ارزیابی مکانی محل دفن پسماندهای شهری (مطالعه موردی: شهرستان اندیکا)

علی محمد امامی[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

تاریخ دریافت:۱۳۹۷/۰۶/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۹

چکیده

یکی از مشکلات جدی، بالقوه و رو به رشد در بسیاری از مناطق شهری و بخصوص کشورهای در حال توسعه، مدیریت پسماند و انتخاب محل مناسب برای دفع و دفن بهداشتی آن است. این مسئله برای کشور ما و بخصوص شهرستان اندیکا به علت مسائل و محدودیتها و از همه مهمتر چالش کمیت و کیفیت آب، بسیار مهم می باشد. در این مطالعه، موقعیتهای مکانی مناسب برای محل دفن پسماندها درشهرستان اندیکا با استفاده از تلفیق دانش اطلاعات مکانی GIS و تجزیه و تحلیل تصمیم گیری چند معیاره باتاکید بر عوامل هیدرولوژی، عوامل انسانی و دسترسی، ژئومورفولوژی، زمین شناسی و زیست محیطی استخراج و معرفی شد. به این منظور، ۱۵ لایه نقشه ورودی آماده گردید و در محیط GIS 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 شهرستان اندیکا استخراج و پیشنهاد شد.

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

مقدمه

با افزایش جمعیت و تغییرات و پیشرفت های بشری، تولید پسماندها نیز افزایش یافته است به نحوی که طبق برآوردها حجم مواد زائد جامد شهری تا سال ۲۰۲۵ میلادی، چهار تا پنج برابر افزایش می یابد و بیشتر این افزایش متعلق به کشورهای در حال توسعه می باشد (۳). دفن مهندسی بهداشتی پسماند متداول ترین روش دفع پسماند شهری، صنعتی و خطرناک محسوب میشود. مراحل این شیوه شامل مکانیابی محل مناسب دفن، آماده سازی محل دفن و عملیات اجرایی و مهندسی در محل دفن است. درمکان یابی محل دفن بایستی به عواملی همچون توپوگرافی و زمین شناسی محل، هیدرولوژی منطقه ، شرایط اقلیمی، سطح زمین مورد نیاز، خاک پوششی، سطح آب زیرزمینی، موقعیت زمین نسبت به توسعه شهر، خصوصیات زباله دفنی، کاربری زمینهای مجاور، فاصله آبهای سطحی از محل دفن، قیمت زمین و طول عمر جایگاه دفن و.... توجه داشت (۴). مسائل و مشکلات مختلفی در دفن پسماند وجود دارد. آلودگی های محتمل آب سطحی و زیرسطحی، انتقال و حرکت غیرقابل کنترل گازهای حاصل از پسماند، تولید بو، صدا و چشم انداز بصری مشمئزکننده و زشت از جمله این مسایل هستند. مکانیابی و طراحی خوب محل دفن پسماند میتواند اثرات منفی، مخرب و سوء بر محیط زیست و ریسک سلامت انسان را بخاطر دفن پسماند کاهش دهد (۱۵ و ۱۶). برای انتخاب مکان مناسب برای دفن زباله باید عوامل متعددی را بررسی نمود که با توجه به گستردگی و پیچیدگی عوامل مؤثر در مکانیابی، ضرورت استفاده از فناوریهای اطلاعات مکانی و تلفیق آن با سایر امور مدیریتی و برنامه ریزی مطرح میشود (۵).

با توجه به اینکه اغلب عوامل مؤثر در تعیین تناسب اراضی برای مقاصد خاص از جمله دفن زباله از اهمیت یکسانی برخوردار نیستند، برای ارزیابی دقیقتر، باید اهمیت نسبی آنها بر اساس ضرایب ویژه ای با نام وزن، در تجزیه و تحلیل اطلاعات اعمال شود (۹). تجزیه و تحلیل لایه ها و عوامل متعددی که میتوانند در فرآیند مکانیابی مؤثر باشند، فقط در چارچوب سیستمهای تصمیم گیری چندمعیاره امکانپذیر است که این مهم نیز در قالب استفاده از تکنولوژی سیستمهای اطلاعات جغرافیایی ممکن خواهد بود (۱۲). یکی از این سیستمهای تصمیم گیری، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است که می تواند با تلفیق با منطق فازی ابزار قدرتمندتری در تعیین اهمیت و اولویت معیارهای موثر در مکان یابی باشد. از روشها و ابزارهای متعددی جهت مکان یابی محل دفن بهداشتی پسماندها استفاده شده است.

معین الدینی در تحقیقی از روش ارزیابی چند معیاره و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای مکان یابی محل دفن مواد زائد جامد شهر کرج استفاده نمود . در این راستا پنج دسته معیار اصلی مکان یابی شامل فاصله و حریم ها، ویژگی های فیزیکی سرزمین، قابلیت دید، کاربری اراضی و زیستگاه های حساس انتخاب شد. این معیار ها با توابع فازی استاندارد و با استفاده از مقایسه زوجی وزن گذاری و درادامه با استفاده از روش وزند هی افزودنی ساده، نقشه شایستگی تهیه شد . در نهایت ۵ درصد از کل منطقه مورد مطالعه، برای استقرار محل دفن مناسب تشخیص داده شد (۱۱).

فروغیان در تحقیقی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی مکان های مناسب برای دفن بهداشتی پسماندها را در شهرستان شوش تعیین نمود (۷).

