامناسب پسماندهای سمی و فاضلاب که بشر به‌عنوان یکی از عوامل اصلی چالش‌های زیست‌محیطی با آن روبه‌رو می‌باشد، شده‌است. روش نامناسب دفن پسماند منجر به آلودگی آب، خاک و هوا می‌شود که خطرات بهداشتی عمومی را به همراه دارد (گابینه و همکاران، ۲۰۱۳: ۴). به عبارت دیگر، تولید پسماند یکی از مهم‌ترین منابع تهدیدکننده سلامت و محیط‌زیست جهانی است. هدف از مدیریت پسماندهای خطرناک، اطمینان یافتن از جمع‌آوری، حمل، تصفیه و دفع بهداشتی و مقرون به صرفه و مناسب پسماند

## ۱- Decision support system

<sup>۲</sup>- ذکر این نکته ضروری است که مفهوم «دفن پسماند» [Waste landfill] و اهداف آن با تلقی زباله و پسماند تحت عنوان «طلای کثیف» [Dirty gold] و تبدیل آن به ثروت متفاوت است؛ در دفن پسماند سعی می‌شود زباله‌ها و پسماندهای خانگی، صنعتی و سایر کاربری‌ها با رعایت اصول مکان‌یابی و بهداشتی به‌روش‌های گوناگون در محل‌های مناسب دفن شوند. اما در زمینه تبدیل زباله به ثروت (طلای کثیف) فاکتور اصلی، «بازیافت» است که به یک صنعت پردرآمد و پول‌ساز در کشورهای پیشرفته (حدود ۳۰ درصد دفن و ۷۰ درصد زباله‌ها بازیافت می‌شوند) مبدل شده‌است و این کشورها زباله‌های عادی خود، از فلز و پلاستیک گرفته تا زباله‌های الکترونیکی مانند موبایل یا رایانه را بازیافت می‌کنند و از این طریق درآمد خوب و هنگفتی را به‌دست می‌آورند. در کشورهای جهان سوم مانند ایران امکانات و تجهیزات زیربنایی تبدیل زباله به ثروت وجود ندارد و یا هنوز به‌صورت استاندارد فراهم نشده و از این رو، اغلب زباله‌ها دفن می‌شوند و اغلب نحوه دفن آن‌ها به تهدیدی برای محیط‌زیست کشور تبدیل شده‌است؛ بنابراین در این نوشتار، بُعد غالب مسئله و رویکرد برخورد با پسماندها در وضع موجود جامعه و به‌خصوص در محدوده مورد مطالعه که همانا «دفن پسماند» باشد، مدنظر قرار گرفته‌است.

است. سازمان‌های مختلف از جمله؛ بانک جهانی، سازمان بهداشت جهانی، سازمان حفاظت محیط‌زیست و جنگل‌داری رهنمودهایی را برای مدیریت پسماندهای خطرناک ارائه کرده‌اند.

هدف از طراحی و اجرای سیستم پسماندهای شهری، رفع مشکل شهر و آسایش شهروندان است. در حال حاضر، دفن پسماندها عمده‌ترین روش دفع در بسیاری از کشورها و نیز ایران می‌باشد. کاربرد این روش، به‌ویژه در اشکال تلنبار، در مقایسه با دیگر گزینه‌ها، به‌دلیل ارزان بودن و ساده‌ترین راه مدیریت، موجب شده که بدون برنامه‌ریزی‌های اصولی، اغلب در مکان‌های غیرآماده و کنترل‌نشده صورت گیرد. در صورتی که دفن بهداشتی، جزء غیرقابل اجتناب سیستم مدیریتی پسماند شمرده می‌شود (سرور و همکاران، ۱۳۸۹: ۷۱-۵۷). در زمینه مدیریت پسماندها روش‌های متفاوتی جهت دفع و انهدام آن‌ها وجود دارد، اما در دنیای امروز بازیافت و استفاده مجدد از مواد زائد از اهمیت چشم‌گیری برخوردار است اما باز هم بسیاری از مواد زائد غیرقابل بازیافت می‌باشند که تنها راه‌حل انهدام آن‌ها دفع بهداشتی و تحت مراقبت ویژه است (الیملج، ۲۰۱۱).

پسماندهای صنعتی گروهی از پسماندهای خطرناکند که در صورت مدیریت نادرست سبب ایجاد خطرات بهداشتی و زیست‌محیطی برای انسان و محیط‌زیست می‌شوند. پسماندهای خطرناک از نظر فیزیکی می‌توانند به حالت جامد، مایع و گاز باشند. در مواقعی که منابع مختلفی برای تولید انواع مختلف پسماندهای خطرناک وجود دارند، تصمیم‌گیری در مورد روش‌های مناسب مدیریت پسماندهای خطرناک دارای چالش‌های متعددی است، زیرا مواد شیمیایی خطرناک در گستره وسیعی در این مراکز تولید می‌شود (گوچفلد، ۲۰۱۰).

زباله‌ها به دو دسته قابل بازیافت و غیرقابل بازیافت تقسیم‌بندی می‌شوند. زباله‌های غیرقابل بازیافت هم برای بشر و هم برای محیط زیان‌هایی دارد. برای جلوگیری از این ضرر و زیان باید مکانی مناسب برای دفن زباله شناسایی و مشخص گردد. مشخص نمودن محل در بسیاری از کشورهای جهان دارای مشکلاتی می‌باشد که عدم مقبولیت مردم در احداث محل دفن بهداشتی زباله‌ها یکی از مشکلات اجتماعی است (نصیری و همکاران، ۱۳۹۶: ۸۸). در بررسی مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی نشان داد که با توجه به تنوع توابع و قابلیت دستکاری داده‌ها به طریق گوناگون و قدرت انجام ترکیب لایه‌های اطلاعاتی ابزار بسیار قدرتمند برای مکان‌یابی است (پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۶: ۳۳). مکان‌یابی مناسب پسماندهای شهری از به‌وجود آمدن معضلات زیست‌محیطی در شهرها جلوگیری می‌کند (نیک‌زاد و همکاران، ۱۳۹۳: ۴۲۲).

روش‌های دفع زباله، هنگامی توسعه یافتند که زباله‌ها باعث ایجاد خطراتی در سطح محیط زندگی شدند. در ۵۰۰ سال قبل از میلاد، یونان به‌عنوان اولین شهر در جهان غرب از اشخاص رفتگر برای تمیز کردن سطح شهر و جمع‌آوری زباله‌های شهری و انتقال آن به بیرون از شهر (حداقل یک مایل از شهر) استفاده کرد. با این

حال تا سال ۱۸۰۰ میلادی که ارتباط بین آلودگی زباله‌ها و بیماری‌ها کشف شد، ریختن زباله در داخل خیابان‌های شهری و سوزاندن آن‌ها گزینه اول دفع زباله در شهرهای اروپایی و آمریکا بود. در اواخر قرن نوزدهم بسیاری از شهرها متوجه اثرات منفی رهاسازی زباله‌ها در سطح شهر شدند. با توجه به درخواست شهروندان، مدیران شهری اقدام به استخدام چند نفر به‌عنوان رفتگر کردند که زباله‌ها را از سطح شهر جمع‌آوری می‌کردند و آن‌ها زباله‌ها را یا در طبیعت رها می‌کردند یا می‌سوزاندند و یا در رودخانه و در دریا رها می‌کردند. حتی در سال ۱۹۲۰ از زباله‌ها، خاکستر زباله‌ها، گرد و خاک برای پر کردن تالاب‌های اطراف شهر استفاده می‌شد (بارلس، ۲۰۰۵).

