ORIGINAL ARTICLE

Selection of Solid Waste Landfill Site Using Remote Sensing and Geographical Information System: A Case Study in Gonbad-e Qabus

Zabihollah Yousefi[1],
Aman Mohammad Gharanjik[2],
Behnaz Amanpour[3],
Mohsen Adeli[4]

[1] Department of Environmental Health, Faculty of Health, Health Sciences Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[2] Tarbiat Moallem University of Sabzevar, Sabzevar, Iran
[3] MSc Student in Environmental Health, Student Research Committee, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[4] Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

(Received January 10, 2013 ; Accepted February 23, 2013)

Abstract

Background and purpose: Finding a suitable location for solid wastes is necessary for urban development projects. Gonbad-e Qabus is a city in north of Iran with a population of 131108 that produces 120 tons of garbage per day. This amount of waste is buried in two sites, temporary (adjacent to the river) and permanent. Wrong solid waste landfill site selection results in many environmental problems. This study aimed at suitable selection of landfill site for solid waste of Gonbad-e Qabus using remote sensing and geographical information system (GIS).

Materials and methods: In this study, the key criteria involved in the landfill site selection were identified based on the morphological characteristics of the area. The data, including satellite imagery LandSAT ETM +, IRS, photo mosaic of Google Earth imagery, topographic maps, slope, DEM, underground water depth, ways network, hydrography networks, geomorphology, geology, soils maps and wind direction, were considered in the database of GIS. In this study, we used both remote sensing and GIS. Weighing of each parameter was done based on Index Overlay. Then, for the scoring data to integrate the layers and obtain the appropriate results, Index Overlay was used. Initially Boolean logic, and later fuzzy logic model with user-based membership functions with WLC and OWA methods, was used for site selection. Finally, appropriate locations for municipal solid waste were determined as raster pixel size of 30 x 30 m.

Results: In field visits, three locations were selected for comparing and evaluating through weighting of parameters based on Index Overlay process and ultimately by closer studies on the selected locations and exerting appropriate weights on each location, prioritized sites for sanitary landfill were marked on the map. According to the surveys and maps of GIS, the results showed that location No. 1 was more appropriate than location No. 2 and the current waste disposal site.

Conclusion: The evaluation of geomorphological and topographic characteristics of the study area showed that the level of underground water is a key factor in site selection which was found to be more in site number one.

Keywords: Landfill, site selection Boolean logic, fuzzy logic model, remote sensing, GIS, Gonbad-e Qabus

J Mazand Univ Med Sci 2013; 23(Supple 1): 105-114 (Persian).

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و دوم ویژه نامه ۱ اسفند سال ۱۳۹۱ (۱۱۴-۱۰۵)

مکان یابی مناسب جهت دفن بهداشتی زباله های شهری با استفاده از سنجش از دور و GIS (مطالعه موردی: شهر گنبد کاووس)

ذبیح اله یوسفی[۱]
امان محمد قرنجیک[۲]
بهناز امان پور[۳]
محسن عادلی[۴]

چکیده

سابقه و هدف: یافتن محل مناسب برای دفن مواد زائد جامد، از ضروریات طرح‌های توسعهٔ شهری است. شهر گنبد با جمعیتی معادل ۱۳۱۱۰۸ نفر روزانه ۱۲۰تن زباله تولید می‌کند. این میزان زباله در دو سایت موقت (در حریم رودخانه) و یک سایت دائم دفع می‌شود. نفوذ شیرابه و زباله به داخل آب زیرزمینی و رودخانه، سبب آلودگی و سایر مسائل زیست محیطی، ناشی از هر مکان یابی اشتباه می‌باشد. هدف این مطالعه مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله شهرستان گنبد بر اساس ویژگی های ژئومورفولوژیک منطقه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، ابتدا معیارهای مهم دخیل در مکان‌یابی دفع زباله براساس ویژگی‌های مورفولوژیکی منطقه شناسایی گردید داده‌های از جمله تصاویر ماهواره‌ای +LandSAT ETM، IRS، فتوموزاییک مکان مبنای Google Earth، نقشه‌های توپوگرافی، شیب، مدل رقومی ارتفاعی، عمق آب‌های زیرمینی، شبکه راه ها، شبکه هیدروگرافی، ژئومورفولوژی، زمین شناسی، نقشه خاک و داده‌های جهت باد، از جمله ضوابطی بودند که به عنوان ورودی به پایگاه داده مکان مبنای GIS انتقال داده شدند. در تحقیق حاضر از دو تکنولوژی (سنجش از دور و GIS) به صورت توام استفاده شد. مدل منطق بولین در ابتدای تحلیل و درادامه مدل منطق فازی با توابع عضویت کاربر مبنا با دو متد WLC و OWA از جمله روش‌هایی بودند که در جهت حل مسأله مکان‌یابی استفاده شدند. در نهایت مناطق مناسب در ارتباط با اهداف تحقیق که همانا تعیین محل‌های مناسب جهت دفن زباله‌های شهری می‌باشد به صورت رستر با اندازه پیکسل ۳۰*۳۰ متری تعیین گردیدند. در نهایت تعیین محل‌های مناسب جهت دفن زباله‌های شهری به صورت رستر با اندازه پیکسل ۳۰*۳۰ متری تعیین گردیدند.

یافته‌ها: از طریق مطالعات میدانی، سه مکان دفن بهداشتی، جهت مقایسه و ارزیابی براساس وزن دهی پارامترها طبق متد روی هم‌گذاری انتخاب شد و در نهایت با مطالعات دقیق‌تر بر روی مکان‌های انتخاب شده و استخراج وزنهای مناسب بر روی هر یک، مکان‌های انتخاب شده به ترتیب اولویت برای دفن بهداشتی بر روی نقشه نشان دار مشخص گردید. هر سه محل انتخاب شده برای دفع زباله ارزیابی شد. با توجه به بررسی‌های میدانی و تحلیل نقشه GIS، نتیجه نشان داد مکان شماره ۱، به دلایل مختلف، در مقایسه با مکان شماره ۲ و سایت کنونی دفع زباله، مناسب تر است

استنتاج: از بین شرایط ژئومورفولوژیکی و ویژگی‌های توپوگرافیک منطقه مورد مطالعه، فاکتور عمق سطح آب زیرزمینی از فاکتور کلیدی در این مکانیابی محسوب می‌شود که در بخش‌های شمال شرق منطقه مطالعاتی (سایت شماره یک) بیش‌تر از سایر نواحی است.