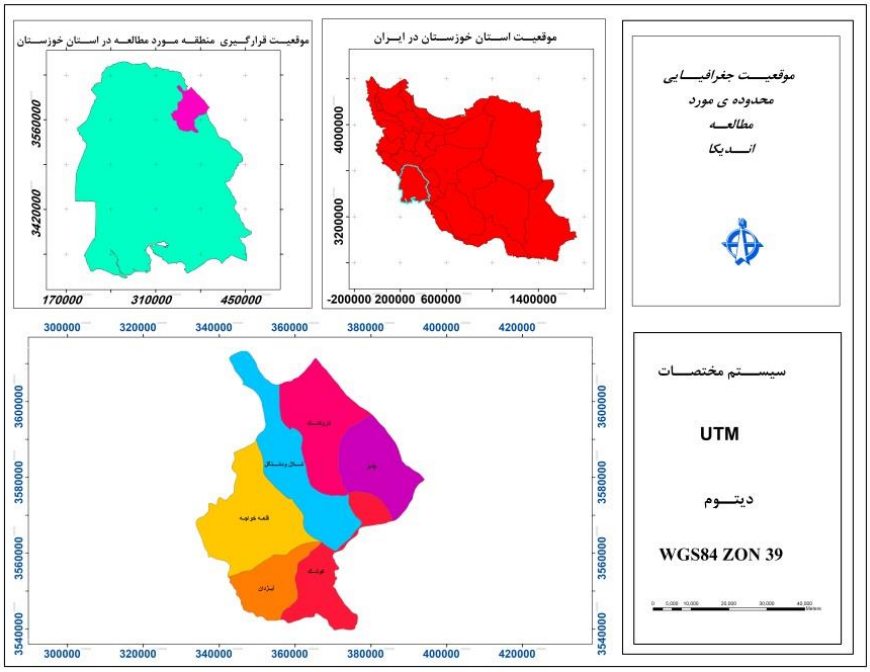
ایلدرومی و همکاران مکان یابی محل دفن بهداشتی زباله را با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی با بررسی معیارها ژئومورفیک وسایر عوامل تاثرگذار مانند محیط زیستی، اقتصاد ، اجتماعی شهر زرین دشت شیراز انجام دادند. در این پژوه ابتدا معیارها مهم (شیب، شبکه راه ها، شبکه هیدروگرافی، ژئومورفولوژی ، زمین شناسی، نقشه خاک) در مکانیابی دفن زباله بر اساس ویژگی های منطقه شناسایی وپس از وزن دهی درAHP به عنوان ورود به پایگاه داده ها مکانی GIS انتقال داده شد با مقایسه و ارزیابی بر اساس وزندهی پارامترها، چهار مکان دفن بهداشتی مشخص و ارزیابی شد (۲). صیدایی و همکاران مناطق مساعد برای دفن پسماند را در بخش مرکزی شهرستان اردل بررسی نمودند. از پایگاه داده‌های زمینی ارتفاع، کاربری اراضی، روستاها و زمین‌شناسی براساس معیارهای استاندارد دفن پسماند در روش تحلیل سلسله‌مراتبی- زوجی استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که فاصله از کانون‌های جمعیتی، مناطق حفاظت‌شدهٔ زیست‌محیطی، کاربری اراضی و منابع آب مهم‌ترین شاخص‌ها هستند و فاصله از زیرساخت‌های زیربنایی، سازندهای زمین‌شناسی و شیب در اولویت‌های بعدی قرار دارند. در این منطقه، ۱۰/۸ کیلومتر مربع در طبقهٔ بسیار مناسب قرار گرفت (۶).

راندازو و همکاران بر اساس تجزیه و تحلیل چند معیاره و سیستم های اطلاعات جغرافیایی، شناسایی مناطق به طور بالقوه مناسب برای دفن زباله های جامد شهری را انجام دادند. وزن دهی معیارهای انتخابی با استفاده از سیستم فرآیند سلسله مراتب تحلیلی (AHP) انجام شد (۱۹).

هدف مطالعه حاضر یافتن محلی با کمترین اثرات سوء زیست محیطی و بهداشتی و خطرات سلامت برای انسان جهت دفن زباله های شهرستان اندیکا میباشد تا زمینه بهبود بخشیدن به روند مدیریت با توصیف شرایط محل دفن زباله های شهری شهرستان و مقایسه این مکان با استانداردها فراهم شده و شرایط برای دستیابی به روش صحیح و بهداشتی دفن فراهم گردد.

منطقه مورد مطالعه

شهرستان اندیکا بین ۴۹درجه و۵۳ دقیقه تا۴۹ درجه و۵۲دقیقه طول شرقی ازنصف الانهارگرنویچ وبین ۳۱درجه و۴۳دقیقه تا ۳۲ درجه و۳۹ دقیقه عرض شمالی ازخط استوا درحاشیه شرقی استان خوزستان واقع شده است.این شهرستان از قسمت شرقی به استان ایذه از شمال غرب به شهرستان لالی و از شمال به سردشت دزفول ،از شمال و شمال شرقی به استان چهارمحال و بختیاری و از سوی جنوب وجنوب غرب به شهرستان مسجدسلیمان محدود شده است. مساحت شهرستان اندیکا ۲۳۳۶ کیلومترمربع وارتفاع ازسطح دریا به طورمتوسط ۸۰۰ متراست. شهرستان اندیکا دارای ۵۵۶ آبادی است که ۳۴۷ آبادی دارای سکنه و ۲۰۹ آبادی خالی از سکنه می باشند (۱). شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق

به منظور مکانیابی محل دفن پسماند شهری در این پژوهش مراحل ذیل طی شده است:

۱- استخراج معیارهای مناسب و تهیه مدل مفهومی

برای غربال معیارها و زیرمعیارهای شناسایی شده جهت مکانیابی دفن پسماند از روش پرسشگری ازکارشناسان استفاده میگردد. به این منظور پرسشنامه ای که حاوی معیارها و زیرمعیارهای استخراج شده است تهیه و در اختیار متخصصان قرار میگیرد.

۲- آماده سازی لایه های معیار

اولین مرحله در طراحی یک پروژه در سامانه اطلاعات جغرافیایی جهت مکانیابی یک کاربری، جمع آوری و ورود اطلاعات یا داده های اولیه به سیستم میباشد، تا بتوان براساس آن لایه های اطلاعاتی لازم را ایجاد نمود. این لایه ها ممکن است به صورت مستقیم از داده ها و اطلاعات ورودی و یا با پردازش بر روی لایه های اطلاعاتی دیگر ایجاد شود. با تعیین معیارها، جهت مکانیابی محل دفن پسماند شهری لازم است هر معیار به صورت یک لایه نقشه در GIS وارد

شود. از لایه هایی که معرف معیارهای ارزیابی هستند، تحت عنوان نقشه های معیار یاد میشود

۳- استانداردسازی نقشه ها به روش فازی و وزندهی به معیارها

لایه های معیار مدنظر برای اجرای فرایند محدوده یابی، پس از نقشه سازی وارد فرایند فازی سازی میشود، تا تمامی لایه ها مقیاس یکسانی داشته باشند. پس از تعیین معیارها، ضریب اهمیت آنها با هدف استانداردسازی معیارها برای امکان مقایسه آنها صورت گرفت. به همین منظور از تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد و معیارها براساس درجه اهمیت اولویت بندی شدند. مقایسه زوجی معیارهای یاد شده با استفاده از نرم افزار Expert Choice با رعایت ضریب ناسازگاری کمتر از ۰,۱ صورت گرفت. در این روش، جهت محاسبه وزن معیارها از روش مقایسه زوجی استفاده میشود. ورودی این روش، ماتریس مقایسه زوجی است که درایه های آن بیان کننده میزان اهمیت نسبی معیارها میباشد که طبق جدول ۱ امتیازدهی و مقایسه انجام می شود.. پس از تکمیل ماتریس مقایسه زوجی، نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه، تعیین و در صورت قابل قبول بودن قضاوت ها، وزن هر کدام از معیارها به دست میآید (۱۷).