بحث پیرامون الگوها و روش‌های مطرح در فرایند تحلیل چندمعیاری و کاربرد آن در تعیین تناسب اراضی برای اختصاص به کاربری‌های مختلف (اعم از کاربری صنعتی و محل دفن زباله)، سرمنشأ تحقیقات و پژوهش‌های عدیده‌ای محسوب می‌شود که مراجعه به آن‌ها در غنای نظری پایه‌های تئوریک تحقیق حاضر نقش برجسته‌ای داشته‌اند. از جمله این تحقیقات می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

نصیری و همکاران (۱۳۹۶)، در تحقیقی به تحلیل مکان‌یابی دفن زباله در شهر ماکو به روش فازی و بولین پرداخته‌اند. نتایج حاصل از روش‌های بولین و فازی، بیانگر مکان بهینه در قسمت شمال‌شرقی شهرستان ماکو جهت دفن زباله که در ارتفاع ما بین ۷۰۰ الی ۹۰۰ متر واقع شده‌است. در منطق بولین میزان مساحت برآوردشده ۲۴۵۲۸ مترمربع و در منطق فازی نیز این مساحت ۱۴۹۵۷ مترمربع می‌باشد.

سبحانی و خلیل‌وند (۱۳۹۶)، در تحقیقی با عنوان کاربرد روش منطق فازی (Fuzzy) و تحلیل سلسله‌مراتبی در مکان‌یابی دفن پسماند خانگی شهر مرودشت با تأکید بر پارامترهای هیدرواقلمی انجام داده‌اند. ابتدا محدودیت‌های محدوده، از لحاظ دفن پسماند استخراج شده و سپس مقادیر لایه‌های اطلاعاتی بر اساس توابع عضویت فازی و مطلوبیت آن‌ها نسبت به هدف در بازه استاندارد صفر و یک قرار گرفتند. این لایه‌ها در نهایت بر اساس وزن‌های استخراج شده از طریق روش AHP و به روش ترکیب خطی با یک‌دیگر تلفیق و در نهایت مناطق مناسب به‌منظور دفن پسماند استخراج شدند. در این پژوهش، منطقه مورد مطالعه به چهار کلاس تقسیم‌شده که با توجه به نتایج به‌دست آمده، کلاس چهارم در نقشه نهایی، مناسب‌ترین مکان برای دفن پسماند خانگی و احداث تکنولوژی بازیافت زباله در شهر مرودشت تعیین شده‌است.

در پژوهش دیگری، پوراحمد و همکاران (۱۳۹۵)، به پهنه‌بندی و تعیین تناسب اراضی جهت دفن پسماندهای شهری در شهر کهنوج پرداختند. بر اساس نتایج تحقیق، اراضی شهرستان از نظر قابلیت دفن پسماند در چهار طیف خیلی مناسب، نسبتاً مناسب، نسبتاً نامناسب و خیلی نامناسب طبقه‌بندی شده؛ اراضی با قابلیت خیلی مناسب ۵۲۰۱/۲ هکتار و اراضی با قابلیت نسبتاً مناسب ۵۱۳۷/۴ هکتار است؛ همچنین نتایج نشان داد، که از بین مکان‌های دفن فعلی شهر کهنوج، سایت شماره یک در طبقه خیلی نامناسب قرار دارد و

اصلاً عاقلانه نیست که استفاده از آن برای دفن پسماند ادامه یابد و سایت شماره دو در طبقه خیلی مناسب قرار دارد.

نتایج پژوهش نیکزاد و همکاران (۱۳۹۳) با عنوان مکان‌یابی محل دفن پسماند با استفاده از منطق فازی در GIS و مدل تحلیل سلسله‌مراتبی فازی در شهرستان مینودشت نشان می‌دهد که نقشه‌های نهایی برای این منظور به پنج روش Sum, Or, And, gamma و Product قابل تهیه هستند. به این ترتیب نقشه‌های مناسب مکان‌یابی دفن پسماند انتخاب شدند و هر کدام از آن‌ها به چهار طبقه مناسب، متوسط، ضعیف و خیلی ضعیف طبقه‌بندی شدند و طبقه مناسب روش‌های انتخابی لکه‌بندی شد. روش‌هایی که میزان مساحت لکه‌های آن‌ها از میزان مساحت لازم برای دفن پسماند برای جمعیت تخمینی ۲۰ سال آینده شهرستان مینودشت کمتر بود، حذف شدند. در نهایت روش‌های And و gamma با عدد ۰/۹ مکان مناسب دفن پسماند برای یک دوره زمانی ۲۰ ساله را مشخص کردند.

در تحقیق دیگر، فرهودی و همکاران (۱۳۸۴) با انتخاب شهر سنندج به‌عنوان مطالعه موردی، استفاده عملیاتی از منطق فازی در محیط ArcGIS را در مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری مورد آزمون قرار دادند. در این تحقیق استفاده از پارامترهایی چون فاصله از محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده، فاصله از فرودگاه، کاربری اراضی، قابلیت اراضی، موقعیت عوارض مصنوعی (روستا، تأسیسات و تجهیزات شهری، معادن و ...)، فاصله از خطوط گسل، موقعیت آب‌های سطحی، جهت باد غالب، تراکم جمعیتی، وضعیت خاک، وضعیت سازندهای زمین‌شناسی و وضعیت شیب به‌عنوان معیارهای مطرح در مکان‌یابی محل دفن زباله مدنظر قرار گرفته و در نهایت سه موقعیت مختلف، به‌عنوان موقعیت‌های بهینه تشخیص داده شدند.

هوبینا و گریبی (۲۰۰۸) با استفاده از الگوریتم چند معیاره بر اساس مقایسه دوتایی اقدام به مکان‌یابی دفن زباله در شهر مینسک کرده و مکان مناسب را برای دفن زباله بر اساس تلفیق لایه‌ها و وزن‌دهی آن‌ها به‌دست آورده‌اند که در شمال منطقه مورد نظر می‌باشد. کائو و همکاران (۲۰۰۶)، در پژوهشی کاربرد یک روش تصمیم‌گیری چندمنظوره وزنی نامساوی را برای انتخاب محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد مورد بحث و بررسی قرار دادند. فاکتورهایی که بر گزینه‌های ممکن اثر می‌گذاشتند، عبارت بودند از: اندازه و ظرفیت محل دفن، نفوذپذیری چینه، متوسط اختلاف ارتفاع بین سطح آب زیرزمینی و کف گودال محل دفن، کیفیت و منبع رس، کیفیت درجه مکان محل دفن.

در نهایت، چانگ و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهشی با استفاده از روش فازی به مکان‌یابی دفن مناسب و بهداشتی زباله در بخش جنوبی شهر تگزاس با در نظرگیری لایه‌های جاده‌ها، آب‌های زیرزمینی، روستا، شهرها و چاه‌ها پرداخته و مکان‌های مناسب را پیشنهاد و اولویت‌بندی کردند.

## داده‌ها و روش‌شناسی

## اکتساب داده‌ها

پژوهش حاضر به لحاظ هدف، کاربردی و با توجه به ماهیت موضوع رویکرد حاکم بر پژوهش، تحلیلی و اکتشافی است. برای تدوین چارچوب نظری، مروری بر تحقیقات پیشین صورت گرفته است؛ همچنین برای استخراج شاخص‌های مورد استفاده، از روش کتابخانه اسنادی بهره گرفته شد. داده‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر، لایه‌های اطلاعاتی می‌باشد که در جدول (۱)، فهرست آن‌ها به همراه فواصل استاندارد برای هرکدام از لایه‌ها آورده شده است که مکان‌یابی‌های دفن زباله می‌بایست از این استانداردها تبعیت کنند. به این منظور، در فرایند مکان‌یابی اراضی مناسب برای دفن زباله‌ها، ابتدا دوازده لایه اطلاعاتی مؤثر، مانند مناطق مسکونی، شیب، شبکه ارتباطی، خاک‌شناسی و سنگ‌شناسی، گسل، آب‌های سطحی، زیرزمینی و اراضی کشاورزی تعریف و تبیین شد. آماده‌سازی این لایه‌ها در قالب ساخت توپولوژی، تصحیح و ویرایش، تصحیح هندسی تصاویر و نقشه‌ها انجام گرفت و سپس روش مناسب ترکیب و شناسایی توابع ترکیب لایه‌ها انجام گرفته و بعد از تحلیل جدولی بانک‌های اطلاعاتی ادغام شده، مکان مورد نظر شناسایی و ارزیابی گردید. برای تحلیل داده‌ها از مدل واتیف و نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شده است.

