Archive of SID

علـوم محـیـطی سال ششم ، شماره سوم، بهار ۱۳۸۸
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.6, No.3 , Spring 2009
۱۴۵-۱۵۸

مکان یابی دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) (مطالعه موردی شهر گیوی)

ابراهیم فتائی[۱*]، علی آل شیخ[۲]

۱- گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده علوم، دانشگاه آزاداسلامی واحد اردبیل

۲- گروه مهندسی GIS، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی

چکیده

مواد زائد جامد، جزء جدایی ناپذیر زندگی انسان بوده و تولید انواع این زایدات در کمیت و کیفیت‌های مختلف یکی از مهم‌ترین معضلات زیست‌محیطی عصر حاضر است. آلودگی‌های هوا، آب وخاک ناشی از عدم مدیریت صحیح و عدم انتخاب جایگاه مناسب جهت دفن پسماند مشکلاتی را برای محیط‌زیست شهروندان ایجاد می‌کند. به همین علت جهت کاهش پیامدهای منفی پسماندها استفاده از ابزارها و فناوری‌های مناسب ضروری می‌باشد. یکی ازبخش‌های مهم در مدیریت مواد جامد شهری، یافتن مکان مناسب جهت دفن زباله است. این تحقیق با هدف تعیین مکان‌های مناسب دفن پسماند شهری شهر گیوی مرکز شهرستان کوثر با استفاده از GIS و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی اجرا شده است. در این مطالعه پارامترها، معیارها و ضوابط انتخاب مکان‌های مناسب برای دفن بهداشتی مانند زمین‌شناسی، راه‌های دسترسی، وضعیت لرزه‌خیزی منطقه، نقشه شیب، نقشه کاربری اراضی، فاصله از مراکز شهری و روستائی، نقشه خاک منطقه، نقشه شبکه هیدروگرافی و آب‌های زیرزمینی و جهت باد غالب شناسایی گردیدند. استانداردهای مختلف از جمله استانداردهای مربوط به سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت کشور و تجربیات جهانی شناسایی، و ارزیابی گردیدند. سپس با استناد به ضوابط و استانداردهای ملی و جهانی و با اعمال فاکتورهای محدود کننده با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مکان‌های مناسب در سطح شهرستان تعیین گردیدند. به منظور تلفیق لایه‌ها و اخذ نتایج از منطق بولین استفاده شد. با انجام بازدیدهای میدانی از میان مکان‌های مناسب، چهار مکان برای مقایسه و ارزیابی از طریق فرایند تحلیل سلسله مراتبی مشخص شدند که نهایتاً با انجام مطالعات دقیقتر بر روی مکان‌های انتخاب شده و اعمال وزن‌های مناسب به هر یک از مکان‌ها، مکان‌هایی انتخاب گردید. به‌طوری که با استفاده از تلفیق منطق بولین در نرم افزار GIS و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) دو محل دفن نهایی با ترتیب اولویت‌بندی برای دفن زباله‌های شهر گیوی تعیین گردید.

کلید واژه‌ها: مکان‌یابی، مواد زائد جامد ، محل دفن، GIS, AHP.

Housing Site Selection of Landfills for Urban Solid Wastes Using GIS Technology and Analytical Hierarchy Process (A Case Study in the City of Givi)

Ebrahim Fataee[1*], Ali Alesheikh[2]

1- Department of Environmental, Faculty of Sciences, Islamic Azad University, Ardabil Branch, Ardabil, Iran
2- Department of GIS, Faculty of Engineering, Khaje *Nasir A'Din* Toosi *University, Tehran, Iran*

Abstract

Solid wastes have been an inseparable part of human life and the production of the wastes, in different levels of quality and quantity, is considered to be one of the major challenging issues of the environment in this era. Air and water pollution and soil which is the result of the lack of correct management and lack of choosing appropriate landfills to bury the wastes, have all created some problems for the environment. change the sentence. In order to decrease the negative outcomes of the wastes, it is essential to use the right tools and technology. One of the main parts of management in the urban solid wastes is finding an appropriate place in order to dispose the wastes. This study was done to locate the appropriate landfills in the city of Givi through using GIS technology. In this study the following parameters, criteria and rules for hygienic disposal on the basis of different standards such as Environment Conservation Organization, Ministry of Interior and worldwide experiences were identified, evaluated and selected: geology, infrastructure, seismic city of the areas, slope, land use, distance from rural and urban centers, soil plan of the area, hydrographic network plan, underground waters and the prevailing wind direction. Then, appropriate places in this area were identified according to national and international rules and standards and also by applying limiting factors through GIS. To integrate the layers and obtain the appropriate results, Bolin Logic was used. Through field visits, three locations for comparison and evaluation through hierarchical analysis process were selected and ultimately by doing closer studies on the selected locations and exerting appropriate weights on each of the locations, the final location will be selected.

Keywords: site selection – solid waste – landfill – GIS – AHP.

* Corresponding author. *E-mail Address*: ebfataei@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

رشد بی‌رویه جمعیت، توسعه شهرنشینی، ظهور تکنولوژی‌های جدید و تغییرات حاصل شده در عادات و الگوی مصرف از یک سو و محدودیت در استفاده از منابع طبیعی از سوی دیگر علاوه بر به وجود آوردن انواع مشکلات پیچیده در کیفیت زندگی انسان، موجبات بروز انواع ناسازگاری‌های اجتماعی، اقتصادی و نهایتاً زیست محیطی را به دنبال داشته است (Abdoli, 1998). یکی از مشکلات عمده و بغرنج جوامع بشری، تولید انواع مواد زائد جامد در کیفیت‌ها و کمیت‌های مختلف و دفع آن می باشد (Fataei, 2004).

استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و GIS در مکانیابی دفع مواد زائد جامد شهری از جمله روش‌های نوین و سریع جهت مکان‌یابی دفع زباله می‌باشد (درویش صفت و همکاران، ۱۳۸۳). امروزه محققین زیادی از قابلیت های GIS برای مکانیابی محل دفن زباله‌ها استفاده می‌کنند. چرا که سیستم اطلاعات جغرافیایی قادر به تجزیه و تحلیل حجم عظیمی از لایه‌های اطلاعاتی می‌باشد (William and Buckly, 1992). از سوی دیگر یکی از مهم‌ترین قابلیت‌های GIS که آن را به‌عنوان یک سیستم ویژه از دیگر سامانه‌های مکانیزه مجزا می کند قابلیت تلفیق داده‌ها جهت مدل‌سازی، مکانیابی و تعیین تناسب اراضی از طریق ارزش‌گذاری پهنه سرزمین است. چرا که درنتیجه تلفیق و ترکیب معیارها، بهترین مکان جهت استقرار مراکز و مکان‌های بهینه انتخاب می‌شود. جهت ترکیب، معیارها و روش‌های متفاوتی وجود دارد که مهم‌ترین آنها عبارتند از منطق بولین، همپوشانی شاخص[1]، منطق فازی (Habibi *et al.*, 2004). ارزش‌دهی به هر معیار نیز به شیوه‌های مختلف همچون فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[2]، پردازش دلفی[3]، تخمین نسبت[4]، وزنهای نشانگر[5]، رگرسیون لجستیک[6] و شبکه های عصبی اجرا می گردد (Ghodsipoor, 2003).