برای محاسبه وزن، در ابتدا ماتریس مقایسه تشکیل و پارامترها به صورت دوتایی باهم مقایسه و اهمیت نسبی آنها سنجیده میشود. در این تحقیق تمام مراحل فوق با استفاده از نرم افزارExpert Choice انجام شد. به منظور تعیین ضریب اهمیت هر یک از معیارها و زیرمعیارها، به منظور ایجاد یک ترکیب خطی برای تعیین ضریب هر پارامتر در تلفیق آنها، برای تعیین مکانیابی محل دفن پسماند شهری از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد.

٤- تلفیق نهایی نقشه های معیار براساس وزنهای مربوطه

در نرم افزار Arc GIS با انتخاب تابع تجمیع وزن دار در Spatial Analyst Tools اجرا شده و لایه های معیار با در نظر گرفتن وزن هر یک با یکدیگر جمع شده و نقشه مطلوبیت منطقه مورد مطالعه به دست میآید.

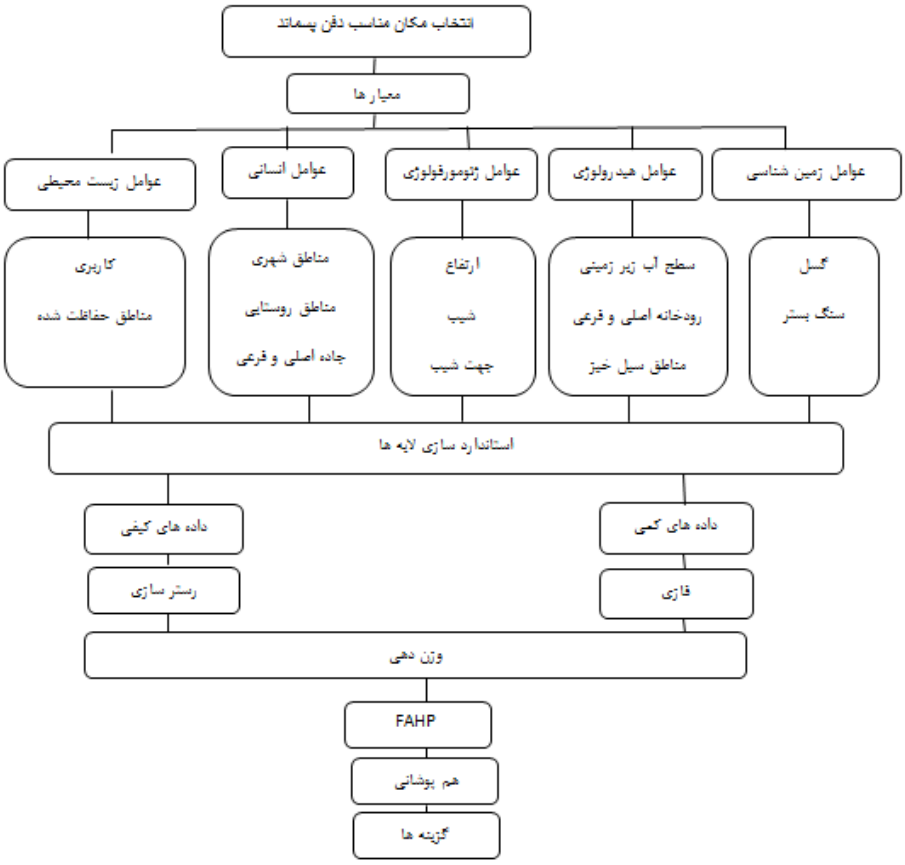
روش AHP

فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروفترین فنون تصمیم گیری چند منظوره است که اولین بار توسط توماس ال_ساعتی عراقی الاصل در دهه ۱۹۷۱ ابداع گردید (۲۰). فرایند تحلیل سلسله مراتبی منعکس کننده رفتار طبیعی و تفکر انسانی است. این تکنیک، مسائل پیچیده را براساس آثار متقابل آنها مورد بررسی قرار میدهد و آنها را به شکلی ساده تبدیل کرده به حل آن میپردازد (۸).

فرایند تحلیل سلسله مراتبی در هنگامی که عمل تصمیم گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم گیری روبروست میتواند استفاده گردد. معیارهای مطرح شده میتواند کمی و کیفی باشند. اساس این روش تصمیم گیری بر مقایسات زوجی نهفته است. تصمیم گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله مراتبی تصمیم آغاز میکند. درخت سلسله مراتب تصمیم، عوامل مورد مقایسه و گزینه های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان میدهد. سپس یک سری مقایسات زوجی انجام میگیرد. این مقایسات وزن هر یک از فاکتورها را در راستای گزینه های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان میدهد. در نهایت، منطق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به گونه ای ماتریسهای حاصل از مقایسات زوجی را با یکدیگر تلفیق میسازد که تصمیم بهینه حاصل آید (۸). مدل مفهومی و سلسله مراتب مکان یابی محل دفن پسماندها در شکل ۲ ارایه شده است.

جدول - 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



شکل ۲- سلسله مراتبی معیار ها و زیر معیارها در مکانیابی دفن پسماند

نتایج

برای قضاوت اهمیت (وزن) معیارها، در یک ماتریس دو به دو آنها را با هم مقایسه میکنیم، مبنای قضاوت در این امر مقایسه جدول کمی (جدول ۱) است که براساس آن و با توجه به هدف بررسی، شدت برتری معیار ها نسبت به هم تعیین میشود. تمامی معیارها با توجه به درجه اهمیت این جدول دو به دو مقایسه میشوند . (این قضاوتها توسط ال ساعتی به مقادیر کمی بین ۱ تا ۹ تبدیل شده اند). با توجه به اینکه در سطح دوم تحلیل سلسله مراتبی پنج 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 شماره ۱) مشخص شده است(جدول ۲).

وزن هر فاکتور نشان دهنده اهمیت و ارزش آن نسبت به فاکتورهای دیگر در عملیات تعیین مکان است . بنابرین انتخاب آگاهانه و صحیح وزنها کمک بزرگی در جهت تعیین هدف مورد نظر می نماید. در نهایت با بررسی مقایسه ای همه معیارها و زیر معیارها نسبت به همدیگر وزن نسبی در جدول ۳ و وزن نهایی در شکل ۳ ارایه شده است.

