

مکان‌یابی محل سکوهای انتقال موقت پسماند با استفاده GIS و مدل AHP (مطالعه موردی: شهر تویسرکان)

تاریخ دریافت مقاله: ۴۰۳/۰۲/۲۵ تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۴۰۳/۰۴/۰۸

محمد حسین پور (دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد ملایر، دانشگاه آزاد اسلامی، ملایر ایران)

بیژن رحمانی* (دانشیار دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران)

چکیده:

یکی از چالش‌های اصلی در شهرهای کشورهای در حال توسعه آن است که خدمات جامع مدیریت پسماند شهری، از پایداری مالی برخوردار باشد، همچنین با افزایش درخور توجه زباله‌های جامد به دلیل صنعتی شدن و شهرنشینی، آسیب‌های زیست محیطی نیز رو به وخامت گذاشته است و مدیریت زباله‌های جامد را به عنوان یک مسئله مهم در سراسر جهان تبدیل کرده است. هدف پژوهش حاضر طرح مکان‌یابی محل سکوهای انتقال موقت پسماند در شهر تویسرکان با استفاده از مدل AHP بوده است؛ لذا با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS، انجام مطالعات مکان‌یابی برای تعیین و اولویت‌بندی محل سکوهای انتقال پسماند صورت گرفت. بر اساس فرایند مکان‌یابی محل‌های پیشنهادی به لحاظ استانداردهای محیط‌زیستی نسبتاً توجه شده است و بر اساس جانمایی محل مناسب احداث ایستگاه انتقال موقت پسماند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، زمینی به مساحت ۱۵ هکتار در محدوده روستای سهام آباد انتخاب گردید.

واژه‌های کلیدی: مکان‌یابی، GIS، شهر تویسرکان، مدل AHP.

* نویسنده رابط: bijan.rahmani11@gmail.com

۱. مقدمه

توسعه روز افزون مناطق شهری، گسترش بی‌رویه جمعیت، افزایش مصرف مواد دارای پسماند تجزیه ناپذیر و بسیاری دیگر از دست آوردهای زندگی ماشینی باعث شده است که یکی از دغدغه‌های اساسی در مدیریت محیط زیست شهری چگونگی دفع و معدوم سازی باشد. با توجه به دفع کاملاً غیر اصولی و غیر بهداشتی پسماندها و به منظور کاهش پیامدهای ناشی از آن و کمک به سلامت و بهداشت شهروندان نیاز به یافتن مکان دفع زباله شهری با رعایت موازین زیست محیطی در کنار معیارهای فنی است. (شاکرفارسی و احمدی، ۱۳۹۸: ۱۳)

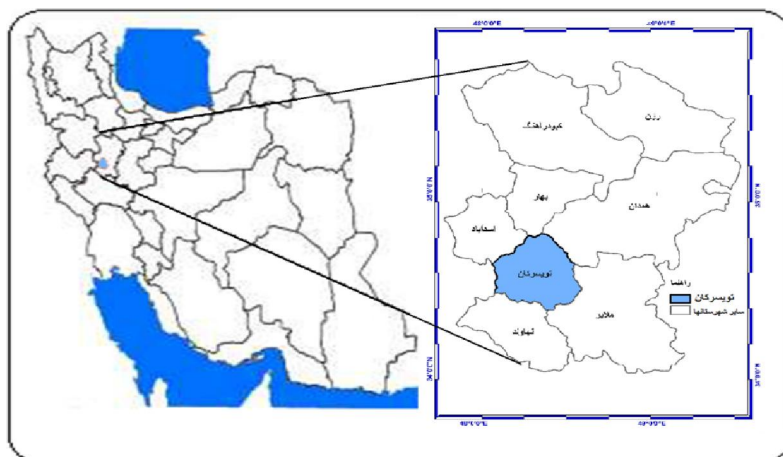
همچنین، با افزایش درخور توجه زباله‌های جامد به دلیل صنعتی شدن و شهرنشینی، آسیب‌های زیست محیطی نیز رو به وخامت گذاشته است و مدیریت زباله‌های جامد را به عنوان یک مسئله مهم در سراسر جهان تبدیل کرده است (فاتیما و همکاران، ۲۰۲۰) از طرفی، مدیریت زباله‌های جامد اغلب یک نسبت درخور توجهی از کل بودجه عمومی شهری در شهرستانها در کشورهای کم درآمد و با درآمد متوسط را نشان می‌دهد (اسشینبرگ و همکاران، ۲۰۱۰) توسعه شهرها و بهبود وضع بهداشت عمومی، ارتقای سطح زندگی، گسترش فرهنگ مصرف گرایی در میان مردم، گسترش روز افزون مراکز صنعتی، کارگاهها و کارخانه‌های تولیدی گوناگون و غیره سبب شده‌اند که روزانه میلیونها تن پسماند به صورت جامد وارد فضای عمومی شهر شده و سلامت مردم را در معرض خطر قرار دهد (عمرانی و همکاران، ۱۳۹۱)

افزایش جمعیت و شهرنشینی، به بود خدمات مدیریت پسماند را می‌طلبد که در صورت عدم مدیریت مناسب آن منجر به آلودگی آب، خاک و هوا میشود که خطرات بهداشت عمومی را به همراه دارد (مقدس و همکاران، ۲۰۱۱). در زمینه مکان‌یابی پژوهش زیادی انجام شده است از جمله، اجتماعی و همکاران سال (۱۴۰۰) در تحقیقی به "تعیین مکان مناسب دفن پسماند شهری قیر با استفاده از GIS پرداختند و با توجه به نتایج نهایی حاصل از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی سه اولویت جهت مکان پسماند در نظر گرفته شد، اولویت اول در ۲۳ کیلومتری شهر قیر یعنی در فاصله ۶ کیلومتری در شمال شهرک امام قرار دارد. اولویت دوم در ۱۵ کیلومتری از این شهر یعنی در فاصله ۴ کیلومتری از شمال روستای قدم قرار گرفته و بالاخره اولویت سوم در فاصله ۱۲ کیلومتری از شهر و ۵ کیلومتری در جنوب روستای آب اناری قرار دارد. سروری نیا و همکاران سال (۱۳۹۴) در تحقیقی به مشخص کردن مناطق مستعد از دیدگاه زمین شناسی جهت احداث مکان دفن پسماند جامد شهری در شهرستان کنگاور با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) پرداختند. کرمی و همکاران سال (۱۴۰۰) تحلیل فضایی و مکان‌یابی شهرک صنعتی شهرستان جلفا را با استفاده از مدل AHP و ELECTRE انجام دادند و نشان دادن که مکان فعلی شهرک صنعتی در

شهرستان جلفا با اصول و ضوابط مکان‌یابی مطابقت ندارد. سلیمانی و ملک حسینی یال (۱۴۰۰) پهنه‌بندی کیفیت هوای مناطق ۲۲ گانه شهر تهران را با استفاده از GIS و روشهای زمین‌آمار انجام دادند و نتایج نشان داد که بیشترین آلودگی در مناطق مرکزی و جنوب غربی تهران وجود دارد. با توجه به اینکه شهرستان تویسرکان در حال حاضر محل مناسب سکوی انتقال پسماند ندارد و انتقال پسماند در یک منطقه روباز در کنار جاده صورت می‌گیرد، مکان‌یابی محل سکوهای انتقال پسماند بسیار ضرورت داشت؛ لذا هدف پژوهش حاضر اولویت‌بندی مکانی سکوهای انتقال پسماند شهر تویسرکان بوده است.