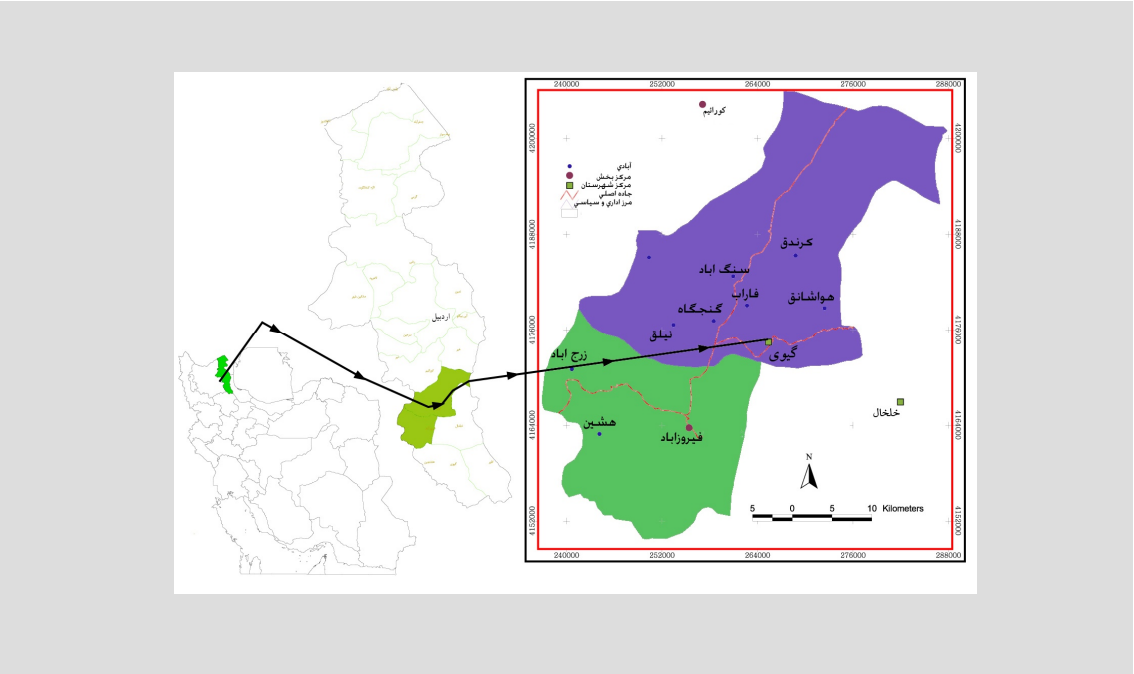
در سال ۲۰۰۳ واستاوا و ناسوات در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی محل دفن زباله در اطراف شهر رانسی با استفاده از RS و GIS با در نظر گرفتن معیارهایی چون زمین شناسی، گسل‌ها، شیب زمین، نوع سنگ مادر و خاک، آب‌های سطحی و عمق آب زیرزمینی، مراکز شهری، شبکه های ارتباطی موجود، فاصله از فرودگاه و... با استفاده از این سیستم‌ها و وزن‌دهی به شاخص‌ها از طریق مقایسات زوجی ۵ محل مجزا در اندازه‌های مختلف را جهت دفن زباله این شهر ۸۰۰ هزار نفری انتخاب نمودند (Vastava, 2003).

خراسانی و کورکی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای انتخاب محل مناسب دفن زباله در مناطق خشک (مطالعه موردی زباله های شهر کرمان) انواع پارامترهای شیب، ایستابی زیرزمینی، بارندگی سالیانه، فاصله محل دفن تا شهر و ... را به کار بردند و محل مناسب را در ۷ کیلومتری شهر کرمان مکان گزینی کرده‌اند (Khorasani, 1999).

در منطق بولین با استفاده از لایه‌های حاصل از استاندارد نمودن نقشه‌ها (به کمک معیارهای محدودیت) و کاربرد عملگرهای منطقی And/OR، به آسانی می‌توان لایه‌های مختلف را تلفیق و مکان‌های مناسب برای دفن مواد زائد جامد را انتخاب نمود (Rasooli *et al.*, 2004). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چند گانه است (Jiagin, 1997). زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مساله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مساله مهیا می‌سازد (Zebardast, 1999). این فرایند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱– موقعیت شهرستان گیوی در کشور و استان اردبیل

را دارد، علاوه بر این بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده، که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید. همچنین این تکنیک میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز آن در تصمیم‌گیری چند معیاره می باشد (Ghodsipoor, 2003). لذا در این تحقیق از تلفیق منطق بولین در سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله مراتبی استفاده گردیده است.

شهرگیوی مرکز شهرستان کوثر با جمعیت ۷۱۲۸ نفر (Management and Planning Organization, 2005) در فاصله ۷۸ کیلومتری جنوب اردبیل و در موقعیت جغرافیائی، ´۳۷٫۴۱ عرض شمالی و ´۴۸٫۲۱ طول شرقی و در مسیر جاده اردبیل ـ خلخال واقع است (شکل ۱). مدیریت مواد زائد در این شهر نیز همواره جزء یکی از مهم‌ترین مسائل زیست محیطی بوده است. در این مطالعه با توجه به هدف تحقیق که مکان‌یابی محل‌های مناسب جهت دفع مواد زائد جامد شهرستان گیوی می‌باشد روش دفن بهداشتی مدنظر می باشد. لذا جهت دستیابی به اهداف مورد نظر در مکانیابی دفن بهداشتی زباله شهر گیوی از سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی استفاده گردیده است.

روش مطالعه

در این مطالعه در ابتدا پارامترها، معیارها و ضوابط انتخاب مکان‌های مناسب برای دفن بهداشتی با بررسی استانداردهای مختلف از جمله استانداردهای مربوط به سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت کشور و تجربیات جهانی، شناسایی، ارزیابی و انتخاب گردیدند. سپس با تامین لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر پارامتر، این لایه‌ها به صورت رقومی وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) گشته و در این مرحله هر یک از این لایه‌ها بر اساس نحوه تاثیر در تعیین اراضی مناسب برای دفن بهداشتی

www.SID.ir

Archive of SID

مورد ارزیابی قرار گرفته و آماده سازی گردیدند. در این مطالعه برای مکان‌یابی از اطلاعات نقشه های ۱:۵۰۰۰۰ ، آمارنامه استان اردبیل و اطلاعات سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۸۵ استفاده گردید. اطلاعات مکانی گرده‌آوری شده از منابع مختلف در محیط نرم افزاری GIS که امکانات تحلیلی مناسبی را دارد مورد پردازش و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

اجرای روش مبتنی بر منطق بولین بوده است. بدین طریق که با استفاده از لایه‌های حاصل از استاندارد نمودن نقشه‌ها با کمک معیارهای محدودیت (جدول۱) با به‌کارگیری عملگرهای منطقی (AND ، OR و NOT) پس از روی‌هم‌گذاری لایه‌های مختلف، مکان‌های مناسب برای دفن مواد زائد جامد انتخاب گردیدند. برای اجرای این عملیات، در محیط نرم افزاریGIS ابتدا با استفاده از توابع روی‌هم‌گذاری (Overlay)، لایه‌های اطلاعاتی ترکیب گردیده و لایه اطلاعاتی حاصل شده با توجه به دارا بودن سایر ویژگی‌های توصیفی مورد نظر بر اساس فاکتورهای ورودی، جهت به‌کارگیری توابع پرس و جو (Query) آماده شده و جهت انتخاب اراضی مناسب برای دفن بهداشتی مورد استفاده قرار گرفت.