جدول ۲- ماتریس مقایسه زوجی معیار های اصلی

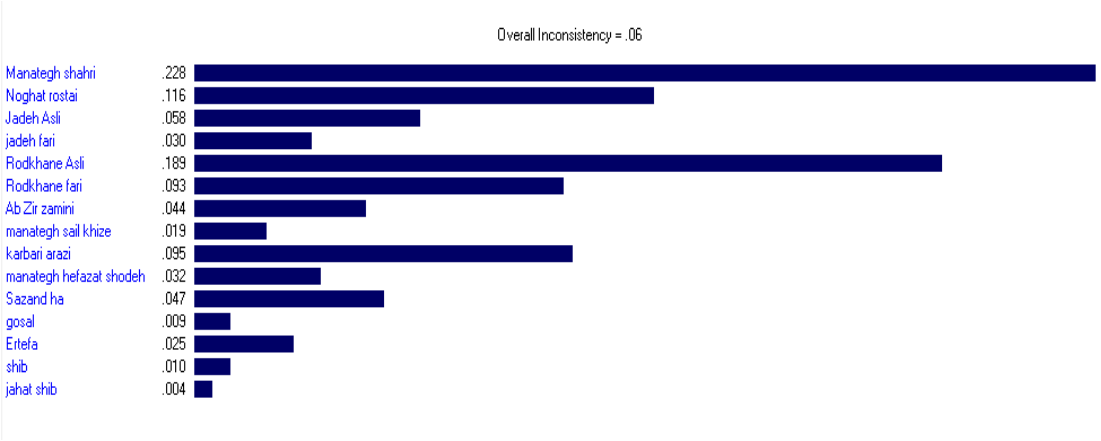
معیار های اصلی	عوامل انسانی	هیدرولوژی	زیست محیطی	زمین شناسی	ژئومورفولوژی
عوامل انسانی	۱	۲	۳	۴	۵
هیدرولوژی		۱	۳	۵	۷
زیست محیطی			۱	۳	۵
زمین شناسی				۱	۳
ژئومورفولوژی					۱

جدول ۳- وزن نسبی معیارها و زیرمعیارها

معیار	وزن	زیرمعیار	وزن
انسانی	۰/۳۹۰	فاصله از مناطق شهری	**۰/۸۳۳**
		فاصله از مناطق روستایی	**۰/۱۶۷**
		جاده اصلی	۰/۱۳۴
		جاده فرعی	۰/۰۶۸
هیدرولوژی	۰/۳۲۴	آب های زیرزمینی	**۰/۱۲۷**
		رودخانه اصلی	**۰/۵۴۸**
		رودخانه فرعی	**۰/۲۷۰**
		پهنه های سیل خیز	**۰/۰۶۵**
ژئومورفولوژی	۰/۰۴۳	ارتفاع	**۰/۵۳۷**
		شیب	**۰/۲۵۸**
		جهت شیب	**۰/۱۰۵**
زمین شناسی	۰/۰۸۱	جنس سنگ بستر	**۰/۸۳۳**
		گسل	**۰/۱۶۷**
زیست محیطی	۰/۱۶۲	کاربری اراضی	**۰/۷۵۰**
		فاصله از پناهگاه حیات وحش	**۰/۲۵۰**

نرخ ناسازگاری وسیله ای است که سازگاری را مشخص ساخته و نشان می دهد که تا چه حد می توان به اولویت های حاصل از مقایسات اعتماد کرد. شاید مقایسه دو گزینه امری ساده باشد، اما وقتیکه

تعداد مقایسات افزایش یابد اطمینان از سازگاری مقایسات به راحتی میسر نبوده و باید با به کارگیری نرخ سازگاری به این اعتماد دست یافت. تجربه نشان داده است که اگر نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ باشد، سازگاری مقایسات قابل قبول بوده ودر غیر این صورت مقایسه ها باید تجدید نظر شود. نتایج بررسی نشان داد که نرخ ناسازگاری کلی حدود ۰/۰۶ بدست آمده که در محدوده مجاز قرار دارد.



شکل ۳- وزن نهایی معیارها و زیرمعیارها

آماده سازی لایه های معیار و فازی سازی

در این مرحله لایه های معیار مدنظر برای اجرای فرایند محدوده یابی، نقشه سازی شده سپس وارد فرایند فازی سازی میشود تا تمامی لایه ها مقیاس یکسانی داشته باشند. تلفیق لایه های اطلاعاتی در هر مدل بدون در نظرگرفتن ارزش هر یک از لایه های اطلاعاتی و واحدها مربوط به آنها نمیتواند نتایج درستی را در بر داشته باشد. در منطق فازی، هر منطقه با توجه به مقداری که معیار مورد نظر را رعایت میکند، مقدار عضویتی میگیرد که بیان کننده میزان مطلوبیت آن ناحیه می باشد. بدین معنی که هر ناحیه، با مقدار عضویت بالاتر از مطلوبیت بالاتری برخوردار است. در منطق فازی هر لایه در مقیاسی بین صفر و یک درجه بندی میشود یعنی عدد ۱ از بالاترین مطلوبیت و عدد صفر فاقد مطلوبیت میباشد و طیفی از رنگها بین این دو عدد قرار میگیرند. علاوه بر مسأله انتخاب مقیاس جهت تهیه نقشه های فازی، بایستی نوع تابع فازی نیز مورد بررسی قرار داده تابع مناسبتر را برای معیار مورد نظر انتخاب نمود. نکته ای که در انتخاب تابع باید به آن توجه نمود، نوع کاهشی یا افزایشی بودن آن 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 (۱۴). در این تحقیق برای تمام معیارها (به جز راههای دسترسی) از تابع Liner از نوع افزایشی استفاده شده است برای معیار راههای دسترسی از تابع Sigmouid استفاده شده است (جدول ۴).

