بررسی مکان مناسب دفن پسماند شهری (مطالعه موردی: شهرستان شوشتر)

صالح ترکی زاده[1]، حسین اسلامی[2]*

۱- گروه علوم آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

۲- گروه علوم آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران،eslamyho@gmail.com

چکیده

یافتن مکان مناسب دفن بهداشتی پسماندهای شهری فرایندی پیچیده است که به عوامل و معیارهای مختلفی وابسته است. هدف از این تحقیق گزینش مکان مناسب جهت دفن بهداشتی مواد زاید جامد شهری در شهرستان شوشتر بر پایه معیارها و ضوابط زیست محیطی، بهداشتی و اقتصادی می باشد. در این تحقیق از قابلیت ها و روش های مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده شده است. در مرحله اول پارامترهای موثر بر مکان یابی دفن پسماند شامل زمین شناسی، نقشه های آبهای زیرزمینی، فاصله از چاهها، کاربری اراضی، گسل ها ، شیب زمین، رودخانه، مناطق سیل خیز، مناطق حفاظت شده، نقشه های فاصله از راههای اصلی، لایه فاصله از مراکز شهری روستایی و انتخاب شدند. بعد از تهیه نقشه های معیار، استانداردسازی لایه ها صورت گرفت. سپس با بکارگیری فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی، وزن معیارها محاسبه شده و بعد از اعمال وزن ها در لایه های متناظر با آنها، رویهم گذاری لایه ها با کمک توابع فازی انجام شد. نتیجه تلفیق لایه ها نشان دهنده مکان های مناسب دفن، زباله هستند. نقشه نهایی مکان یابی دفن پسماند طبقه بندی شد. نتایج نشان داد که مناطق اطراف روستاهای ابگنجی ، بنه کاظم ، شیر کشان و عبدالامیر به عنوان مناطق مناسب برای دفن پسماند شهری مناسب هستند.

واژه های کلیدی: *مکان یابی، دفن پسماند، تحلیل سلسله مراتبی فازی، سیستم اطلاعات جغرافیایی*

مقدمه

تولید مواد زائد جامد شهری از مشکلاتی است که با رشد شهرنشینی رو به افزایش است. چگونگی دفع پسماندهای تولید شده شهری، یکی از معضلات جامعه بشری بوده است که ساده ترین روش تلنبار نمودن پسماندها در زمین های بایر بدون توجه به اثرات سوء آن و به عنوان عملی ترین روش در نقاط مختلف جهان متداول بوده است (۷). اغلب این مکان ها، پتانسیل پذیرش انواع مواد زائد، بخصوص مواد سمی را نداشته، در نتیجه مسائل زیست محیطی متعددی را ایجاد می کنند. به همین دلیل متخصصین بدنبال تجدید نظر در روشهای دفع مواد زائد جامد شهری بوده اند. روش های دفن بهداشتی زباله، از روش هایی است که هم اکنون همپای طرح بازیافت، مورد توجه قرار گرفته است(۸). در روش دفن بهداشتی، زباله بصورت لایه ای در سطح زمین یا درون گودال های طبیعی و مصنوعی پخش و متراکم می شود و روی آن با لایه ای از خاک یا سایر مواد پوشانده می شود. اگرچه سالیان طولانی از طرح این روش می گذرد اما هنوز دفن بهداشتی و مهندسی مواد زائد جامد متداولترین روش دفع پسماند شهری، صنعتی و خطرناک بشمار می رود. در دفن بهداشتی و مهندسی زباله مکانیابی محل دفن، آماده سازی محل دفن و عملیات اجرایی در محل دفن انجام می شود.(۳).

انتخاب بهینه محل دفن بسیار اهمیت دارد. محل دفن مکانهایی استراتژیک هستند که به عنوان محل جمع آوری زباله های جامد تعیین می شوند و مواد در آنها سوزانده یا متراکم می شوند (۹ و ۲۳). انتخاب محل دفن زباله فرایندی پیچیده و وقت گیر است که نیاز به ارزیابی عوامل متعدد و ویژگیهای مختلفی دارد (۲۴). معیارها و شاخص های متعددی جهت انتخاب محل مناسب برای دفن پسماند ارائه شده است، که هر یک محدودیت ها و شرایط خاصی را برای مکانیابی مناسب مطرح می سازد. به عبارتی هر یک از معیارها بر مبنای زمینه ای علمی بنا شده و مطالعات مکانیابی هویت چند بعدی و ساختار میان رشته ای یافته است (۲۵). از پارامترهای اساسی زمین شناسی، اکولوژی، هیدروژئولوژی، هیدرولوژی، توپوگرافی و شرایط آب و هوایی می باشد. از دیگر عوامل می توان به فاکتورهایی چون حمل و انتقال و فاکتورهای اجتماعی و اقتصادی اشاره نمود (۲۱). با توجه به اهمیت و اولویت متفاوت عوامل برای انتخاب مکان مناسب محل دفن نیاز به تحلیل چند متغیره برای انتخاب عوامل مهمتر و اولویت بندی آنها دارد. روشهای مختلفی جهت انجام این نوع از تحلیلها وجود دارد. یکی از این روشها می تواند تلفیق توام منطق فازی با روش تحلیل سلسله مراتبی باشد. همچنین بسیاری از ویژگی های لحاظ شده در فرآیند انتخاب مکان های دفن بهداشتی زباله جنبه مکانی دارند، که در چند سال گذشته انگیزه برتری استفاده از روش های جغرافیایی را ایجاد کرده و امکان ترکیب ویژگی های متعدد با استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی را می دهد (۱۵ و ۲۲). بنابراین بمنظور یافتن بهترین مکان برای دفن پسماند، سیستم اطلاعات جغرافیایی می تواند توام با منطق فازی- سلسله مراتبی[1] مورد استفاده قرار گیرد و ابزار قدرتمندی را برای حل و تصمیم گیری ارائه دهد (۱۲).

سیستم اطلاعات جغرافیایی یک نقش مهم را در آنالیز هم پوشانی و روی همگذاری بازی می کند چرا که توانایی بالایی در مدیریت حجم زیاد داده های مکانی و عوامل مختلف دارد (۱۳ و ۱۶). محققین مختلفی به بررسی یافتن مکان مناسب دفن پسماندها با روشهای مختلف پرداخته اند. ایلدرومی و همکاران به مکان یابی دفن بهداشتی زباله با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی در شهر زرین دشت شیراز، با بررسی معیارهای ژئومورفیک و سایر عوامل تاثیر گذار مانند محیط زیستی ، اقتصادی،اجتماعی منطقه پرداختند. در نهایت چهار منطقه مناسب ،در ارتباط با هدف تحقیق تعیین و اولویت بندی گردیدند (۲).

