فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)
سال یازدهم، شماره ۱، زمستان ۱۳۹۹
صص: ۲۵۷-۲۴۷

مکانیابی محل دفن پسماند جامد شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) و تحلیل سلسله مراتبی(AHP) در شهر سیریک هرمزگان

محسن دهقانی قناتغستانی

دانشیار گروه محیط زیست، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران

فرشاد جوادی زاده[1]

عضو هیات علمی گروه محیط زیست، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۲۶ تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۸/۱۸

چکیده

مکانیابی محل دفن زباله بعلت اثرات آن بر روی اقتصاد، اکولوژی و سلامت محیط زیست منطقه یک موضوع اساسی در فرایند طراحی شهری بشمار می رود. مکانهای دفن پسماند بر روی پهنه هایی واقع می شوند که حداقل آسیب پذیری را به محیط زیست و سلامت عمومی وارد می کنند. هدف این مطالعه تعیین مکان مناسب دفن زباله با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS[1]) و فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP[2]) در محدوده مورد مطالعه است. در این پژوهش ۳۰ لایه اطلاعاتی بر اساس عوامل موثر و معیارهای زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی و فنی در ۴ پهنه کاملا مناسب، مناسب، نسبتا مناسب و نامناسب طبقه بندی و نقشه های مورد نظر ترسیم گردید. در این مطالعه شعاع بیش از ۳۰ کیلومتر از مرز محدوده شهری به دلیل فاصله زیاد، حذف گردید. در نهایت جهت انتخاب مناسب ترین مکان دفن پسماند، با تلفیق لایه های اطلاعاتی و اعمال وزن هرلایه در محیط GIS، مکان های مناسب احداث پسماند مشخص شدند. پهنه های نامناسب که مکان های ممنوعه دفن زباله هستند ۶۶/۶ درصد، پهنه های نسبتا مناسب ۲۹/۷ درصد، پهنه مناسب ۲/۵درصد و بالاخره پهنه کاملا مناسب برابر ۱/۲درصد محدوده مورد مطالعه را شامل شده است. در بررسی کفایت فضای مورد نیاز در توسعه آتی و تا سال ۱۴۲۰ معادل ۱۰/۷۱ هکتار زمین مورد نیاز است. در این راستا ۶ سایت دفع و دفن بهداشتی پسماند به همراه مساحت آنها جانمایی شدند و مناسب ترین سایت دفن پسماند انتخاب شد.

کلمات کلیدی: محل دفن پسماند، AHP، سیستم اطلاعات جغرافیایی، شهر سیریک

۱- (نویسنده مسئول)javadizadeh2020@yahoo.com

نویسندگان این مقاله از شهرداری سیریک به دلیل حمایت مالی از پروژه مطالعاتی و مقاله حاضر مستخرج از آن، تشکر و قدردانی می نمایند.