جدول ٤- نوع تابع فازی جهت استاندارد سازی نقشه های معیار در منطق فازی

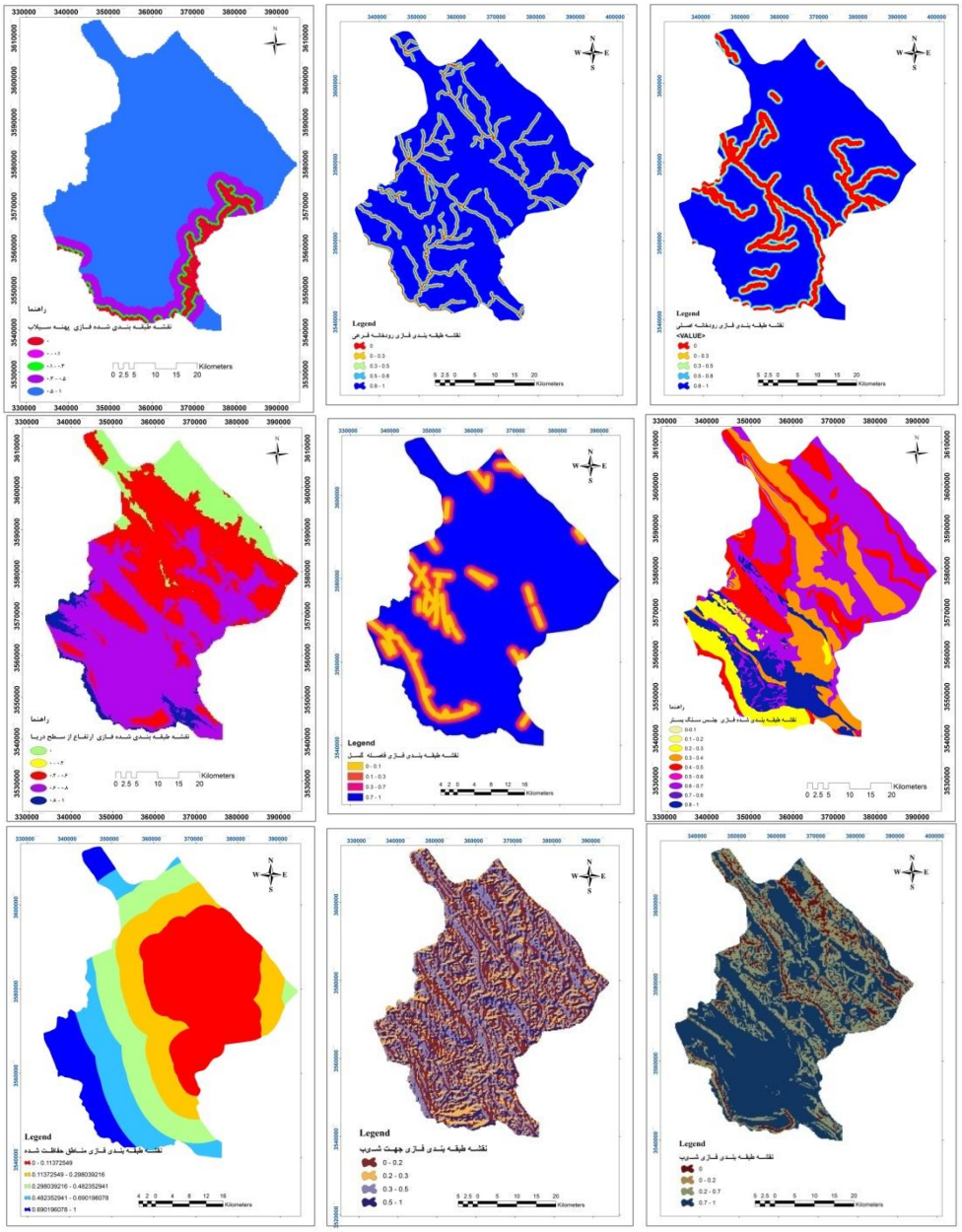
معیارها	زیر معیارها	نوع داده ها	نوع تابع فازی
عوامل ژئومورفولوژی	ارتفاع	کمی	افزایشی
	شیب	کمی	افزایشی
	جهت شیب	کیفی	افزایشی
عوامل مراکز مسکونی	مناطق شهری	کمی	افزایشی-کاهشی افزایشی
	نقاط روستایی	کمی	
عوامل دسترسی	جاده های اصلی	کمی	افزایشی-کاهشی
	جاده های فرعی	کمی	افزایشی-کاهشی
عوامل هیدرولوژی	آبراهه اصلی	کمی	افزایشی
	آبراهه فرعی	کمی	افزایشی
	چاه ها	کمی	افزایشی
	فاصله از پهنه های سیل گیر	کمی	افزایشی
عوامل زمین ساختی	زمین شناسی	کیفی	رستر سازی
	گسل	کمی	افزایشی
عوامل زیست محیطی	کاربری	کیفی	رستر سازی
	پناهگاه حیات وحش	کمی	افزایشی

قبل از فازی سازی، مجموع داده ها به صورت مجدد طبقه بندی(Reclassify) می شوند و لایه ها ارزش گذاری می شوند. داده های کمی با توجه به تابع Euclidean Distance طبقه بندی شده و داده های کیفی رسترسازی شده و استانداردسازی می شود. 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. امتیازات اختصاص داده شده به طبقه بندی معیارها طبق جدول ۵ صورت گرفت. هرتن زباله شهری حدود ۵۰۰ لیتر شیرابه تولید می کند وهر لیتر شیرابه حدود ۴۰۰۰ لیتر آب زیرزمینی را آلوده می کند و در صورت عدم دفع صحیح زباله ها، روزانه ۶۴ میلیون مترمکعب آب در کشور آلوده خواهد شد (۱۰). لذا جهت محافظت از آبهای زیر سطحی، محل های دفن پسماند نباید روی منابع آب زیرزمینی با کیفیت واقع شوند. از آنجایی که نشت شیرابه باالقوه به صورت ثقلی حرکت می کند، عمق سفره های آبی زیرزمینی ۱۵ متر تا ۶۰ متر و بیشتر مناسبتر از عمق کمتر از ۱۵ متر می باشند (۱۳). سطح اب زیرزمینی چاههای اندیکا ۲۷-۶۵ متر میباشند. بهمین دلیل لایه عمق آبهای سطحی تهیه نشد. به علت استانداردهای متفاوت هر منطقه و برای احتیاط بیشتر و شامل شدن دیگر استانداردهای منطقه ای، در این مطالعه فاصله ۳۰۰ متر از رودهای اصلی و ۱۰۰ متر از منابع کمی دیگر آب در نظر گرفته شده و لایه های استاندارد و فازی تهیه شد. ساختار زمین شناختی، بر روی حرکت شیرابه و گسل و شیب در نقاط اتصالی و انفصالی صفحات بستر اثر می گذارد. با مقایسه حد میزان نفوذپذیری، سنگ های کریستالی بدون شکاف و شکست اگر انتقال سیالی را صورت بدهند بسیار کم است ولی ماسه سنگ سیمانی با چسبندگی ضعیف، سیالات را به سرعت انتقال می