منطق بولین یا منطق صفر و یک برگرفته از نام ریاضیدان انگلیسی (جورج بولی) می‌باشد که وزن دهی به واحدها در هر لایه اطلاعاتی بر اساس امتیاز صفر و یک می‌باشد. در این فرایند با استفاده از توابع منطقی، عملکردهای لایه‌ها با هم ترکیب شده، نتیجه نهایی مدل، انتخاب یک محل برای فعالیت خاص است که این محل یا مناسب است یا نامناسب و قابلیتی برای رتبه بندی مناطق مناسب ندارد. لذا جهت اولویت بندی مکان‌های معین شده در فرآیند بولین، از طریق پارامترهای مشخص شده در سطح ۲ شکل ۱ اهمیت پارامترها با استفاده از اطلاعات حاصل از پرسشنامه تکمیل شده توسط کارشناسان و صاحب نظران، وزن گذاری و از طریق فرایند AHP مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. معیارهای مورد استفاده در مکان‌یابی دفن زباله شهر گیوی بر اساس بررسی ضوابط، استانداردها و قوانین مختلف و شرایط منطقه‌ای ارائه شده توسط وزارت کشور و سازمان حفاظت محیط زیست به شرح جدول ۱ بوده است.

جدول ۱ – ضوابط و حریم های مورد استفاده در مکانیابی دفن زباله شهر گیوی

ردیف	نام معیار	نحوه اثر و ضوابط
۱	گسل	حداقل فاصله ۵۰۰ متر
۲	منابع آب سطحی	۳۰۰ متر حداقل فاصله افقی از رودخانه مرتبه ۵ و ۲۰۰ متر حداقل فاصله از رودخانه درجه ۴
۳	آب زیرزمینی	حداقل عمق سطح ایستابی آب زیرزمینی ۱۰ متر و حداقل فاصله افقی ۳۰۰ متر
۴	خاک	دارای خاک سطحی تا حد امکان از جنس رس سیلتی و در مرحله بعدی از جنس شنی سیلتی باشد
۵	مناطق مسکونی	حداقل فاصله ۱ کیلومتر از مناطق روستائی و حداقل فاصله از مرکز شهر ۳ کیلومتر
۶	زمین شناسی	دارای سنگ بستری تا حد امکان از جنس سنگهای آذرین و نفوذ ناپذیر باشد.
۷	جاده ها	حداقل فاصله ۲۵۰ متر
۸	شیب	شیب کمتر از ۲۰ درصد
۹	مراکز تاریخی و باستانی	حداقل ۵۰۰ متر
۱۰	باد	عدم قرارگیری محل دفن در بالا دست جریان غالب بادهای منطقه نسبت به مناطق مسکونی
۱۱	کاربری اراضی	دارای کاربری های با ارزش چون کشاورزی، جنگل، تالاب و مرتع نباشد.
۱۲	فرودگاه	حداقل فاصله ۳ کیلومتر و اراضی دارای فاصله بیش از۴ کیلومتر دارای بیشترین تناسب

ماخذ: حیدرزاده، ۱۳۸۰

www.SID.ir

Archive of SID

محاسبه مساحت زمین مورد نیاز جهت دفن

جهت محاسبه مساحت زمین موردنیاز برای دفن زباله، عواملی همچون نرخ تولید زباله، جمعیت، دانسیته مواد فشرده شده در محل دفن مورد نیاز می‌باشند (*et al.*, 1995 Mcbean). بنابراین برای این‌کار می باید میزان رشد جمعیت و تولید سالانه زباله و همچنین ارتفاع و شکل محل دفن مورد بررسی قرار گیرد. لذا جهت برآورد سطح زمین مورد نیاز از فرمول محاسبه نرخ رشد به شرح زیر استفاده شد (فتائی، ۱۳۸۶):

رابطه (۱) $Pt = P_0 (1+r)^t$

P_t : میزان جمعیت سال مقصد t

P_0 : جمعیت در هنگام (جمعیت سال مبداء محاسبه)

r : نرخ رشد جمعیت به درصد

t : دوره طرح یا تعداد سال‌هایی که طرح قرار است کاربرد داشته باشد.

طبق تحقیقات انجمن علمی آمریکا در مورد اندازه زمین مورد نیاز برای دفن بهداشتی فرمول تجربی زیر ارائه شده است (Kevin and Power , 1996):

رابطه (۲) $V= R/D(1-P/100)+CV$

V= فضای مورد نیاز در طول سال

R = سرانه زباله تولیدی هر نفر

CV = حجم خاک پوششی مورد نیاز

P= درصد کاهش حجم زباله در اثر فشردگی

D= دانسیته (تراکم) متوسط زباله

وزن‌دهی به معیارها

در ارزیابی توان محیط‌زیست برای دفن بهداشتی مواد زائد، تمامی معیارها هم وزن نیستند و برخی از معیارها به عنوان عامل کلیدی عمل می‌نمایند، به‌طوری که حتی اگر سایر پارامترها مناسب باشند، باعث خواهد شد که منطقه مورد بررسی نامناسب ارزیابی گردد. به همین دلیل جهت حصول رتبه بندی، اهمیت معیارهای تصمیم گیری در مورد مکان دفن زباله، فاکتورها وزن دهی می شوند. با توجه به اینکه روش فرایند سلسله مراتب تحلیلی معمولترین روش تحلیل تصمیم گیری ها در زمینه مدلسازی محیط‌زیست می‌باشد (Jiagin, 1997)، در تحقیق حاضر نیز از این روش استفاده شده است.

فرایند تحلیل سلسله مراتبی به عنوان یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند منظوره برای وضعیت‌های پیچیده‌ای که سنجه‌های چندگانه و متضادی دارند، ابزار تصمیم‌گیری نرمش پذیر و در عین حال قوی به شمار می‌رود که اولین بار توسط توماس. ال. ساعتی در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید (Saaty ,1980).

این روش برای برنامه‌ریزی های متعددی نظیر برنامه‌ریزی نیروگاه‌های برقی، انتخاب مکان استقرار واحدهای صنعتی، مکان‌یابی شهرهای جدید و ... بکار گرفته شده است. اساس این الگو در تصمیم‌گیری برای مقایسات زوجی نهفته است؛ یعنی مبانی ارزشی تحلیل‌گر با اطلاعاتی که در مورد جایگزین (آلترناتیوها) وجود دارد، در هم آمیخته و مجموعه‌ای از میزان‌های اندازه‌گیری اولویت‌ها برای ارزیابی پدید می‌آورد.