جدول ۱- لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده و میزان فاصله استاندارد از آن‌ها

نام لایه	فاصله استاندارد	نام لایه	فاصله استاندارد
محل سکونت	حداقل ۲ یا ۴ کیلومتر و حداکثر ۲۰ کیلومتر	اراضی کشاورزی، باغی، تالاب و مرتع	۱ تا ۳ کیلومتر
منابع آب آشامیدنی	حداقل ۳۰۰ متر	شیب	کمتر از ۳۰ درصد
هتل‌ها، رستوران‌ها و مدارس	حداقل ۴۰۰ متر	گسل و شکستگی‌ها	۸۰ تا ۱۰۰ متر
منابع آب سطحی	حداقل ۶۰۰ متر	فرودگاه و مراکز نظامی	حداقل ۸ کیلومتر
شبکه ارتباطی	فاصله ۱ کیلومتری	مراکز تاریخی و باستانی	حداقل ۷۰۰ متر
نوع خاک	خاک رسی باشد	منابع آب‌های زیرزمینی	فاصله زیاد بالای ۵۰۰ متر

(مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶).

## روش‌شناسی

واتیف ابزار پیش‌بینی دقیق شرایط آینده نیست، بلکه این مدل ابزار برنامه‌ریزی سیاست‌گراست که استفاده می‌شود برای تعیین اینکه چه اتفاقی خواهد افتاد «اگر» سیاست‌های انتخاب شده و مفروضات ساخته شده مربوط به اثبات آینده درست باشند. سیاست‌های انتخابی که می‌تواند در مدل در نظر گرفته شود؛ شامل صحنه گسترش زیرساخت‌های عمومی، اجرای طرح‌های کاربری زمین یا ضوابط منطقه‌بندی و استقرار برنامه‌های

حفاظت از زمین است. مفروضات در نظر گرفته شده در مدل برای اثبات آینده شامل روند اشتغال و جمعیت آینده است (کلوسترمان، ۱۹۹۹)؛ (www.what-if?-pss.com). در این نرم افزار با پذیرش این مطلب که مدل ها فقط زمانی مفید هستند که توسط سیاست گذاران قابل درک باشند، زیربنا، روابط و فرضیه ها تا آنجا که ممکن بوده است، واضح و روشن تهیه شده اند.

What if? مدلی است که الگوهای کاربری زمین در آینده را از طریق تعادل بین عرضه و تقاضای زمین مناسب برای کاربری های مختلف پیش بینی می کند. شکل های مختلف توسعه یک منطقه را می توان از طریق تعریف سناریوهای مختلف تعیین تناسب اراضی و تخصیص زمین ها به فعالیت های مناسب به دست آورد. اولین قدم در استفاده از مدل What if? ایجاد متغیرهایی برای تحلیل آینده ناحیه است که از طریق تحلیل داده های موجود ناحیه مورد مطالعه صورت می گیرد.

ساده ترین روش برای انجام چنین کاری تشکیل لایه های GIS است که می توان آن ها را از طریق به کارگیری نرم افزارهایی نظیر ArcGIS ایجاد نمود. لازم به تذکر است که لایه های اولیه GIS که به صورت Union وارد مدل می شود، اولین قدم در به کارگیری نرم افزار What if? است، که با واحدهای زمین یا مناطق تحلیلی همگن (UAZ)<sup>۱</sup> شروع می شود. UAZها برای محل مورد مطالعه از طریق انطباق لایه های مختلف در GIS ایجاد می گردند. UAZها در واقع پلی گن های ایجاد شده به وسیله GIS هستند که از کلیه جهات همگن در نظر گرفته می شوند، بنابراین به عنوان مثال همه نقاط درون یک UAZ دارای شیب مشابه هستند، در یک منطقه شهرداری واقع شده اند، دارای کد منطقه ای واحدند و در فاصله مشابه از یک بزرگراه قرار دارند. عملیات استاندارد ترکیب لایه های GIS و تبدیل آن ها به UAZهای مورد نظر از طریق ترکیب لایه هایی نظیر کاربری اراضی، تقسیمات سیاسی، زیرساخت های موجود و ... صورت می گیرد. با استفاده از دستورات Union لایه های GIS مذکور به یک لایه واحد UAZ منجر می شود.

تعریف اهداف عملیاتی در این مدل به این صورت می باشد، که در ابتدا تناسب زمین بر اساس سناریوها و سیاست های رشد مشخص می شود، در مرحله بعد وضعیت تقاضا به زمین و کاربری های گوناگون در سناریوهای مختلف تعیین می شود و در مرحله سوم فرایند تخصیص زمین هایی که تناسب آن ها مورد ارزیابی قرار گرفته، به تقاضاهای تعیین شده در سناریوهای مختلف مورد بررسی قرار می گیرد.

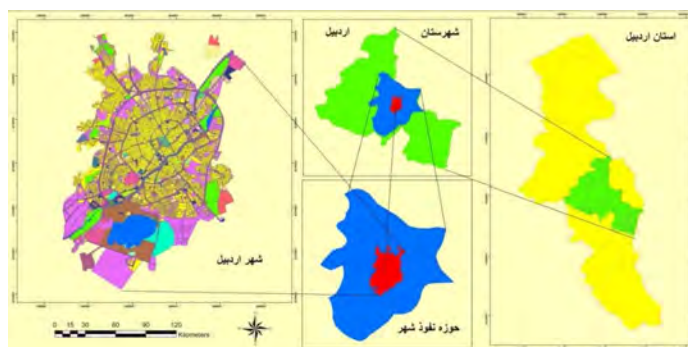
### قلمرو پژوهش

شهر اردبیل، مرکز استان اردبیل در شمال شرقی آذربایجان و در ۳۸ درجه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۲ دقیقه طول شرقی قرار دارد (شکل ۱). این شهر در جنوب غربی دریای خزر و بین دو رشته کوه «سبلان و باغرو» واقع شده است و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۶۳ متر می باشد (www.eardabil.ir). مساحت کل شهر در داخل محدوده آن بالغ بر ۶۳۰۰ هکتار است. جمعیت این شهر در سال ۹۵ حدود ۵۲۹۳۷۴ نفر بوده است

<sup>۱</sup>- Union Analytical Zone



و تراکم جمعیت شهر ۷۰ نفر در هکتار می‌باشد (سالنامه آماری استان اردبیل، ۱۳۹۵). این شهر در طرح جامع شهری دارای بیش از ۳۵ محله و ۳ منطقه شهری است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهر اردبیل و حوزه نفوذ آن (ترسیم نگارندگان).

## بحث

در تحقیق حاضر به صورت عملیاتی از ماژول تعیین تناسب اراضی یا منوی Suitability استفاده شده است تا وضعیت تناسب اراضی در ارتباط با مقوله‌های زیر مشخص شود: ۱- وضعیت تناسب اراضی در حوزه نفوذ شهر اردبیل در ارتباط با سایت‌های استقرار صنایع گروه «ب» و «ج» و صنایع گروه «د»، «ه» و «و» که می‌توانند در چهارچوب مجتمع‌های صنعتی، شهرک‌های صنعتی و خوشه‌های صنعتی دارای سایت ویژه‌ای در محدوده مورد مطالعه باشند. ۲- وضعیت تناسب اراضی برای دفن زباله‌های شهری در محدوده حوزه نفوذ که با در نظر گرفتن ضوابط سازمان محیط‌زیست و سایر قیود محدودیت مندرج در ادبیات مرتبط با موضوع تحقیق در هفت‌بند مورد استفاده قرار گرفته‌اند که می‌توان در دو مقوله عمده مطرح کرد: الف- داده‌هایی که به‌عنوان معیار در تحلیل تناسب اراضی در توسعه فیزیکی شهر مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ مانند وضعیت شیب، فاصله از شهر و عمق آب زیرزمینی؛ ب- دامنه‌ای از داده‌هایی که به‌عنوان قیود محدودیت در نظر گرفته و موجب حذف مکان‌هایی می‌شوند که در آن‌ها آستانه‌ها و شروط حداقل در نظر گرفته در قیود محدودیت، احراز نشده‌است، مانند ضرورت رعایت حداقل فاصله هزار متری از رودخانه.