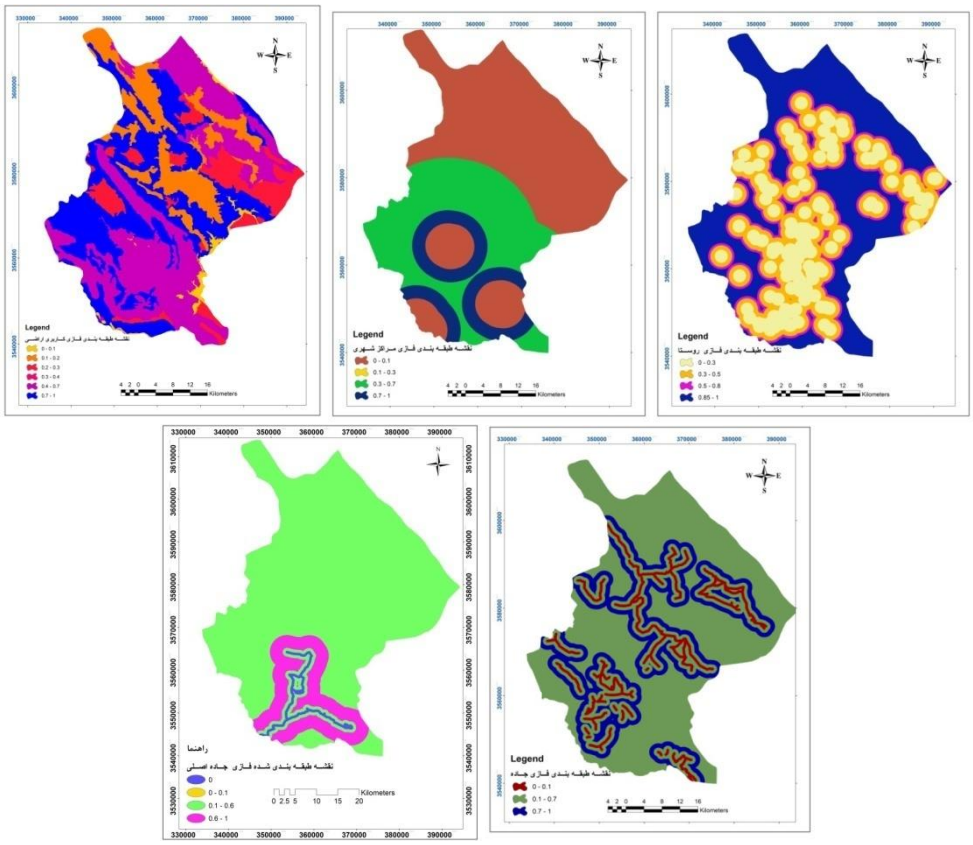
دهد. بخاطر میزان نفوذپذیری بالاتر، ماسه سنگ به نسبت دیگر سنگ های رسوبی مانند آهک و شیل سنگ بستر مناسب محل دفن نمی باشد. سنگ آهکی بخاطر حساسیت سنگهای کربناته به انحلال بخاطر شیرابه با PH پایین، از شیل مناسبتر است و معمولاً ارتباط با ناپیوستگی و ویژگیهای کارست مانند ریزش، گودالها و غارها دارد(۱۳). با بررسی ساختار زمین شناسی منطقه امتیاز بندی در سااختار رستر انجام شد. توپوگرافی منطقه نیز تاثیر مستقیم روی جریان رواناب سطحی و زهکشی محل دفن پسماند دارد. محل های با رواناب کند مناسب ترند و کنترل رواناب با سرعت آب که از سایت و محل می گذرد صورت می گیرد(۱۳ و ۱۸). برای محدود کردن پخش بالقوه رواناب آلوده، محل دفن نباید روی خط القسم حوضه ها مستقر شود. جهت شیب جنوبی (جهت آفتاب گیر بر اساس جغرافیای محل) به علت در معرض بودن بیشتر به آفتاب، از اولویت بیشتری نسبت به بقیه جهات برخوردار است. معمولاً مناطق مرتفع و مسطح (با شیب کم) در صورت داشتن سایر شرایط نظیر نفوذناپذیر بودن خاک، مناسبترین مکانها هستندزمینهای گود و پست اگر چه قابلیت پذیرش مقادیر بیشتری از مواد زاید را دارند، بدلیل آنکه پایینتر از سطح زمین قرار گرفته اند، بیشتر در معرض سیلابها هستند و در اثر جاری شدن آب، این گونه زمینها بتدریج فرسایش میبابند. تجزیه تحلیل شیب شهر شهرستان اندیکا نشان میدهد که بخش عمدهای از شهرستان بین شیب۰-۸ قرار گرفته است که بر اساس مقررات در این معیارشیب ۰-۸ درصد بیشترین مطلوبیت را دارا میباشد و با افزایش شیب از مطلوبیت مکانیابی آن کاسته میگردد. فاصله از شهر به عنوان مرکز جمع آوری پسماند دارای اهمیت می باشد. این فاصله بهتر است بیشتر از حریم قانونی شهر مورد مطالعه نباشد حریم شهر فاصله ای بین ۱۵ تا ۲۰ کیلومتری محدوده مسکونی شهر میباشد . بهتر است محل دفن پسماند با رعایت فاصله محدودیت حریم شهر در محلی باشد که در حمل و نقل زباله از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشد . برای تهیه نقشه مربوط به مراکز جمعیتی روستایی نیز طبق مصوب سازمان حفاظت محیط زیست، حداقل فاصله ۵۰۰ متر در نظر گرفته شد. در مکانیابی دفن پسماند شهری باید به این مساله توجه شود زمینی که بعنوان دفن مواد زائد در نظر گرفته شده است کارایی بهتری نداشته باشد.۱۲ نوع مختلف کاربری، پوشش زمین در کل شهرستان اندیکا شناسایی و جهت آماده سازی لایه ها دسته بندی شدند. این کاربری ها شامل اراضی باغی، اراضی جنگلی- پوشش خیلی کم، جنگل با تاج پوشش انبوه ، جنگل با تاج پوشش کم ، جنگل با تاج پوشش متوسط، دریاچه ، مخزن سد و آب بندان، زراعت دیم، زراعت آبی، مرتع خوب، مرتع با تاج پوشش فقیر، مرتع با تاج پوشش متوسط میباشند. با بررسی انجام شده امتیازبندی کاربریها در لایه رستری انجام شد. همچنین محل دفن پسماند نباید زیاد به شبکه راه ها نزدیک باشد حریم ۳۰۰ متری راهها در این خصوص باید رعایت گردد(۱۳). شکل ۴ و ۵ نشان دهنده طبقه بندی فازی لایه های معیار است.