گلابی و همکاران مکان یابی محل دفن مهندسی- بهداشتی پسماندهای شهری را با استفاده از تصمیم گیری چندمعیاره درسیستم اطلاعات جغرافیایی با تاکید بر حفاظت منابع آب در برابر آلودگی در استان البرز انجام دادند. به این منظور، ۱۵ لایه نقشه ورودی و در درجه اول عوامل هیدرولوژی شامل رودهای اصلی، چاه ها، حدود آبخوان ها و سفره های آب زیرسطحی، قنات، چشمه، نهر و دیگر منابع کمی، تالاب ها و دریاچه سدها، اقلیم و نیز عوامل موثر و ناگزیر دیگر شامل توپوگرافی، مناطق مسکونی، راه ها وجاده ها، زمین شناسی و کاربری اراضی آماده گردید و مورد تحلیل و آنالیز قرار گرفت. عوامل موثر وزن دهی گردید، محدودیت ها اعمال شد و محل هایی با تناسب بالا، متوسط و پایین در اطراف شهرهای پرتراکم استان البرز شامل کرج، هشتگرد، نظرآباد، طالقان و اشتهارد استخراج و پیشنهاد گردید (۶). صیدانی محل بهینه دفن پسماند با استفاده از سیستم

[1] Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)

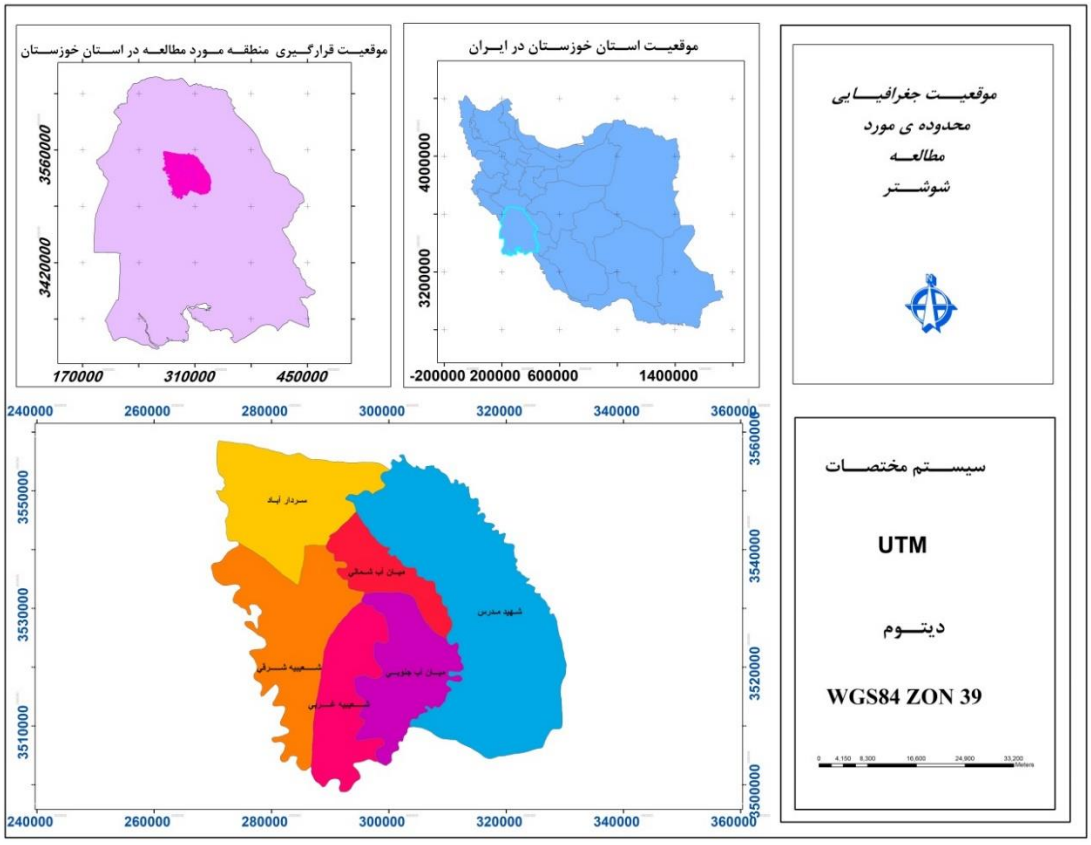
اطلاعات جغرافیایی(GIS) و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) را در بخش میانکوه شهرستان اردل بررسی نمود. نتایج نشان داد که فاصله از کانون جمعیتی، مناطق حفاظت شده زیست محیطی، کاربری اراضی و منابع آب مهمترین شاخص ها برای مکان یابی هستند و فاصله از زیر ساخت های زیر بنایی ، سازند های زمین شناسی و شیب در رتبه بعدی قرار دارند. در این منطقه ۸.۷۱ کیلومتر مربع در طبقه بسیار مناسب ، ۲۵.۹۶ کیلومتر مربع در طبقه به نسبت مناسب ۱۴.۱۷ کیلومتر مربع در طبقه به نسبت نا مناسب و ۶۹۳.۳۵ کیلومتر مربع در طبقه نا مناسب قرار گرفتند (۴). برکت و همکاران با استفاده از سیستم ارزیابی چند معیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی و با ده معیار بهترین مکان برای دفن زباله های شهری بنی ملل خوریباگو مراکش را تعیین نمودند. نقشه های موضوعی معیارها با روش بولین و روش AHP در محیط GIS تهیه شدند. نتایج نشان داد که ۵۴ درصد منطقه مناسب نیست و ۱۰ درصد از مساحت منطقه تناسب بالایی برای دفن زباله دارد (۱۰).

چابوک و همکاران با استفاده از روش AHP و GIS به بررسی بهترین مکان دفن پسماندهای شهری در منطقه الهاشمیه عراق پرداختند. ایشان از ۱۵ معیار برای مکان یابی استفاده نمودند. در نهایت دو مکان مناسب انتخاب شد (۱۱).