## مشخصات شیب و ضابطه به کارگیری آن

از نظر مسائل ژئوتکنیکی شیب اراضی عامل مهم و مؤثری در پایداری استاتیکی و دینامیکی زمین است و زمین‌های پر شیب تحت تأثیر آب و بارندگی و لرزش‌های ناشی از زمین‌لرزه در معرض لغزش قرار دارند و مناسب برای احداث شهر و مکان‌یابی شهری نمی‌باشند. شیب‌های بالای ۹ درصد تناسب لازم را برای توسعه شهری، روستایی و صنعتی ندارند. با این اوصاف به تناسب شرایط، حداکثر تا شیب ۱۵ درصد به‌عنوان محدوده قابل اختصاص به ساخت‌وساز و بافت شهری در نظر گرفته می‌شود (شیعه، ۱۳۸۶: ۲۳۶).

در تحقیق حاضر با استفاده از لایه توپوگرافی منطقه، لایه تین (Tin) و از لایه Tin مدل رقومی ارتفاع (DEM)<sup>۱</sup> به دست آمد. از 3D Analyst tools دستور Contour بازخوانی شد تا فاصله منحنی میزان‌ها تا حد ممکن کمتر شود تا فاصله طبقه‌بندی شده لایه‌ها نرمال گردد. بعد از این تابع Slope بازخوانی شد تا لایه شیب به دست آید. با استفاده از دستور Classify لایه شیب به دست آمده در پنج گروه به صورت زیر تقسیم‌بندی شد (شکل ۲).



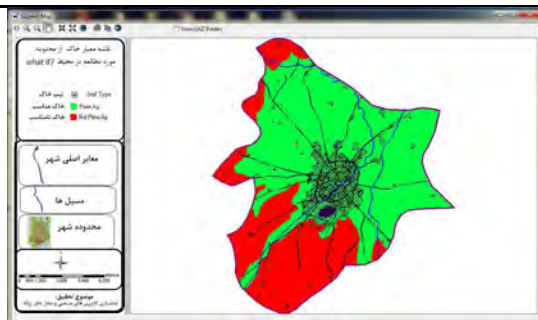
شکل ۲- نقشه معیار شیب از محدوده مورد مطالعه در محیط what if?

- \* الف) شیب کمتر از ۲ درصد؛ ب) ۲ تا ۶ درصد؛ ج) ۶ تا ۹ درصد؛  
د) بین ۹ تا ۱۲ درصد؛ ه) بیشتر از ۱۲ درصد.

### شاخص خاک و ضابطه به کارگیری آن

اصولاً بالا رفتن قابلیت اراضی برای فعالیت‌های کشاورزی می‌تواند با پایین آمدن ارزش این اراضی برای ساخت‌وساز و کاربری‌های صنعتی همراه باشد. در انتخاب مکان برای این کاربری‌ها باید سعی شود مکان انتخابی ضمن دارا بودن ویژگی‌های مناسب به لحاظ مقرر و موقعیت، از ارزش‌های پایین در رابطه با بهره‌برداری کشاورزی همراه باشد. این مقوله خود می‌تواند کمکی برای توسعه پایدار کشاورزی باشد. نقشه خاک‌های منطقه را می‌توان از بُعد قابلیت در رابطه با فعالیت‌های کشاورزی طبقه‌بندی کرده و زمین‌های دارای قابلیت بالا برای فعالیت‌های کشاورزی را با ارزش‌گذاری معکوس در رابطه با توسعه شهری در نظر گرفت. در تحقیق حاضر، اراضی رتبه‌بندی شده در شکل (۳) از نظر قابلیت اراضی در ارتباط با فعالیت‌های کشاورزی در دو طبقه Prime (کدهای خاک مربوط به رده تناسب ۶ و پایین‌تر) و Not prime (کدهای خاک مربوط به رده تناسب ۷ و بیشتر) طبقه‌بندی گردید؛ بنابراین در حوزه نفوذ، شرقی و شمال‌شرقی شهر که اراضی مناسب کشاورزی قرار دارد، مکان‌بایی محل دفن پسماندهای صنعتی و زباله‌های شهری امکان‌پذیر نیست (شکل ۳).

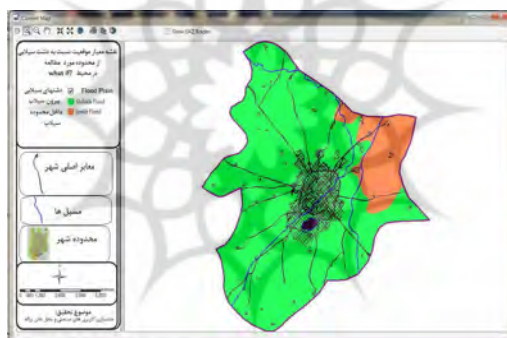
<sup>1</sup>- Digital Elevation model



شکل ۳- نقشه معیار خاک از محدوده مورد مطالعه در محیط what if?

### دشت‌های سیلابی و ضابطه به‌کارگیری آن

اراضی سیلابی در فرایند مکان‌یابی و محل استقرار مناطق سکونتگاهی (طبق ضوابط سازمان محیط‌زیست)، به‌عنوان محدوده‌های دارای مطلوبیت پایین و یا مناطق کددار با عنوان قیود محدودیت در نظر گرفته می‌شوند. در شکل (۴)، موقعیت محدوده شناسنامه‌دار به‌عنوان دشت سیلابی، نشان داده شده‌است؛ بنابراین، قسمت‌های شرقی با خطر طغیان سیل مواجه‌اند.



شکل ۴- نقشه معیار موقعیت نسبت به دشت سیلابی از محدوده مورد مطالعه در محیط what if?

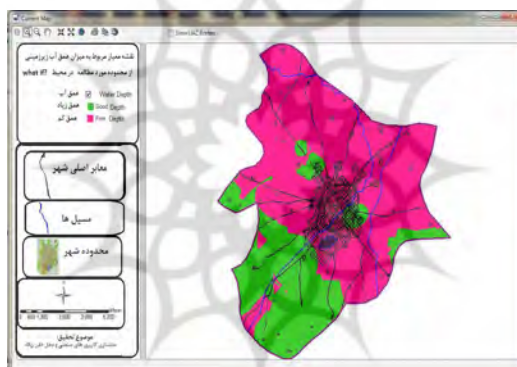
### عمق آب‌های زیرزمینی و ضابطه به‌کارگیری آن

در مکان‌یابی و توسعه مناطق مسکونی به تبعیت از قاعده کلی که در ساخت‌وسازها، اعم از مواردی چون ساخت‌وسازهای مطرح در بخش صنعت و ساخت‌وسازهای شهری در نظر گرفته می‌شود (شیعه، ۱۳۸۶: ۲۴۱). بالا بودن عمق آب زیرزمینی یک مانع به حساب می‌آید. بالا بودن آب‌های زیرزمینی می‌تواند در دفع فاضلاب‌ها و استحکام بنا، تبعات نامناسبی داشته‌باشد. در تهیه نقشه آب‌های زیرزمینی ابتدا فایل حاوی اطلاعات سطح آب زیرزمینی که در محیط Excel آماده شده بود از سازمان آب منطقه‌ای استان اردبیل تهیه شده و در ادامه این اطلاعات با استفاده از دستور Add XY Data به محیط Arc GIS وارد شده و نقشه نقطه‌ای عمق آب‌های زیرزمینی به‌دست آمد. در مرحله بعد با استفاده از گزینه<sup>۱</sup> IDW از جعبه ابزار Spatial Analyst به تهیه خروجی اولیه نقشه درون‌یابی شده از عمق آب‌های زیرزمینی اقدام گردید.

<sup>۱</sup>- Inverse Distance Weighted

در تهیه نقشه درونیابی شده مشکلی که می‌تواند وجود داشته باشد این است که برخی مواقع در حد فاصل بین دو نقطه که دارای اطلاعات ثبت شده سطح آب زیرزمینی هستند، ممکن است شاهد وجود ارتفاعاتی باشیم که خواندن عمق آب زیرزمینی در این نقاط را از روی درونیابی اطلاعات عمق چاه‌های بیرون از محدوده، واقع‌بینانه نباشد. برای رفع این مشکل در ارتفاعات مشرف به دشت اردبیل نیز، عمق آب زیرزمینی در ردیف‌های مربوط به بالاتر از ۲۰ متر در نظر گرفته شد؛ زیرا داده‌های حاصل از درونیابی یاد شده نمی‌تواند در پهنه‌های حامل ارتفاعات پاسخگو باشد.