جدول ۵- امتیازات اختصاص داده شده به معیارها جهت استانداردسازی

معیار		فواصل و امتیاز اختصاص داده شده				
فاصله از روستا	فواصل (متر)	۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۱۵۰۰-۲۰۰۰	>۲۰۰۰
	امتیاز	۰	۳	۵	۸	۱۰
فاصله از مراکز شهری	فواصل (کیلومتر)	۰-۵	۵-۸	۸-۱۵	۱۵-۲۰	>۲۰
	امتیاز	۰	۱۰	۷	۳	۰
فاصله از رودخانه فرعی	فواصل (متر)	۰-۱۰۰	۱۰۰-۳۰۰	۳۰۰-۵۰۰	۵۰۰-۷۰۰	>۷۰۰
	امتیاز	۰	۳	۵	۷	۹
فاصله از رودخانه اصلی	فواصل (متر)	۰-۳۰۰	۳۰۰-۶۰۰	۶۰۰-۹۰۰	۹۰۰-۱۱۰۰	>۱۱۰۰
	امتیاز	۰	۳	۵	۷	۹
فاصله از جاده اصلی	فواصل (متر)	۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۴۰۰۰	>۴۰۰۰
	امتیاز	۰	۱	۱۰	۷	۱
شیب	درجه	۰-۸	۸-۱۵	۱۵-۳۰	>۳۰	۰-۸
	امتیاز	۹	۷	۲	۰	۹
فاصله از گسل	فواصل (متر)	۰-۱۵۰	۱۵۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	>۲۰۰۰
	امتیاز	۰	۱	۳	۷	۹
جهت شیب	جنوب شرقی – جنوب	جنوب غربی – غرب	شمال غربی - شمال	شمال شرقی – شرق	-	-
	امتیاز	۵	۳	۲	۱	-	-
کاربری	محدوده شهری دریاچه ، مخزن سد و آب بندان	جنگل با تاج پوشش انبوه ، اراضی باغی ،اراضی جنگلی و مرتع خوب	جنگل با تاج پوشش متوسط	پوشش خیلی کم، جنگل با تاج پوشش کم	زراعت دیم، زراعت آبی و مرتع با تاج پوشش متوسط	مرتع با تاج پوشش فقیر
	امتیاز	۰	۱	۲	۳	۴	۷



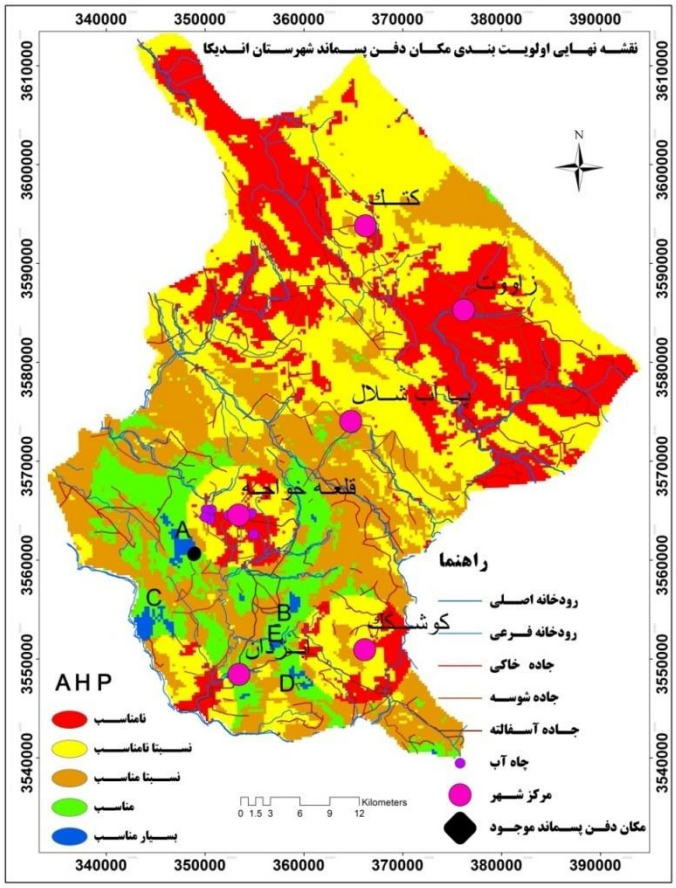
شکل ٤- نقشه های فازی شده معیارهای منتخب



شکل ۵- نقشه های فازی شده معیارهای انتخابی

تلفیق نقشه های معیار و تهیه نقشه مکان یابی نهایی محل مناسب دفن پسماند

در این مرحله لایه‌های طبقه بندی شده (استاندارد و فازی شده) باید در وزن بدست آمده از روش AHP ضرب شود. که با استفاده از دستور Raster Calculator، انجام میشود حاصل این همپوشانی و تلفیق نقشه ای در قالب رستری است که مناطق دارای اولویت را برای مکانیابی دفن زباله مشخص میکند. این نقشه طبقات تناسب کاربری برای محل دفن پسماندها را از بسیار مناسب تا نامناسب نشان می دهد (شکل ۶).



شکل ٦- نقشه نهایی مکان یابی دفن پسماند شهرستان اندیکا

نتیجه گیری

رویکرد های فعال و پیشگیری کننده در برنامه ریزی های محیط زیست تاثیگذارترین شیوه جهت اجتناب از پیامدهای زیست محیطی فعالیتهای انسانی در هر سطحی می باشد. در این میان مکانیابی زیست محیطی پروژه های مختلف از جمله جایگاه های دفن زباله نقش موثری جهت اجتناب از مخاطرات احتمالی مکان دفن پسماند خواهد داشت. روش به کار گرفته شده در این مطالعه، کاربرد و اهمیت سیستم اطلاعات جغرافیایی و تکنیک های چند معیاره برای انتخاب سایت های مناسب برای دفع مواد زائد جامد شهری در منطقه مورد مطالعه را بیان می کند. سیستم های اطلاعات جغرافیایی با توانایی در کاربرد توابع مختلف و امکان تغییر و دستکاری داده ها و توانایی وسیع در ترکیب لایه های اطلاعاتی مختلف و همچنین امکان استفاده از تصاویر ماهواره ای و نتایج حاصل از تفسیر این تصاویر، ابزار منحصر به فردی در انجام عملیات ارزیابی بوده و بدون استفاده از GIS، شاید امکان انجام این مطالعات با سرعت و دقت مناسب غیر ممکن می بود. بدین ترتیب GIS با استفاده از قابلیت های متنوع خود ما را در کاهش هزینه ها و رسیدن سریعتر به هدف مورد نظر رهنمون خواهد ساخت. روش ارزیابی چند معیاره از ترکیب اطلاعات مربوط به چندین معیار برای تشکیل یک شاخص ارزیابی استفاده می کند. این روش با فراهم کردن شرایط لازم برای لحاظ نمودن معیارهای مختلف، به تصمیم گیران در انتخاب گزینه صحیح کمک می کند. در مطالعات پیشین بدون توجه به ماهیت معیارهای تاثیرگذار در مکانیابی دفن پسماند، بمنظور وزن دهی به معیارها و اولویت بندی گزینه ها بیشتر از روش هایی مانند AHP، فازی و بولین و

