علـوم محـیـطی سال ششم ، شماره دوم، زمستان ۱۳۸۷
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.6, No.2 , Winter 2009
۱۳۲-۱۲۱

مکانیابی مناطق مناسب جهت دفن پسماند با استفاده از GIS
(ناحیه مورد مطالعه : شهر تبریز)

علی اکبر متکان*[۱]، علیرضا شکیبا[۱]، سید حسین پورعلی[۱]، حسین نظم فر[۲]

۱- گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی
۲- گروه سنجش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، اداره آب و فاضلاب شهر تبریز

چکیده
دفن بهداشتی پسماندهای شهری مثل هر پروژه مهندسی دیگر، به اطلاعات پایه و برنامه ریزی دقیق نیازمند است. انتخاب فاکتورهای متعدد سبب تعدد لایه های اطلاعاتی شده و کوششها برای یافتن راه حلی مناسب برای تحلیل بر روی تعداد زیاد لایه های اطلاعاتی و اخذ نتیجه صحیح، تصمیم گیران را به طور ناخودآگاه به سمت و سوی استفاده از سیستمی سوق میدهد که علاوه بر دقت بالا از نظر سرعت عمل و سهولت انجام عملیات در حد بالایی قرار داشته باشد. امروزه سیستم های اطلاعات جغرافیایی، به طور گسترده قابلیت بکارگیری در برنامه ریزیهای زیست محیطی و مسائل مهندسی را دارا میباشند.در این تحقیق ضمن استفاده از تصاویر ماهواره ای SPOT از لایه های متعدد اطلاعاتی نظیر نقشه شیب منطقه، نقشه کاربری اراضی، نقشه زمین لغزش، نقشه خطوط ارتباطی، لایه فاصله از مراکز شهری و فرودگاه و دیگر مناطق مهم حاشیه شهر، نقشه خاک منطقه، نقشه شبکه هیدروگرافی و آبهای زیرزمینی، جهت باد غالب و ... برای مکانیابی محل دفن پسماند شهر تبریز استفاده شده است. نتایج این تحقیق نشان می دهد که شرائط اعمال شده در روش بولین، از عدم اطمینان کمتری برخوردار میباشد و با توجه به محدودیتهای قطعی که در آن اعمال میشود، مناطق مکانیابی شده نسبت به روشهای مبتنی بر منطق فازی، دارای تعداد پارامترکمتری میباشند اما در بررسی دو روش فازی اعمال شده در این تحقیق (WLC و OWA) مشخص گردید که روش Weighted Linear Combination(WLC) علیرغم سادگی آن، دارای معایبی میباشد، از جمله اینکه با بیش برآورد همراه است در حالی که الگوریتم Ordered Weight Analysis(OWA) با استفاده از وزنهای درجه ای این قدرت را به تصمیم گیر میدهد که عوامل مهمتری را که از نظر او مسئله مکانیابی را بیشتر تحت تأثیر قرار میدهند با همان اهمیت در مسئله قرار دهد. در اثر این برتری، نتیجهٔ حاصل از مکانیابی به روش OWA دارای قدرت تفکیک بهتری میباشد.

واژه های کلیدی: پسماند، تبریز، GIS، بولین، فازی

Urban Waste Iandfill Site Selection by GIS
(Case Study: Tabriz City)

Ali Akbar Matkan[1]*, Ali Reza Shakib[1] ,
Hossein Pouali,[1]HosseinNazmfar[2]

1-Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, G.C.
2- Department of Remote Sensing and GIS, Tabriz Water and Sewerage Organization

Abstract
The healthy landfill of urban waste, such as every other engineering project, needs basic information and careful planning. Choosing different factors leads to diversity in data layers, consequently the attempts to find adequate solutions and make correct decisions directs the decision makers to apply systems which not only have high accuracy but also are fast and easy to be used in operations. Today "Geographical Information Systems" (GIS) have the potentiality to be applied in environmental planning and engineering projects. In present study, in order to select sites for dispose of urban waste of Tabriz, in addition to SPOT images, the following data layers and maps have been utilized; the steep map of the area, the maps of land use, land slide, road network, soil, hydrographic, underground water, dominant wind aspect, and the layers related to the distance from city center, airports and other important suburban areas. The results of present research represents that the conditions in Boolean method has less certainty and regarding to definite limitations in this method, the sites selected according to Fuzzy have fewer parameters, however in studying the two Fuzzy methods applied in this study (OWA and WLC) it revealed that although Weighted Linear Combination (WLC) is simple, it has some deficiencies; one of them is "overestimating", meanwhile Ordered Weight Analysis (OWA) ,by ordered weights, offers this chance to the decision maker to insert more important subjects which have greater role in site selection. Regarding to this ability the result of site selection by OWA has better resolution.

