

ارزیابی روشهای تحلیل سلسله مراتبی و ترکیب خطی وزنی در مکان یابی محل دفن مواد زاید شهری با تاکید بر عوامل ژئومورفیک

مطالعه ی موردی: شهر سقز

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۲/۲۳

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱/۲۶

همین شهابی* (کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی)، دانشگاه تبریز)
مسعود علایی^۱ (کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه زنجان)
سید محمد حسینی (کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تربیت معلم تهران)
عثمان رحیمی (کارشناس امور شهری و شهردار شهر سقز)

چکیده

مکان یابی و یافتن محل مناسب برای دفن زباله یکی از مهم ترین بخش های سیستم مدیریت مواد زاید شهری است. شهر سقز با جمعیتی معادل ۱۴۰ هزار نفر، یکی از بزرگترین شهرهای استان کردستان می باشد که در نتیجه افزایش جمعیت، مصرف گرایی و تغییر عادات غذایی مردم، افزایش مصرف مواد بسته بندی شده در چند دهه ی اخیر به همراه تقلید الگوی مصرفی مردم باعث افزایش حجم زباله ی تولید شده در این شهر شده است. با وجود این مشکل، هنوز شیوه مناسبی جهت دفع مواد زاید شهر سقز وجود ندارد. هدف اصلی پژوهش حاضر، در نظر گرفتن نقش عوامل ژئومورفیک چه از لحاظ سازندهای منطقه دفن و چه از لحاظ شرایط و فرایندهای حاکم بر این منطقه در آینده به کمک اعمال انواع عملیات تحلیل های مکانی، با بهره گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی به منظور مکان یابی مناسب برای دفن پسماندهای شهری است. به همین منظور، در مرحله اول، عوامل موثر در مکان یابی محل دفن مواد زاید شهر سقز در نظر گرفته شد و در نهایت با رقومی کردن و وزندهی ۱۳ لایه بر اساس استانداردهای موجود که عبارتند از: شیب، فرسایش، گسل، آبهای سطحی، آبهای زیرزمینی، چاه ها، منطقه حفاظت شده، فرودگاه، پوشش گیاهی، خطوط ارتباطی، خطوط نیرو، فاصله از شهر سقز و مراکز جمعیتی و وارد کردن لایه های مذکور به محیط نرم افزارهای IDRISI و Arc GIS و تشکیل پایگاه های اطلاعاتی ویژه دفن زباله های شهری و اجرا مدل های مختلف تصمیم گیری چند معیاره تحلیلی نظیر تحلیل سلسله مراتبی و ترکیب خطی وزنی بر لایه های موجود است. نتایج این پژوهش حاکی از این است که هر دو روش در مرحله اولیه در جنوب شهر سقز با انتخاب

* نویسنده رابط: himanshababi@gmail.com

¹ alaeema@gmail.com

چهار مکان و در نهایت با انتخاب مکان نهایی جهت دفن مواد زاید در جنوب شهر سقز، قدرت تصمیم گیری بیش تری را در امر مکانیابی محل دفن با تفاوت‌هایی لحاظ می کند. در نهایت با همپوشانی و از مجموع اشتراک این مدلها در محیط Arc GIS، مکان نهایی دفن زباله شهر سقز با مساحت ۷۴ هکتار مساحت و پذیرش ۱۳۰ تن زباله در هر روز به مدت ۲۰ سال به عنوان مکان پیشنهادی و نهایی دفن زباله شهر سقز انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی

عوامل ژئومورفیک، مکانیابی دفن زباله شهری، مدل‌های GIS، شهر سقز.

Archive of SID

۱- مقدمه

شهر مجموعه‌ای است از پدیده‌های پیچیده که تمام اجزای آن به صورت سازمان یافته در ارتباط کامل با یکدیگر هستند، به طوری که ایجاد اختلال در هر کدام از اجزای این مجموعه، باعث ایجاد نارسایی در کل سیستم می‌شود. انسان‌ها بر محیط تاثیر گذاشته و از نتایج و پیامدهای آن متاثر می‌شوند، این بیانگر رابطه متقابل انسان و محیط است (مشکینی و همکاران، ۱۳۸۷). مکانیابی و یافتن محل مناسب برای دفن زباله یکی از مهم‌ترین بخش‌های سیستم مدیریت مواد زاید جامد شهری است و از طرف دیگر علم ژئومورفولوژی باتوجه به ماهیت خود که به منشاء و تحول اشکال زمین، فرآیندهای تشکیل آنها یا ترکیب مواد سازنده آن مربوط می‌شود (محمودی، ۱۳۸۱)، در امر مکان‌یابی نقش بسزایی دارد. معیارها و عوامل متعددی در انتخاب محل مناسب دفن بهداشتی مواد زاید جامد شهری دخالت دارند که هر کدام به نوبه خود از اهمیت خاصی برخوردارند و محدودیت‌هایی را در انتخاب محل ایجاد خواهند کرد (عبدلی، ۱۳۷۹). از مهم‌ترین این معیارها، عوامل ژئومورفیک می‌باشند (سنگ‌بستر، اراضی ناپایدار، خاک، گسل، شیب، ژئوهیدرولوژی و...). علاوه بر معیارهای ژئومورفولوژی عوامل مختلفی نظیر عمق آبهای زیرزمینی، وضعیت اقلیم، عوامل زیست محیطی، کاربری اراضی، شبکه جاده‌ها و... نیز در این زمینه دخالت داشته‌اند که در انتخاب مکان دفن زباله مفیدند (اصغری مقدم، ۱۳۷۸). شناخت مکانی که به عنوان دفن مواد زاید شهری انتخاب می‌شود بسیار ضروری است و این ضرورت به طور عام باید جغرافیای طبیعی و به طور خاص باید ژئومورفولوژی را دربر بگیرد.

۲- پیشینه تحقیق

در زمینه نقش دانش ژئومورفولوژی در امر مکان‌یابی دفن مواد زاید شهری کارهایی صورت گرفته از جمله اینکه: دروفر و سیبیت^۱ (۱۹۹۸) باتوجه به عواملی از جمله جنس و نوع خاک، نفوذپذیری، قطر خاکدانه و سایر عوامل زمین‌شناسی اقدام به مکان‌یابی محل دفن برای منطقه‌ای در آلمان نمود. در این مطالعه، مکانیابی که بیشتر براساس عوامل زمین‌شناختی استوار بوده، از GIS به عنوان یک غربال اولیه در مکان‌یابی استفاده شده است.