واژه های کلیدی: دفن زباله، سنجش از دور، GIS، منطق بولین، منطق فازی، گنبد

مقدمه

رشد روز افزون جمعیت شهری طی سال‌های اخیر به همراه ایجاد مراکز جمعیتی و توسعه مناطق شهری بر اساس برنامه جامع و کلان ملی (آمایش سرزمین) و از سویی توسعه مناسبات زندگی ماشینی و مدرن که نتیجه

مؤلف مسئول: ذبیح الله یوسفی- ساری: کیلومتر ۱۸ جاده خزرآباد، مجتمع دانشگاهی پیامبر اعظم، دانشکده بهداشت E-mail: zyousefi2004@gmail.com

۱. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۲. کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه حکیم سبزواری

۳. دانشجوی رشته ، کمیته تحقیقات دانشجوئی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۴. کارشناس ارشد سیستم های اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت : ۱۳۹۱/۱۰/۲۱ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۳۹۱/۱۱/۲۱ تاریخ تصویب : ۱۳۹۱/۱۲/۵

گسترش مرزهای جغرافیایی سرمایه‌داری بوده باعث شده مکان‌ها بیش از هر زمان دیگر تحت فشار قرار گیرند. یکی از پیامدهای زیست محیطی ناشی از این فشار، در اثر تغییر الگوی مصرفی و عادات غذایی و افزایش مواد بسته‌بندی به دلایل ذکر شده بوده است که نتیجه آن افزایش تصاعدی میزان زباله جامد شهری است. به طوری‌که هم اکنون دفع پسماندهای ناشی از این مصرف زدگی یکی از مشکلات عمده و پرهزینه اغلب مدیران شهری می‌باشد. شهر گنبد کاووس بر اساس سرشماری سال ۱۳۸۵ دارای ۲۷۴۴۳۸ نفر جمعیت است (سالنامه آماری استان گلستان، ۱۳۸۹). دفن مواد زاید و زباله‌های این شهر با توجه به وضعیت خاص محدوده‌های اطراف شهر یکی از مسائل و مشکلات مدیران شهری بخصوص در سال‌های آتی می‌باشد. عمق کم آب‌های زیرزمینی در این شهرستان و تأثیری که مواد زاید می‌توانند در آلودگی منابع آب زیرزمینی داشته باشند، اهمیت این مساله را دو چندان نموده است. از سویی دیگر در صورت آلودگی این منابع، مناطق غربی شهرستان و حتی بخش‌های وسیعی از استان با این مشکل گریبان‌گیر خواهند بود. تجزیه و تحلیل لایه‌ها و عوامل متعددی که می‌توانند در فرایند مکان‌یابی مؤثر باشند و همچنین مدیریت آن فقط در چارچوب سیستم‌های تصمیم‌گیری جند معیاره امکان پذیر است که این مهم نیز در قالب استفاده از تکنولوژی‌های سنجش از دور و GIS ممکن خواهد بود(۱،۲). GIS در واقع مجموعه‌ای است متشکل از سخت‌افزار، نرم‌افزار، مغزافزار، داده‌های مکان مرجع، الگوریتم‌ها، متدها که می‌توانند به منظور اخذ، ذخیره‌سازی، بهنگذام سازی، تغییر و تبدیل و نمایش داده‌های مکانی و حمایت از تصمیم گیری مورد استفاده قرار گیرند(۳).

غالباً تمامی اثرات زیانبار پراهمیت که در طول ارزیابی اثرات محیط زیست نمایان می‌شوند، باید در طول فرایند مکان‌یابی مورد توجه قرار گیرند. به جرأت می‌توان گفت مکان‌یابی صحیح می‌تواند بیش از نیمی از نگرانی‌های موجود در محل دفع را مرتفع سازد(۴). شریفی و وانوستن با استفاده از آنالیز چند معیاره مکانی و با استفاده از GIS اقدام به مکانیابی دفن پسماند در شهر سین چینا واقع در کشور کلمبیا نمودند(۵). آن‌ها با در نظر گرفتن پارامترهایی نظیر شیب، زمین لغزش، نفوذپذیری خاک و فاصله از شهر، با استفاده از روش بولین و آنالیز چند معیاره، به نتایج کاربردی قابل قبولی دست یافتند. همچنین هرزوگ در بیان معیارهای مکان‌یابی برای دفن زباله با توجه به اهمیت آب‌های زیرزمینی در منطقه تحقیق به لایه آب‌های زیرزمینی وزن بیشتری دارند(۶).