پژوهش حاضر سعی دارد تا از طریق تکنیک GIS و مدل AHP و بهره گیری از نرم افزار Expert Choice، مؤلفه های مؤثر در مکان یابی پسماندهای شهری شهرستان شوشتر راتحلیل نموده و مناسب ترین محل جهت دفن پسماندهای جامد که کمترین آثار مخرب زیست محیطی و انسانی را در برداشته باشد را با استفاده از ترکیب روش فازی _ تحلیل سلسله مراتبی شناسایی و در قالب نقشه نهایی ارائه نماید.

منطقه مورد مطالعه

شهر شوشتر تحت تاثیر رودخانه کارون شکل گرفته بر روی تپه های ماسه سنگی ساخته شده و از قدیمی ترین شهرهای ایران بحساب می آید . شهرستان شوشتر در ۴۸ درجه و۳۵ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۲۶ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است . این شهرستان از شمال به گتوند از جنوب به اهواز ، از شرق به مسجدسلیمان از جنوب شرقی به شهرستان رامهرمز و از غرب به شهرستان دزفول و شوش محدود میگردد. متوسط بارندگی منطقه طی دوره ۲۱ ساله برابر ۳۲۲.۳ میلیمتر گزارش شده است. بالاترین بارندگی در دی ماه ۷۷.۷ میلیمتر و سپس آذر ماه با ۷۱.۳ میلیمتر گزارش شده است . همچنین در ماه های تیر و شهریور در طول دوره ۲۱ ساله هیچ گونه بارندگی نازل نشده است . به طور کلی ۶۶ درصد بارندگی در فصل زمستان ۲۱.۸۶ درصد در فصل بهار ، ۱۲ درصد در فصل پاییز و ۰.۱۴ درصد در فصل تابستان توزیع شده است(۱). در دوره ده ساله آماری حداکثر درجه حرارت مطلقی که در ایستگاه شوشتر اتفاق افتاده است برابر ۵۲ درجه سانتیگراد و حداقل درجه حرارت مطلق برابر ۶درجه سانتیگراد زیر صفر در دی ماه گزارش شده است (۱) . به طور متوسط رطوبت منطقه در حدود ۴۳ درصد برآورد شده است . موقعیت جغرافیایی شهرستان شوشتر در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق

برای بررسی و مطالعه دقیق و ارزیابی مکان یابی دفن پسماند در شهر شوشتر ، از ترکیب دو مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و منطق فازی استفاده شده است . مراحل این تحقیق به شرح زیر است :

۱- ایجاد پایگاه داده نقشه های رقومی در نرم افزار ARC GIS

۲- استخراج معیارهای مناسب جهت مکانیابی و تهیه مدل مفهومی

۳-وزن دهی معیارها با استفاده از مدل FAHP (تحلیل سلسله مراتبی فازی)

۴- آماده سازی لایه های معیار و استاندارد سازی

۵- تلفیق نهایی نقشه های معیار بر اساس وزنهای مربوطه و تعیین مناسبترین محدوده

۶- معرفی مناطق مکانیابی شده

مراحل اجرایی مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)

روش ارزیابی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی جزو روش های چند معیاری می باشد که با شناسایی و اولویت بندی عناصر تصمیم گیری شروع می شود. این عناصر شامل هدف, معیار ها یا مشخصه ها و گزینه های احتمالی می باشند. مراحل بصورت زیر می باشند:

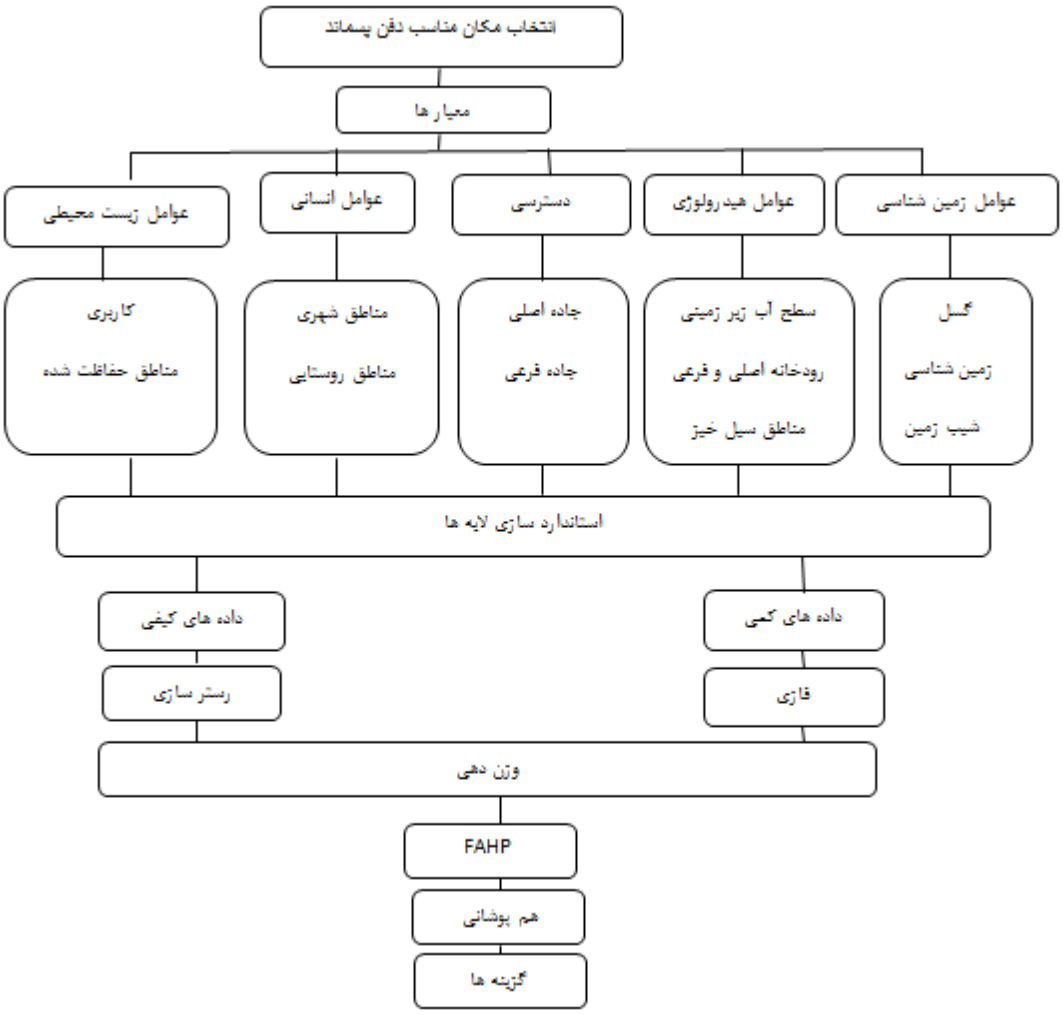
۱- ساخت سلسله مراتبی

۲- مقایسه های زوجی

۳- ترکیب وزنها

۴- بررسی سازگاری منطقی قضاوت ها(تحلیل حساسیت)