Key words: waste, Tabriz, boolean, fuzzy

* Corresponding author. *E-mail Address*: a-matkan@sbu.ac.ir

مقدمه

با توجه به گسترش روز افزون جمعیت شهری و طبعاً افزایش مصرف و همچنین افزایش پسماند از جمله پسماندهای خانگی، صنعتی، اتمی و ... فعالیتهای چشمگیری جهت حل معضل پسماند و روشهای مناسب دفن این مواد انجام گرفته است. اما بدون استفاده از یک سیستم توانمند به عنوان ابزاری مطمئن که توانایی استفاده از لایه های اطلاعاتی متعدد و تجزیه و تحلیل آنها را داشته باشد، امکان حل این معضل امکانپذیر نخواهد بود. با توجه به تواناییهای وسیع GIS در مسائل تصمیم گیری و توانایی ادغام و رویهم گذاری لایه های اطلاعاتی، بهترین گزینهٔ مناسب و منطقی جهت یافتن محل مناسب برای دفن پسماند استفاده از GIS و تکنولوژی مربوط به آن میباشد(Kao and Lin, 1996).

بررسی بسیاری از مسائل زیست محیطی به تحلیل های GIS متکی بوده و بدون استفاده از تکنولوژی GIS انجام این گونه تحلیل ها علاوه بر اتلاف وقت از دقت کمتری برخوردار خواهد بود. از جمله مسائل قابل تحلیل به کمک GIS: بررسی آلودگی های زیست محیطی، تغییرات آب وهوایی،جهات گسترش شهرها، دفن پسماندهای خانگی و صنعتی، تخریب جنگلها و... میباشد. امروزه همسو با GIS، علم سنجش از دور و تکنولوژی پردازش داده های ماهواره ای با امکان اخذ اطلاعات به روز و متنوع به طور گسترده جهت حل مشکلات مدیریتی به کار گرفته میشوند.

گسترش بی رویه شهرها و در نتیجه افزایش بی رویه جمعیت شهری در کشور به ویژه در سالهای اخیر، موجب افزایش بیش از پیشِ مصرف و در نتیجه افزایش تولید انواعِ پسماند در مناطق شهری گردیده است(Majlesi *et al.* 1992). عدم توجه به مسائل زیست محیطی در بسیاری از شهرهای کشور به عنوان یک دشمن پنهان، محیط زیست محل دفن را تهدید می نماید. بطور مثال، عدم توجه دقیق به مسائل زیست محیطی در گزینش محل دفن پسماند در شهر بابل واقع در استان مازندران، درسالهای اخیر باعث ایجاد مشکلات زیست محیطی متعددی از جمله آلودگی آبهای زیرزمینی گردید.در سایر شهرهای کشور بخصوص شهرهای بزرگ مشکلات ناشی از دفن غیراصولی پسماند، محیط زیست وسلامت شهروندان را بطور نگران کننده ای تهدید مینماید و یکی از معضلات مهم مدیران شهری در کشور، یافتن محل های مناسب دفن پسماند میباشد، تا علاوه بر رعایت مسئله مقبولیت مردمی، محل دفن حداقل تأثیرات زیست محیطی را داشته باشد

در سالهای اخیر شهر تبریز همچون دیگر شهرهای کشور، با رشد بی رویه جمعیت روبرو گشته است، بطوریکه این شهر مطابق با سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵دارای جمعیتی معادل با ۱۳۹۸۰۶۰نفر در قالب ۳۷۸۴۶۰خانوار می باشد. با افزایش جمعیت شهری و درنتیجه افزایش تولید پسماند، ظرفیت محلِ فعلی مورد استفاده جهت دفن پسماند تکمیل گردیده است (مکان فعلی برای یک دوره ۱۰ ساله از سال ۷۴ تا سال۸۴ پیش بینی گردید) و نیاز برای یافتن محل جدید به منظور دفن پسماند ضرورت دارد. با توجه به عوامل متعدد مؤثر در مکانیابی محل دفن و وسعت زیاد منطقه مورد مطالعه روشهای سنتی جهت مکانیابی محل دفن پسماند بسیار وقت گیر، هزینه بر و کم دقت خواهند بود . بدین جهت استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) جهت یافتن بهترین و مناسبترین مکان جهت دفن پس ماند ضروری به نظر می رسد .

مواد و روشها

در این مقاله با بررسی عوامل مؤثر در مکانیابی دفن پسماند با توجه به آنچه که در منابع ذکر شده اند (Doerhoefer and siebeit, 1998) ، از نقشه های توپوگرافی منطقه لایه های اطلاعاتی رقومی ایجاد و وارد GIS گردیدند و سپس این لایه ها با استفاده از تصاویر

ماهواره ای به روز شدند و با اتخاذ روشهای مناسب،علاوه بر روش مبتنی بر منطق بولین با به کار گیری روشهای غیر قطعی (Fuzzy) در نرم افزارهای مناسب، در اخذ تصمیمات چند معیاره و همچنین ایجاد تغییرات مورد نظر بر روی لایه های اطلاعاتی، به نتیجه مورد نظر که مکانیابی محل های مناسب دفن پسماند میباشد، انجام گردید. شایان ذکر است که هر یک از مراحل ذکر شده دارای تأثیر مهمی در نتیجهٔ نهایی میباشد. در این مطالعه روش کلی بر این اساس استوار است که ابتدا مناطق نامناسب غربال شده، سپس تصمیمات اساسی تر بر روی مناطق باقیمانده اخذ میشود و نتیجهٔ نهایی یعنی محل مناسب برای دفن پسماند مکانیابی می گردد.