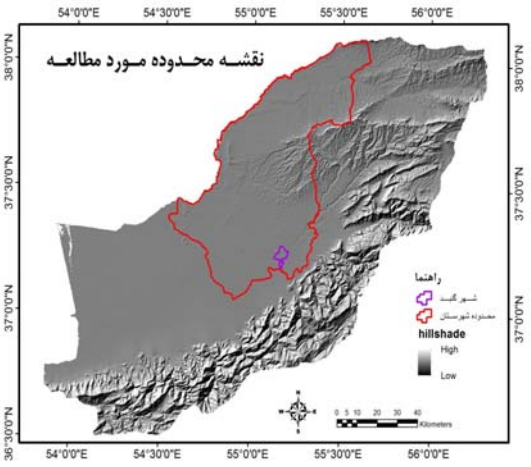
چانگ و همکاران در سال ۲۰۰۷ در پژوهشی به انتخاب محل دفن مواد زائد جامد در شهر هارلینگن واقع در جنوب تگزاس، با استفاده از سیستم تصمیم‌گیری مکانی، ارزیابی چند معیاره، منطق فازی، مکان‌های مناسب طی دو مرحله انتخاب و اولویت‌بندی کردند و مکان مناسب برای محل دفن انتخاب شد(۷). در ایران نیز تحقیقات متنوعی در زمینه مکان‌یابی‌ها به خصوص دفن زباله انجام گرفته است ازجمله امینی در ساری(۸)، شاه علی با دو روش بولین و فازی برای شهر زنجان(۹)، صفری در سال ۱۳۸۳ شهرستان بیدستان واقع در استان قزوین(۱۰)، مددی در سال ۱۳۸۴ با استفاده از مدل غربال منطقه‌ای و محلی به مکان یابی و مدیریت محیط زیستی محل دفن مواد زائد جامد شهر میانه پرداخت(۱۱).

غلامعلی فرد و ماهینی در سال ۲۰۰۶ برای شهر گرگان با استفاده از ۶ معیار مکان‌یابی (فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از جاده‌ها، فاصله از آبراهه‌ها، شیب زمین، جهت باد، سطح آب‌های زیر زمینی) مکان یابی با استفاده از منطق فازی و ارزیابی چند معیاره انجام شده است(۱۲). محققان دیگر نیز با استفاده از همین متغیرها و به کمک ابزار نوین مانند GIS اقدام به یافتن مکان مناسب برای دفن بهداشتی زباله در شهرهای مختلف ایران، مانند: تبریز، سنندج، کرمانشاه، کرج، بروجرد نموده‌اند که از آن جمله می‌توان به کارهای فرهودی و

همکاران(۱۳)؛ منوری(۱۴)، شمسایی فرد، خدامراد(۱۵)، علایی(۱۶)؛ فتائی(۱۷)؛ مجلسی(۱۸) و رضائی(۱۹) اشاره کرد.

موقعیت طبیعی محدوده مطالعاتی

محدوده مطالعاتی، شهرستان گنبد کاووس در استان گلستان می‌باشد که با مختصات جغرافیایی بین ۵۵ درجه تا ۵۵ و ۱۵دقیقه طول شرقی و ۳۷درجه و ۱۵دقیقه تا ۳۷ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی در شمال کشور واقع شده است. از طرف شمال به صحرای ترکمنستان، از جنوب به رشته کوههای البرز، از غرب به جلگه وسیع گرگان و دریای خزر و از جانب مشرق به رشته کوه‌های کپه داغ منتهی می‌شود. مساحت محدوده مورد نظر معادل ۴۰/۱۰۴ کیلومتر مربع می‌باشد. بیشینه ارتفاع منطقه ۲۰۰ متر (از سطح دریا) در منتهی الیه شمال شرقی و ارتفاع حداقل که بیش از نیمی از مساحت منطقه را شامل می‌شود (کم‌تر از ۶۰ متر)، از شمال غرب تا جنوب و جنوب شرق منطقه کشیده شده است. شیب کلی، ملایم (۲۲درجه یا ۶ درصد) بوده امتداد آن از جنوب غرب به شمال شرق است. رودخانه گرگانرود تنها رودخانه دائمی می‌باشد که به صورت مآندر با روند شرقی- غربی از شمال شهر گنبد عبور می کند. تصویر شماره ۱ محدوده مطالعاتی را نشان می‌دهد.



تصویر شماره ۱: نقشه موقعیت محدوده مطالعاتی

پارامترهای مؤثر در مکان یابی مناطق مناسب جهت دفن زباله های شهری

پارامترهای تأثیرگذار در فرآیند تعیین مناطق مناسب جهت دفن زباله‌های شهری از نظر نوع تأثیرگذاری و قالب مختلف هستند. عواملی از جمله وضعیت توپوگرافی منطقه، عمق آب های زیرزمینی، فاصله و چگونگی پراکنش مناطق مسکونی، بافت و نوع خاک، وضعیت شیب و جهت غالب، فاصله دسترسی و عملکردی از راه‌ها، تراکم و نوع شبکه هیدروگرافی، چگونگی لغزش، کاربری و پوشش اراضی، جهت غالب وزش باد مواردی هستند که می‌توانند در انتخاب مصداق مکانی تعیین کننده باشند. هدف این مقاله این است که با تلفیق قابلیت های منتج از تکنولوژی های مذکور و همچنین الگوریتم های ارائه شده بتوان تعیین مکان دفن زباله‌های شهری گنبد را به صورت بهینه و منطقی و با کم‌ترین تأثیرات مخرب انسانی و طبیعی مدیریت کرد. لذا در این مقاله، مکان یابی محل دفن بهداشتی زباله شهرستان گنبد بر اساس ویژگی‌های ژئومورفولوژیک منطقه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) ارائه شده است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه توصیفی، با توجه به این‌که دفع پسماند زباله جامد در بستر زمین انجام می گیرد، لذا ابتدا ویژگی‌های کمی این بستر مورد بررسی قرار گرفت[1]. بدین منظور لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز شامل شاخص‌های زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیکی، از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰و زمین شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره ای لندست شامل(شریان‌های اصلی و فرعی، منابع آب سطحی، کاربری اراضی و ...) استخراج گردید. از آن‌جا که تحلیل و پردازش طیف وسیعی از این پارامترها بروش