اولین گام در فرآیند سلسله مراتبی، ایجاد یک نمایش گرافیکی از مساله است که در آن هدف، معیارها و گزینه ها نشان داده می شوند. ابتدا پارامترها، معیارها و ضوابط انتخاب مکانهای مناسب برای دفن بهداشتی با بررسی استانداردهای مربوط به سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت کشور و تجربیات جهانی، شناسایی، ارزیابی و انتخاب گردیدند. مجموعهٔ معیارها باید دارای آندسته ازخصوصیاتی باشند که به اندازهٔ کافی معرف طبیعت چندمعیاری یک مسئله تصمیم‌گیری است،به عبارتی باید کامل،عملیاتی، تجزیه‌پذیر،غیرتکراری ودرحدامکان درحالت کمینه مطرح شوند(۱۸). پارامترهای تعیین شده زیرمجموعه ای از پنج معیار اصلی شامل عوامل اجتماعی، عوامل دسترسی،زیست محیطی، عوامل هیدرولوژی و عوامل زمین ساختی می باشند (شکل ۲). داده های مورد نیاز جهت انتخاب مکان دفن بهداشتی زباله های شهرستان شوشتر بر اساس معیارهای منتخب، از اداره کل منابع طبیعی استان خوزستان تهیه، سپس لایه های اطلاعاتی کلیه زیر معیارهای مورد نظر برای مکانیابی در محیط GIS استخراج گردید.



شکل ۲- مدل مفهومی مراحل انجام مکانیابی دفن پسماند و معیارها و زیرمعیارها

میزان اهمیت نقشه‌های معیاردر رسیدن به خروجی یکسان نمی‌باشد. ازاینرولازم است نقشه‌های معیارامتیازدهی ویا به عبارت دیگر وزن دهی شوند. هدف از وزن‌دهی معیار آن است که بتوان اهمیت هر معیار را نسبت به معیارهای دیگر بیان کرد (۱۹). یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است که برای اولین بار توسط توماس ال ساعتی در سال ۱۹۸۰ مطرح شد (۲۶). این فرآیند بر اساس مقایسه‌ی زوجی بنا نهاده شده است. در این روش ابتدا بایستی مسئله به صورت سلسله مراتبی به اجزای کوچکتری تقسیم شود. این اجزاء شامل تعیین هدف، معیارها و جایگزین‌ها هستند. سپس با استفاده از روش مقایسه‌ی زوجی، وزن هر جایگزین به دست می‌آید و گزینه‌ی برتر انتخاب می شود (۱۴). با وجود محبوبیت زیاد فرایند تحلیل سلسله مراتبی، غالبا از آن بعلت ناتوانی در یکی کردن ابهام ها و ادراکات تصمیم گیرنده نسبت به اعداد دقیق انتقاد می شود. اما از آنجایی که عدم قطعیت یکی از معمول ترین مشخصه های مسائل تصمیم سازی است، روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی FAHP برای پاسخگویی به این مشکل ایجاد شد (۲۰). این روش به تصمیم سازان اجازه می دهد تا تقدم های حدودی یا انعطاف پذیر خود را با اعداد فازی بیان کنند. نظریه فازی نوعی نظریه ریاضیاتی است که برای درک رفتارهای مبهم انسانی طراحی شده است. معمولا در این نظریه از اعداد و مرزهای دقیق خبری نیست (۱۷). تصمیم ساز می تواند نظر خود را در قالب کلی بصورت خوشبینانه، بدبینانه، متوسط، کاملا مربوط و نظیر آن بیان کند. برای مقایسه زوجی براساس نظرات کارشناسی و بررسی منابع از جدول شماره ۱ استفاده شد.

جدول ۱- متغیرهای زبانی و مقیاس‌های آن

ترجیحات	مقدار عددی
کاملاً مرجح	9
ترجیح خیلی قوی	7
ترجیح قوی	5
کمی مرجح	3
ترجیح یکسان	1
ترجیحات بین فواصل فوق	2-4-6-8

نتایج

با توجه به اینکه هر یک از زیر معیارها تاثیر متفاوتی در تعیین محل مناسب دفن پسماند دارند، وزن دهی به لایه ها ضرورت می یابد. برای اینکار از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده شده است. در این روش ابتدا اعداد و مقیاس های مورد استفاده تعیین شده و سپس ماتریس های زوجی از معیارهای مرتبط ایجاد شد. لایه ها بصورت دو به دو با استفاده از جدول ۱، توسط کارشناسان مقایسه و در جداول مربوطه بصورت اعداد وارد شدند. برای تعیین درجه دقت و

صحت وزن دهی از شاخص سازگاری استفاده می شود. این شاخص برمبنای رویکرد بردار ویژه تئوری گراف محاسبه می شود(۲۶). چنانچه شاخص سازگاری معادل ۰/۱ یا کمتر باشد، وزن دهی صحیح بوده و در غیر این صورت وزن های نسبی داده شده به معیارها بایستی تغییر یابند و وزن دهی مجدد باید انجام شود (۶). روش تحلیل سلسله مراتبی یک روش ساده محاسباتی بر اساس عملیات اصلی روی ماتریس ها می باشد. با ایجاد سلسله مراتب و پردازش گام به گام ، ساخت ماتریس های مقایسه ای در سطوح مختلف سلسله مراتب، بردار ویژه آن را محاسبه کرده و با ترکیب بردارها ضرایب وزنی گزینه های مختلف محاسبه می شوند. در بردار ضرایب وزن نهایی، اهمیت نسبی هر گزینه با توجه به هدف راس سلسله مراتب تعیین می شود. با توجه به اینکه در سطح دوم تحلیل سلسله مراتبی چهار معیار مکانی در نظر گرفته شده است بنابراین برای انجام مقایسه، ماتریس ۵*۵ و معیارهای مختلف دوتایی با هم مقایسه شده و با استفاده از نرم افزار اکسپرت چویس مقادیر مربوطه براساس مقیاس بندی جدول ۱ مشخص شده است (جدول ۲) .