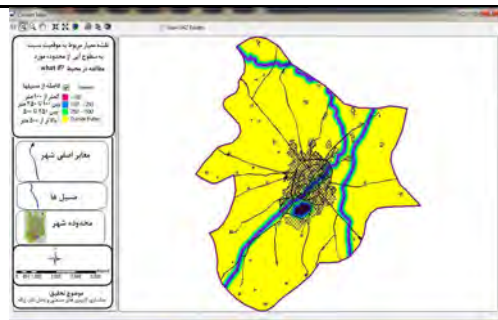
در شکل (۵) نمایی از طبقه‌بندی اراضی به لحاظ عمق آب در دو طبقه ارائه شده است. دسته اول (Good depth) شامل آن دسته از اراضی هستند که عمق آب در آن‌ها بیش از ۸ متر است و معضل حادی را به لحاظ ساخت‌وساز در رابطه با معیار عمق آب ایجاد نمی‌کند، ولی در اراضی متعلق به دسته مقابل، عمق پایین‌تر آب می‌تواند مشکلاتی را در ارتباط با اختصاص به پروژه‌های ساخت‌وساز شهری، مجتمع‌های صنعتی و دفن زباله ایجاد کند.



شکل ۵- نقشه معیار مربوط به میزان عمق آب زیرزمینی از محدوده مورد مطالعه در محیط 'what if?'

### نقشه سطوح آبی و ضابطه‌های به‌کارگیری آن‌ها

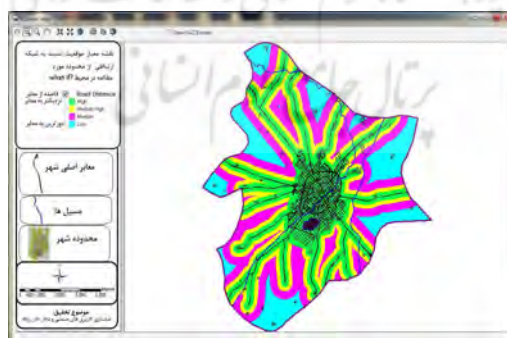
در تحقیق حاضر حریم ۱۰۰۰ متری سطوح آبی که شامل لایه رودخانه‌ها و دریاچه است؛ در امر مکان‌یابی محل دفن زباله و محل استقرار صنایع گروه «ه» و بالاتر از آن که در طبقه‌بندی شش‌گانه مطرح شده از سوی این سازمان، آثار زیست‌محیطی حادثتری را نسبت به سایر گروه‌ها می‌توانند داشته باشند به‌عنوان قیود محدودیت در نظر گرفته می‌شود (شکل ۶). در صنایع گروه «د» نیز مطابق با ضوابط سازمان محیط‌زیست حداقل فاصله ۳۰۰ متری از رودخانه و ۱۰۰۰ متری از دریاچه باید رعایت شود. در سایر گروه‌های صنایع نیز با وجود حساسیت کمتر زیست‌محیطی رعایت حریم ۱۵۰ تا ۲۰۰ متری مطلوبیت دارد. در توسعه ساخت‌وسازها اعم از ساخت‌وسازهای شهری نیز رعایت حریم لازم به لحاظ ایمنی در برابر وضعیت دبی بالای آب ضروری است.



شکل ۶- نقشه معیار مربوط به موقعیت نسبت به سطوح آبی از محدوده مورد مطالعه در محیط what if?

### شاخص فاصله از خطوط ارتباطی و ضابطه به‌کارگیری آن

شبکه‌های حمل و نقل مهم‌ترین شریان‌های اقتصادی و اجتماعی هر جامعه‌ای هستند و ایجاد زمینه‌های مناسب برای ارتباطات فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی در گرو وجود شبکه حمل و نقل خوب، کارا و مناسب است و امروزه راه و شبکه حمل و نقل زمینی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های پیشرفت و توسعه اجتماعی به‌شمار می‌رود. از دیدگاه اقتصادی راه وسیله جابه‌جایی ثروت است و فرآورده‌های کشاورزی، صنعتی و معدنی از طریق این بستر از محل تولید به محل مصرف رسانیده می‌شوند؛ همچنین شبکه حمل و نقل زمینی، به‌عنوان متداول‌ترین شیوه حمل و نقل در کشورهای مختلف جهان مطرح است (گروه مهندسی مشاور همکار توسعه بوم‌سازگان پایدار، ۱۳۸۶: ۱-۲). شکل (۷)، مسیرهای ارتباطی شهر اردبیل را نشان می‌دهد؛ بنابراین، نزدیکی زمین به راه‌های ارتباطی حامل ارزش بیشتر در رابطه با ساخت‌وسازهای شهری محسوب می‌شود. در نتیجه محل دفن پسماندهای صنعتی بایستی به‌گونه‌ای باشد که دسترسی مناسب به شبکه حمل و نقل داشته و نیز عدم قرارگرفتن در موازات معابر درونی شهر حائز اهمیت است.



شکل ۷- نقشه معیار موقعیت نسبت به شبکه ارتباطی از محدوده مورد مطالعه در محیط what if?

### ایجاد فایل UAZ در محیط Arc Gis

What if? سیستمی مبتنی بر مفاهیم و داده‌های Gis می‌باشد و قابلیت انطباق با بانک اطلاعاتی Gis را دارد و این قابلیت از طریق فایل‌های UAZ به‌دست می‌آید که به‌وسیله Gis و در سلسله مراحل ایجاد

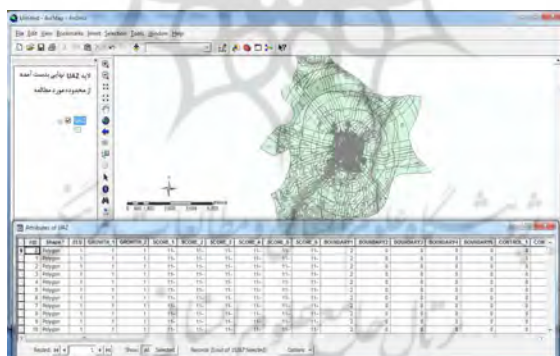
Union در Gis درست شده‌اند. فایل‌های UAZ ایجاد شده در Gis بعد از طی مراحل Union وارد قسمت Setup برنامه what if می‌گردند که بسته به نظر کاربر می‌تواند پروژه جدید ایجاد کند یا پروژه قبلی را اصلاح یا تغییر دهد.

روند ایجاد فایل‌های Union به این صورت است که با دستور Union در مرحله اول، با ادغام دو لایه GIS ای یک لایه Union شده، به دست می‌آید. لایه Union ایجاد شده، سپس با لایه سوم Gis ترکیب می‌شود تا ایجاد لایه Union دوم به دست بیاید (جدول ۲). این فرایند تا آنجا ادامه پیدا می‌کند که تمامی لایه‌ها در قالب یک لایه واحد، که ترکیبی از تمامی لایه‌های GIS ای به کار گرفته شده‌است، به دست آید (شکل ۸).

جدول ۲- ترکیب فرضی Union1 با لایه سوم Gis (لایه منطقه‌بندی) برای ساختن Union2

Polygon	Slope	Soils	Zoning
1	Low	Good	Residential
2	Low	Poor	Residential
3	Low	Poor	Commercial
4	Low	Good	Commercial
5	Medium	Good	Residential
6	Medium	Poor	Residential
7	Medium	Poor	Commercial
8	Medium	Good	Commercial
9	High	Good	Residential
10	High	Poor	Residential
11	High	Poor	Commercial
12	High	Good	Commercial

(مأخذ: کلوسترمان، ۲۰۰۱).



شکل ۸- لایه UAZ نهایی به دست آمده از محدوده مورد مطالعه (ترسیم نگارندگان).