سیدیکوئی^۲ (۱۹۹۹) روش تحلیل سلسله مراتبی را برای مکان‌یابی محل دفن پسماند توسط

¹ Doerofer and Siebeit

² Siddiqui

GIS ارائه داده است. در این مطالعه چهار معیار نزدیکی به شهر، نوع کاربری زمین، محدودیت خاک (شامل شیب، بافت، نفوذپذیری، عمق سنگ بستر) و عمق آبهای زیرزمینی را در مکان یابی محل دفن برای منطقه کلیولند در اوکلاهاما را مورد بررسی قرار داده و وزنها را از روش مقایسه دوتایی محاسبه کرده است.

واستاوا و ناسواتا^۱ (۲۰۰۳) در تحقیق خود در اطراف شهر رانسی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش ازدور با در نظر گرفتن معیارهایی چون زمین شناسی، گسل ها، شیب زمین، نوع سنگ مادر، خاک، آب های سطحی و عمق آب زیرزمینی، مراکز شهری، شبکه ارتباطی موجود، فاصله از فرودگاه و... با استفاده از این سیستم ها و وزن دهی به شاخص ها از طریق مقایسات زوجی ۵ محل مجزا در اندازه های مختلف را جهت دفن زباله این شهر ۸۰۰ هزار نفری انتخاب نموده است. هوبینا^۲ (۲۰۰۵) با استفاده از الگوریتم چند معیاره براساس مقایسه دو تایی اقدام به مکان یابی دفن زباله در شهر مینسکا کرده است. هدف ایجاد مدل ارزیابی چند معیاره مدلی که توپولوژی، برای تصمیم گیری درباره مکان مناسب دفن را بالا می برد. نقشه مناسب محل دفن از ترکیب لایه های وزن-دهی شده شامل "عوامل" و "موانع" به دست می آید. هر دو معیار عوامل و منابع، از منابع متفاوتی شامل نقشه های روقومی، پوشش زمین، منابع آبی، مراکز جمعیتی، جاده ها، زمین شناسی، اقلیمی، بعد از وزن دهی به معیارهای عوامل و موانع مکان مناسب را با استفاده از ابزار GIS در شمال منطقه انتخاب کرده است.

در ایران نیز تحقیقات متنوعی در امر مکان یابی دفن مواد زاید شهری صورت گرفته از جمله: سرخی (۱۳۸۴) به مکان یابی دفن زباله های شهری با استفاده از معیارهایی مانند: ژئومورفولوژی، هیدرولوژی، زیست محیطی، کاربری اراضی و... با تاکید بر مسائل ژئومورفولوژیکی و با استفاده از ابزارهای GIS پرداخته است.

عادلی (۱۳۸۶) به بررسی ویژگی های ژئومورفیک در مکان یابی کاربری ها در مکان یابی محل دفن مواد زاید شهری بناب پرداخته است. فرایند مکانیابی با در نظر گرفتن معیارهای ژئومورفولوژی و معیارهای فرعی چون سنگ، خاک، شیب، گسل، اراضی ناپایدار و... می باشد.

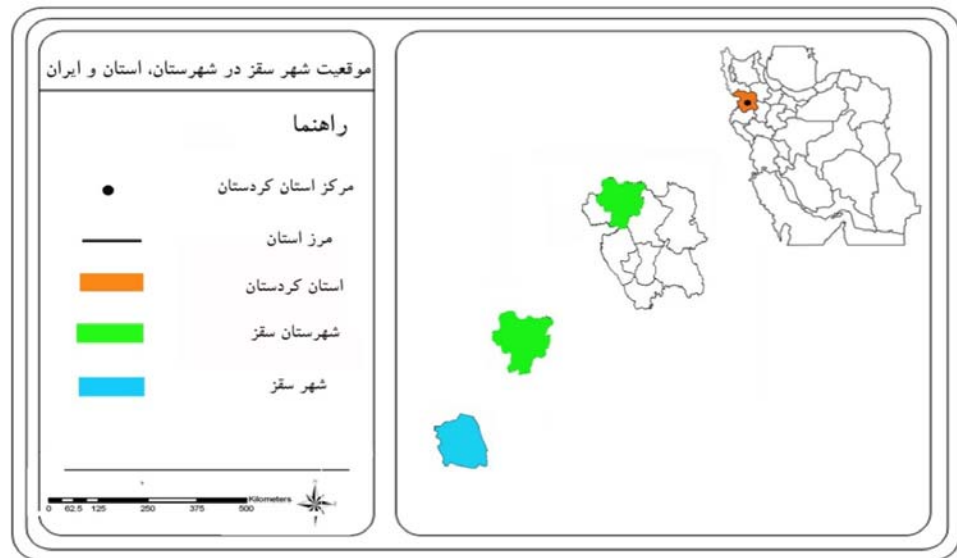
¹ Vastava and Nathawat

² Hubina

۳- مواد و روشها

۳-۱- محدوده مورد مطالعه

شهر سقز که مرکزیت شهرستان مربوطه از استان کردستان را برعهده دارد در قسمت شمال غربی شهر سنندج (مرکز کردستان) و به فاصله حدود ۱۹۰ کیلومتری این شهر و در مختصات جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی و در ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی با متوسط ارتفاع ۱۴۹۶ متر از سطح دریا و شیب متوسط ۴ درصد جزء نواحی کوهستانی کشور محسوب شده (شکل شماره ۱) و بین ارتفاعات نامنظم سلسله جبال زاگرس محصور می باشد (مهندسین مشاور نقش پیراوش، ۱۳۸۳).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی شهر سقز

۳-۲- داده ها و نرم افزارهای مورد استفاده

جهت مکان یابی در سامانه اطلاعات جغرافیایی می باید عوامل موثر، معیارها و محدودیت ها بصورت لایه های نقشه تهیه شده و مورد پردازش و تحلیل قرار گیرند. در این مطالعه از نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ توپوگرافی جهت تهیه نقشه شیب و جهت شیب استفاده شده است، نقشه خطوط ارتباطی و خطوط نیرو از تصاویر ماهواره ای و نقشه های توپوگرافی استخراج شدند، لایه سطح آب های زیرزمینی و آب های سطحی و فاصله از چاه ها، لایه فاصله از مراکز شهری و فرودگاه، لایه مراکز

حفاظت شده، نقشه گسل ها (مستخرج از روی نقشه های زمین شناسی)، نقشه زمین شناسی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (تهیه شده از سازمان زمین شناسی)، نقشه کاربری اراضی تهیه شده از تصویر ماهواره ای مربوط به ماهواره لندست سنجد +ETM در سال ۲۰۰۲ میلادی، نقشه فرسایش (استفاده از مدل پسیاک^۱ به کمک لایه های ۹ گانه) و پوشش گیاهی. با توجه به اینکه فرآیند مکان یابی یک مسأله تصمیم گیری چند صفتی بوده و با استفاده از مدل رستری قابل انجام است، می باید در انتخاب نرم افزار این نکته را مورد نظر قرار داد که نرم افزار منتخب علاوه بر مدل وکتوری، مدل رستری را نیز مورد پشتیبانی قرار داده و علاوه بر این موارد، قابلیت استفاده از قواعد تصمیم گیری چند صفتی را نیز داشته باشد (Valizadeh Kamran and shahabi, 2009). بدین منظور با توجه به بررسی های انجام شده، نرم افزارهای Arc GIS 9.2 و IDRISI 15 و Arc View 3.3 جهت عملیات آنالیز چند صفتی انتخاب گردید. در طی انجام این تحقیق از نرم افزار Autodesk Map برای رقومی سازی، تصحیح و آماده سازی لایه ها و از نرم افزار Map Source برای تخلیه^۲ داده های بدست آمده از دستگاه GPS استفاده شد (شهابی، ۱۳۸۸).