جدول ۲- مقایسه اهمیت معیارها در ارتباط با هدف(مکان یابی دفن پسماند)

معیار	انسانی	هیدرولوژی	دسترسی	زمین شناسی	زیست محیطی
انسانی	۱	۲	۳	۲	۴
هیدرولوژی		۱	۲	۲	۳
دسترسی			۱	۲	۳
زمین شناسی				۱	۳
زیست محیطی					۱

با توجه به اینکه ماتریس قطری است، تعداد پنجگانه مقایسه انجام شده است. سطر اول بیانگر این است که معیار انسانی نسبت به هیدرولوژی در ارتباط مکان یابی دفن پسماند اهمیت نسبتا بیشتر و در ارتباط با دسترسی اهمیت بیشتر و در ارتباط با زمین شناسی دارای اهمیت خیلی بیشتر داشته و همچنین در ارتباط با زیست محیطی دارای اهمیت خیلی خیلی بیشتر است. سطر دوم نیز نشان می دهد که هیدرولوژی در ارتباط با مکان یابی دفن پسماند نسبت به معیاردسترسی دارای اهمیت نسبتا بیشتر و نسبت به معیار زمین شناسی اهمیت بیشتری دارد و نسبت به معیار زیست محیطی اهمیت خیلی بیشتری دارد. همچنین سطر سوم اهمیت نسبتا بیشتر دسترسی را نسبت به زمین شناسی نشان میدهد و نسبت به معیار زیست محیطی اهمیت بیشتری دارد. همچنین سطر چهارم اهمیت نسبتا بیشتر زمین شناسی را نسبت به زیست محیطی نشان می دهد. با توجه به اینکه شاخص سازگاری ۰.۰۴ محاسبه شده است و بسیار کمتر از ۰.۱ می باشد، نشان دهنده دقت و صحت وزن دهی به معیارهاست. در نهایت با بررسی مقایسه ای همه معیارها و زیرمعیارها نسبت به همدیگر وزن نهایی در جدول ۳ ارایه شده است.

جدول ۳- وزن نهایی معیارها و زیرمعیارها

معیار	وزن	زیرمعیار	وزن
انسانی	۰/۳۷۳	مناطق شهری	۰/۸۳۳
		نقاط روستایی	۰/۱۶۷
هیدرولوژی	۰/۲۴۴	سطح آب زیرزمینی	۰/۵۶۵
		رودخانه اصلی	۰/۲۶۲
		رودخانه فرعی	۰/۱۱۸
		مناطق سیل خیز	۰/۰۵۵
دسترسی	۰/۱۷۴	جاده اصلی	۰/۷۵۰
		جاده فرعی	۰/۲۵۰
زمین شناسی	۰/۱۴۲	زمین شناسی	۰/۶۳۷
		شیب	۰/۲۵۸
		گسل	۰/۱۰۵
زیست محیطی	۰/۰۶۷	کاربری اراضی	۰/۸۳۳
		مناطق حفاظت شده	۰/۱۶۷

آماده سازی و استانداردسازی لایه های معیار

بعد از تهیه نقشه های رقومی با استفاده از دستورات نرم افزار ARC GIS طبقه بندی محدوده های حریم (بافر) در معیارهای کمی انجام شد و نقشه های رستری با امتیازات اختصاص داده شده به معیارهای کیفی تهیه شد. مرحله بعد مجموع داده ها به صورت مجدد طبقه بندی(Reclassify) می شوند و لایه ها ارزش گذاری می شوند. طی این عملیات، مجموع لایه ها تحت مقیاس مشترکی سنجیده می شوند. در این مرحله به لایه ها بر اساس فاصله از کاربری امتیاز تعلق می گیرد . برای لایه های سازگار هرچه فاصله کمتر، امتیاز بیشتر تعلق می گیرد و برعکس هر چه فاصله بیشتر باشد امتیاز کمتری تعلق می گیرد. برای لایه های ناسازگار عکس این مورد صادق است. امتیازات اختصاص داده شده به طبقه بندی معیارها طبق جدول ۴ صورت گرفت.

جدول ٤- امتیازات اختصاص داده شده به معیارها جهت استانداردسازی

معیار		فواصل و امتیاز اختصاص داده شده				
فاصله از روستا	فواصل (متر)	۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۳۰۰۰-۲۰۰۰	>۳۰۰۰
	امتیاز	۰	۳	۵	۸	۱۰
فاصله از مراکز شهری	فواصل (متر)	۰-۵۰۰۰	۵۰۰-۸۰۰۰	۸۰۰۰-۱۵۰۰۰	۱۵۰۰۰-۲۰۰۰۰	>۲۰۰۰۰
	امتیاز	۰	۱۰	۷	۱	۰
فاصله از رودخانه فرعی	فواصل (متر)	۰-۱۰۰	۱۰۰-۳۰۰	۳۰۰-۵۰۰	۵۰۰-۷۰۰	>۷۰۰
	امتیاز	۰	۱۰	۷	۱	۰
فاصله از رودخانه اصلی	فواصل (متر)	۰-۳۰۰	۳۰۰-۶۰۰	۶۰۰-۹۰۰	۹۰۰-۱۱۰۰	>۱۱۰۰
	امتیاز	۰	۳	۵	۸	۱۰
فاصله از جاده اصلی	فواصل (متر)	۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۴۰۰۰	>۴۰۰۰
	امتیاز	۰	۱	۱۰	۷	۱
فاصله از مناطق سیل خیز	فواصل (متر)	۰-۲۹۰۰	۲۹۰۰-۶۸۰۰	۶۸۰۰-۱۴۰۰۰	۱۴۰۰۰-۲۳۰۰۰	>۲۳۰۰۰
	امتیاز	۱	۲	۴	۸	۱۰
فاصله از چاه	فواصل (متر)	۰-۳۰۰	۳۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۳۰۰۰	>۳۰۰۰
	امتیاز	۰	۲	۵	۸	۱۰
فاصله از گسل	فواصل (متر)	۰-۱۵۰	۱۵۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	>۲۰۰۰
	امتیاز	۰	۱	۳	۷	۱۰