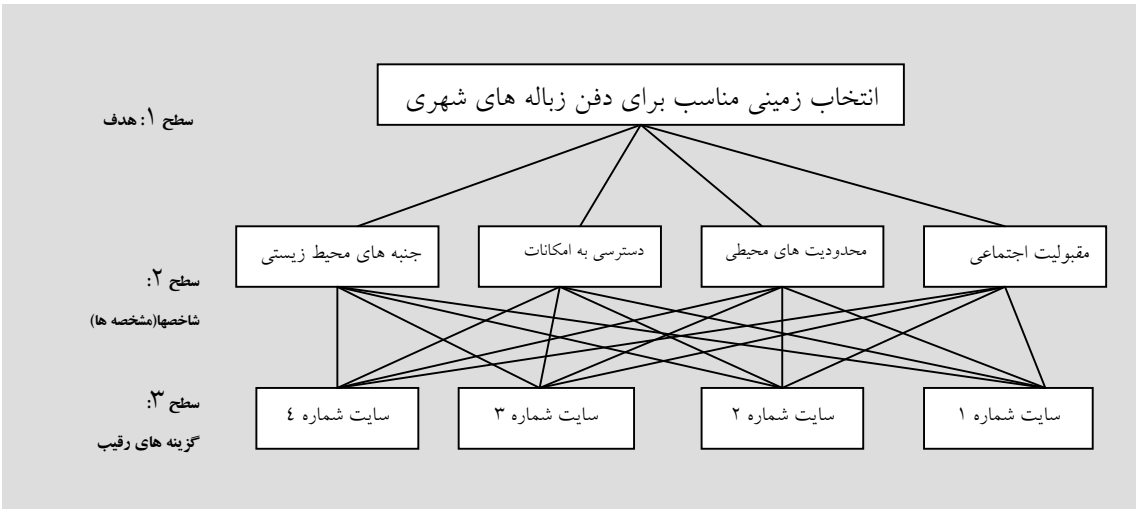
ساختن سلسله مراتب تصمیم‌گیری

هر گاه از AHP به عنوان ابزار تصمیم‌گیری استفاده شود، برنامه ریز در آغاز باید یک درخت سلسله مراتب مناسبی که بیان کننده مسئله تحت مطالعه است، فراهم کند. AHP اغلب دارای سه سطح سلسله مراتبی است (شکل۲). بنابراین سلسله مراتب تصمیم را درختی که با توجه به مسئله تحت بررسی دارای سطوح متعدد است، تعریف می کنند. اختصاصاً سطح اول هر درخت بیان کننده هدف تصمیم‌گیری است. سطح دوم، شاخص های تصمیم‌گیری و سطح آخر هر درخت بیان کننده

www.SID.ir

Archive of SID

گزینه‌هایی است که با هم‌دیگر مقایسه می‌شوند و برای انتخاب در رقابت با هم‌دیگر هستند. مرحله اساسی در این فرایند، تعین فاکتورهایی است که بر اساس آنها گزینه‌های رقیب با همدیگر مقایسه شوند. در این راستا سنجه‌های مهم برای مقایسه سایت‌ها با ملحوظ داشتن عوامل موثر در مکانیابی زباله ۱۲ فاکتور به شرح جدول۱ بوده است که به‌صورت دسته بندی شده در چهار گروه در سطح ۲ شکل ۱ آورده شده است. به منظور رسیدن به هدف، مراحل چهارگانه AHP به شرح زیر بکار گرفته شد:



شکل ۲- درخت سلسله مراتب تصمیم گیری برای مکانیابی

مرحله اول- وزن دادن به سنجه‌ها (مقایسات زوجی)

هدف دراین مرحله تعیین وزن برای جفت جفت سنجه‌ها است؛ به عبارت دیگر، گزینه های رقیب در سطح (۳) باید به واسطهء هریک از سنجه‌ها در سطح (۲) مورد مقایسه دو به دو قرار گیرند. مقایسه دو به دو با استفاده از مقیاسی که از "ترجیح یکسان" تا " بی اندازه مرجح" طراحی شده، انجام می‌گیرد. تجربه نشان داده است که استفاده از $\frac{1}{9}$ تا ۹، تصمیم گیرنده را قادر می‌سازد تا مقایسات را به گونه‌ای مطلوب انجام دهد. به همین علت استفاده از جدول شماره (۲) درامتیازدهی مقایسه‌ای به صورت یک مقیاس استاندارد درآمده است. مقایسه های جفتی در یک ماتریس k×k ثبت می‌شود. ماتریس داوری مقایسه‌ای جفتی را با A=aij نشان می‌دهیم. لازم به توضیح است که ماتریس مقایسه‌ای درAHP یک ماتریس معکوس است؛ یعنی اگر ترجیح سنجه یک به دو ۵ است، پس ترجیح سنجه دو به یک $\frac{1}{5}$ است و به عبارت دیگر اعداد هر یک از مقایسه‌ها به یکی از دو صورت زیر تعیین می‌شود:

اول: به صورت اعداد ۱ تا ۹

دوم : به صورت معکوس اعداد مذکور

در هر یک از حالت های یاد شده مقدار (aij سطر i ستون j) نشان‌دهنده داوری برنامه‌ریز در مورد اهمیت نسبی (i) با در نظر گرفتن سنجه(j) است. با توجه به این که اولویت‌ها به دو صورت (اعداد ۱ تا ۹ و معکوس ۱ تا ۹) نشان داده می‌شوند، مقدار(aij) اگر بزرگتر از یک باشد، مفهومش آن است که سنجه‌ای که در سطر(i) ام

www.SID.ir

Archive of SID

قرار دارد دارای اهمیت نسبی بیشتری نسبت به سنجه‌ای است که در ستون (j)ام قرار دارد و برعکس. مقادیر کمتر از یک نشان دهنده آن است که سنجه(i) ام اهمیت نسبی کمتری نسبت به سنجه (j) دارد.

جدول شماره ۳ نشان می‌دهد اگر مقدار ۶ برای عنصر a96 (سطر 9 ستون 4) مشخص شده است مفهوم عدد ۶ آن است که از نظر تحلیل گر حفظ مراکز تاریخی و باستانی بسیار مرجح می‌باشد.

مرحله دوم: وزن دادن به جایگزین‌ها (آلترناتیوها)

بعد از وزن دادن به سنجه‌های تصمیم‌گیری، نوبت وزن دادن به جایگزین‌ها فرا می‌رسد. وزن دادن به جایگزین‌ها یعنی میزان اولویت هر یک از سایت‌ها با توجه به هر یک از شاخص‌های ۱۲ گانه جدول ۱ می‌باشد. بدین منظور، ابتدا باید ماتریس داوری هر یک از زمین ها (سایت ها) با توجه به سنجه اول و سپس ماتریس داوری وزن هر یک از سایت‌ها با توجه به سنجه دوم ساخته شود و همین طور ادامه یابد تا به تعداد سنجه‌ها ماتریس داوری سایت‌ها را داشته باشیم.