جهت مکان‌یابی در سیستمهای GIS میبایست عوامل مؤثر، معیارها و محدودیتها بصورت لایه های نقشه تهیه شده و مورد پردازش و تحلیل قرار گیرند. بعبارت دیگردر اجرای پروژه انتخاب مکان مناسب جهت دفن بهداشتی پسماند در هر منطقه ای باید به جنبه های مختلف اقتصادی - اجتماعی، فرهنگی و زیست محیطی مسئله توجه کرد و با در نظر گرفتن این جنبه ها به انتخاب محل مناسب مبادرت نمود:(Abdoli, 1990)

- مواد زائد بایستی در منطقه ای دفن گردند که زمین آنجا از نظر اقتصادی دارای ارزش زیادی نباشد
- محل دفن نباید در زمینی باشد که از لحاظ زمین لغزش فعال بوده و یا اینکه احتمال فعال بودن آن در آینده وجود داشته باشد
- محل دفن نباید دارای شیب بیشتر از ۲۰ درجه باشد
- محل دفن نباید در منطقه ای باشد که از نظر زیست محیطی و چشم انداز طبیعی دارای ارزش اکولوژیکی بالایی باشد؛ مثل مناطق جنگلی
- محل دفن بایستی از مرکز شهر و همچنین مناطق مهم مثل فرودگاه فاصله مناسب داشته باشد.
- زمین محل دفن بایستی دارای خاک کاملا رسی با ضخامت بیشتر و با نفوذ پذیری کم باشد.
- سطح ایستایی آبهای زیرزمینی در مناطق دفن نباید بالا باشد. همچنین این مناطق باید فاصله کافی از آبهای سطحی داشته باشند.
- محل دفن باید از نظر مساحت باید بنحوی باشد که ضمن پاسخگویی به نیازهای کنونی، بتواند در آینده نیز جوابگو باشد.

اطلاعات پایه (لایه های اطلاعاتی)

مطابق با تجربیات تخصصی WWW. EPA. Gov/ landfill (sitting 1.htm, 1999) و شرایط فوق الذکر ، در حالت عمومی برای انتخاب یک مکان مناسب بمنظور دفن بهداشتی پسماند، لایه های اطلاعاتی ذیل جهت تشکیل و آماده سازی بانک اطلاعات زمین مرجع بکار گرفته شدند. این اطلاعات و منبع تامین آنها به اختصار به شرح ذیل است:

۱- نقشه شیب منطقه: این نقشه ،از GIS_READY نمودن نقشه های توپوگرافی در مقیاس مناسب و تهیه مدل رقومی زمین DEM ایجاد شد.

۲- نقشه کاربری اراضی: این لایه با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره ای ETM و SPOT با دقت زیاد و بروز (Up-To-Date) تهیه گردید.

۳- نقشه زمین لغزش: این نقشه با استفاده از نقشه های موجود زمین شناسی و تفسیر بصری تصاویر ماهواره ای و عکسهای هوایی تهیه شد. موضوع قابل توجه در این نقشه تقسیم مناطق به سه دسته: مناطق فعال (Active)، مناطق تثبیت شده (Stable) و مناطق در حال سکون (Dormant) می باشد.

۴- نقشه خطوط ارتباطی: این لایه موضوعی مورد احتیاج، با استفاده از عکسهای هوایی، تصاویر ماهواره ای و نقشه های توپوگرافی موجود تهیه شد.

۵- نقشه فاصله از مراکز شهری ، فرودگاه و دیگر مناطق مهم حاشیه شهری: اطلاعات استخراج شده از تکنولوژی سنجش از دور و نقشه های محلی برای ایجاد این نقشه مفید بوده است.

۶- نقشه خاک منطقه: این لایه شامل بافت خاک، نفوذ پذیری و قابلیت اراضی می باشد. این لایه با استفاده از اطلاعات موجود و انجام عملیات صحرایی قابل وصول ایجاد گردید.

۷- نقشه مناطق اکولوژیکی و چشم اندازها: این لایه نیز از روی تصاویر ماهواره ای و اطلاعات موجود محلی تهیه گردید.

۸- نقشه شبکه هیدروگرافی و آبهای زیرزمینی: این نقشه از روی نقشه های توپوگرافی، تصاویر ماهواره ای و اطلاعات کارشناسی محلی استخراج گردید.