بنابراین در تحقیق حاضر قبل از شروع عملیات در محیط Setup، سامانه نرم‌افزاری what if مورد استفاده قرار گرفت و با Union کردن نقشه‌های ذیل در محیط Arc Gis به تهیه لایه UAZ برای منطقه شهری اردبیل اقدام شد: (۱) نقشه کاربری اراضی در محدوده شهر و حوزه نفوذ (شکل ۹؛ ۲) نقشه وضعیت شیب در محدوده شهر و حوزه نفوذ؛ (۳) نقشه قابلیت خاک در محدوده شهر و حوزه نفوذ؛ (۴) نقشه عمق آب زیرزمینی در محدوده شهر و حوزه نفوذ؛ (۵) نقشه موقعیت نسبت به دریاچه و رودخانه در محدوده شهر و حوزه نفوذ؛ (۶) نقشه فاصله از شبکه ارتباطی؛ (۷) نقشه فاصله از شهر و (۸) نقشه مربوط به مرزهای محدوده قانونی، مناطق چهارگانه و حریم زیست‌محیطی شهر.

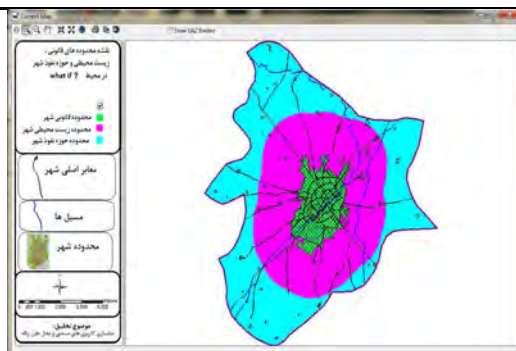


شکل ۹- نقشه کاربری اراضی محدوده شهر و حوزه نفوذ در محیط what if?

یکی از لایه‌های GIS که کاملاً ضروری برای استفاده در مدل what if? است، لایه شناخت کاربری زمین فعلی منطقه مورد مطالعه است. لایه‌های مختلف دیگر می‌تواند به نسبت نیاز و در صورت در دسترس بودن اضافه شوند. بر همین اساس در تحقیق حاضر نیز همان‌گونه که در بالا اشاره شد یکی از لایه‌های مورد استفاده در تهیه نقشه UAZ، لایه کاربری زمین است.

در تهیه داده‌های کاربری‌های موجود (Existing land use) در محیط مدل what if? لازم است که: (۱) تعداد کل طبقه‌های کاربری زمین نباید از ۱۵ مورد تجاوز کند؛ (۲) بیش‌ترین تعداد استفاده در هر کدام از طبقه‌های کاربری زمین (مثل مسکونی، صنعتی، تجاری و غیره) نباید از ۵ مورد بیشتر باشد، یعنی هر کاربری حداکثر می‌تواند به پنج کاربری در مدل مورد استفاده اختصاص داده شود؛ (۳) کاربری زمین که برای یک کاربری در شرایط کنونی و پیش‌بینی شده اختصاص داده نشده باشد، در آن صورت زمین به آن کاربری اختصاص داده نخواهد شد.

لایه پایه کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت، لایه‌ای است که توسط مهندسین مشاور طرح و کاوش (۱۳۸۷)، در تهیه طرح جامع شهر اردبیل آماده شده است. یکی از لایه‌های دیگر مورد استفاده در تهیه نقشه UAZ، لایه مربوط به مرزهای محدوده‌های مشخصی است که می‌تواند در کنترل پهنه‌های مجاز برای تخصیص مورد استفاده قرارگیرد این محدوده‌ها در یک لایه سه قسمتی تهیه شده‌اند که عبارتند از: (۱) محدوده قانونی شهر (محدوده مصوب شهری)؛ (۲) حریم زیست‌محیطی شهر (محدوده‌ای است به عرض ۵ کیلومتر بعد از محدوده مصوب شهری برای شهرهایی با جمعیت بیش از ۲۰۰ هزار نفر) و (۳) محدوده حوزه نفوذ شهر (شکل ۱۰)، یعنی محدوده قانونی شهر، محدوده حریم زیست‌محیطی شهر به صورت راهنما عمل می‌کند و می‌تواند در تعیین جهت توسعه آتی شهر و چگونگی تخصیص و استقرار کاربری‌ها مفید باشد، در واقع به‌عنوان عاملی محدودکننده و در عین حال جهت‌دهنده چگونگی رشد و توسعه شهرها و نقاط سکونتگاهی در نظر گرفته شود.

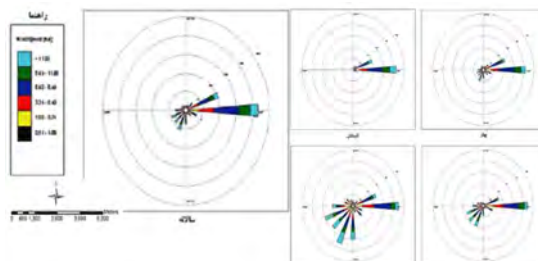


شکل ۱۰- نقشه محدوده‌های قانونی، زیست‌محیطی و حوزه نفوذ شهر در محیط what if?

### فراوانی و جهت باد غالب و ضابطه به‌کارگیری آن

موقعیت مناسب برای ایجاد محل دفن زباله و نیز مکان استقرار تولیدی کمپوست و واحدهای پلاستیک و کاغذ در اطراف شهرها، ناحیه پشت به باد است. در استفاده از معیار باد در تحلیل تناسب اراضی برای محل دفن زباله ابتدا فراوانی جهت وزش باد به سمت شهر (شکل ۱۱)، بر اساس نمودار گلباد ایستگاه سینوپتیک اردبیل در یک دوره زمانی بلندمدت مشخص شد، که از فراوانی زیاد تا فراوانی کم را شامل می‌شوند. مطابق با این منحنی بیش‌ترین فراوانی باد غالبی که به سمت شهر می‌رسد از سمت شرق است؛ بنابراین بر اساس فراوانی جهت وزش باد، می‌توان گفت که محدوده‌های منطبق بر مسیر بادهای غالبی که از سمت شرق و حد فاصل بین شرق و شمال‌شرق سمت شهر می‌وزند دارای مطلوبیت پایین و محدوده‌های منطبق بر حد فاصل بین شمال‌غرب و شمال‌شرق دارای مطلوبیت بالا بر اساس معیار باد هستند.

با توجه به مباحث یاد شده در خروجی حاصل از تحلیل تناسب اراضی برای مکان دفن زباله در محیط 'what if?' آن دسته از اراضی که در آن‌ها شاهد فراوانی باد غالب به سمت شهر هستیم با قید محدودیت مربوط به فراوانی باد غالب به سمت شهر مواجه هستند. عاملیت معیار فراوانی جهت وزش باد در مکان‌یابی واحدهای صنعتی، در مکان‌یابی محل استقرار واحدهای صنعتی به خصوص واحدهای که در گروه‌های دارای آلاینده‌گی زیست‌محیطی بالاتر قرار می‌گیرند نیز مقبولیت مکان‌های اولویت‌دار زمانی است که در مسیر وزش بادهایی نباشند که به سمت کانون‌های تراکم جمعیتی می‌وزند.



شکل ۱۱- نمودار گلباد فصلی و سالانه ایستگاه سینوپتیک اردبیل در دوره ۱۰ ساله

(مأخذ: زاهدی و همکاران، ۱۳۸۴: ۴۶).