۱. مراجعه شود به پارامترهای کمی و کیفی جدول شماره ۲

سنتی بسیار دشوار و بعضاً غیر ممکن بود، از قابلیت رایانه‌ای در محیط GIS استفاده شد. در طی انجام این تحقیق از نرم‌افزار AutodeskMap برای تصحیح و آماده‌سازی لایه‌ها و از نرم‌افزارهای ArcGIS برای انجام تحلیل‌ها و مکان‌یابی‌نهایی استفاده شد. در تصویر شماره ۲، الگوریتم و فرآیند انجام تحقیق بیان شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد در ابتدا پس از تعیین اهداف، پارامترهای مکانی و توصیفی مؤثر در راستای اهداف مشخص شده و به تهیه مدل مفهومی اقدام گردیده است. در مرحله بعد پس از جمع‌آوری داده و آماده‌سازی آن‌ها در پایگاه داده زمینی و رعایت استانداردهای اولیه جهت وزن دهی، ترکیب و تحلیل داده و در نهایت ارزیابی انجام پذیرفته است. در نهایت پس از تعریف توابع عضویت فازی برای هر رستر و وزن‌دهی آن‌ها، لایه‌های ورودی جهت تهیه رستر مناطق مستعد جهت دفن زباله به عنوان خروجی مورد استفاده قرار گرفتند. با توجه به وضعیت خاص منطقه مورد مطالعه و داشتن برخی از محدودیت‌ها از جمله شرایط توپوگرافی منطقه و همچنین عمق سطح آب پس از چند مرحله اجرای فرایند تحقیق، نوعی تعدیل وزن‌ها و ضوابط نیز به صورت کاربر مبنا نیز به انجام رسیده است(۴،۷).

تهیه نقشه های ورودی

لایه‌ها و ضوابط ورودی با عنایت به اهداف و رعایت استانداردهای هندسی و توصیفی و تطبیق با فرمت‌های قابل قبول در محیط نرم‌افزارهای GIS تهیه شده و به محیط پایگاه داده زمینی وارد شدند. سیستم مختصات مورد استفاده نیز UTM با بیضوی مبنای WGS1984 و زون ۴۰ شمالی بوده است. در ادامه به چگونگی تهیه هر یک از لایه‌های ورودی پرداخته می‌شود.

لایه توپوگرافی محدوده: برای تهیه لایه توپوگرافی از داده‌های ارتفاعی نقطه‌ای و همچنین منحنی‌های میزان نقشه ۱:۲۰۰۰ شهری در محدوده شهر گنبد و همچنین نقشه ۱:۲۵۰۰۰ در محدوده اطراف شهر استفاده شده است. با توجه به تغییرات کم ارتفاعی منطقه مورد مطالعه در مناطق بیرون از شهر، علاوه بر موارد مذکور از نمونه‌برداری‌های نقطه‌ای ارتفاعی با حفظ استانداردهای هندسی بهره گرفته شده است. لازم به ذکر است که لایه مادر تهیه شده از این مرحله جهت ایجاد نقشه شیب و همچنین مدل رقومی ارتفاعی (Digital Elevation Model (DEM به کار گرفته شده است.

نقشه محدوده لغزشی: نقشه محدوده لغزشی نیز تلفیقی است از نقشه های ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی، مطالعه و برداشت های زمینی و همچنین بهره گیری از تصاویر ماهواره ای +LandSAT ETM و IRS.

نقشه راه‌ها: برای تهیه نقشه های راه ها از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور، نمونه برداری‌های هندسی میدانی و همچنین فتوموزاییک مکان مبنای تصاویر Google Earth با زوم بالا استفاده شده است.

نقشه پراکنش مناطق مسکونی: به منظور تهیه نقشه پراکندگی سکونتگاه ها نیز از نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ بهره گرفته شده است.

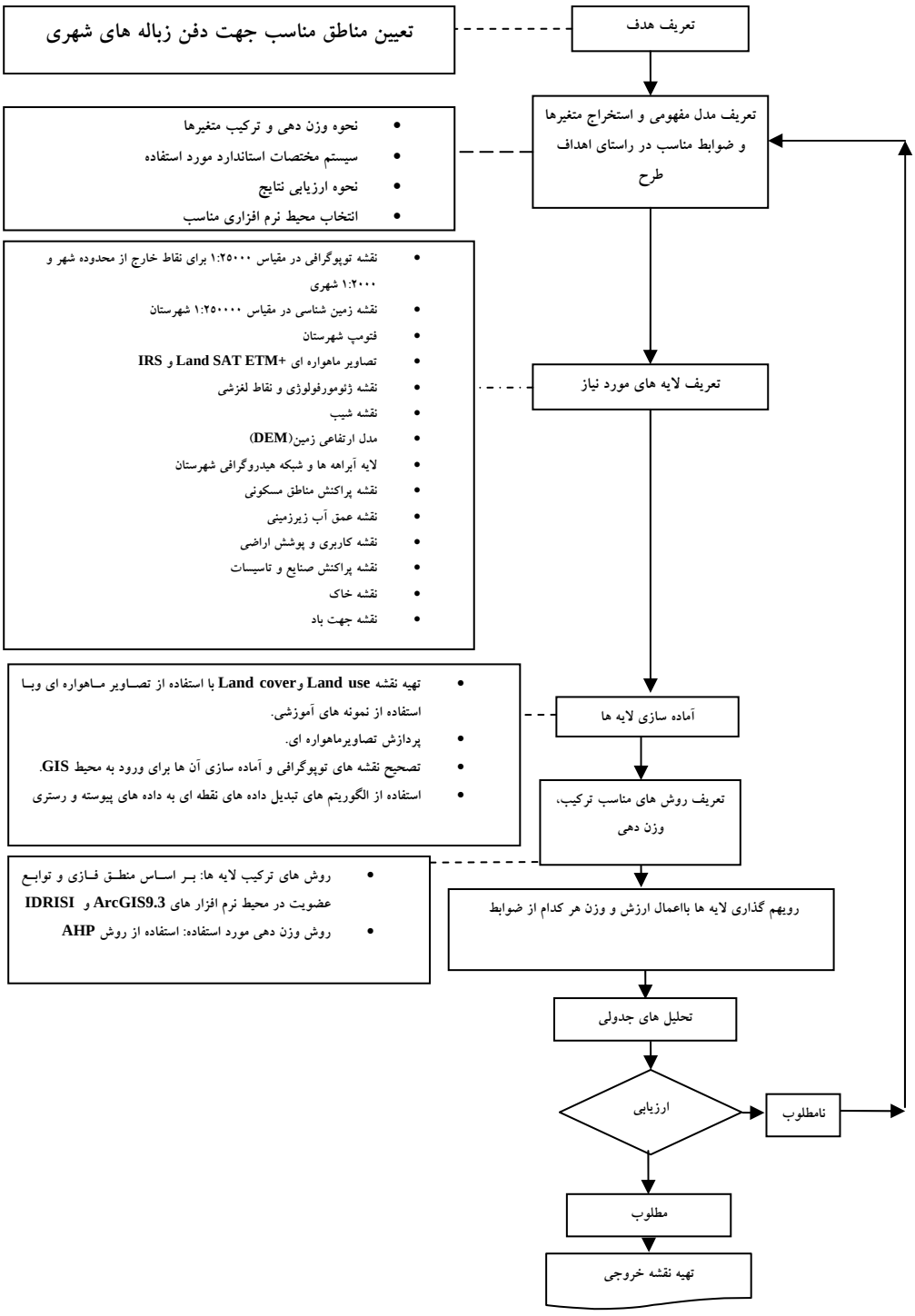
نقشه کاربری و پوشش اراضی: برای تهیه این نقشه از متدهای سنجش از دور و تصاویر ماهواره IRS بانضمام فتوموزاییک Google Earth با زوم بالا و همچنین برداشت‌های نقطه‌ای میدانی استفاده شده است.