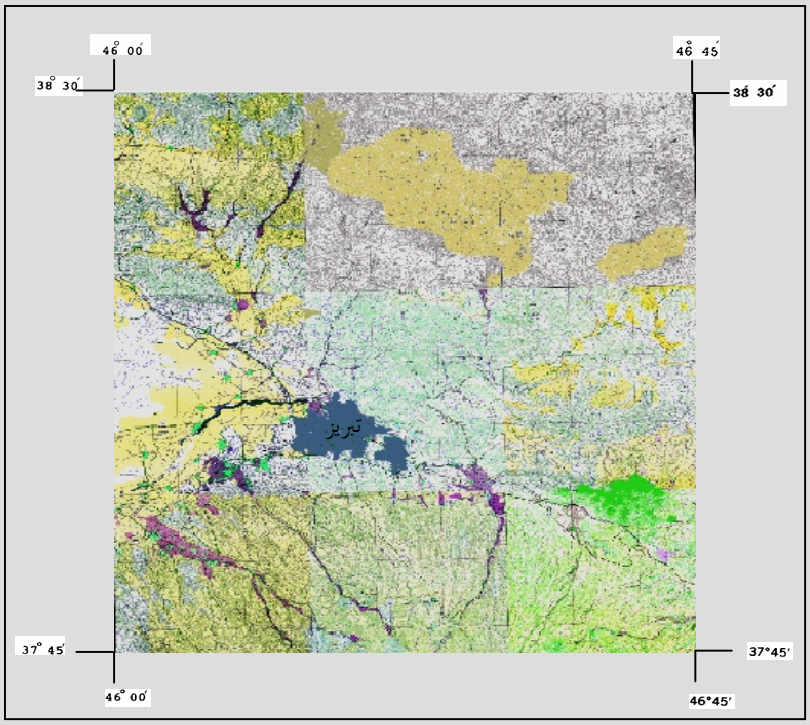
۹- نقشه جهت باد غالب: این اطلاعات از روی داده های هواشناسی تهیه شد.

آماده سازی لایه ها جهت ورود به محیط GIS

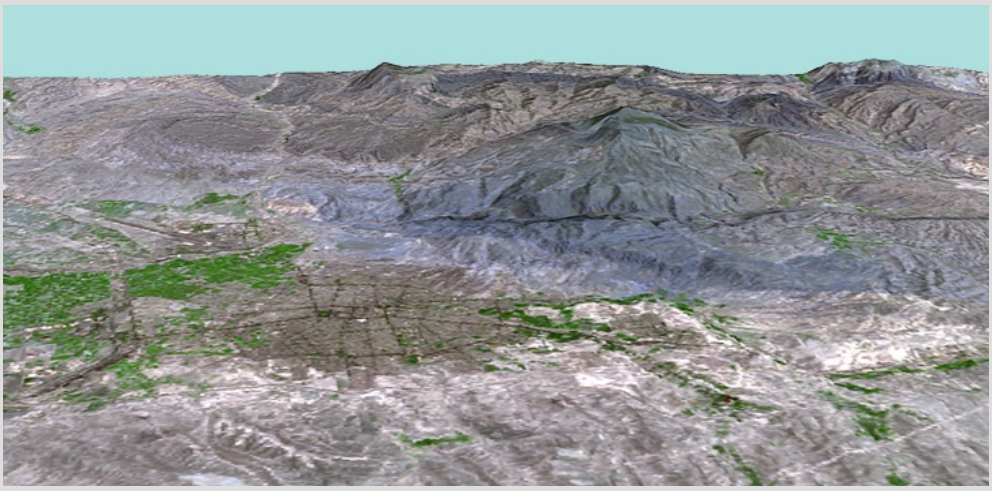
پس از استخراج لایه های اطلاعاتی مختلف ،نقشه ها به صورت لایه های قابل استفاده در محیطهای GIS مد نظر برای تحلیل تبدیل شدند تا جهت عملیات مکانیابی اقدام شود این فعالیت عبارت بودد از تبدیل کردن نقشه های موردنیاز به فرمتهای مناسب و مورد قبول نرم افزارهای IDRISI، ArcView و ERDAS که در تحلیل مورد استفاده قرار گرفته اند.

استاندارد سازی نقشه های معیار

جهت انجام مکانیابی ابتدا لایه های موثر در مکانیابی استاندارد شدند. این عملیات لازمه استفاده از قواعد تصمیم گیری می باشد (Charnpratheep, K.,Q. Zhou and B. Garner, 1997). بدین منظور در این طرح از دو منطق رایج ذیل استفاده گردید: ۱- منطق بولین (Boolean) و ۲- منطق فازی(Fuzzy)



شکل ۱- محدوده جغرافیایی منطقه مورد مطالعه



شکل ۲- نمای سه بعدی شهر تبریز با استفاده از تصویر ماهواره ای و مدل رقومی ارتفاع

جدول ۱- حدود معیار، جهت استاندارد سازی نقشه‌ها (منطق بولین)