۲. مواد و روشها

شهرستان تویسرکان یکی از شهرستان‌های جنوبی استان همدان در ایران است. مرکز این شهرستان، شهر تویسرکان است که مرکز بخش مرکزی این شهر است که در سال ۱۳۹۵ دارای ۵۰۴۵۵ نفر جمعیت بوده است. تویسرکان در جنوب کوه الوند و شهر همدان واقع شده است. این شهر به خاطر تعدد و بزرگی درختهای گردویش بسیار معروف است. شهرستان تویسرکان با ۱۵۳۶ کیلومتر مربع وسعت و ارتفاع متوسط ۱۷۸۴ متر از سطح دریا و در مختصات ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۴۶ دقیقه عرض جغرافیایی و ۴۸ درجه و ۳ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه طول جغرافیایی واقع شده است. زبان مردم شهرستان، فارسی ولی اهالی بیشتر روستاهای مجاور استان کرمانشاه و شهرستان نهاوند به کردی و لری صحبت می‌کنند. رودخانه‌های مهم آن قلقل رود و خرم رود هستند. وجود رسوبات دانه درشت در کوهپایه‌های الوند شرایط را برای توسعه باغ‌های گردو فراهم کرده است. بلندترین نقطه این شهرستان قله الوند با ارتفاع ۳۵۷۴ متر است که فصل مشترک این شهرستان و استان همدان است و پست‌ترین نقطه آن روستای کارخانه با ارتفاع ۱۵۵۵ متر است و متوسط آن از سطح دریا ۱۷۸۴ متر است. بخش کوهستانی شمال تویسرکان چند ماه از سال پوشیده از برف و یخ می‌باشد و به لحاظ بارش کافی سرچشمه رودها و چشمه سارها است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه- شهرستان تویسرکان

۲.۲. مکان‌یابی ایستگاه‌های انتقال پسماند با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)

مراحل فرایند مکان‌یابی ایستگاه‌های انتقال پسماند با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) عبارتند از: ۱- شناخت منطقه مورد مطالعه ۲- تعیین داده‌ها و پارامترهای مؤثر (مطابق با شکل ۲، درخت سلسه مراتبی پارامترهای مؤثر) ۳- بررسی ویژگی‌های محدوده مطالعاتی ۴- جمع‌آوری و آماده‌سازی داده‌ها ۵- تهیه نقشه‌ها ۶- وزن‌دهی به نقشه‌ها ۷- تلفیق نقشه‌ها با روش AHP ۸- نقشه‌های نهایی (عظیمی حسینی و همکاران، ۱۳۸۹). فرایند مکان‌یابی با کلاسه‌بندی و ارزش‌گذاری کلاسه‌های مختلف مربوط به هر کدام از معیارها در محیط GIS انجام می‌شود (Aftekhari and et al, 2019). در پژوهش حاضر با توجه به اهمیت مکان‌یابی لازم به ذکر است که معیارهای فیزیکی که در فرایند مکان‌یابی ایستگاه انتقال جدید در نظر گرفته شده عبارتند از:

- فاصله از جاده اصلی و دسترسی آسان (هرچه نزدیکتر باشد بهتر است)؛
- فاصله از محدوده شهر و روستا (فاصله بیشتر شرایط بهتر)؛
- فاصله از آبراهه اصلی (هر چه بیشتر شرایط بهتر)؛
- فاصله از گسل اصلی و فعال (هر چه میزان فاصله از گسل‌های ایجادکننده زلزله بیشتر باشد شرایط بهتر)؛
- ویژگی‌های اقلیم شناسی و جهت باد غالب (مناطق با اقلیم خشکتر دارای شرایط بهتر و در باد غالب در جهت محدوده شهر و روستا نباشد)؛
- ارتفاع و توپوگرافی (ارتفاعات بالاتر با شیب زیاد دارای شرایط نامناسبتر است)؛

- فاصله از باغات و زمین‌های کشاورزی آبی (فاصله بیشتر، شرایط بهتر)؛
- فاصله از آبراهه فرعی (فاصله بیشتر، شرایط بهتر)؛
- جنس خاک و زمین‌شناسی (که شرایط بد برای خاک‌های آبرفتی و شنی و خوب برای سنگهای آذر آواری و سنگ آهک بلورین و سیلیسی می‌باشد)؛
- بارش منطقه (مناطق با میانگین بارندگی سالانه کمتر شرایط بهتر)؛
- فاصله از مناطق سیلابی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله (فاصله بیشتر، شرایط بهتر)؛
- فاصله از مناطق با سابقه زمین لغزش (هر چه فاصله بیشتر، شرایط بهتر)؛

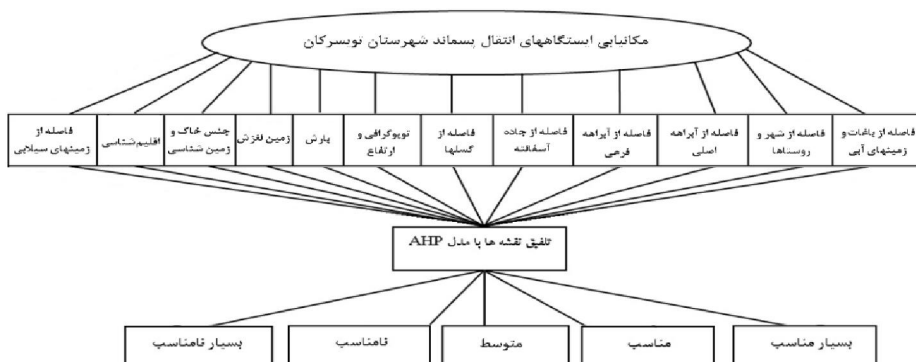
۲،۳- فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، ابزاری است که به طور گسترده در تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شده و نخستین بار توسط الساعتی مطرح شده است (Saaty, 1980: 32). این روش که به سرعت جای خود را در علوم مختلف مهندسی، علوم پایه و علوم انسانی باز نمود، یکی از بهترین و دقیق‌ترین روش‌های رتبه‌بندی و تصمیم‌گیری بر اساس چندین شاخص می‌باشد. از ویژگی‌های جالب این روش آن است که این امکان را به تصمیم‌گیرنده می‌دهد تا وی بتواند قضاوت‌های شخصی و تجربیات خویش را علاوه بر اهداف مسئله در فرایند حل مسئله تصمیم‌گیری دخالت دهد. از سوی دیگر این روش به گونه‌ای طراحی شده است که به وسیله آن می‌توان مسائل بزرگ و پیچیده را به مسائل کوچک‌تر تقسیم کرده و امکان ساده‌تر کردن مسئله را فراهم می‌آورد (اکبری و زاهدی کیوان، ۱۳۸۷: ۱۹۴). این تکنیک بر اساس مقایسه‌های زوجی بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می‌دهد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی به علت ماهیت ساده و در عین حال جامعی که دارد، مورد استقبال مدیران و کاربران مختلف واقع شده است. در واقع فرایند تحلیل سلسله مراتبی، روشی است منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد، انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد و تصمیم‌گیری باید در یک فضای چندبعدی صورت پذیرد مورد استفاده قرار می‌گیرد (زبردست، ۱۳۸۰: ۱۳). فرایند تحلیل سلسله مراتبی با شناسایی و اولویت‌بندی عناصر تصمیم‌گیری شروع می‌شود. این عناصر شامل، هدف‌ها، معیارها یا مشخصه‌ها و گزینه‌های احتمالی می‌شود که در اولویت‌بندی به کار گرفته می‌شوند. فرایند شناسایی عناصر و ارتباط بین آن‌ها که منجر به ایجاد ساختار سلسله مراتبی می‌شود؛ «ساختن سلسله مراتب» نامیده می‌شود. سلسله مراتبی بودن ساختار به این دلیل