نقشه شبکه هیدروگرافی: نقشه‌های توپوگرافی، برداشت‌های میدانی و تصاویر ماهواره IRS منبع تهیه این لایه بوده‌اند.

نقشه خاک: برای تهیه این لایه نیز از مطالعات منطقه‌ای صورت گرفته و همچنین عملیات صحرایی استفاده شده است.

نقشه عمق آب‌های زیرزمینی: برای تهیه این نقشه نیز از داده‌های نقطه‌ای شرکت آب منطقه‌ای و تبدیل آن‌ها با الگوریتم‌های درون یابی به داده‌های رستری یکپارچه بهره گرفته شده است.

نقشه جهت باد: برای تهیه این نقشه از داده های هواشناسی استفاده شده است.



تصویر شماره ۲: الگوریتم فرایند مکان یابی مناطق مستعد برای دفن زباله های شهری

آماده سازی لایه ها

تمام داده‌هایی که در مرحله قبل تهیه شده بودند پس از اعمال استانداردهای یکپارچه‌سازی هندسی و تا حد امکان رفع نواقص جهت انجام تحلیل مکانی به صورت فرمت‌های قابل قبول در محیط نرم‌افزارهای ArcGIS9.3، ERDAS، IDRISI و Geo Statistica آماده سازی شدند.

یافته ها

در قالب جدول شماره ۱، نوع تابع و مقادیر آستانه اعمال شده برای هر یک از لایه های ورودی در منطق فازی ارائه گردیده است. همچنین جدول مذکور چگونگی وزن پذیری لایه‌ها را بر اساس مقایسه زوجی که براساس ماتریس مقایسه می‌باشند را نیز ارائه می کند. مقادیر CR (Consistency Ratio) که نشاندهنده نسبت توافق و پیوستگی مقایسات است در مورد لایه های استفاده شده، برابر با ۰/۰۵ محاسبه گردید و با توجه به این‌که مقدار به دست آمده از ۰/۱ کوچک‌تر است بنابراین مقایسات زوجی منطقی و قابل قبول خواهند بود. در روش OWA (Ordered Weight Analysis) علاوه بر وزن‌های معیار از وزن‌های درجه‌ای نیز بهره گرفته می‌شود (Jiang and Eastman, 2000). اعمال این اوزان دست کاربر را برای بهینه‌سازی در نظر گرفتن تأثیرات ضوابط و جلوگیری از پرت داده‌های ورودی باز می‌گذارد. در جدول شماره ۱ وزن‌های معیار درجه‌ای براساس درصد اهمیت هر یک از لایه‌های ورودی عنوان شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد لایه عمق آب زیرزمینی با ۰/۲۷ درصد، بیش‌ترین اهمیت را به خود اختصاص داده است.

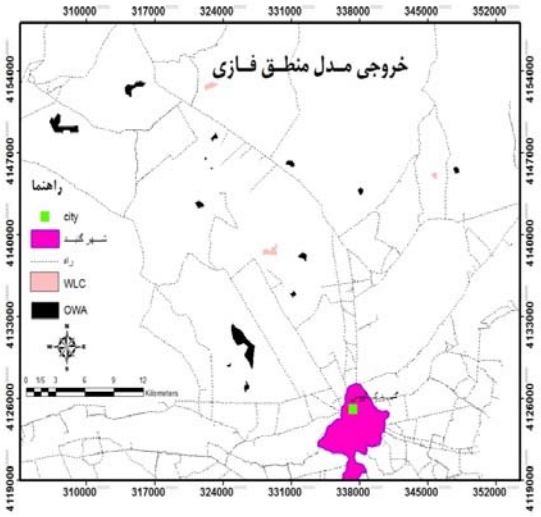
نتیجه اعمال روش های WLC و OWA در منطق فازی

تصویر شماره ۳، نتایج حاصل از به کارگیری روش‌های WLC(Weighted Linear Combination) و OWA در منطق فازی را نشان می‌دهد. مناطق مشخص شده در قالب رستر با اندازه‌های پیکسل ۳۰*۳۰ متر ارائه شده‌اند.

همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد در مجموع بیش‌تر مناطقی که برای دفن زباله‌های شهری پیشنهاد داده شده است در قسمت های شمال و شمال غرب منطقه مورد مطالعه قرار دارند.