در این پژوهش از دو مدل جهت مکان یابی دفن مواد زاید شهر سقز استفاده شده است که عبارتند از: تحلیل سلسله مراتبی^۳ و ترکیب خطی وزنی^۴.

روش فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی (AHP)، که توسط "ساعتی"^۵ در سال ۱۹۸۰ ارائه گردیده بر مبنای سه اصل می باشد: تجزیه، قضاوت تطبیقی و سنتز اولویت ها. در اصل تجزیه^۶ لازم است که مسأله تصمیم گیری به سلسله مراتبی تجزیه شود که عناصر در سطح معین ساختار سلسله مراتبی، با در نظر گرفتن منشأ آن در سطوح بالاتر دارد. "اصل سنتز" هریک از اولویت های مکانی دارای مقیاس نسبتی تعیین شده را در سطوح متعدد سلسله مراتب بدست می دهد و مجموعه مرکبی از اولویتها را برای عناصر در پایین ترین سطح سلسله مراتب (یعنی گزینه ها) ایجاد می کند. با معلوم بودن اصول، روش AHP شامل مراحل اصلی زیر است (قدسی پور، ۱۳۸۴):

الف) تولید ماتریس مقایسه دوتایی: روش یک مقیاس اساسی را با مقادیر از ۱ تا ۹ برای تعیین میزان اولویت های نسبی دو معیار بکار می گیرد (جدول ۲).

1 PSIAC

2 Download

3 Analytic Hierarchy Process

4 Weighted Linear Combination

5 Sati

6 Comparative Judgment

جدول ۲: مقیاس مقایسه دو تایی

میزان اهمیت	تعریف
۱	اهمیت برابر
۲	اهمیت برابر تا متوسط
۳	اهمیت متوسط
۴	اهمیت متوسط تا قوی
۵	اهمیت قوی
۶	اهمیت قوی تا بسیار قوی
۷	اهمیت بسیار قوی
۸	اهمیت بسیار قوی تا فوق العاده قوی
۹	اهمیت فوق العاده قوی

مأخذ: قدسی پور، ۱۳۸۴

ب) محاسبه وزن های معیار: این مرحله شامل مراحل زیر است :

- ۱) جمع کردن مقادیر هر ستون ماتریس مقایسه دو تایی.
- ۲) تقسیم نمودن هر مؤلفه ماتریس بر مجموع ستونش (ماتریس حاصل "ماتریس مقایسه دوتایی نرمال شده" نام دارد).^۳ محاسبه میانگین مولفه ها در هر ردیف از ماتریس نرمال شده.
- ج) تخمین نسبت توافق: این مرحله شامل عملیات زیر است:

۱) تعیین بردار مجموع وزنی بوسیله ضرب کردن وزن اولین معیار در اولین ستون ماتریس مقایسه دوتایی اصلی، سپس ضرب نمودن دومین معیار در دومین ستون، سومین معیار در سومین ستون ماتریس اصلی، سرانجام جمع نمودن این مقادیر در سطرها.

۲) تعیین بردار توافق بوسیله تقسیم بردار وزنی بر وزن های معیار که قبلاً تعیین شده است. روش ترکیب خطی وزنی^۱ (WLC) رایج ترین تکنیک در تحلیل ارزیابی چندمعیاری است. این تکنیک، روش امتیازدهی^۲ نیز نامیده می شود. این روش بر مبنای مفهوم میانگین وزنی استوار است. تحلیل گر یا تصمیم گیرنده مستقیماً بر مبنای "اهمیت نسبی" هر معیار مورد بررسی، وزنهایی به معیارها می دهد. سپس از طریق ضرب کردن وزن نسبی در مقدار آن خصیصه، یک مقدار نهایی برای هر گزینه (مثلاً عنصر تصویر در تحلیل فضایی) به دست می آید. پس از آنکه مقدار نهایی هرگزینه

¹ Weighted Linear Combination

² Scoring

مشخص شد، گزینه هایی که بیش ترین مقدار را داشته باشد، مناسب ترین گزینه برای هدف مورد نظر خواهد بود (شهابی و همکاران، ۱۳۸۷). هدف مورد نظر می تواند تعیین تناسب زمین برای یک کاربرد خاص یا ارزیابی پتانسیل یک رخداده ویژه باشد. در این روش قاعده ی تصمیم گیری، مقدار هر گزینه A_i را به وسیله ی رابطه ۱ محاسبه می کند:

رابطه (۱):

$$A_i = \sum_{j=1}^n w_j \times x_{ij}$$

در این رابطه w_j وزن شاخص j ام، x_{ij} مقداری است که مکان i ام در رابطه با شاخص j ام به خود پذیرفته است. به عبارت دیگر این مقدار می تواند بیانگر درجه مناسب بودن مکان i ام در ارتباط با شاخص j ام باشد. n تعداد کل شاخص ها بوده و A_i مقداری است که در نهایت به مکان i ام تعلق می گیرد.

در این روش می بایست مجموع وزنها برابر یک باشد، که در صورت عدم وجود چنین شرایطی باید در مرحله آخر، A_i بر مجموع کل وزن ها تقسیم گردد. در اینصورت خروجی A_i نیز عددی بین صفر و یک خواهد بود. البته از آنجا که بیش تر یا کم تر بودن مقدار خروجی می تواند دلیلی برای مناسب تر بودن یا نامناسب تر بودن یک گزینه باشد، می توان از نرمال کردن وزنها صرف نظر کرد. در نهایت گزینه ایده آل، گزینه ای خواهد بود که دارای بیش ترین A_i باشد (پرهیزگار و غفاری گیلانده، ۱۳۸۵). روش ترکیب خطی وزنی می تواند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و قابلیت های همپوشانی این سیستم اجرا شود. فنون همپوشانی در سیستم اطلاعات جغرافیایی اجازه می دهد که برای تولید یک لایه ی نقشه ای ترکیبی (نقشه برون داد) با هم ترکیب و تلفیق شوند. استفاده از این روش در هر دو نوع قالب رستری و برداری سیستم اطلاعات جغرافیایی عملی است (شهابی و نیازی، ۱۳۸۸).