است که عناصر تصمیم‌گیری (گزینه‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری) را می‌توان در سطوح مختلف خلاصه کرد (Bowen, 1993: 333).

۲،۴- ساختن سلسله مراتبی در فرایند تحلیل سلسله مراتبی

در اولین اقدام، ساختار سلسله مراتبی مربوط به موضوع را مشخص می‌کنیم (شکل ۲). در این شکل، بایک سلسله مراتب، شامل: هدف، معیارها و زیرمعیارها مواجه هستیم. تبدیل موضوع یا مسأله مورد بررسی به یک ساختار سلسله مراتبی مهمترین قسمت فرایند تحلیل سلسله مراتبی محسوب می‌شود (حکمت‌نیا و میرنجف موسوی، ۱۳۹۰: ۳۴۹). زیرا در این قسمت با تجزیه مسائل پیچیده، فرایند تحلیل سلسله مراتبی آن‌ها به شکلی ساده که با ذهن و طبیعت انسان مطابقت داشته باشد، تبدیل می‌کند. در نهایت ماتریس مقایسه زوجی تشکیل می‌شود و به نسبت اهمیت عوامل از شماره ۱ تا ۹ می‌باشد (فتوحی، ۱۳۹۴). (جدول ۱)



شکل ۲- درخت سلسله مراتبی پروژه مکان‌یابی سکوهاي انتقال پسماند

۵.۲- مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

مدل AHP یکی از کارآمدترین تکنیکهای تصمیم‌گیری چند معیاره بوده که توسط توماس ال ساعتی (۱۹۸۰) ارائه گردید، این مدل براساس مقایسه زوجی عوامل بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران و تصمیم‌گیران می‌دهد. این تکنیک یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا امکان فرموله کردن مسائل پیچیده طبیعی را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند (رامشت و همکاران، ۱۳۹۲).

۲.۶- آماده‌سازی و تهیه لایه‌های اطلاعاتی

با استفاده از نقشه‌های رقومی پس از عملیات توپولوژی و تصحیحات هندسی، لایه‌های مربوطه ساخته شد و دیگر کاربری‌ها و لایه‌های مورد نیاز محدوده‌ی مورد مطالعه در محیط GIS از کل نقشه تفکیک شد. همچنین لایه زمین‌شناسی منطقه از روی نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ شهرستان تویسرکان که از پایگاه داده‌های علوم زمین تهیه شده بود برداشت شد.

۲.۷- تهیه نقشه‌های استاندارد شده

در فرایند مکان‌یابی، استخراج لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز، اولین مرحله از مراحل عملی آن می‌باشد. اکثر لایه‌ها برای معیارهای مورد نیاز برای مکان‌یابی دفع پسماند، با ایجاد بافر (Distance) و یا در بعضی موارد با آیکون Query Builder کاربری‌های مختلف از نقشه جدا و ارزش دهی شده‌اند. لایه‌های مختلف در سطح محدوده‌ی مورد مطالعه ترسیم شده و در پایگاه اطلاعاتی به صورت لایه‌های رستری که قابلیت انجام عمل اولویت‌بندی یا Reclassify را دارا می‌باشند، ذخیره گشتند. لایه‌ها بر اساس بافر ایجاد شده و یا کاربری‌های موجود به ۵ طبقه اولویت‌بندی و استاندارد شدند.

۳. روش تحقیق:

در ادبیات تصمیم چند معیاری روش‌های متعددی در وزن‌دهی معیار بر پایه قضاوت‌های تصمیم‌گیران ارائه شده است. این روش‌ها شامل، روش‌های رتبه‌بندی، درجه‌بندی، مقایسه دو به دو و تحلیل موازنه‌ای - جایگشتی هستند. طرح روش‌های تعیین وزن بر پایه قابلیت‌های استفاده از نرم‌افزارهای رایانه‌ای و سازگاری صورت می‌گیرد، که به توان آن‌ها را در تحلیل تصمیم چند معیاری مبتنی بر GIS وارد کرد (پرهیزکار و غفاری گیلانده، ۱۳۸۵). پس از مشخص شدن معیارهای مکان‌یابی و طبقه‌بندی نقشه‌ها به کلاس‌های متفاوت بر اساس نحوه تأثیر پارامترها، باید میزان اهمیت هر یک از پارامترها در قالب دادن وزنی مشخص به هر کدام از پارامترها بر مبنای تأثیرگذار بودن آن پارامتر و به منظور تهیه نقشه نهایی انجام شود.

۳.۱. تلفیق نقشه‌ها

در این مرحله با توجه به ویژگی پارامترها، ارزیابی مدل‌های موجود و تأثیر هر یک از پارامترها بر روی سایر پارامترها و دقت هر کدام از پارامترها مدل مناسبی برای آن تهیه می‌گردد. نقشه‌ها طوری تهیه می‌گردند که قابلیت ورود به مدل اصلی را دارا باشند. پس از

انتخاب روش و مدل مناسب برای تلفیق، نقشه به مدل وارد شده و از ترکیب لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از کلاس‌های طبقه‌بندی برای تمامی منطقه مطالعاتی، نقشه نهایی تهیه می‌گردد (عظیمی حسینی و همکاران، ۱۳۸۹). در گام بعدی روی هم گذاری لایه‌ها Overlay توسط عملگرهای مربوطه انجام و نتایج پهنه‌ها بررسی شد. در نتیجه، پهنه‌های مناسب برای احداث ایستگاه انتقال پسماند مشخص گردید.

در مرحله بعد، گزینه‌های مکانی ایستگاه انتقال با توجه به بررسی لزوم احداث ایستگاه‌های انتقال و تعداد ایستگاه مورد نیاز (بررسی هزینه‌های سربه سر)، هزینه‌های جمع‌آوری، انتقال و احداث طی پنج سناریو برای یک چشم انداز ۲۰ ساله تعیین و با تحلیل اقتصادی سناریوها، سناریوی برتر مشخص شد. در ادامه، با انجام تحلیل حساسیت سناریوها و تغییر هزینه‌های ذکر شده، سناریوی جایگزین نیز پیشنهاد گردید تا با شناخت کافی از هزینه‌های مرتبط، تصمیم‌گیری در مورد ساخت ایستگاه‌های انتقال صورت پذیرد.