براساس الگوریتم مراحل تحقیق حاصل کلاس‌بندی و ترکیب لایه‌های اطلاعاتی، خروجی یا نقشه مکان مناسب جهت دفع زباله است که در تصویر زیر نمایش داده شده است.

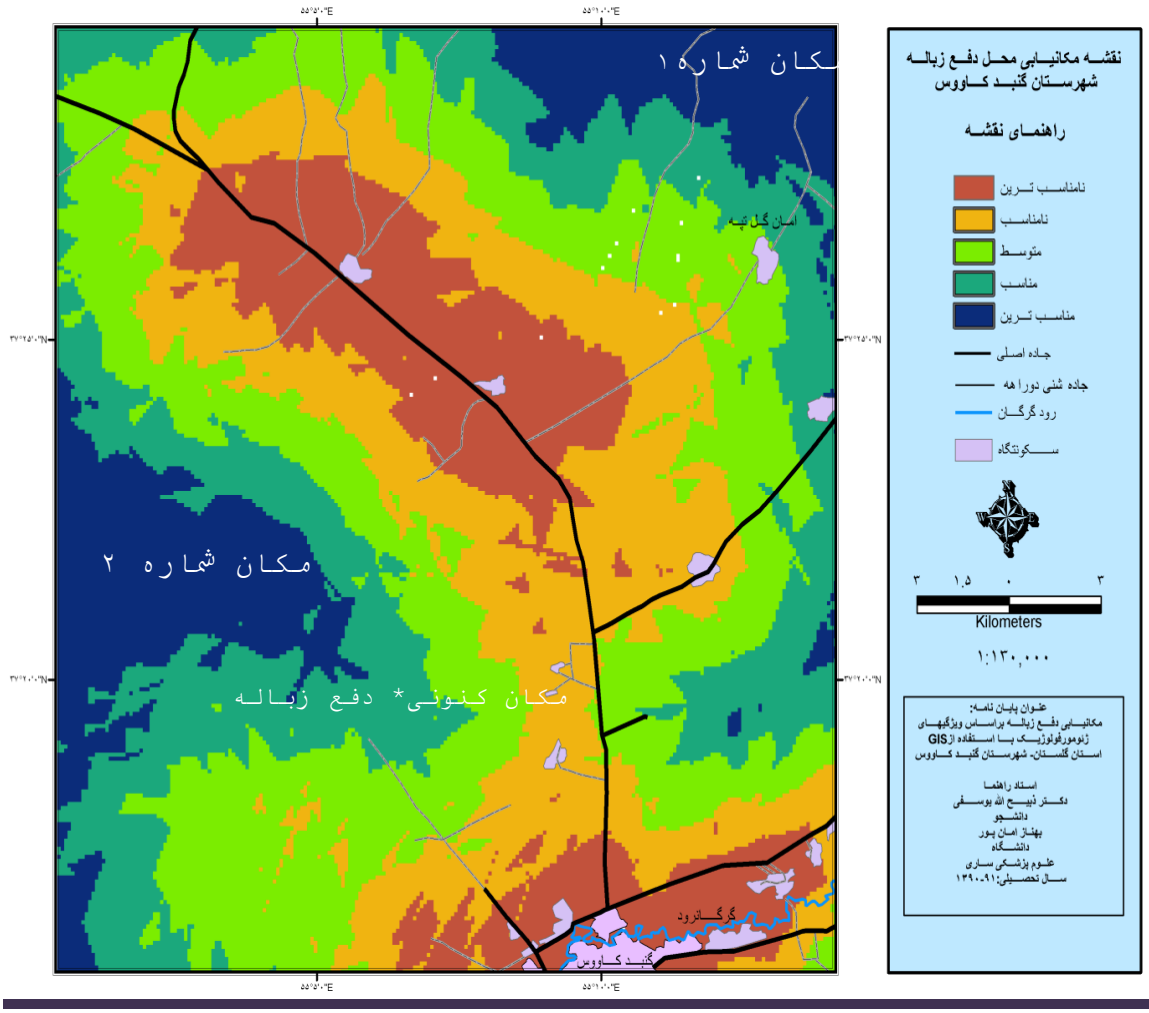
نتیجه حاصل از ترکیب متغیرهای عمده مؤثر در مکان‌یابی جهت دفع بهداشتی زباله شهر گنبد کاووس منجر به انتخاب دو محل به ترتیب در شمال شرق و غرب گنبد کاووس شد. موقعیت این مکان ها در تصویر شماره ۴ نشان داده شده است و ویژگی های جغرافیایی آن در جدول شماره ۲ وجود دارد.



تصویر شماره ۳: خروجی مدل منطق فازی با دور روش WLC و OWA

جدول شماره ۱: استانداردسازی نقشه های مورد استفاده در منطق فازی

ردیف	نام معیار	آستانه dیB	آستانه cیa	قالب تابع فازی مورد استفاده	شکل تابع	وزندهی بر اساس مقایسه زوجی CR=0.05	وزن دهی معیار درجه ای بر اساس درصد اهمیت
۱	فاصله از گسل(متر)	۱۵۰۰	۵۰۰	Increasing	Sigmoidal Membership Function	0.1485	0.13
۲	فاصله نسبت به منابع آب های سطحی(متر)	۹۰۰	۳۰۰	Increasing	Sigmoidal Membership Function	0.1742	0.17
۳	عمق آب های زیرزمینی (متر)	۲۰	۵	Increasing	Sigmoidal Membership Function	0.253	0.27
۴	فاصله از مناطق مسکونی(کیلومتر)	۳۰	۴	Decreasing	J-Shaped Membership Function	0.162	0.18
۵	جاده ها(متر)	۸۰۰۰	۲۵۰	Decreasing	J-Shaped Membership Function	0.0781	0.08
۶	شیب(درصد)	۲۰	۳	Decreasing	J-Shaped Membership Function	0.0612	0.06
۷	فاصله از مراکزتاریخی و باستانی(متر)	۲۰۰۰	۵۰۰	Increasing	Sigmoidal Membership Function	0.0682	0.07
۸	فاصله از فرودگاه(متر)	۵۰۰۰	۳۰۰۰	Increasing	Sigmoidal Membership Function	0.0370	0.04