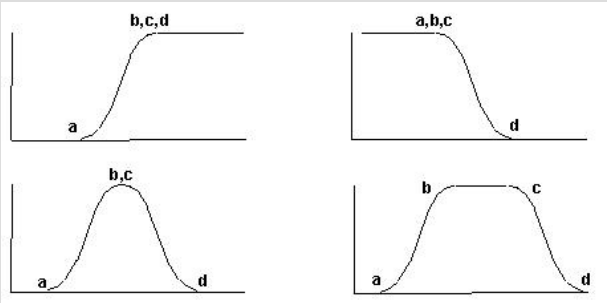
لایه نقشه	حد قابل پذیرش برای مکانیابی	ارزش
شیب	٪۱۵ >	۱
فاصله از شهر	بین ۳۰- ۵ کیلومتر	۱
عمق آب زیرزمینی	۲۰ > متر	۱
فاصله از آبهای سطحی	۸۰۰ > متر	۱
فاصله از جاده های دسترسی (راه‌آهن و خیابانها)	بین ۲۰۰۰- ۳۰۰ متر	۱
فاصله از اراضی زراعی	۲۰۰۰ > متر	۱
فاصله از جنگل و باغات	۲۰۰۰ > متر	۱
فاصله از فرودگاه شهر	۳ > کیلومتر	۱

استاندارد سازی نقشه ها در منطق فازی

در منطق فازی، هر منطقه با توجه به مقداری که معیار موردنظر (x) را رعایت میکند، مقدار عضویتی میگیرد (μx) که بیان کننده میزان مطلوبیت آن ناحیه میباشد. بدین معنی که هر ناحیهٔ با مقدار عضویت بالاتر، از مطلوبیت بالاتری برخوردار است. در منطق فازی قطعیت موجود در منطق بولین وجود ندارد و هر لایه در مقیاسی بین صفر و یک درجه بندی میشود ($0 < \mu(x) < 1$) (Lin, *et al.*, 1996). از آن جهت که در سیستمهای کامپیوتری میتوان از ۰-۲۵۶ را نشان داد می توان به جای مقیاس صفر و یک، مقیاس صفر تا ۲۵۵ را مورد استفاده قرار داد . در این مقیاسها اعداد بزرگتر مطلوبیت بیشتری خواهند داشت یعنی عدد ۲۵۵ از بالاترین مطلوبیت و عدد صفر فاقد مطلوبیت می باشد و طیفی از مقادیر بین این دو عدد قرار می گیرند که هرچه به ۲۵۵ نزدیکتر می شود، مطلوبیت افزایش می یابد. علاوه بر مسئله انتخاب مقیاس جهت تهیه نقشه های فازی میبایست نوع تابع فازی را نیز مورد بررسی قرار داده و تابع مناسبتر را برای معیار مورد نظر انتخاب نمود. از

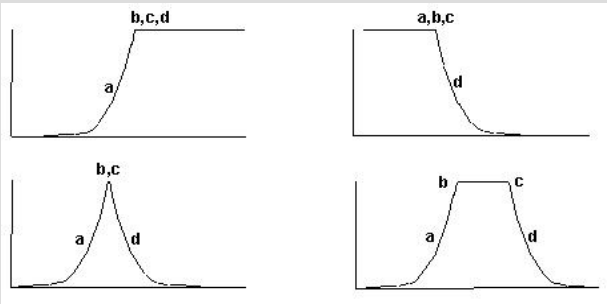
توابع مشهور میتوان به توابع Sigmodial، Linear و J-Shape اشاره کرد(Eastman, 1997). توابع ذکر شده، در محیط منتخب GIS وجود دارد و علاوه بر این توابع، کاربر میتواند با توجه به نیاز خود، تابع را نیز تعریف نماید.(شکل۳ الی ۵)

$$\alpha = (x-a)/(b-a) * P_i / 2$$
$$\text{if} \quad x \succ b \quad \Rightarrow \quad \mu = 1$$

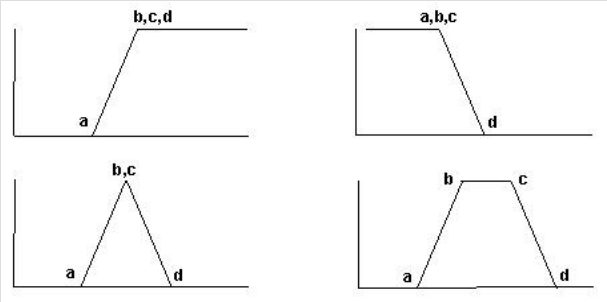


شکل۳- تابع Sigmoidal

$$\mu = 1/\left(1+\left((x-a)/(b-a)\right)^2\right)$$
$$\text{if} \quad x \succ b \quad \Rightarrow \quad \mu = 1$$



شکل ٤- تابع J-Shape



شکل ٥- تابع Linear

یکـی دیگـر از عوامـل مـؤثر در استانداردسـازی نقشه‌های فازی تعیین حد آستانه میباشد کـه نقـاط کنتـرل نیز به آنها گفته میشود. اما نکته ای که بایستی در انتخـاب تابع، به آن توجه نمود، نوع کاهشی یا افزایشی بودن توابع میباشد که منظـور از کاهـشی، حـداقل شـونده یـا نزولـی بودن تابع، و منظور از افزایشی بودن، حـداکثر شـونده یـا صعودی بودن تابع میباشد. به طور مثال در رابطـه بـا لایـه عمق آب زیرزمینی که هرچـه عمـق بیـشتر شـود مناسـبتر است، از تابع افزایشی استفاده می شود و در مـورد فاصـله از مرکز شـهر کـه هرچـه مـسافت بیـشتر شـود، هزینـه بـالاتر میرود، از تابع کاهشی استفاده میگردد. جدول شماره ۲ نمونه ای از مقادیر آستانه و نوع تابع فازی، جهـت استانداردسـازی نقشه های معیار در منطق فازی را نشان میدهد.