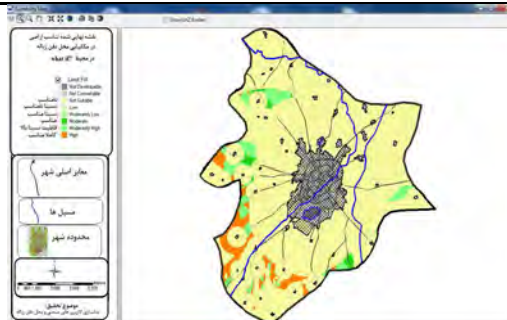
### تعیین ارزش‌های دامنه تغییرات معیارهای مطرح در ارزیابی تناسب اراضی

ارزش‌گذاری به معنای آن است که به مقادیر اندازه‌گیری شده از معیارها بر حسب میزان مطلوبیت، ارزشی تعلق گیرد. به‌عنوان مثال وقتی گفته می‌شود با فاصله گرفتن بیشتر از راه ارتباطی میزان مطلوبیت برای مکان‌گزینی کم می‌شود، به معنای آن است که فاصله‌های دورتر در واحد متر، مطلوبیت کمتری دارد (ارزش‌گذاری مستقیم) یا وقتی گفته می‌شود که با بالارفتن فاصله از گسل میزان مطلوبیت برای مکان‌گزینی بیشتر می‌شود، به معنای آن است که فاصله‌های دورتر در واحد متر، مطلوبیت بیشتری دارد (ارزش‌گذاری معکوس). استاندارد نمودن داده‌ها نیز به معنی همسان کردن دامنه تغییرات داده‌ها در دامنه‌هایی همچون «۰» تا «۱» و «۰» تا «۱۰۰» می‌باشد.

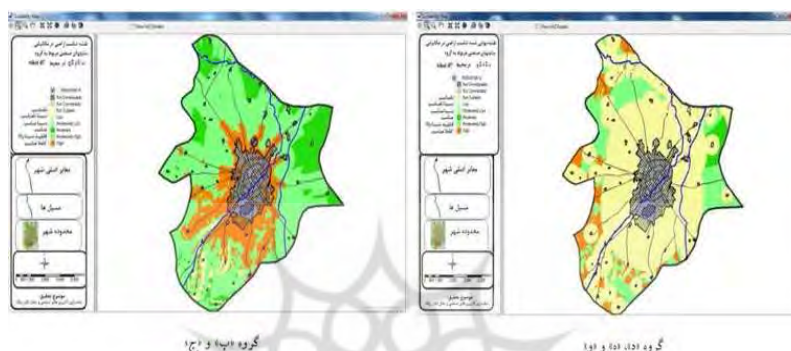
معیارهای مورد استفاده در فرایند ارزیابی ممکن است در واحدهای اندازه‌گیری متفاوتی مورد سنجش قرار گیرند (مانند درصد در اندازه‌گیری شیب و متر در اندازه‌گیری فاصله از گسل) در این صورت نمی‌توان عملیات ریاضی همچون جمع و تفریق را بر روی آن‌ها به انجام رسانید. حال اگر بخواهیم سرجمع امتیازی را که یک پیکسل، به لحاظ معیارهایی چون شیب و فاصله از گسل کسب کرده است محاسبه کنیم، این کار بدون استانداردسازی توأم با ارزش‌گذاری میسر نخواهد بود. در استانداردسازی سعی می‌شود مقادیر اندازه‌گیری شده از معیارها که ممکن است در واحدهای اندازه‌گیری و دامنه‌های متفاوت به ثبت رسیده است، در دامنه‌های همسانی همچون «۰ تا ۱» و «۰ تا ۱۰۰»، جایابی کنیم. از آن‌جا که در تحقیق حاضر ارزش‌گذاری و استانداردسازی به صورت توأم انجام می‌گیرد، بر همین اساس با توجه به ادبیات و اسناد مدون در رابطه با موضوع دامنه وضعیت مطلوبیت مقادیر و سطوح هر معیار در دامنه «۰ تا ۱۰۰» مشخص گردیده و عدد مربوطه در قسمت تعیین شده در بخش Suitability وارد گردید.

### تهیه خروجی نهایی حاصل از فرایند تحلیل تناسب اراضی

در برآیند تکمیل داده‌های مورد نیاز در بخش‌های Suitability Importance و Conversion در صفحه تعریف سناریوی تناسب اراضی در محیط what if? و اجرای دستور Compute، نقشه‌های اولویت‌بندی شده از گزینه‌های مکانی برای: (۱) کاربری مربوط به محل دفن زباله (۲) کاربری‌های مربوط به صنایع گروه «ب» و «ج» (۳) کاربری‌های مربوط به صنایع گروه «د» و «ه» به‌دست آمد که در سطوح متفاوتی از غیرقابل تخصیص و نیز تناسب پایین تا تناسب بالا قرار دارند. نتایج به‌دست آمده به تناسب نیاز برای اختصاص زمین به کاربری مذکور در یک محدوده مشخص و با در نظر گرفتن قیود محدودیت مطرح شده می‌تواند راهنمای عمل تصمیم‌گیران در جهت‌دهی چیدمان مکانی - فضایی کاربری‌های مورد نظر باشد (شکل‌های ۱۲ و ۱۳).



شکل ۱۲- نقشه نهایی شده تناسب اراضی در مکان‌یابی محل دفن در محیط 'what if?'



شکل ۱۳- نقشه نهایی شده تناسب اراضی در مکان‌یابی سایت‌های صنعتی در محیط 'what if?'

## نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر درصدد بود در راستای مدل‌سازی دفن پسماندهای صنعتی و زباله‌های شهری منطقه شهری اردبیل، محل‌های جدید جهت دفن این پسماندها مشخص کند، که تأثیرات زیانبار کمتری به لحاظ بهداشتی، زیست‌محیطی و کالبدی بر محیط انسان‌ساخت و طبیعی محدوده برجای گذارد. نتایج حاصل از تحلیل تناسب در محیط 'what if?' که به ارائه تعدادی سناریو در زمینه پیش‌بینی آینده می‌باشد، تناسب اراضی برای اختصاص به کاربری‌های صنعتی و تناسب اراضی برای اختصاص به مکان‌یابی دفن زباله که بر پایه معیارهای چندگانه به‌دست آمد که در سطوح متفاوتی از غیرقابل تخصیص و نیز تناسب پایین تا تناسب بالا قرار دارند.

نتایج به‌دست آمده به تناسب نیاز برای اختصاص زمین به کاربری مذکور در یک محدوده مشخص و با در نظر گرفتن قیود محدودیت مطرح شده که می‌تواند راهنمای عمل تصمیم‌گیران در جهت‌دهی چیدمان مکانی - فضایی کاربری‌های مورد نظر باشد، که نشانگر توانمندی‌های این فنون و ابزارها در نقش‌آفرینی به‌عنوان سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری، برای انتخاب گزینه‌های مناسب است. با این حال نباید از نظر دور داشت که فنون مذکور و سامانه‌های نرم‌افزاری، را باید در حد ابزار کار در نظر گرفت. هرچه‌قدر سیاست‌های انتخاب شده و مفروضات مربوط به اثبات آینده درست باشد، به همان نسبت انتظار می‌رود که استفاده از این فنون و ابزار با نتایج مثبت برجسته‌تری همراه شود.

طبق نتایج حاصل از تحقیق تناسب اراضی در حوزه نفوذ شهر اردبیل به گونه‌ای است که مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری در جهات شمالی و به خصوص شرقی نامناسب است؛ زیرا اغلب این اراضی شامل اراضی کشاورزی درجه یک و دو، دشت‌های سیلابی، جهت غالب باد از شرق به شمال و شیب‌های کمتر از ۶ درصد می‌باشد. با در نظر گرفتن نتایج همه شاخص‌های مورد ارزیابی، مناسب‌ترین محل دفن پسماندها جهات جغرافیایی جنوب - غرب منطقه شهری اردبیل در شعاع ۲۵-۳۵ کیلومتری از شهر پیشنهاد می‌شود. در این صورت از افزایش آلودگی آب‌های زیرزمینی و آلودگی هوا نقاط درونی شهر کاسته خواهد شد، هر چند کیفیت و جنس خاک در این پهنه‌ها چندان مناسب نیست؛ همچنین جهت مکان‌یابی کاربری‌های صنعتی که، آثار منفی اندکی بر منطقه شهری اردبیل بگذارد با لحاظ هزینه حمل و نقل، دسترسی و مالیات، تناسب اراضی به این منظور به پنج گروه طبقه‌بندی شد. بر اساس این طبقه‌بندی مناسب‌ترین سایت‌های صنعتی می‌تواند اراضی جنوب غربی محدوده پیرامون شریان‌های ارتباطی باشد.