تصویر شماره ۴: نقشه مکان های مناسب و مکان کنونی دفع زباله

جدول شماره ۲: ویژگی جغرافیایی و محیطی سایت های برگزیده و سایت کنونی دفع زباله های گنبدکاووس

متغیر	سایت کنونی دفع زباله	سایت شماره یک	سایت شماره دو
فاصله از گسل (کیلومتر)	۷	۱۰	۶
فاصله از رودخانه دائمی(کیلومتر)	۶	>۱۲	۸
عمق سطح آب زیرزمینی (متر)	۴	۱۰	۴
نزدیکترین مناطق مسکونی (کیلومتر)	>۵	۲/۵	>۵
در مسیر توسعه آتی قرار دارد	*	-	*
دسترسی به راه ارتباطی	دارد	دارد	دارد
فاصله ازمراکز باستانی (کیلومتر)	>۶	>۴	۲تا۶
جهت وزش باد غالب	در جهت وزش باد غالب	در جهت وزش باد غالب	در جهت وزش باد غالب
کاربری اراضی	مرتع متراکم و زراعت دیم	مرتع نیمه متراکم و مرتع متراکم	مرتع متراکم و زراعت دیم
فاصله از فرودگاه (کیلومتر)	۵	>۱۵	۲تا۸
فاصله از تاسیسات (کیلومتر)	۰.۵	۴	۱

بحث

همان‌گونه که در قبل اشاره شد در تحقیق حاضر با توجه به ماهیت تحقیق از تحلیل چند معیاره استفاده شده است. از آن‌جا که نقشه‌های ورودی دارای خصوصیات و مقیاس‌های اندازه‌گیری متفاوتی هستند، لازم است که معیارهای آن‌ها را استانداردسازی کرد(۷). فرآیندهای متعددی برای استانداردسازی وجود دارند که به عنوان مثال می‌توان به متدهای قطعی، احتمالاتی و همچنین فازی اشاره کرد که در این‌جا به علت استفاده از روش فازی بیشتر به آن پرداخته می‌شود. بر اساس الگوریتم طراحی شده این نوشتار، در ابتدا با استفاده از قوانین صفر و یک موجود در منطق بولین، اماکن

حساس زیست محیطی، چشم اندازهای زیبای موجود و مناطق مسکونی به عنوان مناطق فیلتر شده از دسترس خارج شده و سایر مناطق جهت تعیین مطلوبیت در منطق فازی مورد بهره برداری قرار گرفتند. منطق فازی در ابتدا توسط دکتر لطفی‌زاده در سال ۱۹۶۵ معرفی شده است.

این منطق بخصوص در انجام عملیاتی که نیاز به تحلیل چند معیاره دارند به علت سازگاری با وضعیت پیچیده دنیای واقعی می‌تواند علاوه بر جلوگیری از پرت داده، منطقی تر نیز باشد(۲۰). در منطق فازی در بین صفر و یک که نشانگر مناطق نامطلوب و حداکثر مطلوب هستند درجاتی قرار می‌گیرند که بسته به نوع تابع مورد استفاده و درجات عضویت می‌توانند گستره ای را بین صفر و یک به خود اختصاص دهند(۲۱). شکل تابع مورد استفاده در منطق فازی بستگی به نوع X و همچنین تابع مورد استفاده می تواند حالت افزایشی و یا کاهشی داشته باشد(۲۲). به منظور تلفیق دادهای ورودی در توابع منتسب به فازی از جبر فازی استفاده می‌شود[1]. درجات عضویت ترکیبی X برای AND در این منطق از فرمول زیر به دست می‌آید.

$$\mu c(x) = \min imum\{H_1(x), H_2(x),..., H_n(x)\}$$

در AND فازی با توجه به حالت سخت‌گیرانه آن، اجازه ورود هیچ ریسکی به تحلیل داده نمی‌شود. درجات عضویت ترکیبی X برای OR نیز در این منطق از فرمول زیر به دست می‌آید.

$$\mu c(x) = \max imum\{H_1(x), H_2(X),..., H_n(x)\}$$

از توابع ریاضی با کاربرد در منطق فازی که نرم افزارهای GIS و به طور اخص نرم افزار رستر مبنای IDRISI آن را فراهم می‌کند می‌توان به توابعی از جمله آستانه خطی، سیگموئیدال، هایپربولیک و S شکل اشاره کرد که بسته به نقش و چگونگی عارضه مورد بررسی ممکن است حال افزایش یا کاهشی داشته باشند(۲۳).

همانطور که در تصویر شماره ۴ مشاهده می‌شود محل کنونی سایت دپوی اصلی دفع زباله از لحاظ موقعیت در محدوده مناسب قرار گرفته است. در مقایسه جدول شماره ۲ (ویژگی جغرافیایی و محیطی سایت های برگزیده و سایت کنونی دفع زباله‌های گنبدکاووس) با جدول شماره ۱ (ضوابط و حریم‌های استاندارد در مکان یابی دفن زباله)، به این نتیجه می‌رسیم که هر سه محل برا ی دفع زباله مناسب است. ولی با توجه به بررسی‌های میدانی و تحلیل تصویر شماره ۴ به این نتیجه رسیدیم که مکان شماره یک بدلایل زیر مناسب‌تر از مکان شماره دو و سایت کنونی دفع زباله می‌باشد.