تاپسیس استفاده شده است. روش AHP عمدتا برای وزن دهی و رتبه بندی در برنامه های دقیق کارایی دارد. از طرف دیگر روش فازی، وزن معیارها را بدون توجه به اهمیت زیست محیطی آنها یکسان در نظر می گیرد. بنابراین در این پژوهش، با توجه به مطالعه تحقیقات پیشین و نتایج حاصل از این پژوهش، به این نتیجه رسیدیم که با روش FAHP جهت وزن دهی گزینه ها استفاده گردد. در این تحقیق ۵ معیار عوامل انسانی و دسترسی، هیدرولوژی، زمین شناسی، ژیومرفولوژی و زیست محیطی انتخاب شد و بر اساس این معیارها ۱۵ زیر معیار انتخاب شده و نقشه های معیار تهیه شد. سپس با استفاده از روش AHP در نرم افزار Expert choice وزن دهی به معیارها و زیرمعیارها صورت گرفت. نتایج نشان داد که مناطق شهری و رودخانه های اصلی بیشترین وزن را به خود اختصاص دادند و جهت شیب نیز کمترین وزن را داشته است. در ادامه با استاندارد سازی و فازی سازی لایه معیار و استفاده از وزن معیارها و در نهایت همپوشانی نهایی لایه ها، ۵ گزینه به عنوان مناطق مستعد دفن پسماند مشخص شد. بعد از بررسی گزینه ها، مشخص شد که بیشتر گزینه ها در مناطق با کاربری مرتعی فقیر و متوسط و بدور از پهنه سیلاب، رودخانه ها و چاه های آب واقع شده اند. این مکان ها هم از لحاظ فاصله از مناطق شهری و نزدیکی به جاده ها از لحاظ اقتصادی به صرفه می باشند.

منابع

۱- امامی،ص.(۱۳۹۵). معرفی پتانسیل های شهرستان اندیکا جهت توسعه اکوتوریسم (مطالعه موردی شهرستان اندیکا)، همایش ملی آینده پژوهی توسعه ملی ایران در بستر جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات.

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- پالمر، ج. (۱۳۸۲). آموزش محیط زیست در قرن بیست و یکم، ترجمه علمی محمد خورشید دوست، انتشارت , سمت، تهران.

۴- تکدستان، ا. بابایی،ا و طهماسبی ثوری،س. (۱۳۸۹). 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.

۵- جعفری، حمیدرضا. رفیعی، یوسف. رمضانی مهریان، مجید. نصیری، حسین. (۱۳۹۱). مکانیابی دفن پسماندهای شهریبا استفاده از AHP و SAW در محیط GIS مطالعه موردی: استان کهکیلویه و بویراحمد . محیط شناسی، سال ۳۸ ، صص ۱۴۰-۱۳۱.

۶- صیدانی ،س،ا.، رحیمی، د. و ن. حسن زاده. (۱۳۹۵). مکان یابی دفن پسماند در ناحیه اردل برای کاهش مخاطرات)، مدیریت مخاطرات محیطی ، دوره ۳، شماره ۲، ۱۲۳-۱۰۹.

۷- فروغیان، ا. (۱۳۹۳). تعیین مکان مناسب محل دفن پسماند های شهری با تاکید برعدم آلودگی منابع آب- شهرستان شوش دانیال، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر.

۸- قدسی پور، س.ح.(۱۳۸۵). مباحثی در تصمیم گیری چند معیاره: فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ، ص ۵.

۹- غفاری گیلانده، ع. و غ. عبدالوهاب. (۱۳۹۳). مقایسهٔ کارایی فنون تحلیل چندمعیاری در بررسی تناسب اراضی (مطالعهٔ موردی: مکانیابی محل دفن پسماندهای شهری شیراز). پژوهشهای جغرافیای انسانی ، دورهٔ ۴۶ ، شمارهٔ ۲، صص.۴۲۷- ۴۴۸ .

۱۰- مدیریت پسماند: طرح مدیران سبزاندیش،۱۳۸۷. سازمان حفاظت محیط زیست، معاونت آموزش و پژوهش، دفتر مشارکت و آموزش همگانی، شماره ۲.

۱۱- معین الدینی ،م، ۱۳۸۶ ، مکانیابی محل های دفن مواد زائد جامد شهرستان کرج به روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی.

۱۲- یوسفی، ذ.، قرنجیک، ا. م.، امان پور، ب. و م. عادلی، (۱۳۹۱). مکان یابی مناسب جهت دفن بهداشتی زباله های شهری با استفاده از سنجش از دور و GIS (مطالعه موردی: شهر گنبد کاووس). مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران . ۲۲ (۱) :۱۱۴-۱۰۵.

13- Basak, Ş.(2004). Landfill site selection by using geographic information, A thesis submitted to thegraduate school of natural and applied sciences of middle east technical university, 114 pages, 2004.Available at: http://www.researchgate.net/ publication/ 227327684.

14- Eastman, J.R. (1997). IDRISI for windows users guide, version3.2, Clark tabs for cartographictechnology and Geographic Analysis Clark.

15- EPA.(2006). landfill manuals; Manual on Site Selection; Draft for Consulation, 2006.

16- EPA .(2006). Landfill Manuals, Manual on site selection. US Environmental Protection Agency,USA. Website: www.epa.ie.

17- Malczewsk, J.(1999). GIS and multicriteria decision Analysis. New York: John Wiley &Sons Inc.

18- Oweis, I. S., Khera, R. P., 1990. Geotechnology of Waste Management, Butterworths, London, 273 p.

19- Randazzo, L., Cusumano, A., Oliveri, G., Di Stefano, P., Renda, P., Perricone, M. and G. Zarcone. 2018. Landfill site selection for municipal solid waste by using AHP method in GIS environment: Waste management decision-support in Sicily (Italy). Detritus,2,, 78-88.

20- Saaty T.L. (2001), Decision Making for leaders.The Analytic Hierarchy Process for Decisionin a complex World, Mc Grow Hill, New York

.