۲.۳. تعیین وزن هر لایه

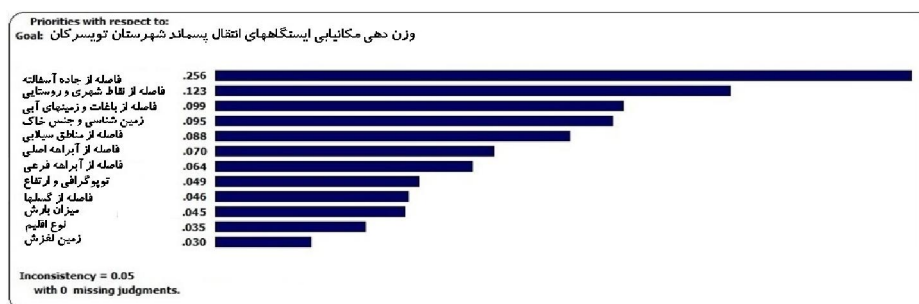
در این روش، عوامل مؤثر در انتخاب محل طرح و وزن هر عامل مشخص میشود. سپس نمره یا مقدار هر محل با توجه به هر عامل تعیین میشود. امتیاز هر محل از مجموع حاصلضرب وزن هر عامل در مقدار آن عامل بدست می‌آید. محلی که بیشترین امتیاز را کسب کرده باشد، به عنوان محل مناسب پیشنهاد میشود.

در این روش عوامل مؤثر بر مکان‌یابی می‌توانند عوامل کمی یا عوامل کیفی باشند؛ وزن هر عامل را نیز می‌توان در مقایسه با عوامل دیگر بدست آورد. باید توجه داشت که در این روش تمام عوامل باید از امتیازات همگن برخوردار باشند. به عبارت دیگر حد پایین و حد بالای تمام عوامل یکسان باشد، به عنوان مثال همه عوامل دارای امتیازی بین ۱ تا ۱۰ باشند.

ارزش گذاری و تعیین وزن لایه‌ها براساس تحلیل مجموعه دیدگاه‌ها و نظرهای افراد، مبنای هدف گذاری، تدوین برنامه و یا تصمیم‌گیری قرار می‌گیرد، در تمامی مراحل اهمیت عوامل و متغیرها در قالب طیف (تأثیر بسیار کم: ۱)، (تأثیر کم: ۲)، (تأثیر متوسط: ۳)، (تأثیر زیاد: ۴) و (تأثیر بسیار زیاد: ۵) صورت می‌گیرد؛ در پایان جمع بندی، و پس از واردسازی نتایج در محیط نرم‌افزار Expert Choice خروجی نرم‌افزار، که اوزان نهایی معیارها را نشان می‌دهد، انجام می‌گیرد.

۳.۳. محاسبه نرخ ناسازگاری

نرخ ناسازگاری با تقسیم شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی (R.I) محاسبه می‌شود. R.I بیانگر شاخص تصادفی است. این همان شاخص پایداری از یک ماتریس مقایسه دو به دو است که به صورت تصادفی ایجاد شده است. نسبت پایداری به گونه‌ای تعیین می‌شود که اگر $CR < 0/1$ باشد در آن صورت این نسبت دلالت بر سطح قابل قبول پایداری در مقایسه‌های زوجی دارد و اگر $CR > 0/1$ باشد در آن صورت ارزش‌های نسبت بیانگر قضاوت‌های ناپایده هستند (فرج زاده اصل، ۱۳۸۴)، در پژوهش حاضر نرخ ناسازگاری که از خروجی نرم‌افزار Expert Choice بدست آمده، برای مکان‌یابی عدد ۰/۰۵ است که از ۱/۰ کوچکتر بوده و مورد قبول است.



شکل ۳- وزن معیارهای مکان‌یابی ایستگاه انتقال موقت پسماند با استفاده از نرم‌افزار اکسپرت چویس

۳.۴- محاسبه وزن معیارها

مرحله بعد از مقایسه زوجی پارامترها، محاسبه وزن عوامل می‌باشد. برای محاسبه وزن عوامل ابتدا اعداد متعلق به هر ستون ماتریس با یکدیگر جمع شده، سپس هر عضو ماتریس به جمع عوامل تقسیم می‌شود که حاصل آن به وجود آمدن اعداد به صورت نرمال شده می‌باشد. در آخر میانگین هر ردیف محاسبه می‌شود که عدد به دست آمده معرف وزن هر عامل می‌باشد.

۳.۵- نرم‌افزار (Expert choice)

نرم‌افزار EC جهت تحلیل مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی طراحی شده، این نرم‌افزار علاوه بر امکان طراحی نمودار سلسله مراتبی، تصمیم‌گیری و طراحی سؤالات، تعیین ترجیح‌ها و اولویت‌ها و محاسبه وزن نهایی، قابلیت تحلیل حساسیت تصمیم‌گیری نسبت به تغییرات در پارامترهای مسئله را نیز داراست. از همه

مهمتر آنکه در بسیاری از موارد از نمودارها و گرافهای مناسب جهت ارائه نتایج و عملکردها ایجاد می‌نماید.

جدول ۱: مقیاس ۹ کمیتی ساعتی برای مقایسه دو به دوئی گزینه‌ها

مقدار عددی	انواع ترجیحات (متغیرهای زبانی)
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر (Extremely Preferred)
۷	خیلی مرجح یا خیلی مهم‌تر یا خیلی مطلوب‌تر (Very Strongly Preferred)
۵	مرجح یا مهم‌تر یا مطلوب‌تر (Strongly Preferred)
۳	ترجیح متوسط یا به طور متوسط مهم‌تر یا مطلوب‌تر (Moderately Preferred)
۱	ترجیح یکسان یا اهمیت یکسان یا مطلوبیت یکسان (Equally Preferred)
۲ و ۴ و ۶ و ۸	ترجیحات بین فواصل فوق

منبع: زبردست، ۱۳۸۰: ۱۷

۴. اهمیت مکان‌یابی در پروژه‌های عمرانی

مطالعات مکان‌یابی پیش از اجرای پروژه‌های عمرانی، نقش بسیار زیادی در اجرای موفق آنها داشته و انجام صحیح آن در بسیاری از موارد منجر به کاهش قابل ملاحظه در هزینه‌های پروژه، بهبود وضعیت ایمنی طرح و نیز تضمین عملکرد موفق پروژه در طی زمان بهره برداری می‌شود.