- فاصله آن نسبت به گسل درمقایسه با مکان شماره ۲ بیش‌تر است.
- فاصله آن نسبت به رودخانه دایمی با رتبه ۴ بیشتر است.
- عمق سطح تماس با آب زیرزمینی در این محدوده بیش از ۱۰ متراست.
- در مسیر توسعه آتی قرار ندارد.
- هرچندکه در مسیر وزش باد غالب قرار گرفته ولی درمقایسه با دو مکان دیگر قسمت پایین دست آن عاری از سکنه بوده، لذا در این مکان این نقص قابل چشم پوشی است. از لحاظ کاربری اراضی در محدوده مراتع کم تراکم و نیمه متراکم قرار دارد.

در پایان می‌توان نتیجه گیری کرد که در این تحقیق از دو روش منطق بولین و همچنین فازی برای مکان‌یابی مناطق مناسب جهت دفن زباله‌های شهری استفاده شده است. با توجه به وضعیت برخی از لایه‌ها از جمله توپوگرافی و عمق آب های زیرزمینی نتایج ناشی از مدل منطق بولین به علت سختگیری ذاتی روش، بسیار محدود و در برخی نقاط دارای مساحت ناچیز بودند.

از بین نتایج روش‌های OWA و WLC فازی که در این تحقیق استفاده شدند، با توجه به محدودیت‌های

1- Fuzzy Algebra

مذکور در بند قبل، روش OWA قابلیت‌های بهتری را از خود نشان داده است.

با توجه به ساختار زمین‌شناسی و توپوگرافیک منطقه پیشنهاد می‌گردد که محل کنونی دفن زباله‌های شهری در مکانی دورتر (همان‌گونه که در تصویر شماره ۳ ملاحظه می‌گردد)، انتخاب گردد.

سپاسگزاری

از معاونت تحقیقات و فن‌آوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران که به لحاظ پشتوانه مالی و تصویب پروژه تحقیقاتی با کد طرح ۲۰۹-۹۰ از این مطالعه حمایت‌های لازم را به انجام رسانده‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Economopoulos, A.P., A Multicriteria Model for Landfill Sitting, Technical Chambre of Greece, .Athens. ,2005.
2. Malczewski, J., Fuzzy screening for land suitability analysis. Graphical & Environmental Modelling, 2002, 6(1): 27-39.
3. Jahani A., Susan M., First chapter of What is geographic information systems?, GIS as simple words, the geographical organization of the Ministry of Defense and Armed Forces Logistics Publications, 2002, p 20.
4. Abdoli, M. A., Disposal and recycling management of municipal solid waste in Iran. Tehran: Organization of national municipalities, 1998.
5. Sharifi, M.A., Vanwesten . C . J., Siteselection for Wasted is Posal through Spatial Multiple Criteria Decision Making, ITC., 1997.
6. Herzog, M.T., Suitability Analysis Decision, WWW.Esri.Com/Support System for Landfill Siting/library /User conf., 1996.
7. Chang N B., Parvathinathan G., Breeden J.B., Combining GIS with fuzzy multicriteria decision – making for landfill siting in a fast – growing urban region, Journal of Environmental Management 87 (2008) 139–153.
8. Amini M., Municipal solid waste disposal site selection using remote sensing technology in environmental , GIS, MSc Thesis, Tabriz University, 1980, 70-73.
9. Shahali H., Landfill site selection for Zanjan solid wastes, MSc Thesis, Sistan v Bloochestan University, MSc Thesis, 1980.
10. Safari, A., landfill site selection and estimation of machinery required for Bydstan Municipality, MSc thesis, Islamic Azad University, college of environment and energy, 2005.
11. Safari, A., landfill site selection and estimation of machinery required for Bydstan Municipality, MSc thesis, Islamic Azad University, college of environment and energy, 2005.
12. Mahini A., Gholamalifard M., Siting MSW landfill with a weighted Linear Combination methodology in a GIS environmental, International Journal of Environmental science technology, 2006.
13. Mahini A., Gholamalifard M., Siting MSW landfill with a weighted Linear Combination methodology in a GIS environmental, International Journal of Environmental science technology, 2006.
14. Mahini A., Gholamalifard M., Siting MSW landfill with a weighted Linear Combination methodology in a GIS environmental, International Journal of Environmental science technology, 2006.

15. Shamsaei Fard Kh., Municipal solid waste sanitary landfill site selection using GIS in Boroujerd" Master Teacher Training University, Tehran, 2004.
16. Alaei Taleghani M., Optimal Site selection for a municipal solid waste landfill in Kermanshah, experimental method based on the regional geomorphologic features. And Urban and Regional Research, 2011, 2, No. 6, Fall 89
17. Majlesi M., Daman Afshan H., Site selection of urban solid waste landfill, the city of Dezful using. GIS, 12th National Conference on Environmental Health. Shahid Beheshti University of Medical Sciences. 2010.
18. Ibrahim Fatahi, Al Sheikh A., Municipal solid waste landfill site selection using GIS and Analytical Hierarchy Process (AHP) (Case Study ON Geivi City), Journal of Environmental Sciences, 2010, 6, No. 3, 145-158.
19. Rezaei A. Dehzad B., Omrani Gh.A., Hashempour Y., Fakhim Ahmadi H., Site selection Studies and optimal disposal management on Municipal solid waste in Hashtgerd New City. 10th National Conference on Environmental Health, Hamadan, 2008.
20. Rezaei A. Dehzad B., Omrani Gh.A., Hashempour Y., Fakhim Ahmadi H., Site selection Studies and optimal disposal management on Municipal solid waste in Hashtgerd New City. 10th National Conference on Environmental Health, Hamadan, 2008.
21. Shabani nia, F., fuzzy logic by MATLAB, 2nd Ed. Khaniran publisher, 2006, p.140.
22. Matekan A.A., Shakiba A., Pourali S.H., Nazmfar H., Suitable areas site selection for waste disposal using GIS, Environ. Sci. J.,2008, 6(2), 121-132.
23. Eastman, J. R., Jin, W., Kyem, P. A. K. and Toledano, J., Raster Procedures for Multi-Criteria/ Multi- Objective Decisions. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 1995, 61 (5): 539-547.