بعد از اتمام این مرحله، نوبت به مرحله سوم که محاسبه وزن اولویت مرکب هریک از سایت ها است، فرا می‌رسد. فرآیند وزن دادن به جایگزین‌ها با توجه به سنجه‌ها و "هدف کلی" است. در هر دو حالت،

جدول۲- مقیاس درجه‌بندی پیوسته به منظور وزن‌دهی فاکتورها

بشدت	خیلی قوی	قوی	بطور میانه	بطور مساوی	بطور میانه	قوی	خیلی قوی	بشدت
۹	۷	۵	۳	۱	۱/۳	۱/۵	۱/۷	۱/۹
بیشترمهم						کمتر مهم		

جدول ۳- وزن دهی به معیارها بااستفاده از روش مقایسه دوتایی

معیار	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	وزن معیار
۱	۱												۰,۰۹٦
۲	۱	۱											۰,۱۰۲
۳	۱/۳	۱/۳	۱										۰,۰۸۸
٤	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱									۰,۰۲۲
٥	۱	۲	۲	۵	۱								۰,۱۱٥
٦	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱	۱/۵	۱							۰,۰۲
۷	۱	۱	۱/۳	۴	۱/۲	۶	۱						۰,۰٦۸
۸	۱	۱	۱/۲	۴	۱	۵	۲	۱					۰,۰۹٥
۹	۶	۴	۳	۶	۳	۸	۴	۳	۱				۰,۲٥۷
۱۰	۱	۱/۲	۱/۲	۴	۱/۲	۴	۲	۱/۲	۱/۴	۱			۰,۰۷٤
۱۱	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱	۱/۴	۱	۱/۴	۱/۴	۱/۷	۱/۴	۱		۰,۰۲۲
۱۲	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۴	۱/۳	۲	۱/۲	۱/۳	۱/۴	۱/۳	۳	۱	۰,۰٤۱

www.SID.ir

Archive of SID

قضاوت‌ها به صورت مقایسه‌های جفتی و با بکارگیری جدول شماره۱ صورت می گیرد. باز هم در هر دو حالت، قضاوت‌ها در یک ماتریس ثبت می‌شود و میانگین هندسی سطرها برای بدست آوردن وزن محاسبه می‌شوند.

مرحله سوم: بدست آوردن زون های مرکب (انتخاب بهترین گزینه ها)

در این مرحله از مجموعه محاسباتی استفاده می‌شود که به نام اصل ترکیب سلسله مراتبی ساعتی معروف است. نتیجه این محاسبات یک بردار اولویت بدست می‌آید که تمام داوری‌های کلیه سطوح سلسله مراتب را در بردارد. با در دست داشتن وزن‌های سنجه‌ها و وزن سایت‌ها، وزن اولویت ترکیب هر یک از سایت‌ها بدست می‌آید. بدین ترتیب سایتی مطلوب خواهد بود که بیشترین وزن اولویت کلی را دارا باشد.

در این تحقیق جهت ارزیابی و ترکیب معیارها بر اساس روش ارزیابی چند معیاره مکانی از تابع ترکیب خطی وزن داده شده استفاده شده است. در این روش امتیاز معیاری فاکتورها در وزن فاکتورها ضرب می‌شوند، حاصل ضرب‌ها به صورت برداری جمع شده و مجموع امتیازات هر پیکسل بدست می‌آید . روش ترکیب خطی وزن داده شده را می‌توان به صورت زیر نشان داد (Sarvar, 2002) :

$$S=\sum WiXi$$

رابطه (۳)

که در آن:

S: مطلوبیت؛ Wi: وزن فاکتور i؛ Xi: امتیاز معیاری فاکتور i می باشد.

مرحله چهارم: محاسبه میزان سازگاری

اهمیت AHP علاوه بر ترکیب سطوح مختلف سلسله مراتب تصمیم و در نظر گرفتن عوامل متعدد، در محاسبه نرخ سازگاری (C.R.)* است. نرخ سازگاری مکانیزمی است که سازگاری مقایسات را مشخص می‌کند. این مکانیزم نشان می‌دهد که تا چه اندازه می‌توان به اولویت‌های حاصل از اعضاء گروه و یا اولویت های جداول ترکیب اعتماد کرد.

جهت مقایسه دوتایی معیارهای مشخص شده در مکان‌یابی محل دفن زباله، ماتریس آنها تشکیل گردید. برای انجام روش مقایسه دو تایی ابتدا تک تک معیارهای مورد بررسی را مقایسه نموده و میزان اهمیت نسبی هر جفت نسبت را با توجه به امتیازبندی بین ۱ تا ۹ اختصاص داده و آن را در یک ماتریس وارد می‌نماییم. پس از آن وزن‌ها و همچنین نسبت سازگاری (CR) را محاسبه نموده، چنانچه CR<0.1 باشد، مقایسه‌های انجام شده را پذیرفته و وزن‌های معیار را استخراج می‌کنیم. در صورتی که CR>0.1 باشد، می‌باید با اعمال تغییراتی در ماتریس دوتایی، CR را در حد قابل قبول تنظیم نمود. به عبارت دیگر ماتریس مقایسه دودویی شاخص‌ها باید مجدداً تشکیل شود. لازم به ذکر است که این ماتریس در نرم افزار Expert Choice9 نیز تشکیل شد و سازگاری مقایسه‌ها مورد تدقیق قرارگرفت. برای محاسبه نرخ سازگاری، تحقیقات متعددی صورت گرفته که بهترین روش، استفاده از بردارهای ویژه است (Sarvar, 2002).

ضریب سازگاری از تقسیم "شاخص ناسازگاری" به "شاخص تصادفی بودن" حاصل می شود (رابطه۴).

$$C.R=\frac{C.I}{R.I}\leq 0.1$$

رابطه(۴)

که در آن شاخص ناسازگاری به طریق زیر بدست می‌آید:

$$\mathbf{C.I}=\frac{\lambda \max - n}{n-1}$$

رابطه(۵)

شاخص‌های تصادفی بودن (R.I) با توجه به تعداد شاخص‌ها و از جدول ۴ قابل استخراج است.

جدول ٤- شاخص تصادفی بودن (R.I)

n	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
R.I	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۱	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۹	۱/۵۱	۱/۴۸	۱/۵۶	۱/۵۷	۱/۵۹

مأخذ: Saaty, ۱۹۹۴

www.SID.ir

Archive of SID

در روش میانگین هندسی که یک روش تقریبی است، به جای محاسبه مقدار ویژه ماکزیمم (λ max) از L استفاده می‌شود (رابطه ۶).

$$L=\frac{1}{n}[\sum_{i=1}^{n}(AW_i/W_i)] \qquad \text{رابطه(۶)}$$

که در آن AWi برداری است که از ضریب ماتریس مقایسه دودویی شاخص ها در بردار Wi (بردار وزن یا ضریب اهمیت شاخص ها) بدست می‌آید.

با توجه به محاسبات مربوط به تعیین وزن در مدل تحلیل سلسله مراتبی، وزن کلی هر یک از گزینه های محاسبه شده (جدول۵) و در نهایت با اعمال امتیاز مشخصات لایه ها (حدول۶ الی ۱۷) در هر سایت وزن کلی هر یک از گزینه‌های محل دفن محاسبه شده و در نهایت سایتی که بیشترین امتیاز را به دست آورد به عنوان اولویت اول برای محل دفن مواد زاید انتخاب گردید.