بحث مکان‌یابی و انتخاب مکان مناسب و بهینه منطبق با پارامترهای مؤثر بر آن از نقش و اهمیت بسیار زیادی در کاهش میزان آسیب‌های احتمالی ناشی از انجام پروژه‌های عمرانی برخوردار می‌باشد. انتخاب محل استقرار پروژه‌های مکان‌یابی در کنار دیگر ملاحظات از قبیل: اقتصادی، فنی، فرهنگی، اجتماعی و کاربردی حائز اهمیت است. استقرار اهداف و پروژه‌ها در مکان‌های مناسب و بهینه شرایط لازم را برای اجرا و هدایت طرح‌های مرتبط را فراهم می‌سازد. البته ذکر این نکته را یادآور می‌شود که مکان‌یابی پروژه‌ها و اهداف و لحاظ کردن شاخص‌های مربوط به آن برحسب شرایط موضوع و نوع پروژه‌ها متفاوت خواهد بود. سیستم‌های سنجش از راه دور و استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در کنار بهره‌مندی از سیستم‌های اطلاعات جغرافیائی نقشه‌های توپوگرافی دیجیتالی و الگوها و... امکان انجام عملیات شبیه سازی مراکز را قبل از انجام هرگونه فعالیت فیزیکی و اجرایی و عمرانی فراهم می‌آورد و در نتیجه با بکارگیری این امکانات و توانمندیها، می‌توان نقاط ضعف و قوت این قبیل تأسیسات را مورد بررسی و ارزیابی قرار داد.

مکان‌یابی بطورکلی یک موضوع تأثیرگذار بلند مدت است و به صورت طولانی مدت، تأثیر بر عملکرد مجموعه دارد. لذا اگر مکان‌یابی به خوبی انجام شود تأثیرات مثبت و برعکس

اگر به خوبی مکان‌یابی نشود تأثیرات منفی آن زیاد و عملکرد خوبی نخواهد داشت. در بررسی موضوع مکان‌یابی ابتدا بحث پیرامون شناخت ویژگیها و سپس عوامل مؤثر در آن در هر پروژه خواهد بود. بنابراین در مرحله اول مطالعه و بررسی همه جانبه شامل جمع‌آوری اطلاعات و الزامات از ویژگی‌های جغرافیایی، اقتصادی، آمایش سرزمینی و... انجام خواهد شد.

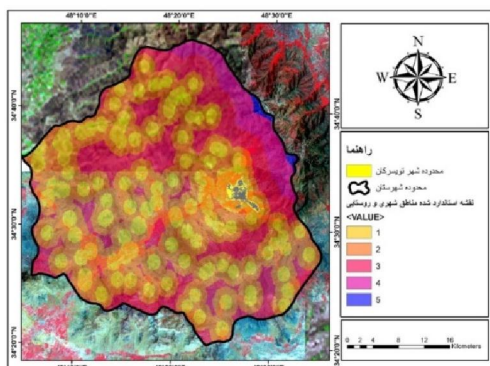
۵- استانداردهای اعمال شده در مدل AHP

۱- دسترسی به راه

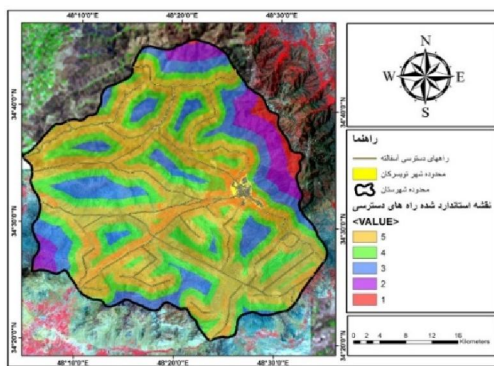
باتوجه به آیین نامه‌ها و به دلیل مناسب بودن منظره جاده‌ها حداقل ۱ کیلومتر فاصله ایستگاه از راه آسفalte در نظر گرفته شده است و مقدار حداکثر این فاصله ۴ کیلومتر است.

۲- فاصله تا مناطق شهری و روستایی

به دلیل اثرات زیست محیطی که احداث ایستگاه انتقال در بر دارد در جانمایی ایستگاه، می‌بایست ایستگاه‌ها را خارج از مناطق مسکونی جانمایی کرد در جدول زیر طبقه‌بندی فواصل از مناطق مسکونی آورده شده است.



شکل ۵- نقشه استاندارد شده مناطق شهری و روستایی



شکل ۴- نقشه استاندارد شده راه‌های دسترسی

جدول ۲: استاندارد فاصله از مناطق مسکونی برای احداث ایستگاه انتقال

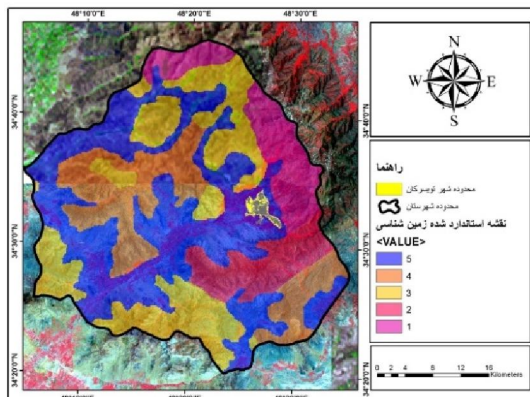
فاصله از شهر (کیلومتر)	امتیاز	طبقه بندی	فاصله از روستا (کیلومتری)	امتیاز	طبقه بندی
۰ تا ۱ کیلومتر	۱	کاملاً نامناسب	۰ تا ۱ کیلومتر	۱	کاملاً نامناسب
بیش از ۲۰ کیلومتر			بیش از ۲۰ کیلومتر		
۱ تا ۲ کیلومتر	۲	نامناسب	۱ تا ۵/۵ کیلومتر	۲	نامناسب
۲ تا ۳ کیلومتر	۳	مناسب	۵/۵ تا ۲ کیلومتر	۳	مناسب
بیش از ۳ کیلومتر	۴	کاملاً مناسب	بیش از ۲ کیلومتر	۴	کاملاً مناسب

۳- زمین شناسی و نوع خاک

نوع خاک مناسب احداث ایستگاه خاک خشک با تراکم بالا است تا هم از نظر مقاومت هم از نظر نشت شیرابه بتواند نیازهای یک ایستگاه انتقال را برطرف کند.

جدول ۳: استاندارد نوع خاک مناسب برای احداث ایستگاه انتقال

نوع خاک	امتیاز	طبقه بندی
Rock outcrops/Inceptisols	۰	کاملاً نامناسب
Inceptisols	۱	نامناسب
Rock outcrops/Entisols	۲	مناسب
Entisols/Inceptisols	۳	مناسب
Aridisol	۴	کاملاً مناسب



شکل ۶- نقشه استاندارد شده زمین شناسی

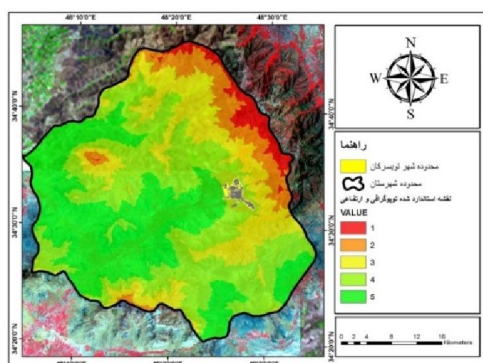
۴- توپوگرافی و ارتفاع

همواره در مکان‌یابی شیب یکی از پارامترهای اصلی است. در مکان‌یابی ایستگاه‌های انتقال پسماند نیز به دلیل اجرای چند سطحی ایستگاه‌ها شیب مناسب می‌تواند بر هزینه‌های خاکبرداری و خاکریزی تأثیر قابل توجهی بگذارد. از این رو شیب مناسب در لایه توپوگرافی منطقه بین ۰ تا ۱۵ درصد در نظر گرفته شده است.