۴- نتایج و بحث

جهت مکان یابی دفن مواد زاید شهر سقز باید مساحت زمین مورد نیاز جهت دفن زباله، محاسبه شود، که جهت محاسبه مساحت زمین مورد نیاز برای دفن می باید به عواملی از جمله:

(۱) نرخ رشد جمعیت،

(۲) تولید سالانه زباله،

(۳) دانسیته مواد فشرده،

(۴) ارتفاع و شکل محل دفن توجه نمود (ولیزاده کامران و همکاران، ۱۳۸۶).

با توجه به این که به موازات رشد جمعیت میزان زباله تولیدی نیز افزایش می‌یابد، می‌توان نرخ رشد جمعیت را همان نرخ رشد تولید زباله در نظر گرفت. با توجه به جمعیت شهر سقز در سال ۱۳۷۵ که برابر ۱۱۵۳۹۴ نفر و سال ۱۳۸۵ که ۱۳۳۳۳۱ نفر بوده است، می‌توان به طریق زیر می‌توان میزان رشد جمعیت را مشخص نمود (رابطه ۲):

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

رابطه (۲):

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 $1/4$ درصد می‌باشد. با توجه به تولید روزانه زباله در شهر سقز که ۱۳۰ تن می‌باشد، متوسط تولید سالانه زباله ۴۷۴۵۰ تن در سال است. پس حجم تولید سالانه زباله معادل ۹۴۹۰۰ می‌باشد.

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

تن در ۲۰ سال $949000 =$ وزن زباله تولیدی

$$(M^3) = 2182700 = \text{حجم زباله تولیدی در } 20 \text{ سال}$$

حال اگر ارتفاع محل دفن را به طور متوسط ۱۰ متر در بالای سطح زمین و ۵ متر در زیر سطح زمین در نظر بگیریم، ما نیازمند حداقل ۵۰ هکتار زمین خواهیم بود.

۴-۱-۱-۴- تلفیق لایه های اطلاعاتی و تعیین مکان های مناسب دفن زباله در هر مدل

۴-۱-۱-۱- استاندارد سازی نقشه های معیار

جهت انجام مکان یابی و ادغام نمودن نقشه ها، می باید لایه های مؤثر در مکانیابی را استاندارد کنیم. یعنی لایه ها را با استفاده از قواعد تصمیم گیری به مقیاسی تبدیل شوند که بتوان آن ها

را با یکدیگر ادغام کرد (حیدر زاده، ۱۳۸۲). بدین منظور، از دو روش تحلیل سلسله مراتبی و ترکیب خطی وزنی استفاده شده است.

۴-۱-۱-۱- استاندارد سازی نقشه های تحلیل سلسله مراتبی

برای انجام این روش، ابتدا تک تک معیارهای مورد بررسی را مقایسه نموده و میزان اهمیت نسبی هر جفت نسبت را با توجه به امتیاز بندی جدول شماره (۳) اختصاص داده و آن را در یک ماتریس وارد می کنیم. پس از آن وزنها و نسبت توافق (CR) را محاسبه نموده، چنانچه این نسبت کم تر از ۰/۱ باشد، مقایسه های قابل قبول و وزنها محاسبه شده را استخراج می کنیم. در صورتی که نسبت توافق ما از ۰/۱ بیش تر باشد، آنگاه با اعمال تغییراتی در ماتریس مقایسه دوتایی آن را برای حد قابل قبول تنظیم می کنیم. عملیات محاسبه وزنها و محاسبه نسبت توافق با توجه به ضعیف بودن نرم افزار Arc GIS در این قسمت در مازول WEIGHT نرم افزار IDRISI انجام می گیرد. چنانچه مقایسه های انجام شده، قابل قبول باشند، نتیجه اعلام خواهد شد. شرط این اعلام نتیجه نیز کمتر بودن نسبت CR از ۰/۱ می باشد. شایان ذکر است این نسبت برای داده های ما عدد ۰/۰۸ به دست آمد که نشان دهنده قابل قبول بودن نتیجه می باشد.

جدول ۳: وزن دهی به معیارها با استفاده از روش مقایسه دوتایی

وزن معیار	ف. حفاظت	ف. فرودگاه	ف. انتقال نیرو	کاربری اراضی	ف. مراکز جمعیت	ف. سفر	ف. جاده ها	ف. جاه سطحی	ف. آبهای سطحی	ف. آ. زیرزمینی	ف. جمل	فرماندهی	سبب
۰/۱۸۵													فرسایش
۰/۰۲۲۸													شیب
۰/۰۲۸۴													ف. گل
۰/۰۳۱۱													ف. آ. زیرزمینی
۰/۰۳۱۷													ف. آبها سطحی
۰/۰۴۶۳													ف. جاهها
۰/۰۴۶۳													ف. جاده ها
۰/۰۵۸۲													ف. سفر
۰/۰۶۴۵													ف. مراکز جمعیت
۰/۰۶۹۱													کاربری اراضی
۰/۰۸۲۹													ف. انتقال نیرو
۰/۱۰۲۷													ف. فرودگاه
۰/۱۰۷۴													ف. حفاظت

مأخذ: محاسبات نگارندگان

¹ Consistency Ratio

۴-۱-۱-۲- استاندارد سازی نقشه های فازی

در منطق فازی، هر منطقه با توجه به مقداری که معیار مورد نظر را رعایت می کند، مقدار عضویتی می گیرد که بیان کننده میزان مطلوبیت آن ناحیه است. بدین معنی که هر ناحیه، با مقدار عضویت بالاتر از مطلوبیت بالاتری برخوردار است. در منطق فازی مسأله قطعیت موجود در منطق بولین وجود ندارد و هر لایه در مقیاسی بین صفر و یک درجه بندی می شود. در این مقیاس ها اعداد بزرگ تر مطلوبیت بیش تری خواهند داشت. یعنی عدد ۱ از بالاترین مطلوبیت و عدد صفر فاقد مطلوبیت است و طیفی از رنگ ها بین این دو عدد قرار می گیرند (Malczewski, 1999).