جدول ۵– وزن هر کدام از ۱۲ پارامتر مورد استفاده در مکانیابی دفن زباله

پارامتر	وزن معیار
گسل	۰,۰۹۶
منابع آب سطحی	۰,۱۰۲
آب زیرزمینی	۰,۰۸۸
خاک	۰,۰۲۲
مناطق مسکونی	۰,۱۱۵
زمین شناسی	۰,۰۲
جاده ها	۰,۰۶۸
شیب	۰,۰۹۵
مراکز تاریخی و باستانی	۰,۲۵۷
باد	۰,۰۷۴
کاربری اراضی	۰,۰۲۲
فرودگاه	۰,۰۴۱

جدول۶– محدوده امتیاز برای گسل

موقعیت لندفیل نسبت به گسل	امتیاز
بیش از ۵۰۰ متر	۵
۳۰۰–۵۰۰ متر	۳
۱۰۰–۲۰۰ متر	۱

جدول ۷– محدوده امتیاز برای آبهای سطحی

موقعیت لندفیل نسبت به آبهای سطحی	امتیاز
بیش از ۵۰۰ متر حداقل فاصله از رودخانه درجه ۵ و بیش از ۴۰۰ متر فاصله از رودخانه درجه ۴	۵
۳۰۰–۵۰۰ متر حداقل فاصله از رودخانه درجه ۵ و ۲۰۰–۴۰۰ متر فاصله از رودخانه درجه ۴	۳
۳۰۰ متر حداقل فاصله از رودخانه درجه ۵ و ۲۰۰ متر و حداقل فاصله از رودخانه درجه ۴	۱

جدول۸–محدوده و امتیاز برای عمق سطح آب زیرزمینی

عمق آب به متر	امتیاز
۰–۵	۱
۵–۱۰	۲
۱۵–۲۰	۳
۲۰–۳۰	۴
بیش از ۳۰	۵

جدول ۹– امتیاز برای انواع مختلف محیط خاکی

محیط خاکی	امتیاز
لایه های نازک و یا فاقد لایه خاکی و شنی	۱
ماسه و خاک آلی پیت	۲
رس انقباضی یا رس غیر یک‌پارچه و لوم ماسه‌ای	۳
لوم(لای) و لوم سیلتی	۴
لوم رسی یا خاک لجنی و رس غیر انقباضی و یک‌پارچه	۵

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۰– محدوده امتیاز برای حریم مراکز مسکونی

موقعیت لندفیل نسبت به حریم مناطق مسکونی	امتیاز
لندفیل در خارج ناحیه تحت کنترل مراکز مسکونی قرار دارد	۵
لندفیل در نزدیک ناحیه تحت کنترل مراکز مسکونی قرار دارد	۴
لندفیل در داخل ناحیه تحت کنترل مراکز مسکونی قرار دارد	۳
لندفیل در داخل حریم مراکز مسکونی قرار دارد	۱

جدول۱۱ – محدوده امتیاز برای زمین شناسی

وضعیت زمین شناسی لندفیل	امتیاز
رس و مارن	۵
کنگلومرا	۳
سنگهای آذرآواری	۱

جدول ۱۲– محدوده امتیاز برای جاده‌ها

موقعیت لندفیل نسبت به جاده ها	امتیاز
حداقل فاصله ۱ کیلومتر	۵
حداقل فاصله ۵۰۰ متر	۳
حداقل فاصله ۲۵۰ متر	۱

جدول ۱۳– محدوده امتیاز برای توپوگرافی- درصد شیب

محدوده توپوگرافی بصورت درصد شیب	امتیاز
۰-۱۰	۵
۱۰-۲۰	۴
۲۰-۴۰	۳
۴۰-۶۰	۲
۶۰-۱۰۰	۱

جدول ١٤– محدوده امتیاز برای مراکز تاریخی و باستانی

موقعیت لندفیل نسبت مراکز تاریخی و باستانی	امتیاز
بیش از ۳ کیلومتر	۵
۱ کیلومتر	۳
حداقل فاصله ۵۰۰ متر	۱

جدول ۱۵– محدوده امتیاز برای جهت بادهای غالب

موقعیت لندفیل نسبت جهت بادهای غالب	امتیاز
عدم قرارگیری محل دفن در بالا دست جریان غالب بادهای منطقه نسبت به مناطق مسکونی	۵
قرارگیری محل دفن در بالا دست جریان غالب بادهای منطقه نسبت به مناطق مسکونی	۱

جدول ١٦– محدوده امتیاز برای کاربری اراضی

موقعیت لندفیل نسبت به کاربری اراضی	امتیاز
بایر	۵
مرتع درجه ۳	۳
زراعت و باغداری	۱

جدول ۱۷– محدوده امتیاز برای فرودگاه

موقعیت لندفیل نسبت فرودگاه	امتیاز
بیش از ۴ کیلومتر	۵
حداقل فاصله ۳ کیلومتر	۱

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نقشه نهایی(شکل ۳)، مناطق مناسب جهت دفن پسماندهای جامد شهری شهرگیوی شناسایی شدند. این مناطق با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از عوامل تعیین گردیدند که اختلافات فضایی موجود در قالب لایه‌های مختلف اطلاعاتی در مدل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای کنترل صحت و دقت نقشه نهایی این نقشه