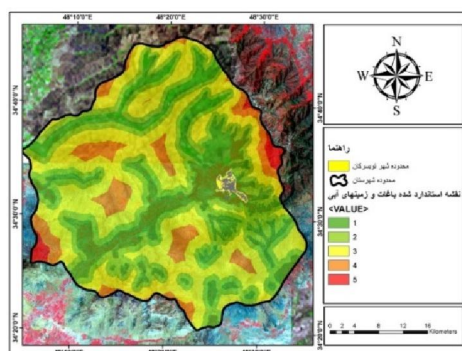
۵- فاصله از باغات و زمینهای آبی

زمینی که ایستگاه انتقال در آن احداث میشود تا جایی که ممکن است باید کم ارزش باشد و زمینهای کشاورزی برای این کار مناسب نیستند. با این وجود، در این پروژه به دلیل

گسترده‌ی زیاد زمین‌های کشاورزی دیم و محدودیت زمین‌های مرتعی و بایر، زمین‌های دیم نیز جزو اراضی قابل قبول در نظر گرفته شده است.



شکل ۸- نقشه استاندارد شده توپوگرافی و ارتفاعی



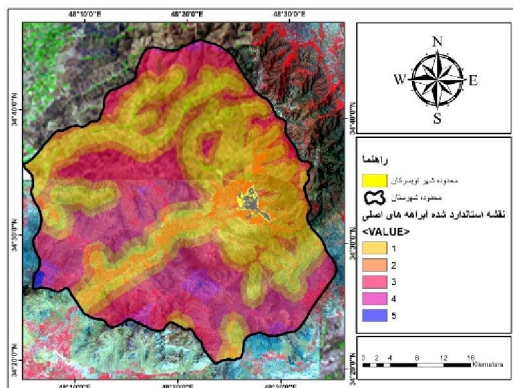
شکل ۷- نقشه استاندارد شده باغات و زمینهای آبی

۶- محدوده سیلابی

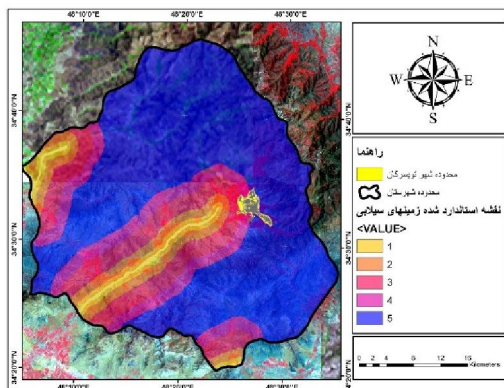
پهنه‌بندی مناطق سیلابی نیز یکی از لایه‌های حذفی است که مناطق سیلابی با بازگشت دوره ۱۰۰ ساله در آن مشخص هستند و از نواحی مورد قبول مکان‌یابی حذف میشوند.

۷- فاصله تا آبراهه‌های اصلی و فرعی

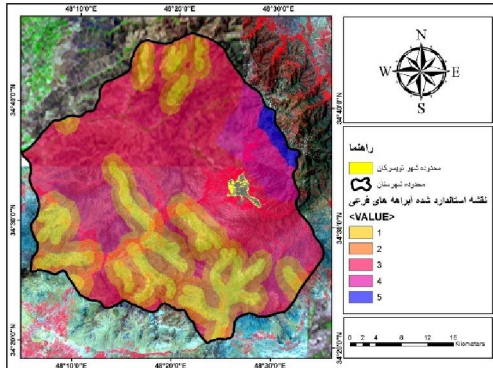
آبهای سطحی نیز می‌توانند در اطراف ایستگاه انتقال آلوده شوند، و آلودگی را با خود حمل و در سرتاسر منطقه پخش کنند. برای جلوگیری از این اتفاق باید فاصله قانونی آبهای سطحی تا ایستگاه انتقال رعایت شود.



شکل ۱۰- نقشه استاندارد شده آبراهه‌های اصلی



شکل ۹- نقشه استاندارد شده زمینهای سیلابی



شکل ۱۱-نقشه استاندارد شده آبراهه‌های فرعی

جدول ۴: استاندارد فاصله از آب سطحی برای احداث ایستگاه انتقال

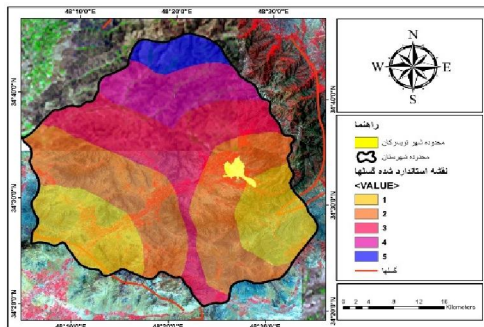
فاصله از آب‌های جاری (متر)	امتیاز	طبقه بندی
۰ تا ۱۵۰ متر	۱	کاملاً نامناسب
۱۵۰ تا ۳۰۰ متر	۲	نامناسب
۳۰۰ تا ۴۵۰ متر	۳	مناسب
بیش از ۴۵۰ متر	۴	کاملاً مناسب

۸- فاصله تا گسل

زلزله یکی از بلایای طبیعی است که با توجه به خطرآفرینی و حساسیت آن باید در تمامی طراحیها مورد توجه قرار گیرد و ایستگاه انتقال نیز از این قاعده مستثنی نیست. به همین منظور فاصله مناسب تا گسل در این مطالعه در نظر گرفته شده است.

جدول ۵: استاندارد فاصله از گسل برای احداث ایستگاه انتقال

فاصله تا گسل (متر)	امتیاز	طبقه بندی
۰ تا ۱۰۰۰	۱	کاملاً نامناسب
۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰	۲	نامناسب
۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰	۳	مناسب
بیش از ۳۰۰۰	۴	کاملاً مناسب



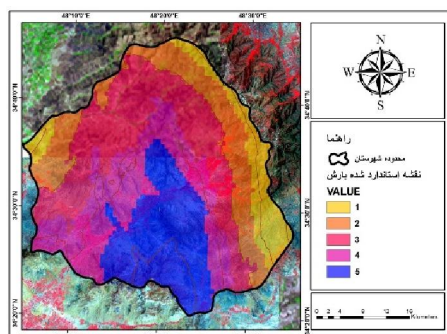
شکل ۱۲-نقشه استاندارد شده گسلها

۹- نوع اقلیم منطقه (اقلیم شناسی)

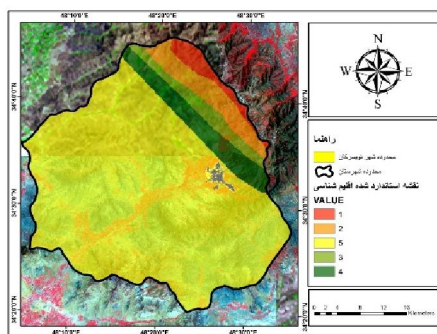
- مناطق با اقلیم خشکتر دارای شرایط بهتر و بعد مشخص شدن و مکان‌یابی ایستگاه‌های انتقال پسماند باید توجه داشت که باد غالب در جهت محدوده شهر و روستا نباشد.