علاوه بر مسأله انتخاب مقیاس جهت تهیه نقشه های فازی، باید نوع تابع فازی نیز مورد بررسی قرار داده و تابع مناسب تر را برای معیار مورد نظر انتخاب نمود. از جمله توابع مشهور می توان تابع Linear, Sigmoidal و J-Shape را نام برد. توابع ذکر شده در نرم افزار IDRISI به صورت آماده وجود دارند و علاوه بر این توابع، کاربر می تواند با توجه به نیاز خود، تابع را تعریف کند. یکی دیگر از عوامل مؤثر در استاندارد سازی نقشه های فازی تعیین حد آستانه می باشد که به آنها نقاط کنترل نیز گفته می شود. اما نکته ای که بایستی در انتخاب تابع باید به آن توجه نمود، نوع کاهشی یا افزایشی بودن آن می باشد (Valizadeh Kamran and shahabi, 2008). در این جا منظور از کاهشی، حداقل شونده یا نزولی بودن تابع، و منظور از افزایشی، حداکثر شونده یا صعودی بودن تابع می باشد. به طور مثال در رابطه با عمق آب های زیرزمینی، هر چه عمق بیش تر شود برای ما مناسب تر می باشد. در نتیجه در اینجا از تابع افزایشی استفاده می کنیم. جدول (۴) مقادیر آستانه و نوع تابع فازی، جهت استاندارد سازی نقشه های معیار در منطق فازی را نشان داده است.

جدول ۴: حد آستانه و نوع تابع فازی جهت استاندارد سازی نقشه های معیار در منطق فازی

ردیف	نام معیار (لایه نقشه)	نقاط کنترل (مقادیر آستانه)		نوع تابع فازی	نام تابع فازی
		a یا c	b یا d		
۱	شیب (درصد)	۳	۴۰	کاهشی	Sigmoidal
۳	فاصله از گسل (متر)	۱۰۰	۱۰۰۰	افزایشی	Sigmoidal
۴	فاصله از شهر سقز (کیلومتر)	۵	۳۲	کاهشی	J-Shape
۵	فاصله از آبهای سطحی (متر)	۱۵۰	۶۰۰	افزایشی	Sigmoidal
۶	فاصله از جاده ها (متر)	۱۰۰	۱۰۰۰	کاهشی	Sigmoidal
۷	فاصله از مراکز جمعیتی (متر)	۵۰۰	۳۰۰۰	افزایشی	J-Shape
۸	فاصله از فرودگاه (کیلومتر)	۱	۷	افزایشی	J-Shape

ادامه جدول ۴: حد آستانه و نوع تابع فازی جهت استاندارد سازی نقشه های معیار در منطق فازی

۹	فاصله از چاهها (متر)	۶۰۰	۱۵۰	افزایشی	Sigmoidial
۱۰	فاصله از مناطق حفاظت شده (متر)	۱۰۰۰	۱۰۰	افزایشی	J-Shape
۱۱	فاصله از اراضی زراعی و باغات (متر)	۲۵۰	۰	افزایشی	J-Shape
۱۲	عمق آبهای زیرزمینی (متر)	۳۰	۱۰	افزایشی	Sigmoidial
۱۳	فاصله از خطوط انتقال نیرو (متر)	۱۰۰۰	۱۰۰	افزایشی	Sigmoidial

مأخذ: محاسبات نگارندگان

۴-۲- تلفیق لایه ها با استفاده از قواعد تصمیم گیری MADM

پس از استاندارد نمودن نقشه ها، مراحل مربوط به تلفیق لایه های مورد استفاده به منظور دستیابی به مکان (مکان های) دفن مناسب آغاز می گردد. برای تلفیق این لایه ها از دو روش استفاده شد:

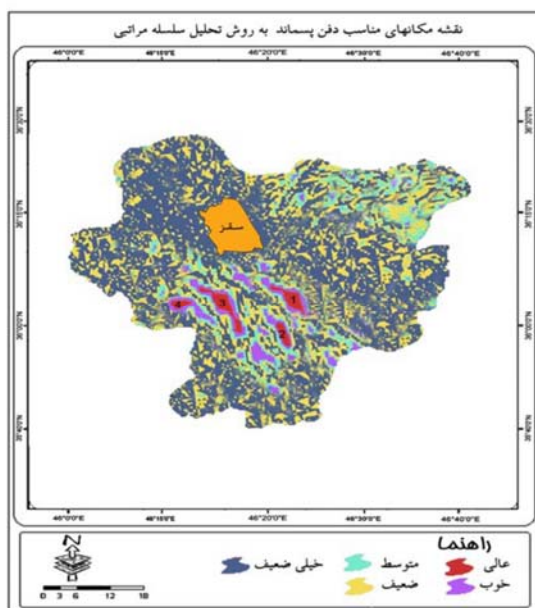
(۱) روش AHP

(۲) روش WLC،

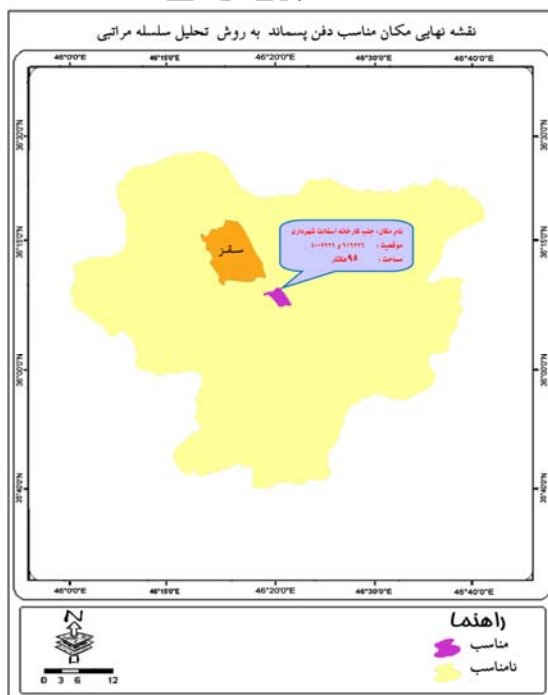
که در زیر مراحل انجام هر یک از روش ها توضیح داده شده است.

۴-۲-۱- تلفیق با روش AHP

در روش AHP با استفاده از منو MAP CALCULATOR عملیات مکان یابی را انجام داده ایم. در این روش از وزن های معیار که در جدول (۳) استفاده شده است، به کار برده شده است. نتیجه حاصل نقشه ای است که به ۵ کلاس تقسیم بندی گردیده سپس با کمک منو AREA مساحت هر کدام از این مناطق محاسبه شد. در پایان مناطق با مساحت بیش از ۵۰ هکتار به عنوان زمینهای مورد قبول از سایر قطعات جدا گشته و نقشه نهایی تهیه شده است (شکل ۲ و شکل ۳).