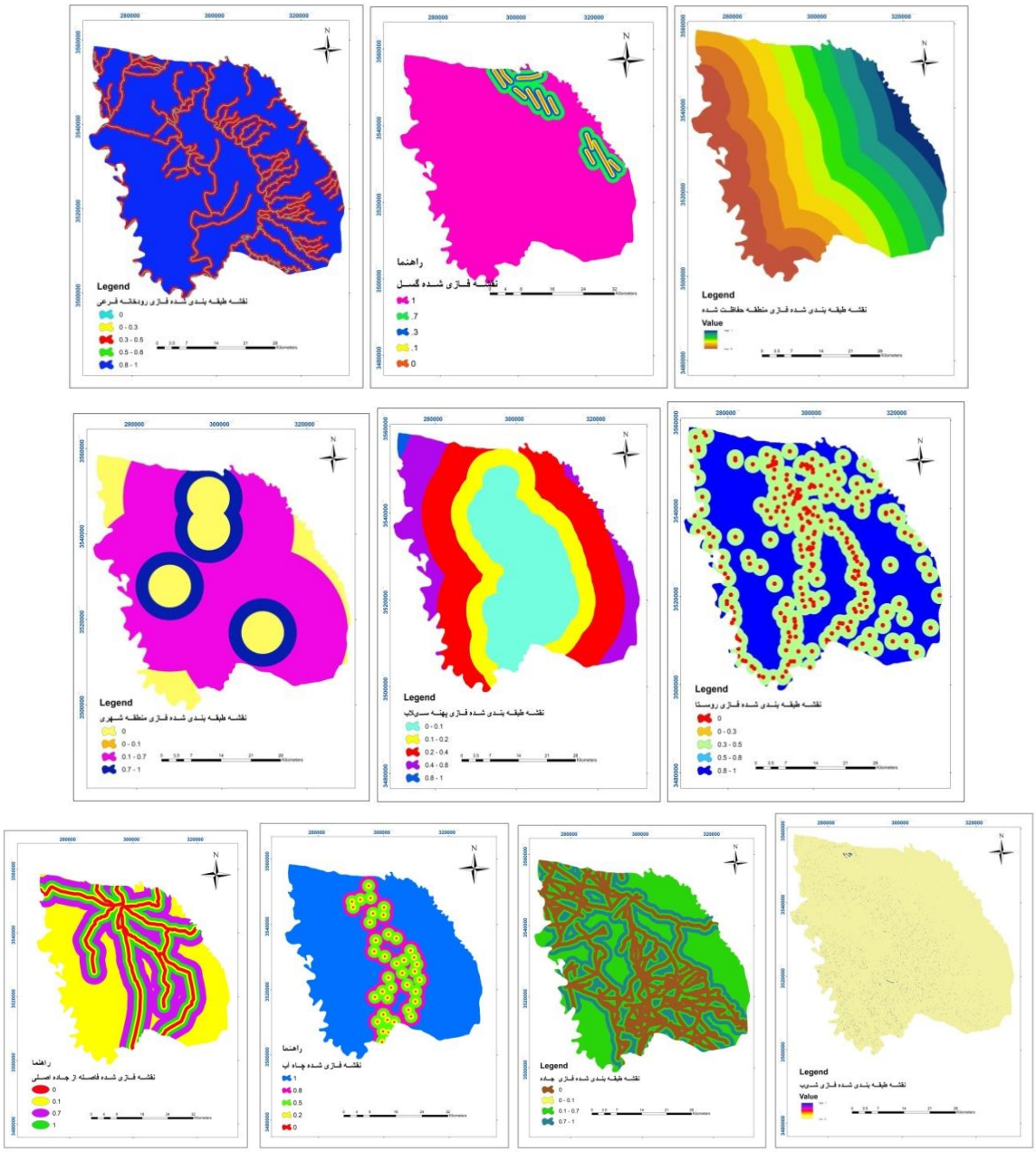
بعد از آماده کردن لایه های مورد نظر، استاندارد سازی لایه ها انجام می شود. در این تحقیق برای استاندارد سازی داده های کمی از روش فازی استفاده شده است. نکته ای که بایستی در انتخاب تابع به آن توجه نمود، نوع افزایشی یا کاهشی بودن معیار مورد نظر می باشد. در اینجا منظور از کاهشی، حداقل شونده یا نزولی بودن تابع و منظور از افزایشی حداکثر شونده یا صعودی بودن تابع می باشد. بعنوان مثال در رابطه با فاصله از گسل، هر چه فاصله بیشتر باشد برای هدف مکان یابی دفن مواد زائد مناسب تر می باشد در نتیجه اینجا از تابع افزایشی استفاده می شود. این نکته نیز باید مد نظر قرار بگیرد که زیر معیارهای مناطق شهری، نقاط روستایی و جاده ها بدلیل توجیهات اقتصادی و زیست محیطی دارای فاصله افزایشی ـ کاهشی می باشند. برای داده های کیفی (مانند لایه کاربری اراضی و زمین شناسی) با استفاده از نظر کارشناسان در محدوده صفر تا یک، هر یک از کاربری های خاص امتیاز دهی شده، سپس تبدیل به یک لایه رستر شده اند (جدول ۵ و ۶). اشکال ۳ و ۴ نشان دهنده طبقه بندی فازی لایه های معیار است.

جدول ٥- امتیاز دهی کاربری اراضی

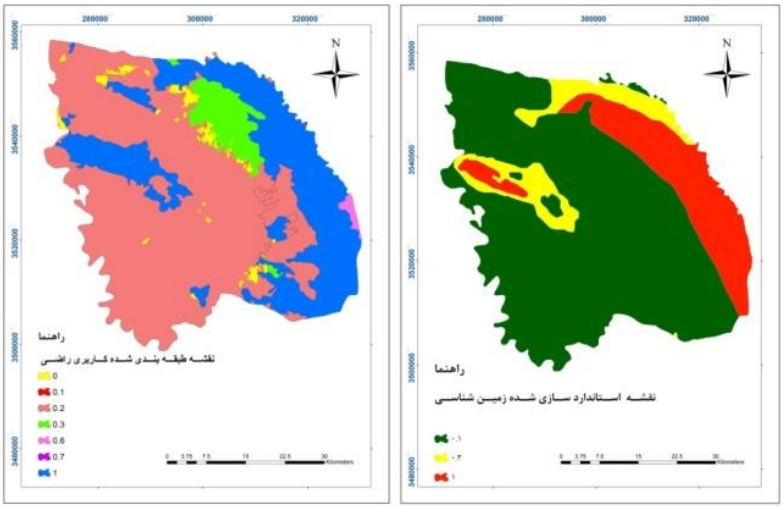
کاربری	محدوده شهری، هور و تالاب و استخر پرورش ماهی	نیزار	زراعت آبی	زراعت دیم	مرتع متوسط	ایش	مرتع فقیر
امتیاز	۰	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۶	۰/۷	۱