وزندهی به معیارها

در روشـهای وزن دهـی چنـد معیـاره ، مـی بایـست بـرای معیارهای مورد بررسی وزنهایی تخصیص داده شـود، کـه این وزندهی بسیار مهـم و تعیـین کننـده اسـت. در تعیـین وزنها نهایت دقت لازم است تـا نتیجـه حاصـله مطـابق بـا انتظـار باشـد. دو نـوع وزن جهـت اختـصاص بـه معیارهـا وجود دارد : ۱) وزنهای معیار ، ۲) وزنهای درجه‌ای.

دراستخراج وزنهای معیاربا توجه به سهولت کاربرد و قابلیت اطمینـان مطلـوبِ روش مقایـسه دوتـایی، از روش مقایسه دوتایی استفاده می گردد. (Eastman, 1997)

اختصاص وزنهای معیار

جهت انجـام روش مقایـسه دوتـایی ابتـدا تـک تـک معیارهای مورد بررسی را مقایسه نمـوده و میـزان اهمیـت نسبی هر جفت نسبت با توجه به امتیاز بندی موجود بین ۱ تا ۹ در یـک مـاتریس وارد گردیـد. پـس از آن وزنهـا و همچنین نسبت توافق(C R) محاسبه شد،مقایسه های انجام شده CR<0.1 را نشان دادند که به مفهوم پذیرش وزنهـای محاسـبه شـده بـوده اسـت(جـدول ۳). در صـورتی کـه CR>0.1 باشـد، میبایـست بـا اعمـال تغییراتـی مکـرر در ماتریس مقایسه دوتایی، CR را در حد قابـل قبـول تنظـیم نمود.(Eastman, 1997)

جدول۲- حد آستانه و نوع تابع فازی جهت استاندارد سازی نقشه‌های معیار در منطق فازی

لایه نقشه	حد آستانه		نوع تابع فازی	شکل تابع فازی
	bیاd	aیاc		
شیب(٪)	۴۰	۳	کاهشی	Sigmodial
فاصله از شهر (کیلومتر)	۴۰	۵	کاهشی	J-Shape
عمق آب زیرزمینی(متر)	۳۰	۶	افزایشی	Sigmodial
فاصله از آبهای سطحی(متر)	۶۰۰	۱۵۰	افزایشی	Sigmodial
فاصله از جاده های دسترسی (متر)	۹۰۰۰	۱۰۰	کاهشی	J-Shape
فاصله از مراکز جمعیتی (متر)	۱۰۰۰	۲۵۰	افزایشی	Sigmodial
فاصله از اراضی زراعی(متر)	۲۵۰	۰	افزایشی	Sigmodial
فاصله از جنگل و باغات(متر)	۲۵۰	۰	افزایشی	Sigmodial
فاصله از فرودگاه شهر (کیلومتر)	۷	۱	افزایشی	J-Shape
فاصله از چشمه ها و چاهها(متر)	۶۰۰	۲۰۰	افزایشی	Sigmodial

جدول۳- وزنددهی به معیارها با استفاده از روش مقایسه دوتایی

معیار	شیب	ف.ا. باغات	ف.ا. فرودگاه	ف.ا. شهر	عمق آب زیرزمینی	ف.ا. آبهای سطحی	ف.ا. جاده ها	ف.ا. مراکز جمعیتی	ف.ا. اراضی زراعی	ف.ا. چشمه ها و چاه ها	وزن معیار
شیب	۱										۰,۰۲۳۷
ف.ا. باغات	۵/۱	۱									۰,۰۳۰۹
ف.ا. فرودگاه	۵	۱	۱								۰,۱۰۰۸
ف.ا. شهر	۵	۳	۲/۱	۱							۰,۰۵۸۷
عمق آب زیرزمینی	۷	۵	۵	۵	۱						۰,۲۴۹
ف.ا. آبهای سطحی	۵	۵	۲	۳	۱	۱					۰,۱۷۶۸
ف.ا. جاده ها	۵	۴/۱	۳/۱	۴/۱	۶/۱	۴/۱	۱				۰,۰۳۷۸
ف.ا. مراکز جمعیتی	۶	۴	۲/۱	۴	۳/۱	۲/۱	۵	۱			۰,۰۹۹۱
ف.ا. اراضی زراعی	۵	۵	۱	۵	۲/۱	۳/۱	۴	۲	۱		۰,۱۲۳۷
ف.ا. چشمه ها و چاهها	۴	۳	۲/۱	۳	۵/۱	۲/۱	۴	۳	۳	۱	۰,۰۹۹۴

(ف.ا. مخفف فاصله از...، می‌باشد)

اختصاص وزنهای درجه‌ای

وزنهای درجه ای برای استفاده در روش آنالیز وزنی درجه ای(OWA) بکار می روند و بیان کننده اهمیت معیاری هستند که دارای بیشترین مقدارتاثیر می‌باشد (Malczewski, 1999). استخراج وزنهای درجه‌ای معیارهای ارزیابی می توانند از نظرات کارشناسی منتج شوند که نمونه ای از آن در جدول ۴ آمده است.