۱۰- میزان بارش

مناطق که در سطح شهرستان دارای میانگین بارش سالانه کمتر می‌باشند دارای شرایط مناسبتر هستند، که برای تهیه این لایه از میانگین بارش سالانه ایستگاه‌های باران سنجی کل استان استفاده گردید و پهنه‌بندی بارندگی به روش زمین آمار و کوکریجینگ انجام شد و در نهایت لایه استاندارد شده شهرستان توپسرکان استخراج گردید.



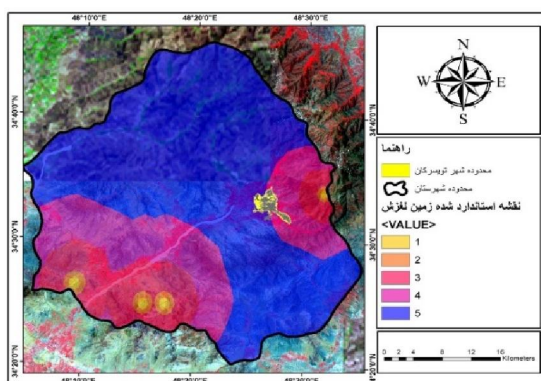
شکل ۱۴- نقشه استاندارد شده بارش



شکل ۱۳- نقشه استاندارد شده اقلیم شناسی

۱۱- فاصله از مناطق با سابقه زمین لغزش

زمین لغزش یکی از بلایای طبیعی است که با توجه به خطرآفرینی و حساسیت آن باید در تمامی طراحی‌ها مورد توجه قرار گیرد و ایستگاه انتقال نیز از این قاعده مستثنی نیست. به همین منظور فاصله مناسب از مناطق با سابقه زمین لغزش در این مطالعه در نظر گرفته شده است.



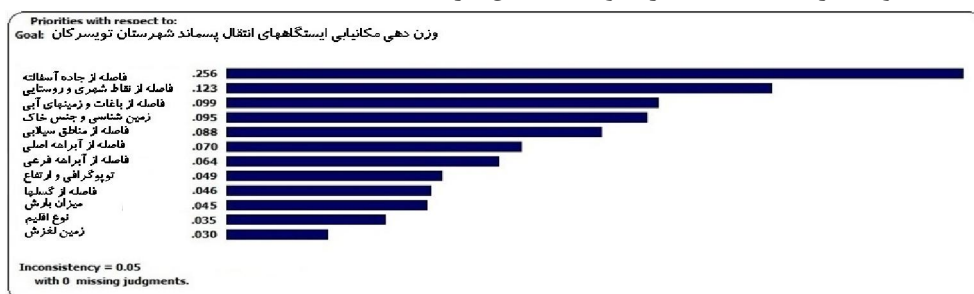
شکل ۱۵- نقشه استاندارد شده زمین لغزش

۶- روی هم گذاری (OVERLAY) لایه‌ها به منظور دستیابی به گزینه‌های مناسب

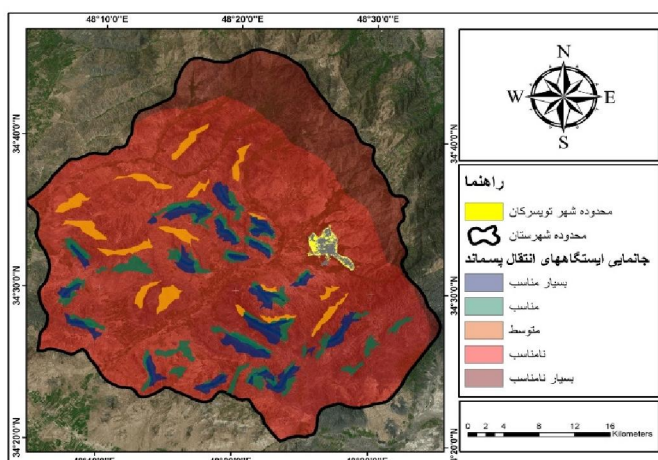
همانطور که در تصویر ۱۶ مشاهده می‌شود وزن اعمال شده برای هر لایه متناسب با اهمیت آن متفاوت اعمال شده است این وزن‌ها با روش AHP و مطابق نظر افراد خبره و متخصصین مدیریت پسماند انتخاب شده است.

در این مرحله تمامی نقشه‌های استاندارد شده بخش‌های شهرستان تویسرکان overlay شده و سپس مناطق با اولویت بالا مطابق‌های شکل در محدوده ۵ اولویت در منطقه مورد

مطالعه نشان داده شده است. قسمت‌های بسیار مناسب و مناسب با امتیاز ۵ و ۴ و قسمت‌های نامناسب و بسیار مناسب با امتیاز ۲ و ۱ مشخص گردیدند.



شکل ۱۶- وزن دهی معیارهای مکان‌یابی ایستگاه‌های انتقال پسماند



شکل ۱۷- مکان‌یابی نهایی ایستگاه‌های انتقال پسماند

نکته: با وجود تمام مزایای روش AHP عدم وجود امتیازات مجزا برای مناطق مختلف انتخابی در گزینه نهایی یکی از نقاط ضعف آن می‌باشد که به نظر می‌رسد در مراحل پایانی کار جهت تصمیم‌گیری بهتر و واضح‌تر استفاده از گلباد سالانه شهر تویسرکان می‌توان منطقه مناسب را انتخاب نمود، که در ادامه به شرح ذیل می‌باشد.

۷- بحث و نتیجه گیری:

با توجه به اینکه محل ایستگاه موقت انتقال فعلی زباله شهر تویسرکان، در کنار جاده تویسرکان به کنگاور قرار دارد و به دلیل نمای زشت و ایجاد بوی نامطبوع برای مسافرانی که از جاده اصلی عبور می‌کنند، همچنین به دلیل روباز بودن و ایجاد آلودگی منظر و پراکندگی کیسه‌های پلاستیکی در جاده و زمین‌های کشاورزی مردم و رها شدن شیرابه که باتلاقی از

مواد بسیار سمی را به وجود آورده و تبعات بهداشتی و روانی زیادی را به بار خواهد آورد بسیار نامناسب است، لذا در نهایت با توجه به خروجی نقشه پایانی و نقاط با امتیاز حداکثر در هر بخش، باید پس از بازدید میدانی و بررسی قابلیت تملک و ارزش زمین مورد بررسی قرار گرفته و نقاط منتخب اعلام گردد. لازم به ذکر است حدود مساحت مورد نیاز برای احداث هر ایستگاه انتقال ۱,۵ تا ۲ هکتار می‌باشد.