جدول ٦- امتیازدهی زمین شناسی

نام سنگ	جنس سنگ	توضیحات	وزن
Qt2	قلوه سنگ، ریگ، ماسه،رس	دوره کواترنر،نفوذ پذیری خوب _عالی	۰.۱
Muplaj	ماسه سنگ آهک دار با رگه های گچ	فرسایش خیلی کم،نفوذ پذیری کم	۱
Plbk	کنگلومرا و ماسه سنگ	سنگی رسوبی،از سیمان شدگی کانیهای مختلف تشکیل شده است. سختی کم.فرسودگی سریع	۰.۳



شکل ۳- معیارهای استاندارد سازی شده با استفاده از توابع فازی (داده های کمی)

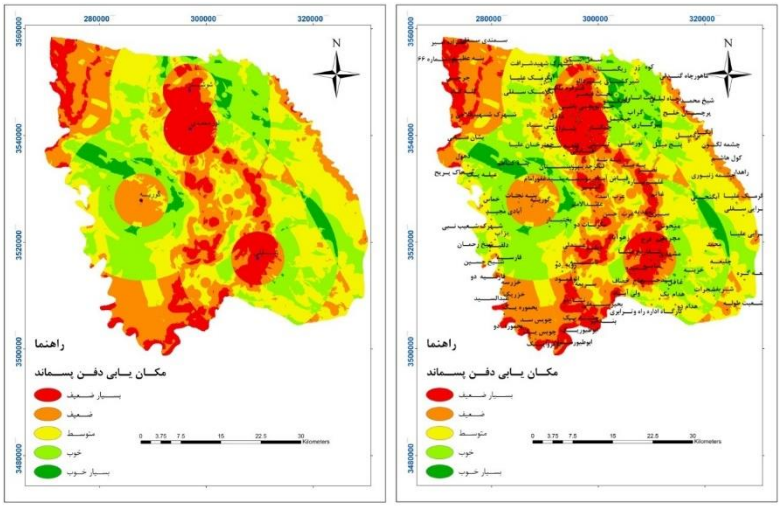


شکل ٤- نقشه های زمین شناسی و کاربری اراضی استانداردسازی شده

تلفیق نهایی نقشه های معیار

برای انجام عمل همپوشانی با روش فازی هر نقشه معیار با ضرایبی که دارند در وزن حاصل از روش FAHP ضرب می شود. که با استفاده از دستور Raster Calculator در نرم افزار ARC GIS انجام می شود و لایه نهایی بدست می آید. بنابراین همه نقشه های وزن دار شده توسط عملگرهای فازی با هم ترکیب می شوند و بهترین گزینه ها انتخاب می شوند. با انجام این عمل نقشه ای بدست می آید که مناطق مناسب برای دفن پسماند را نشان می دهد (شکل ۵).

در این نقشه مکان های بدست آمده در ۵ کلاس بسیار خوب، خوب، متوسط، ضعیف و بسیار ضعیف دسته بندی شده اند. طبق نقشه طبقه بندی شده مناطق مناسب برای دفن پسماند، روستای ابگنجی، بنه کاظم، شیرکشان و عبدالامیر در مناطق بسیار خوب واقع شده اند چرا که از مراکز جمعیتی شهر فاصله دارند، سطح آب زیر زمینی پایین می باشد و جاده های دسترسی برای حمل و نقل پسماند شهری مناسب است.



شکل ٥- نقشه مکان یابی و مناطق مناسب دفن پسماند شهرستان شوشتر

نتیجه گیری

مکان یابی محل دفن بهداشتی پسماندها نیازمند انجام مطالعات و اعمال مدیریت صحیح بوده و معیارهای متعددی در انتخاب مکان مناسب تأثیر می گذارند که عدم توجه به آن ها موجب آلودگی محیط زیست، افزایش هزینه و صدمه به انسان می شود. دخالت تمامی عوامل مؤثر در مکان یابی، باعث ایجاد حجم عظیمی از داده می گردد که با روش دستی امکان پذیر نمی باشد. بنابراین تکنیک GIS به دلیل توانایی آن در مدیریت و پردازش داده ها، ابزاری نیرومند برای این نوع مطالعات به شمار می رود. علاوه براین، مدل AHP توسط برنامه ریزان برای حل معضلات پیچیده ای در امر مدیریت با توجه به دخیل بودن عوامل متعدد با آن روبرو هستند، به کار گرفته می شود. ویژگی های زمین شناسی، قابلیت دسترسی، زیست محیطی، انسانی وهیدرولوژیکی محدوده مطالعاتی به عنوان مهم ترین عوامل مؤثر در فرآیند مکان یابی دفن پسماند مدنظر قرار گرفت و پس از تهیه لایه های اطلاعاتی هر یک از معیارها و زیر معیارهای انتخاب شده با نظرات کارشناسی و به دست آوردن امتیاز وزنی آن ها با نرم افزار Expert choise ، در محیط ARC GIS مورد همپوشانی قرار گرفتند و در نهایت نقشه نهایی مکان یابی دفن پسماند در ۵ کلاس (کاملاً نامناسب، نامناسب، متوسط، مناسب و کاملاً مناسب) طبقه بندی شد. مشخص شد که روستای ابگنجی ، بنه کاظم ، شیر کشان و عبدالامیر برای دفن پسماند شهری مناسب هستند. با در نظر گرفتن تمام عوامل موثر در مکان یابی محل دفن پسماند، وزن دهی به هر کدام از معیار ها و زیر معیار های مکان مناسب مشخص شد . مهمترین شاخص ها در مکان یابی مناطق مناسب دفن پسماند در این منطقه به ترتیب اهمیت دوری و نزدیکی به کانون های جمعیتی ، هیدرولوژی، دسترسی ها، سازند های زمین شناسی و مسایل زیست محیطی است. در مناطقی که سطح اب زیرزمینی نزدیک به سطح زمین باشد، جنس سنگ بستر و سازندهای زمین شناسی به دلیل تاثیر بر نفوذ شیرابه پسماند شهری به آب های زیرزمینی اهمیت پیدا میکنند معیار هیدرولوژی از معیار های مهم در منطقه شوشتر میباشد. به دلیل عبور رودخانه از میان شهر و همچنین بالا بودن سطح آب زیرزمینی، بعد از مراکز شهری ، بیشترین وزن به سطح آبهای زیر زمینی منطقه داده شده است. در مکان هایی که سطح آب زیرزمینی بالا باشد، به دلیل نفوذ شیرابه پسماند ها به لایه های زیرین باعث الودگی آب ها شده و مشکلات زیست محیطی زیادی را به دنبال دارد و باید مورد توجه قرار گیرد. توجه به کاربری اراضی و مناطق حفاظت شده زیست محیطی در اولویت های بعدی قرار دارند.