جدول ٤- ترتیب تقدم گروهی، جهت تمایز بین مکانها

تقدم گروهی	درصد اهمیت	پدیده های مورد ارزیابی
۱- مسائل اقتصادی	٪۱۳,۵	هزینه به ریال
۲- بهداشت عمومی	٪۳۶,۴	آبهای زیرزمینی، آبهای سطحی، خدمات بهره برداری
۳- مسائل زیست محیطی	٪۲۴,۱	زراعی، بیوفیزیکی
۴- مسائل اجتماعی	٪۱۳,۳	بو، گردوغبار، آلودگی صوتی، هماهنگی کاربری و... .
۵- مسائل فرهنگی	٪۱۲,۷	مراکز تاریخی و باستانی

در نهایت با توجه به روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP) و همچنین استاندارد نمودن وزنها، اقدام به محاسبه وزنهای درجه ای نهایی می گردد(Malczewski, 1999). در جدول ۵ نمونه ای از آن بعنوان مثال نشان داده شده است.

جدول ۵- وزنهای درجه ای معیارهای ارزیابی مورد استفاده در مکانیابی محل دفن

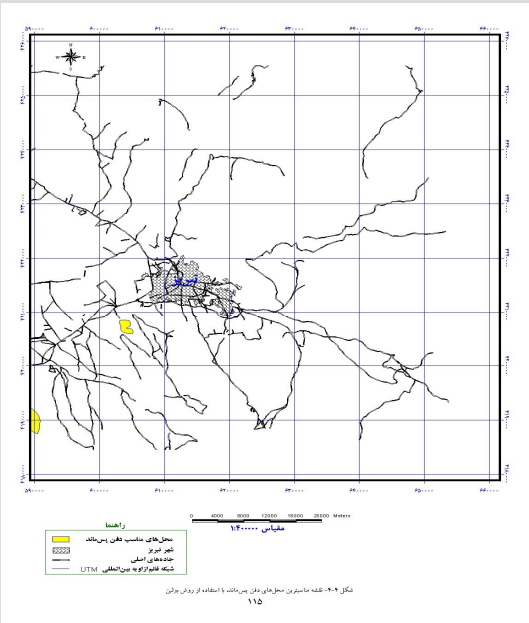
	تقدم گروهی	درصد اهمیت	پدیده مورد ارزیابی	درصد اهمیت
معیارهای مکانیابی	بهداشت عمومی	٪۴۲	عمق آب زیرزمینی	٪۲۱
			فاصله تا آبهای سطحی	٪ ۱۴
			فاصله از چاه و چشمه	٪۷
	مسائل زیست‌محیطی	٪۲۵	فاصله از مناطق زراعی	٪۱۶
			فاصله از باغات و جنگلها	٪۹
	مسائل اجتماعی	٪۱۷	فاصله از شهر تبریز	٪۹
			فاصله از مناطق مسکونی	٪۴
			فاصله از فرودگاه	٪۴
	مسائل اقتصادی	٪۱۶	فاصله تا شبکه جاده ها	٪۵
			درصد شیب	٪۳

نتایج

جهت انجام عملیات مکانیابی و رسیدن به مناطق مناسب جهت دفن پسماند، نقشه های استاندارد حاصل از مراحل قبل جهت تلفیق لایه های استاندارد شده، از سه روش: ۱) منطق بولین (Boolean)، ۲) روش WLC و ۳) روش OWA فراهم گردیدند در ادامه، نتایج هر یک از این روشها ارائه شده است.

نتیجه حاصل از تلفیق با منطق بولین

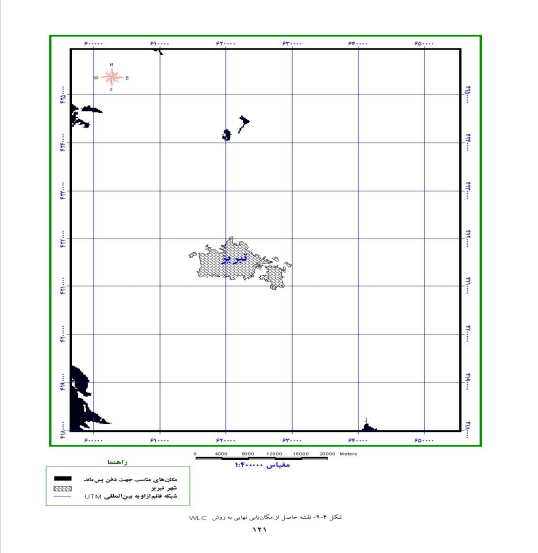
با استفاده از لایه های حاصل از استاندارد نمودن نقشه ها و کاربرد **AND** منطقی، به آسانی میتوان مکانهای مناسب برای دفن پسماند را انتخاب نمود.