## فهرست منابع

- ۱- پناهنده، محمد؛ ارسطو، بهروز؛ قویدل، آریامن؛ قنبری، فاطمه؛ (۱۳۸۸). مکان‌یابی جایگاه دفن زباله در شهرستان سمنان با استفاده از مدل **AHP** و نرم‌افزار **GIS**. دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده بهداشت.
- ۲- پوراحمد، احمد؛ حبیبی، کیومرث؛ محمدزهرائی، سجاد؛ نظری عدلی، سعید؛ (۱۳۸۶). استفاده از الگوریتم‌های فازی و **GIS** برای مکان‌یابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی: محل دفن زباله شهر بابلسر). محیط‌شناسی، سال ۳۳، شماره ۴۲، صص ۳۱-۴۲.
- ۳- پوراحمد، احمد؛ رحمانی اصل، محمد؛ حیدری، اصغر؛ شیخ‌زاده، محسن؛ (۱۳۹۵). پهنه‌بندی و تعیین تناسب اراضی جهت دفن پسماندهای شهری (مطالعه موردی: شهر کهنوج). نشریه مطالعات نواحی شهری، سال ۳، شماره ۲، صص ۱-۱۷.
- ۴- جعفری، حمیدرضا؛ رفیعی، یوسف؛ رضانی مهران، مجید؛ نصیری، حسین؛ (۱۳۹۱). مکان‌یابی دفن پسماندهای شهری با استفاده از **AHP** و **SAW** در محیط **GIS** (مطالعه موردی: استان کهگیلویه و بویراحمد). محیط‌شناسی، سال ۳۸، شماره ۶۱، صص ۱۴۰-۱۳۱.
- ۵- خلیلوند، محبوبه؛ (۱۳۸۹). مکان‌یابی دفن زباله شهر مرودشت با استفاده از پارامترهای اقلیمی در محیط **GIS**. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، استاد راهنما: دکتر بهروز سبحانی.
- ۶- سالنامه آماری استان اردبیل؛ (۱۳۹۵). فصل جمعیت و ویژگی‌های سرزمین. سازمان برنامه و بودجه، استانداری استان اردبیل، صص ۱-۵۵.
- ۷- سبحانی، بهروز؛ خلیلوند، محبوبه؛ (۱۳۹۶). کاربرد روش منطق فازی (**Fuzzy**) و تحلیل سلسله‌مراتبی در مکان‌یابی دفن پسماند خانگی شهر مرودشت با تأکید بر پارامترهای هیدرواقليمی. فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، سال ۷، شماره ۲۳، صص ۱-۲۰.
- ۸- سرور، رحیم؛ موسوی، میرنجف؛ پورنبوی، محمد؛ باقری کشکولی، علی؛ (۱۳۸۹). مکان‌یابی محل دفن زباله پسماند جامد شهری با استفاده از **GIS** (مطالعه موردی: شهر یزد). مجله کاربرد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در برنامه‌ریزی، شماره ۲، صص ۷۱-۵۷.
- ۹- شمسایی‌فرد، خدامراد؛ (۱۳۸۲). مکان‌یابی محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهر بروجرد). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: دکتر محمد سلیمانی، دانشگاه تربیت معلم، تهران.
- ۱۰- عابدین‌زاده، نیلوفر؛ روان‌بخش، مکرم؛ عابدی، طوبی؛ (۱۳۹۲). ارزیابی اثرات زیست‌محیطی محل دفن بهداشتی - مهندسی پسماندهای شهری شهرستان سمنان. مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره ۱۵، شماره ۲، صص ۱۱۷-۱۰۵.

- ۱۱- علایی طالقانی، محمود؛ سنجری، فرشید؛ جلیلیان، آذر؛ (۱۳۸۹). مکان‌یابی بهینه محل برای دفن بهداشتی پسماندهای جامد شهری کرمانشاه به روش تجربی بر اساس ویژگی‌های ژئومورفولوژی منطقه. فصلنامه مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال ۲، شماره ۶، صص ۳۴ - ۱۹.
- ۱۲- غفاری گیلانده، عطا؛ غلامی، عبدالوهاب؛ (۱۳۹۳). مقایسه کارایی فنون تحلیل چندمعیاری در بررسی تناسب اراضی (مطالعه موردی: مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری شیراز). پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره ۴۶، شماره ۲، صص ۴۴۸-۴۲۷.
- ۱۳- فتائی، ابراهیم؛ آل شیخ، علی؛ (۱۳۸۸). مکان‌یابی دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی. مجله علوم محیطی، سال ۶، شماره ۳، صص ۱۵۸ - ۱۴۵.
- ۱۴- فرهودی، رحمت‌اله؛ حبیبی، کیومرث؛ زندی‌بختیاری، پروانه؛ (۱۳۸۴). مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از منطق فازی (Fuzzy Logic) در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر سنندج). نشریه هنرهای زیبا، دوره ۵، شماره ۲۳، صص ۲۴-۱۵.
- ۱۵- مالچفسکی، یاجک؛ (۱۳۸۵). سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چندمعیاری. ترجمه: اکبر پرهیزگار و عطا غفاری گیلاندره، تهران: انتشارات سمت، چاپ ۱، ص ۵۹۸.
- ۱۶- مهندسین مشاور طرح و کاوش؛ (۱۳۸۶). خلاصه گزارش طرح جامع شهر اردبیل. سازمان مسکن و شهرسازی استان اردبیل.
- ۱۷- نصیری، بهروز؛ یارمرادی، زهرا؛ عباس‌نژاد، جواد؛ (۱۳۹۶). مکان‌یابی دفن زباله در شهر ماکو به روش فازی و بولین. فصلنامه آمایش جغرافیایی فضا، سال ۷، شماره ۲۴، صص ۹۸ - ۸۷.
- ۱۸- نیک‌زاد، وحید؛ معرب، یاسر؛ امیری، محمدجواد؛ فروغی، نگار؛ (۱۳۹۳). مکان‌یابی محل دفن پسماند با استفاده از منطق فازی در GIS و مدل تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP) (ناحیه مورد مطالعه: شهرستان مینودشت). مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره ۱۶، شماره ۱، صص ۴۳۵ - ۴۲۲.
- 19- Barles, S., (2005). **A Metabolic approach to the city: Nineteenth and Twentieth century Paris. Resources of the city: Cotribution to an Environmental History of Modern Europe.** UK, Aldershot.
- 20- Cao, L., Cheng, Y., Zhang, J., Zhouc, X., Lian, U., (2006). **Application of Grey Situation Decision-Making Theory in Site Selection of a Waste Sanitary Landfill.** Journal of China University of Mining and Technology. Vol.16, No.4, pp:393-398.
- 21- Chang, N., Parvathinathan, G., Breeden, J.B., (2007). **Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region.** Journal of Environmental Management. Vol.87, No.1, pp: 139-153.
- 22- Chang, N.B., Parvathinathan, G., Breeden, J.B. (2008). **Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region.** Journal of Environmental Management, Vol.87, No.1, pp: 139-153.
- 23- Elimelech, E., Ayalon, O., Flicstein, B., (2011). **Hazardous waste management and weight-based indicators: the case of Haifa Metropolis.** J Hazard Mater, Vol.185, No. 2-3, pp: 626-633.

- 24- Gbanie, S.P., Tengbe, P.B., Momoh, J.S., Medo, J., Simbay Kabba, V.T., (2013). **Modelling landfill location using Geographic Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA): Case study Bo, Southern Sierra Leone.** Geography, Vol. 36, pp: 3-12.
- 25- Gochfeld, M., (2010). **Appendix G - Hazardous Waste Management of Doe Sites.** In F. M. William and G. 20- Michael (Eds). Protecting Personnel at Hazardous Waste Sites (Third Edition) Woburn: Butterworth-Heinemann.
- 26- Hubina, T., Ghribi, M., (2008). **GIS-based decision support tool for optimal spatial planning of landfill in Minsk region, Belarus.** In: 11th AGILE International Conference on Geographical Information Science, Universidad de Girona, Spain.
- 27- Klosterman, E. R., (2001). **What if? User's guide.** University of Akron, OHIO.
- 28- [www.eardabil.ir](http://www.eardabil.ir)
- 29- [www.what-if?-pss.com](http://www.what-if?-pss.com).