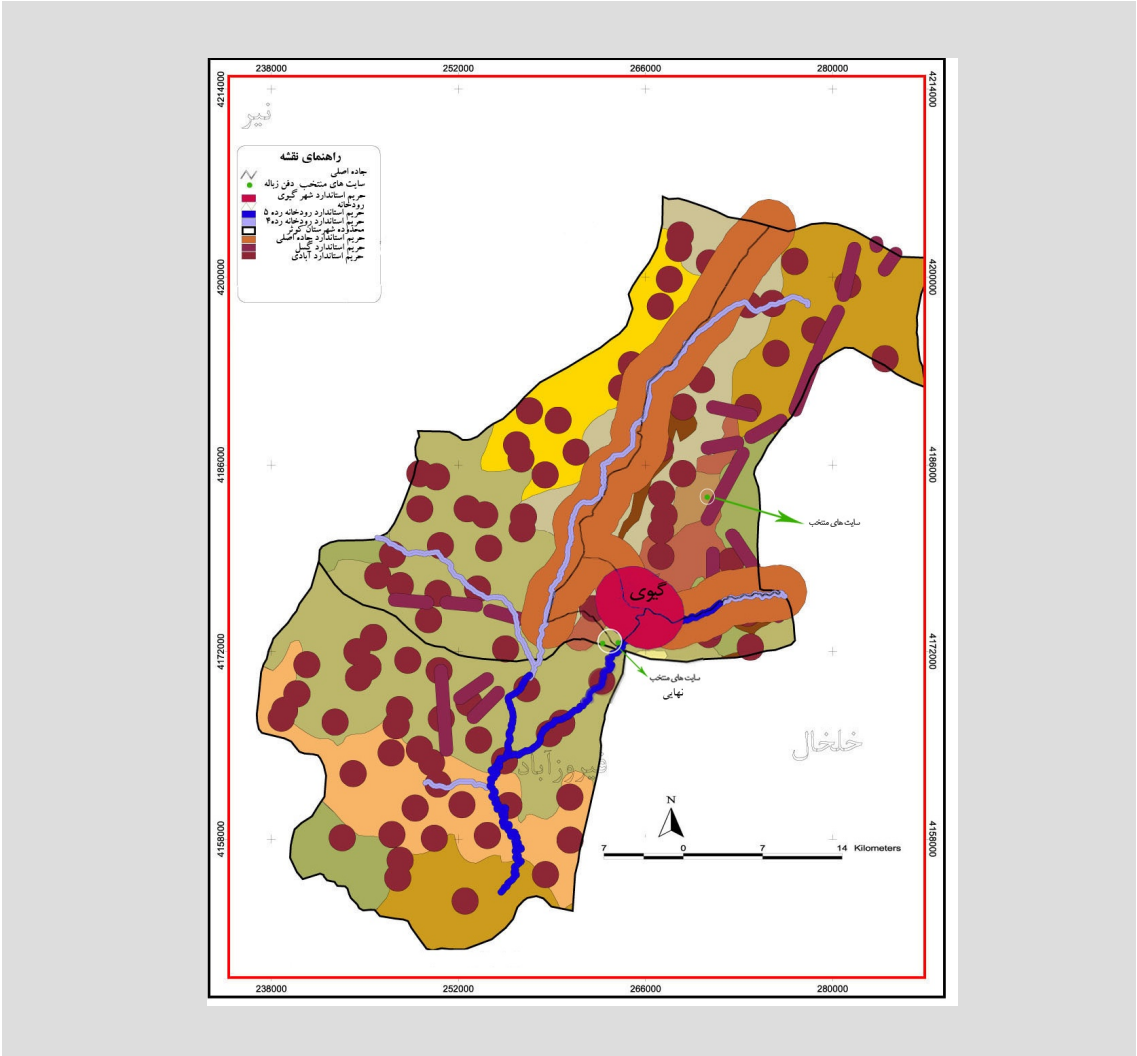
www.SID.ir

Archive of SID

با استفاده از GPS کنترل زمینی صورت پذیرفت. نتایج زمینی نیز موید دقت مناسب مدل بکار رفته برای مکان‌یابی می‌باشد. در مرحله کنترل زمینی از سه منطقه مشخص شده، منطقه موجود در شمال غربی شهر گیوی به علت صعب العبور بودن و عدم امکان دسترسی ماشین‌آلات جمع آوری و دفع زباله مناسب تشخیص داده نشد.

در نهایت با استفاده از تلفیق منطق بولین در نرم افزار GIS، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) و کنترل زمینی محل‌های مناسب جهت دفن نهایی زباله‌های شهرگیوی با ترتیب اولویت‌بندی آنها مشخص گردید. مشخصات دو منطقه نهایی تعیین شده به ترتیب اولویت به شرح زیر می‌باشد:

منطقه اول: این منطقه در ۳ کیلومتری جنوب شهر گیوی قرار دارد که مساحت آن حدود ۱۰ هکتار می‌باشد. منطقه با فاصله۶/۵ کیلومتری از نزدیکترین گسل و فاصله ۲۵۰ متری جاده روستایی آسفالته قرار دارد و راه جیب روی بسیار مناسب داشته و از اراضی بایر دولتی می‌باشد. خاک این منطقه و پیرامون آن مارن و رس و نامناسب برای کشاورزی و از نظر پوشش گیاهی بسیار فقیر می‌باشد.



شکل ۳– نقشه سایت‌های منتخب دفن پسماندهای شهری گیوی نسبت به پارامترهای حساس زیست محیطی به روش بولین

www.SID.ir

Archive of SID

منطقه دوم: این منطقه در حدود ۳/۷ کیلومتری جنوب‌غربی شهر گیوی قرار دارد که مساحت آن حدود ۸ هکتار می‌باشد. منطقه با فاصله ۶ کیلومتری از نزدیک‌ترین گسل و فاصل ۱/۷ کیلومتر از جاده اصلی بوده و نیاز به احداث جاده می‌باشد. منطقه تلفیقی از اراضی بایر و دیم بوده و در اطراف آن کشت دیم انجام می گیرد.

برای تعیین گنجایش هر یک از مکان‌های مشخص شده ابتدا میزان جمعیت برای یک دوره ۲۰ ساله با استفاده از رابطه (۱) و با لحاظ نمودن نرخ رشد ۰/۴۶ (نرخ رشد سال ۱۳۸۵) و با فرض ثابت ماندن این نرخ رشد در طول ۲۰ سال آینده برآورد گردید. سپس بر اساس جمعیت ۲۰ ساله میزان تناژ و حجم مورد نیاز زباله تولید شده (براساس میزان تولید زباله سرانه ۰/۷۶ کیلوگرم در روز و چگالی زباله شهر گیوی به میزان ۰/۲۸۶ کیلوگرم بر متر مکعب) در طول ۲۰ سال پیش بینی شد. مساحت سطح محل مورد نیاز دفن زباله در طول۲۰ سال با در نظر گرفتن ارتفاع دفن ۲۰ متر (به لحاظ اینکه هر دو منطقه شناسایی شده به شکل دره‌ای و مخروطی بوده و دارای ارتفاع از کف حداقل ۲۰ متر می‌باشند) و لحاظ نمودن نسبت خاک پوششی به زباله ۱ به ۴ به شرح زیر برآورد شد:

جمعیت محاسبه شده برای سال ۱۳۸۶

$P86=p85(1+r)^1=7128(1+0/46)\ 1=7160$

میزان تولید روزانه زباله در سال ۱۳۸۶

۰/۷۶×۷۱۶۰=۵۴۱۷/۲۸

میزان تولید زباله در طول سال ۱۳۸۶

(روزهای سال) ۳۶۵ ×۱۹۷۷۳۰۷/۲ = ۵۴۱۷/۲۸

بدین ترتیب میزان زباله تولیدی برای هر سال (بین سالهای ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۵) محاسبه گردید. سپس میزان زباله های تولیدی سالهای محاسبه شده جمع گردیده و با تقسیم بر چگالی زباله منطقه (۰/۲۸۶ کیلوگرم بر متر مکعب) حجم زباله ۲۰ ساله برآورد گردید.