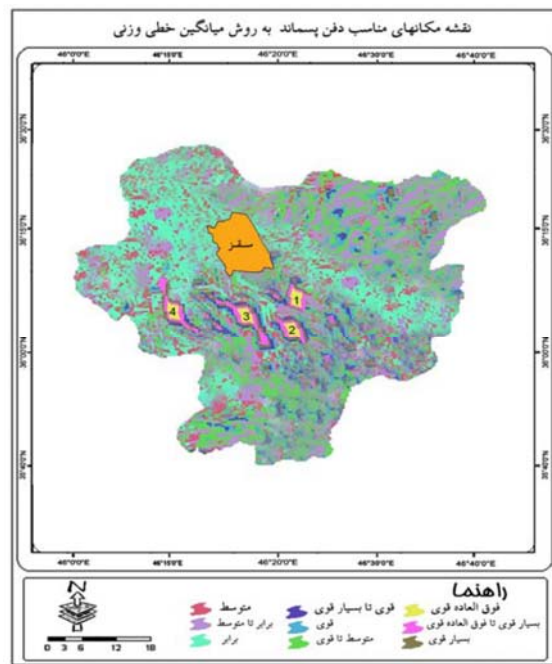
شکل ۲: نقشه اولیه مناطق مکان یابی شده دفن زباله به روش تحلیل سلسله مراتبی
مأخذ: نگارندگان



شکل ۳: نقشه نهایی مناطق مکان یابی شده دفن زباله به روش تحلیل سلسله مراتبی

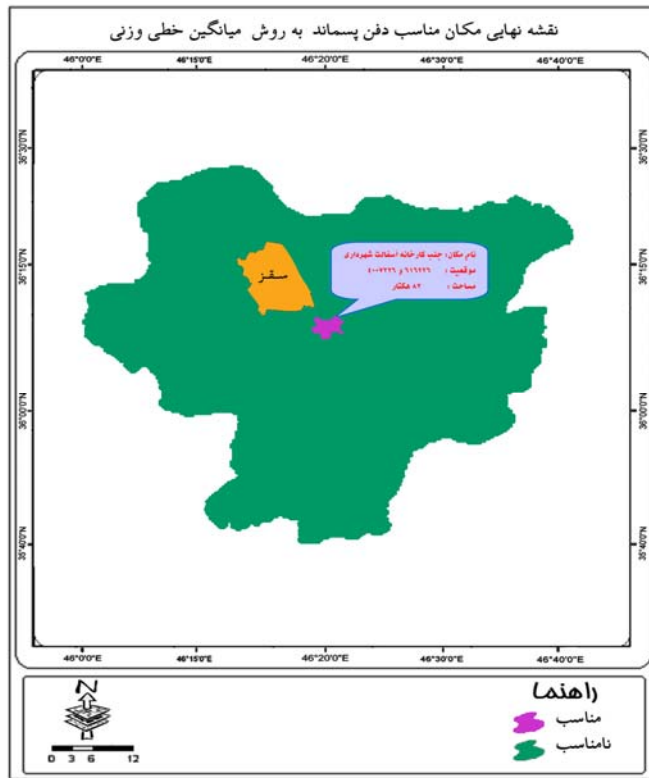
۴-۲-۲- تلفیق با روش WLC

جهت انجام عملیات تلفیق فازی و عملیات مکان یابی محل های دفن به روش WLC ، با توجه به قابلیت های گسترده نرم افزار IDRISI در مسائل آنالیز تصمیم گیری چند معیاره، از این نرم افزار استفاده گردید. در این مرحله با استفاده از منو MCE و گزینه WLC ، نقشه های محدودیت و نقشه های معیار با اعمال نمودن اوزان متناظر به عنوان وزن های معیار تلفیق می گردند. نتیجه حاصل از این تلفیق به صورت نقشه های اولیه و نهایی می باشد. در نهایت مکان های با مساحت بالاتر از ۵۰ هکتار در کلاس عالی را گزینش می کنیم (شکل ۴ و شکل ۵).



شکل ۴: نقشه اولیه مناطق مکان یابی شده دفن زباله به روش ترکیب خطی وزنی

مأخذ: نگارندگان



شکل ۵: نقشه نهایی مناطق مکان یابی شده دفن زباله به روش ترکیب خطی وزنی

۴-۳- تهیه نقشه نهایی

در نهایت با در نظر گرفتن نقش عوامل متعدد در امر مکان یابی دفن مواد زاید برای شهر سقز و با توجه به نقش مهم تر عوامل ژئومورفولوژیکی در این زمینه، چهار مکان برای دفن مواد زاید شهر سقز از نظر معیارهای مختلف از دو مدل بولین و تحلیل سلسله مراتبی استخراج شده است. در جدول (۵) به ویژگی های هر چهار مکان به دست آمده با توجه به عوامل دخیل در امر مکان یابی اشاره شده است.

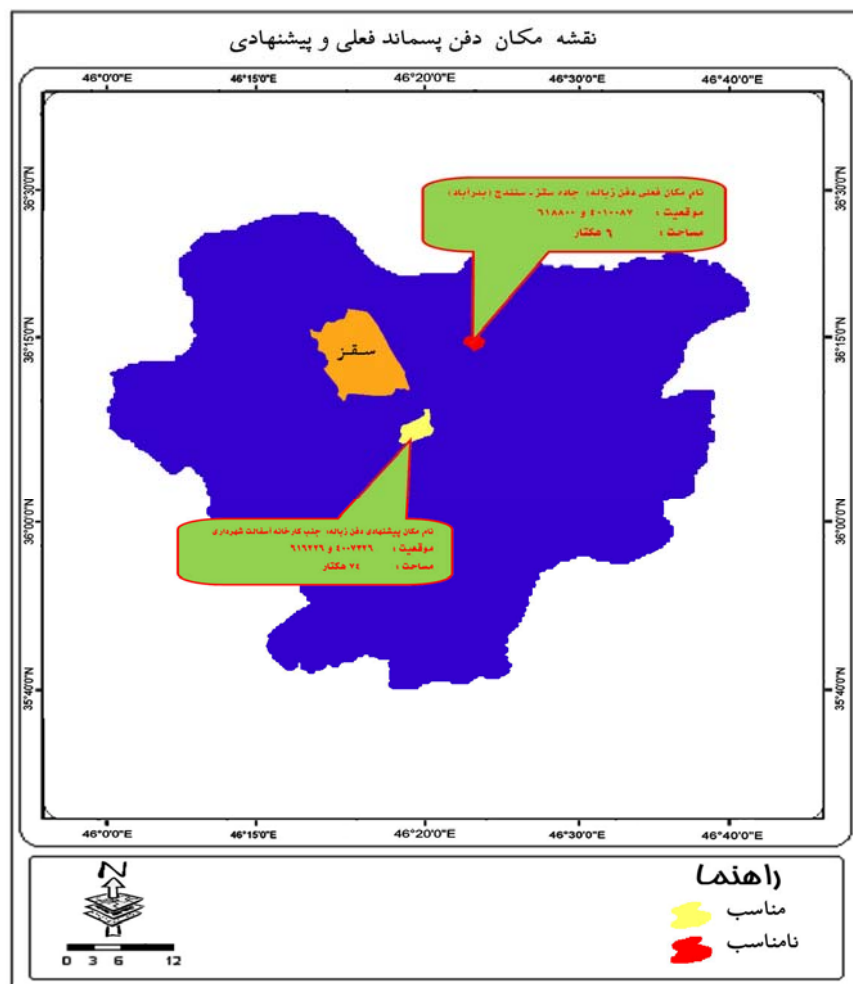
جدول ۵: ویژگیهای چهار مکان بدست آمده جهت دفن محل پسماند شهر سقز