شکل٦- نقشه مناسبترین محل دفن پسماند با استفاده از روش بولین(رنگ زرد)

نتیجه حاصل از تلفیق با منطق فازی WLC

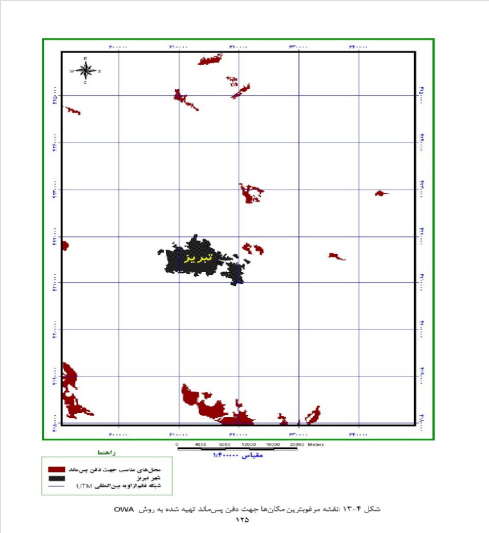
جهت انجام عملیات تلفیق فازی و عملیات مکانیابی محل‌های دفن به روش WLC، با توجه به قابلیتهای گسترده نرم افزار **IDRISI** در مسائل آنالیز تصمیم گیری چند معیاره، از این نرم افزار استفاده شد.



شکل۷–نقشه حاصل از مکانیابی به روش WLC (رنگ سیاه)

نتیجه حاصل از تلفیق با منطق فازی OWA

در روش **OWA** علاوه بر وزنهای معیار که در روش **WLC** استفاده گردیدند، از وزنهای درجه ای به دست آمده از مراحل قبل که برابر ۰/۰۷، ۰/۰۴، ۰/۰۴،۰۵،۰/۰و ۰/۰۳ میباشند نیز استفاده شد.



شکل۸– نقشه حاصل از مکانیابی به روش OWA (رنگ قرمز)

جمعبندی

۱- در روش مبتنی بر منطق بولین، با توجه به محدودیتهای قطعی که در آن اعمال میشود، تعداد مناطق مکانیابی شده نسبت به روشهای مبتنی بر منطق فازی، کمتر است.

۲- از لحاظ اطمینان در نتایج ، با توجه به بهترین شرایط اعمال شده در روش بولین، نتایج حاصله از رضایتمندی کمتری برخوردار میباشند.

۳- منطق بولین در مناطقی که زمین دارای محدودیت است مناسب نمی‌باشد زیرا قدرت تصمیم گیری تنها با توجه به دامنه مقادیر معیارها ،تحت تأثیر قرار میگیرد و قدرت مانور در تصمیم گیری تنها با تغییر این محدوده ها قابل افزایش میباشد .

۴- با بررسی دو روش فازی اعمال شده ، مشخص گردید که روش WLC علیرغم سادگی آن، دارای معایبی میباشد، از جمله اینکه در این روش مناطق زیادی مکانیابی میگردند که ممکن است مناسب نباشند.

۵- الگوریتم OWA با استفاده از وزنهای درجه ای این قدرت را به تصمیم گیر میدهد که عوامل مهمتری را که از نظر او مسئله مکانیابی را بیشتر تحت تأثیر قرار میدهند با همان اهمیت در مسئله قرار دهد و در اثر این برتری، نتیجهٔ حاصل از مکانیابی به روش OWA دارای قدرت تفکیک بهتری بین طیفهای موجود میباشد.

References

Abdoli, M.A. (1990). Landfill and retrieve of urban solid waste management in Iran. Study center of urban planning- Ministry of interior affairs, Tehran: Municiplitary Organization.

Badoo, K. (1990). Waste landfill site selection. Engineering-Healthy urban waste landfill conference proceeding, Jihad-e-daneshgahi of Engineering Faculty, Tehran university.

Charnpratheep, K., Q. Zhou and B. Garner (1997). preliminary landfill site screening using fuzzy geographical information systems. Waste management & Research, V.15, N2, Apr 1997, P . 197_ 215.

Doerhoefer, G. and H.siebeit (1998). search for landfill sites – requirements and implementation in lower Saxony. Germeny. Enviromental Geology, V. 35, N1, Jul 1998, P. 55 – 65.

Eastman, J.R. (1997). IDRISI for windows users guide, version 3.2, Clark labs for cartographic technology and Geographic Analysis, Clark University.

Kao, J. and H. Lin (1996). Multifactor spatial analysis for landfill siting. Journal of Environmental Engineering, V. 122, N10, oct 1996, P. 902 – 908.

Lin, H., J. kao, K.Li, H.H.Hwang (1996). Fuzzy GIS assisted landfill siting analysis. proceedings of International Conference on solid waste technology and management.

Majlesi, M. and J. Noori. (1992). Landfill site selection and management. Recycle office of Tehran Municiplitary.

Malczewsk, J. (1999). GIS and multicriteria decision analysis. New York: John Wiley & sons Inc.