منابع

۱- آل علی ،س ،م. (۱۳۹۵). بررسی موانع و مشکلات تحویل حجمی آب در شبکه های آبیاری و زهکشی (مطالعه موردی : شبکه پآبیاری میاناب شوشتر، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد شوشتر.

۲- ایلدرومی ،ع.نوری،ح. میرزایی،ر. دیانت، ل. (۱۳۹۴). مکان یابی دفن بهداشتی زباله با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی: (مطالعه موردی شهر زرین دشت شیراز) ، علوم و مهندسی محیط زیست –سال دوم،شماره۴، ۱۴-۲۴.

۳- تکدستان، ا. بابایی،ا و طهماسبی ثوری،س. (۱۳۸۵). بررسی معیارهای مختلف در انتخاب محل دفن مهندسی بهداشتی پسماند شهری و انتخاب بهترین معیار دفن در کشور، چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، تهران، دانشگاه تهران، دانشکده محیط زیست.

٤- صیدانی ،س،ا. (۱۳۹۶). مکان یابی بهینه محل دفن پسماند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (مطالعه موردی : بخش میانکوه شهرستان اردل)، مدیریت مخاطرات محیطی ، دوره ۴، شماره ۲، ص۱۵۷-۱۷۴.

٥- کرم، ع.، ۱۳۸۳. کاربردمدل ترکیب خطی وزین در پهنه بندی پتانسیل وقوع زمین لغزش مطالعه ی موردی، منطقه ی سرخون در استان چهارمحال و بختیاری، مجله جغرافیا و توسعه، پاییز وزمستان.۱۴-۲۱.

٦- گلابی و همکاران(۱۳۹۵) مکان یابی محل دفن مهندسی- بهداشتی پسماندهای شهری با استفاده از تصمیم گیری چندمعیاره درسیستم اطلاعات جغرافیایی با تاکید بر حفاظت منابع آب در برابر آلودگی (مطالعه موردی استان البرز)، هشتمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست تهران، انجمن مهندسی محیط زیست ایران.

7- Abdoli M A.1993. solid waste management system and its control method. Tehran: publication of material recycled into the city.

8- Alai Taleghani M, Sanjari F, Jalileans A.2010. locate optimal sites for landfilling municipal solid waste Kermanshah experimental method based on region features geomorphology. Journal of Urban and Regional Studies and Research. 2(6): 19-34.

9- Baban SM J, Flannagan J.1998. Developing and Implementing GIS- assisted Constraints Criteria for Planning Landfill Sites in the UK. Planning Practice And Research. 2; 13: 139- 151.

10- Barakat, A., Hilali,A., El Baghdadi,M and F. Touhami, 2017. Landfill site selection with GIS-based multi-criteria evaluation technique. A case study in Béni Mellal-Khouribga Region, Morocco, Environmental Earth Sciences, 76(12), 1-13.

11- Chabuk, A., Al-Ansari, N., Musa Hussain, H., Knutsson, S., Pusch, R. and J. Laue, 2017. Combining GIS Applications and Method of Multi-Criteria Decision-Making (AHP) for Landfill Siting in Al-Hashimiyah Qadhaa, Babylon, Iraq. sustainability, 9,1-17.

12- Chain S.2002. AHP method for solving group decision – making fuzzy AHP problems computers & operation research. 29: 1969 – 2001.

13- El Alfy, Z.; Elhadary, R.; Elashry, A. 2010. Integrating GIS and MCDM to Deal with landfill site selection. Int. J.Eng. Technol. 10, 32–42.

14- Ghodsi poor S H.2000. Analytical Hierarchy Process AHP. Tehran: publication of Amirkabir University.

15- Hala A, Effat M N, Hegazy. 2012. Mapping potential landfill sites for North Sinai cities using spatial multicriteria evaluation. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences. 15: 125-133.

16- Kontos, T.D.; Komilis, D.P.; Halvadakis, C.P. 2003. Siting MSW landfills on Lesvos Island with a GIS based methodology. Waste Manag. Res. 21, 262–277.

17- Lotfi S, hosein zade A, Farajei Molaei A, Ahmadei Feirozjaii M. 2012. Spatial distribution and localization of urban parks Babolsar using fuzzy logic and analytic hierarchy model (FAHP). Journal of Ecology 2012; 38(3): 154-147.

18- Malchfsky Y. 2006. GIS and multi criteria decision analysis. translated by Akbar Parhizgar. Atta Ghaffari Gilandeh. Tehran: Publication of books studying Social Sciences (samt).
19- Mahjori R. 2012. Measurement of the spatial distribution of fire accidents, specify the best place to build a fire station and routing optimization using fuzzy logic systems and spatial data in Ahwaz [dissertation]. Ahvaz: Faculty Science of Shahid Chamran University;
20- Mikhailov L, Tsvetinov T.2004. Evaluation of services using a fuzzy analytic hierarchy process. Applied Soft Computing 2004; 5: 23–33.
21- Management and Planning Organization. 2001. Design, implementation, maintenance and operation of municipal sanitary pit soil. Tehran: Office of Engineering and Development Standards. 217.
22- Nas B, Cay T, Iscan F, Berktay A. 2010. Selection of MSW landfill site for Konya, Turkey using GIS and multi-criteria evaluation. Environ Monit Assess. 160: 491-500.
23- Nowambuonwo O J, Mughele E S.2012. Using Geographic Information System to Select Suitable Landfill Sites For Megacities (Case Study of Lagos,Nigeria). Computing, Information Systems & Development Informatics. 3(4).
24- Nazari A, Salarirad M M, Aghajani Bazzazi A. 2012. Landfill site selection by decision-making tools based on fuzzy multi-attribute decision-making method. Environment Earth Science; 65: 1631-1642.
25- Shamsaei pour, KH.2003. Locating solid waste sanitary landfills using GIS (Case Study Boroojerd) [dissertation]. Tehran: Tarbiat Moallem University; 191.
26- Saaty T L. 1980. The Analytical Hierarchy Process, Planning, Priority, Resource Allocation. USA: RWS Publications