گروه مقدم	پدیده های ارزیابی	مکان شماره ۱	مکان شماره ۲	مکان شماره ۳	مکان شماره ۴
ژئومورفولوژی	شیب (درصد)	۴	۱۳	۸	۱۸
	فرسایش	خیلی کم	زیاد	متوسط	خیلی زیاد
	توپوگرافی (ماره طبیعی)	دشت با شیب ملایم	دره	مسطح با شیب متوسط	دشت با شیب زیاد
زمین شناسی	طبقات ارتفاعی (متر)	۱۵۰۰-۱۵۰۰	۱۴۵۰-۱۴۰۰	۱۵۰۰-۱۵۰۰	۱۶۵۰-۱۶۰۰
	سنگ پستر	آندزیت	شیل و آهک	آندزیت و رس	ماسه سنگ و آهک
	جنس خاک	شنی - رسی	شنی	شنی - رسی	رسی
ژئوهیدرولوژی و هیدرولوژی	گسل (متر)	۵۰۰	۱۰۰	۳۰۰	۸۰
	آبهای سطحی (متر)	۸۰۰	۱۵۰	۹۰۰	۱۰۰
	آبهای زیرزمینی (متر)	۳۵	۱۰	۲۵	۷
هیدرواقلیم	فاصله از جاهای (متر)	۳۰۰	۱۸۰	۳۵۰	۱۰۰
	درجه حرارت (سانتی گراد)	۵ تا ۱۰ # ۱۵ تا ۲۰	۲/۵ تا ۱۰ # ۱۰ تا ۱۵	۱۰ تا ۱۵ # ۲۵ تا ۳۵	۲/۵ تا ۵ # ۱۰ تا ۱۵
	بارش (میلیمتر در سال)	۴۰۰ تا ۳۵۰	۴۰۰ تا ۳۰۰	۴۰۰ تا ۳۵۰	۴۰۰ تا ۳۰۰
	یخبندان (روز)	۱۳۸	۱۳۸	۱۳۸	۱۳۸
محیطی	باد (کیلومتر در ساعت)	۱۰ تا ۷	۵ تا ۳	۷ تا ۵	۵ تا ۳
	مناطق حفاظت شده (کیلومتر)	۲۵	۳۸	۳۰	۴۹
آراضی کاربری	فرودگاه (کیلومتر)	۲	۳	۵	۸
	پوشش گیاهی	زراعی دیم	مرتع کم تراکم	زراعی دیم	مرتع نیمه متراکم
بهداشت عمومی و سلامتی					
قابلیت دسترسی به محل	خطوط ارتباطی (متر)	۱۲۰ تا ۸۰	۳۵۰ تا ۲۰۰	۱۸۰ تا ۱۲۰	۸۰۰ تا ۴۰۰
	خطوط نیرو (متر)	۲۰۰۰	۱۵۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰
عوامل اقتصادی					
مقبولیت مردمی					
		عالی	بد	خوب	متوسط

مأخذ: محاسبات نگارندگان

برای انتخاب محل نهایی دفن زباله شهر سقز نتایج حاصل از روش های تحلیل سلسله مراتبی و ترکیب خطی وزنی با هم مقایسه شده و با روی هم انداختن آنها روی یکدیگر محل نهایی برای دفن زباله انتخاب شده است. مکان شماره ۱ با توجه به کلیه معیارهای اصلی و فرعی ذکر شده در جدول (۵) و با توجه به مشاهدات میدانی صورت گرفته در میان چهار مکان به دست آمده از دو مدل به کار برده شده با مساحت ۷۴ هکتار در منطقه جنب کارخانه آسفالت شهرداری به عنوان

مکان پیشنهادی و نهایی دفن زباله برای شهر سقز شناخته شده است (Ahadnejad Reveshty and Shahabi, 2009) (شکل ۶).



شکل ۶: نقشه نهایی مکان مناسب دفن زباله

مأخذ: نگارندگان

۵- نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از دو مدل تحلیل سلسله مراتبی و ترکیب خطی وزنی و نقش عوامل مختلف ژئومورفیکی در محل دفن مواد زاید شهری، مکان شماره ۱ (جنب کارخانه

اسفالت شهرداری) با موقعیت جغرافیایی ۴۰°۷۲'۲۶" عرض شمالی تا ۶۱°۶۲'۲۶" طول شرقی، بهترین گزینه برای دفن پسماند شهر سقز انتخاب شده است، چرا که از نظر عوامل ژئومورفولوژیکی، از شیب کمتر از ۱۰ درصد و از نظر مقاومت زمین در مقابل فرسایش در طبقه مقاومت عالی (آندزیت) قرار گرفته است، همچنین از نظر طبقات ارتفاعی در محدوده ۱۵۰۰ تا ۱۵۵۰ متری قرار گرفته، از نظر عوامل زمین شناسی، از جنس سنگ بستر آندزیت برخوردار است و از نظر خاک شناسی، ترکیبی از شن و رس می باشد، از نظر گسل نیز بدور از گسلهای اصلی و فرعی است. از نظر عوامل هیدرولوژی و هیدروژئولوژی، جایگاه شماره ۱ با توجه به فاصله از آب های سطحی (۸۰۰ متری) و زیرزمینی (۲۵ تا ۳۵ متری) و فاصله از چاهها (۳۰۰ متری) از نظر استانداردهای لازم در امر مکانیابی از شرایط بسیار مطلوب تر و بهتری نسبت به دیگر جایگاه های به دست آمده برخوردار است. از نظر عوامل هیدرواقليم، مکان شماره ۱ از درجه حرارت حداقل ۵ تا ۱۰ درجه سانتی گراد و از درجه حرارت حداکثر ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی گراد را در بر گرفته است و از نظر امتیاز بندی از لحاظ مکان یابی در طبقه خیلی خوب است. از نظر بارش و نزولات جوی با میانگین ۳۵۰ تا ۴۰۰ میلی متر در سال از شرایط متوسطی در امر مکان یابی برخوردار است. از نظر یخبندان، هر چهار جایگاه با ۱۳۸ روز یخبندان در سال مواجه هستند، که از نظر شرایط استاندارد در امر دفن پسماند، در شرایط متوسطی قرار گرفته اند. از نظر جهت باد غالب (جنوب غربی شهر سقز) در مسیر باد غالب قرار نگرفته است و اینکه شدت باد غالب نیز در جایگاه شماره ۱ بین ۷ تا ۱۰ کیلومتر در ساعت است که از نظر استاندارد مکان یابی دفن در طبقه خیلی خوب قرار گرفته است. از نظر عوامل زیست محیطی به دلیل در نظر گرفتن کلیه شرایط دخیل در امر مکان یابی در شرایط بهینه و مطلوب قرار گرفته است. از لحاظ کاربری اراضی نیز با توجه به تصاویر ماهواره ای ETM+ مربوط به سال ۲۰۰۲ و نقشه نهایی کاربری اراضی جایگاه شماره ۱ در طبقه زراعی دیم قرار گرفته است و بدور از زمینهای کشاورزی درجه ۱ و باغات میوه است. از نظر جهت توسعه شهر در آینده نیز جایگاه شماره ۱ با توجه به طرح جامع و تفصیلی شهر از موقعیت عالی برخوردار می باشد، چون در خلاف جهت توسعه آتی شهر قرار گرفته است. از نظر قابلیت دسترسی به محل نیز جایگاه شماره ۱ در فاصله ۳ کیلومتری جاده سقز- مریوان و در فاصله ۸ کیلومتر از شهر سقز قرار گرفته است که با توجه به استانداردهای لازم در امر مکان یابی از عالی ترین شرایط برخوردار می باشد و در فاصله ۲ کیلومتری از محل در نظر گرفته شده برای فرودگاه سقز می باشد. با توجه به مساحت ۷۴ هکتاری نیز این جایگاه، جوابگویی ۱۵-۲۰ سال آینده را برای دفن پسماند شهر سقز دارا است. از نظر فاصله از خطوط انتقال نیرو نیز این جایگاه با فاصله ۲