لذا در مراحل پایانی کار جهت تصمیم‌گیری بهتر و واضح‌تر پس از بازدید میدانی و استفاده از گلباد سالانه شهر تویسرکان، منطقه مناسب را انتخاب نموده ایم و بر اساس فرایند مکان‌یابی محل مناسب احداث ایستگاه انتقال موقت پسماند، زمینی به مساحت ۱۵ هکتار در محدوده روستای سهام آباد انتخاب گردید. با توجه به اینکه سنگ‌بستر منطقه گرانی-بازالت است و این‌گونه سنگ‌ها نسبت به فرسایش مقاوم و از نظر نفوذپذیری کم تا متوسط هستند دارای توان مناسب برای احداث ایستگاه انتقال موقت می‌باشند، لذا منطقه پیشنهادی از نظر آمایش محیط‌زیست توان بالایی برای احداث ایستگاه دارد و محل پیشنهادی به لحاظ استانداردهای محیط‌زیستی نسبتاً توجیه شده است؛ لذا پیشنهاد می‌گردد محل انتقال موقت پسماند فعلی به محل جدید و منطقه مورد مطالعه هر چه سریع‌تر انتقال و مورد بهره‌برداری قرار گیرد و راهبردهای تفکیک از مبدأ، بازیافت، تولید کود سبز، تولید زیست‌گاز و دفن بهداشتی به عنوان بهترین راهکارها جهت مدیریت پسماندهای شهری شهر تویسرکان اعمال گردد. علاوه بر این اگر سرمایه و بودجه کافی برای محل ایستگاه انتقال موقت فراهم شود، می‌توان زباله‌های شهرها و روستاهای اطراف و در داخل محدوده شهرستان تویسرکان را نیز به این مکان انتقال داد و در قبال خدمات انجام گرفته، عوارض از آنها دریافت نمود، که از این نظر توجیه اقتصادی خواهد داشت.

منابع و مآخذ:

- ۱- اجتماعی، ب. شکور، ع. پربر، ز. ۱۴۰۰. مکان‌یابی محل دفع پسماند شهری با استفاده از GIS (مطالعه موردی: شهر قیر) نشریه: برنامه‌ریزی منطقه‌ای، دوره: ۸، شماره: ۳۰ ص ۱۲۷-۱۳۷.
- ۲- اکبری، ن. محمد زاهدی، ک. ۱۳۸۷. کاربرد روشهای رتبه‌بندی و تصمیم‌گیری چند شاخص، تهران انتشارات شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور (وزارت کشور).
- ۳- پرهیزکار، ا. غفاری گیلانده، ع. ۱۳۸۵. سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری، تهران، انتشارات سمت. ۸۸ ص.
- ۴- حکمت‌نیا، ح. موسوی، م. ۱۳۹۰. کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای، انتشارات علم نوین. ۶۴ ص.
- ۵- رامشت، م. حاتمی فرد، ر. موسوی، س. ۱۳۹۲. مکان‌یابی دفع پسماند جامد شهری با استفاده از مدل AHP و تکنیک GIS (مطالعه موردی: شهرستان کوهدشت) نشریه علمی پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، شماره ۴۴، ص ۱۱۹-۱۳۸.
- ۶- زبردست، ا. ۱۳۸۰. کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، مجله هنرهای زیبا، شماره ۱۰.
- ۷- سروری نیا، س. فرقانی تهرانی، گ. باقری، ر. ۱۳۹۴. بررسی معیارهای مؤثر زمین شناسی در مکان‌یابی دفن پسماند جامد به وسیله GIS، مطالعه موردی: شهرکنگاور، استان کرمانشاه. کنگره بین المللی تخصصی علوم و زمین.
- ۸- سلیمانی، ف. ملک حسینی، ع. ۱۴۰۰. پهنه‌بندی کیفیت هوای مناطق ۲۲ گانه شهر تهران را با استفاده از GIS و روشهای زمین آمار، فصلنامه آمایش محیط، شماره ۵۲.
- ۹- شاکر فارسی، آ. احمدی، ه. ۱۳۹۸. برنامه‌ریزی و مدیریت پسماندهای شهری با رویکرد مشارکت در کاهش اثرات زیست محیطی آن در شهرها (مطالعه موردی منطقه ۱۲ تهران).
- ۱۰- عمرانی، ق. ۱۳۸۸. مدیریت مواد زائد جامد (بازیافت)، تهران، اندیشه رفیع.
- ۱۱- عمرانی، ق. جاوید، ا. رمضان علی، ا. ۱۳۹۱. بررسی معیارهای مکان‌یابی ایستگاه انتقال زباله منطقه ۲۲ کلانشهر تهران از نظر ملاحظات زیست محیطی هوا و شیرابه، نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ش ۲، ص ۱۴۷-۱۶۰.
- ۱۲- عظیمی حسینی، م. نظری فر، م. مؤمنی، ر. ۱۳۸۹. کاربرد GIS در مکان‌یابی، انتشارات مهرگان قلم. ۴۲ ص.

- ۱۳- فتوحی، ص. کیانی، س. ۱۳۹۴. ریزپهنه‌بندی سیلاب شهری با استفاده از مدل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (مطالعه موردی: شهرنهادی: شهرنهادی)، فصلنامه آمایش محیط، شماره ۲۹.
- ۱۴- فرج‌زاده اصل، م. ۱۳۸۴. سیستم اطلاعات جغرافیایی و کاربرد آن در برنامه‌ریزی توریسم، انتشارات سمت، چاپ اول، تهران.
- ۱۵- کرمی، ف. قنبری، ا. علیرضایی، م. ۱۴۰۰. تحلیل فضایی و مکان‌یابی شهرک صنعتی شهرستان جلفا با استفاده از مدل AHP و ELECTRE، فصلنامه آمایش محیط، شماره ۵۵.

- 16- Aftekhari, M. Akbari, M. GhezelSouflou. A. 2019. Quality Assessment of Birjand Plain Aquifer by SINTACS Method in Persian.
- 17- Bowen, William. M., 1993. AHP: Multiple Criteria Evaluation, in Klosterman, R. et al Eds, Spreadsheet Model for urban and Regional Analysis, New Brunswick: Center for Urban Policy Research.
- 18- Fatima S. A., Chaudhry M. N., B. S. A., 2020. Environmental Impacts of the Existing Solid Waste Management System of Northern Lahore. Chinese Journal of Urban and Environmental Studies (CJUES). World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., vol. 7(03). pages 1-21, February.
- 19- Moghaddas, N.H. and Namaghi, H.H., 2011. Hazardous waste landfill site selection in Khorasan Razavi Province, Northeastern Iran. Arabian journal of geosciences, 4(1-2), pp.103-113.
- 20- Saaty, T. L. 1980. "The Analytic Hierarchy Process", New York, NY: McGraw - Hill.
- 21- Scheinberg. A. Wilson. D. 2010. What is good practice in solid waste management. Waste Management & Research. 28. 1055-1056.