میزان کل زباله تولیدی در طول ۲۰ سال ۴۳۶۷۸/۸۵ تن برآورد گردیده است که بر اساس چگالی زباله شهر گیوی وفرمول محاسبه چگالی(رابطه۷) حجم ۲۰ ساله زباله برابر خواهد بود با:

$P=M/V$ رابطه (۷) $\longrightarrow$ $V=M/P$

تولیدی در ۲۰ سال حجم زباله

۴۳۶۷۸/ ۸۵ ÷ ۰/ ۲۸۶ =۱۵۲۷۲۳/۲۳ m^3

با توجه به سایت‌های منتخب که به شکل دره‌ای و گودالی می‌باشند. اگر قاعده مربع شکل را برای محل دفن در نظر بگیریم که دارای ضلع S در سطح زمین، ارتفاع H از سطح گودال تا بالای سطح محصور باشد، بر اساس حجم مورد نیاز برای ۲۰ سال و در نظر گرفتن نسبت خاک پوششی ۱ به ۴ ، می‌توان فضای دفن مورد نظر (V) را با استفاده از فرمول حجم هرم ناقص(رابطه ۸) به طریق زیر محاسبه نمود:

$$V = \frac{1}{3}\, h(Sa_1 + Sa_2 + \sqrt{Sa1+Sa2}\ )$$ رابطه (۸)

که در آن: h= ارتفاع گودال Sa1= مساحت قاعده بزرگ Sa2= مساحت قاعده کوچک

بنابراین با در نظر گرفتن طول و عرض ۲۰۰ متر برای قاعده بزرگ و ۱۵۰ متر برای قاعده کوچک و ارتفاع گودال ۱۵ متر مساحت گودال برابر ۴۶۲۵۰۰ متر مکعب خواهد بود. با توجه به اینکه حجم زباله برآورد شده ۲۰ ساله شهر گیوی برابر با ۱۵۲۷۲۳/۲۳ متر مکعب می‌باشد لذا مکان مورد نظر حدود سه برابر یعنی برای حدود ۶۰ سال دفن زباله شهرگیوی نیز کافی خواهد بود. از طرف

www.SID.ir

Archive of SID

دیگر در دو منطقه‌ای که مکانیابی نهایی برای دفن انجام شده است در مکان اول سه گودال و در مکان دوم دو گودال وجود دارد و حجم هر گودال برابر حجم برآورد شده (۴۶۲۵۰۰ مترمکعب) می باشد. بنابراین استفاده از هر یک از مکانهای مشخص شده برای مدت زمان حدود ۱۰۰ ساله شهر گیوی جوابگو خواهد بود.

با توجه به شرح عملیات گزینش سایت‌های دارای قابلیت برای دفع زباله شهر گیوی و توضیحات ارائه شده در بالا گزینه اول که محل دفع فعلی زباله‌های شهر مذکور در محدوده آن قرار می‌گیرد، نسبت به منطقه دوم مناسب‌ترین محل برای دفن مواد زائد جامد شهر گیوی می‌باشد. بنابراین با توجه به مطابقت محل انتخاب شده با محل دفن فعلی زباله های شهر گیوی به منظور به حداقل رساندن آلودگی محیط زیست بهسازی این محل با رعایت اصول فنی و مهندسی در عملیات دفن بهداشتی الزامی می‌باشد.

یافته‌های این تحقیق توانایی سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در مدل‌سازی و کمک به برنامه‌ریزی های محیطی و نیز ترکیب معیارهای کمی و کیفی با مقیاس‌های مختلف را نشان می‌دهد. با توجه به قابلیتی که این سیستم در مدل سازی فضائی داده‌ها دارد، تعمیم اطلاعات، ساخت مدل‌های جدید و آزمون روش های مختلف را دارا می‌باشد. همچنین به لحاظ اینکه با استفاده از AHP و براساس معیارهای مورد نظر، مناطق مختلف تعیین شده در منطق بولین از نظر قابلیت مکان‌های مشخص شده برای دفن مواد زائد جامد اولویت‌بندی شدند، این موضوع به برنامه‌ریزان کمک زیادی می کند تا بتوانند بر اساس داده‌های مکانی بهتر تصمیم‌گیری نمایند. مسلم است هر چه از معیارهای بیشتر و دقیقتری استفاده شود، نتیجه بهتری را می‌توان انتظار داشت. بنابراین نتایج این تحقق نشان می‌دهد تلفیق روش بولین و AHP می‌تواند به‌عنوان یک روش تلفیقی مناسب در تعیین مناطق مناسب جهت انواع فعالیت‌ها محسوب گردد.

تشکر و قدردانی

هزینه انجام این تحقیق توسط اداره کل حفاظت محیط زیست استان اردبیل تامین شد. بدین وسیله از مدیر کل محترم حفاظت محیط زیست استان اردبیل تشکر می‌شود. همچنین از آقای حسین شیخ جباری به خاطر همکاری ایشان در انجام این تحقیق سپاسگذاری می‌نماید.

پی نوشت

*. Compatibility Rate
1.Index Overlay
2.AHP: Analytical Hierarchy Process
3. Delphi Process
4. Ratio Estimation
5. Weight of Evidence
6. Logistic Regression

منابع

Abdoli, M. A. (1998). *Disposal and recycling management of municipal solid waste in Iran*. Tehran: Organization of national municipalities.

Darvishsefat A. A. (2002). *Environmental assessment and planning with GIS technology*. Tehran: Tehran University.

Fataei, E. (2004). *An introduction to solid waste management*. Ardabil: Mahde Tamaddon.

Fataei. E. (2005). *An introduction to environmental science*. Ardabil: Mahde Tamaddon.

Ghodsipoor, S. H. (2003). *Analytical hierarchy process(AHP)*. Tehran: Amir Kabir university.

www.SID.ir

Archive of SID

geographical locating (A case study: locating of future development aspect of Miyandoab city). *Geographical Research Journal*, 45: 12-21.

Saaty, T.L.(1980). The Analytical Hierarchy Process, Planning Priority, Resource Allocation, TWS Publications, USA.

Saaty, T.L. (1994). Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process. Pittsburgh: RWS Publications.

Shri, V. (2003). Selection of Potential Waste Disposal Sites Around Ranchi Urban Complex Using Remote Sensing and GIS Techniques. Urban Planning, Map Asia Conference.Iran, Tehran, 7 March.

William H. and David B. (1992). Use of GIS For Selection of Sites for Land Application of Sewage Waste. *Journal of Soil and Water Conservation*, 47 (3): 271-275.

Zebardast, E. (1999). Application of analytical hierarchy process on city and area planning. *Fine Arts Journal*, 10: 52-59.

Habibi, K., Lotfi, S. and M. J. Kohsari (2004). Locating of municipal solid waste landfill using integration between of fuzzy logic and analytical hierarchy process model And GIS technology. *Proceeding of environment and municipal sustainable development*. Iran, Babulsar, 6 January.

Heidarzadeh, N. (1999). *Criteria of municipal solid waste landfilling*. Tehran: Organization of national municipalities.

Jiajin Y. H. (1997) An AHP Decision Model For Facility Location Selection, Journal of the Facilities Volume 15: 32-41.

Kevin K., and P. Joe (1996) A planners Guide to sustainable Development. American Planning Association(APA).

Khorasani, N. and F. Koraki (1999). Use of GIS for identification of municipal solid waste landfill in dry area. *Biyaban Journal*, 1(5): 36-43.

Management and Planning Organization. (2005). *2004 Census*. Ardabil: Statistic and information department.

Mcbean, E.A., F.A. Rovers and G.J. Farquhar (1995). Solid Waste Landfill Engineering and Design. New Jersey : Prentice Hall PTR.

Rasooli, A. A., A. M. Khorshiddost, S. R. Mosavi and A. Amini (2004). Locating of municipal solid waste landfill using GIS and Rs technology (A case study: Sari city). *Proceeding of environment and municipal sustainable development*.Iran, Babulsar, 6 January.

Sarvar, R. (2002). Using from A.H.P method in

www.SID.ir