کیلومتری، از بهترین شرایط ممکن برای مکان یابی برخوردار می باشد و با فاصله ۸۰ تا ۱۲۰ متری نیز تا جاده دسترسی، از استاندارد خوبی در امر دفن برخوردار است. و به لحاظ مقبولیت مردمی نیز دارای حداکثر رضایت مندی مردم حومه و شهر سقز می باشد. یافته های این تحقیق، توانایی سیستم اطلاعات جغرافیایی را در الگوسازی و کمک به مکان یابی مکان های دفع زباله و ترکیب عوامل ژئومورفولوژیکی را با معیارهای زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی در مدل های مختلف را نشان داده است. در روش AHP با توجه به طیف وسیع کلاس بندی، 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. روش WLC با استفاده از وزندهی این قدرت را به تصمیم گیر می دهد که عوامل مهمتری را که از نظر او مسأله مکان یابی را بیشتر تحت تاثیر قرار می دهند با همان اهمیت در مسأله قرار دهد و در اثر این برتری، نتیجه حاصل از مکان یابی به روش WLC دارای قدرت تفکیک بهتری بین طیف های موجود در آن می باشد.

Archive of SID

منابع و مآخذ

- اصغری مقدم، محمدرضا، ۱۳۷۸، جغرافیای شهری ۱ (ژئومورفولوژی)، دانشگاه آزاد اسلامی ایران، انتشارات مسعی.
- پرهیزگار، اکبر، غفاری گیلانده، عطا، ۱۳۸۵، سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری، انتشارات سمت.
- حیدرزاده، نیما، ۱۳۸۰، مکانیابی محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- سرخی، ولی، ۱۳۸۴، دفن بهداشتی موادزائد جامد شهری با استفاده از GIS، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم، تهران.
- شهابی، هیمن، ۱۳۸۸، نقش عوامل ژئومورفیک در مکانیابی دفن مواد زائد شهری سقز با استفاده از مدل های GIS و فناوری سنجش از دور، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.
- شهابی، هیمن، خضری، سعید، نیری، هادی، ۱۳۸۷، بررسی فاکتورهای موثر در مکانیابی ایستگاههای امداد و نجات جاده سقز-سنندج با استفاده از مدل ترکیب خطی وزنی، چهارمین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران و پدافند غیرعامل در پایداری ملی، تهران.
- شهابی، هیمن، نیازی، چیا، ۱۳۸۸ الف، ارزیابی عوامل موثر در مکانیابی ایستگاههای امداد و نجات جاده ای، همایش ملی ژئوماتیک ۸۸، تهران.
- عادلی، زهرا، ۱۳۸۶، بررسی ویژگی های ژئومورفولوژیک در مکانیابی کاربریها؛ مطالعه موردی مکانیابی محل دفن مواد زائد شهری بناب، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.
- عبدلی، محمد علی، ۱۳۷۹، معیارهای مکانیابی محل دفن مواد زائد جامد شهری (جلد ۲)، انتشارات سازمان شهرداریهای کشور.
- قدسی پور، سید حسن، ۱۳۸۴، فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- محمودی، فرج ا...، ۱۳۸۱، ژئومورفولوژی ساختمانی، تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- مشکینی، ابوالفضل، شهابی، هیمن، ذوقی، ایوب، ۱۳۸۷، شهروهویت شهری، دومین کنفرانس بین المللی شهربرتر طرح برتر، همدان.
- مهندسین مشاور، نقش پیرواش، ۱۳۸۳، طرح تجدید نظر طرح جامع شهر سقز.
- Ahadnejad Reveshty, M, Shahabi, H, 2009, Site selection of waste disposal in saqqez city, 6th International Symposium on Digital Earth (ISDE), Beijing, China.

- Doerhoefer, G, Siebeit, H, Jul 1998, search for landfill sites requirements and implementation in lower Saxony, Germany, Environmental Geology, V. 35, N1, P. 55- 65.
- Hubina, T., 2005, GIS –based decision support tool for optimal spatial planning of landfill in minsk region Balarus.
- Malczewski, J, 1999, GIS and multi criteria Decision Analysis, John Wiley and so as Inc.
- Siddiqui, M, 1999, Landfill Sitting Using Geographic Information System, A demonstration Journal of Environmental Engineering.
- Valizadeh kamran, KH., Shahabi, H, 2009, Necessities of GIS Usage in Urban water Management At The Time of Natural Accidents (Case Study: Saqqez city), International Conference on Geographic Information Systems, Paris, France.
- Valizadeh Kamran, KH., Shahabi, H, july 2008, Comporison of Boolean,Index overlay and Fuzzy Logic Methods for data integration in hazardous material disposal center sitting, 5th international Conference on Geographic information system, Istanbul, Turkey.
- Vastava, H., Nathawat, M. S., 2003, Selection of potential waste disposal sites around Ranchi urban complex using remote sensing and GIS techniques,urban planning,map Asia conference.

Archive of SID