[1] .Geographical Information Systems

[2] .Analytical Hierarchy Process

مقدمه

یکی از چالش های جدی در جهان که سلامت انسانها را تهدید می کند آلودگی های ناشی از دفن غیربهداشتی پسماند است(Karimi et al., 2018, Allesch and Brunner, 2014). رها سازی زباله ها در محیط های پیرامون شهرها و روستاها به جز آلوده کردن محیط زیست، زندگی انسان ها و بخش وسیعی جانوران را در معرض خطر قرار داده است. عدم دفن اصولی زباله، استفاده نکردن از فناوری روز در ساماندهی و بازیافت زباله در بسیاری از شهرها و روستاها هم اکنون به دغدغه جدی بسیاری از کشورها تبدیل شده است. در حال حاضر در اغلب شهرهای ایران دفن زباله ها به صورت غیراصولی و غیربهداشتی دفن می شود که این مسئله آسیب جدی به محیط زیست وارد می کند. نبود مدیریت صحیح جمع آوری و بی خطر سازی زباله علاوه بر آلودگی زیست محیطی، باعث انتشاری بیماری ها شده و یک تهدید جدی برای سلامت انسان محسوب می شود. انتخاب صحیح و بهداشتی محل های دفن پسماند می تواند بر چالش های زیست محیطی غلبه نماید(Ayaim,2019). اگر چه محل های دفن زباله در آخرین مراحل مدیریت مواد زائد جامد شهری قرار گرفته است، اما از جنبه های زیست محیطی و بهداشتی جز مناسب ترین اصول مدیریت پسماندها محسوب می شود(Osra, 2019). رشد جمعیت، شهرنشینی و صنعتی شدن شاخص خوبی برای اقتصاد هستند اما آنها با تولید مقدار زیادی از زباله های خطرناک، یک بار بزرگ را بر روی این سیاره قرار می دهند. زباله های مدیریت نشده باعث آلودگی هوا، آب، و خاک می شود که خطرات بهداشتی متعدد به اکوسیستم وارد می کند(Kajjumba et al., 2018; Nizami et al., 2017; Rehan et al., 2018). انتظار می رود سیستم های مدیریت مواد زائد جامد بعنوان یک ابزار موثر برای ارتقاء بهداشت عمومی و حفظ محیط زیست باشد(Yesilnacar,2005). فن آوری بهبود یافته و مدیریت فرآیندهای کاهش تولید زباله، جمع آوری، روشهای تصفیه، بی خطرسازی و دفع را تحت تاثیر قرار داده است. انتخاب محل دفن زباله یک فرایند پیچیده و دشوار است که نیاز به ارزیابی معیارهای متعددی از جمله معیارهای زیست محیطی، مالی، اجتماعی و فنی دارد(Sulemana et al., 2019, Menikpura et al., 2013, Nas et al., 2010)، چراکه انتخاب محل های دفن زباله نامناسب، مسائل زیست محیطی مهم مانند زیستگاه های طبیعی، کیفیت منابع آب و خاک حاصلخیزی خاک و دید و منظر را تحت تاثیر قرار می دهد(Kapilan & Elangovan, 2018). محل های دفن بهداشتی مهندسی زباله بعنوان محل دفع نهایی برای مواد زائد جامد تلقی می شود. این محلهای دفن سازگار با محیط زیست بوده و برای جلوگیری از آلودگی محیط زیست نقش بسزایی دارند(Menikpura et al., 2013, Owusu-Nimo, et al., 2019). انتخاب محل های دفن زباله و سایر زیرساخت ها برای مدیریت مواد زائد جامد شهری بسیار دشوار است، چرا که به عوامل مختلفی از جمله به معیارهای زیست محیطی، فنی (Araiza Aguilar et al., 2018, Alfaia et al., 2017) سیاسی و اجتماعی بستگی دارد (Al-Anbari et al., 2014).

سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS) اجازه می دهد تا با استفاده از متغیرهای محیطی و روش تلفیق آنها با اطلاعات غیر فضایی از قبیل نظر کارشناسان و متخصصین فن مکانهای مناسب دفن تعیین شود (Araiza Aguilar et al., 2018,

(Khan et al., 2018 علاوه بر این، تکنیک تصمیم گیری چند معیاره (MCDM[1]) یک تکنیک شناخته شده برای حل و فصل مشکلات پیچیده تصمیم گیری از جمله تصمیم گیری در انتخاب محل دفع زباله است (Demesouka et al., 2019). Saaty فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) را به عنوان یک نوع از تکنیک تصمیم گیری چند معیاره در قالب یک سلسله مراتب پیشنهاد داد(Saaty, 1990).

ترکیب GIS-AHP توسط محققان مختلف برای انتخاب محل دفن زباله برگزیده شده است.از جمله Demesouka و همکاران (2019) برای شناسایی محل های دفن زباله در شمال شرق یونان از GIS همراه با AHP استفاده نمودند. Chabuk و همکاران (2016) سایت دفن زباله بابل عراق را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و AHPمکانیابی نمودند. Spigolon و همکاران (2018) رویکرد AHP در محیط GIS را برای محل دفن زباله بهداشتی و بهینه سازی حمل و نقل مواد زائد جامد شهری در سائو پائولو برزیل و Michael و همکاران(۲۰۱۹) برای غنا طراحی کردند. Uyan (2014) محل دفع مواد زائد جامد قونیه ترکیه و Khodaparast و همکاران (2018) مکان دفن زباله در قم ایران و همچنین Barakat و همکاران(2017)در مکانیابی پسماند در مراکش بر اساس مدلAHP و GIS استفاده کرده اند. بنابراین ثابت شده GIS و AHP یک ابزار قدرتمند درارزیابی مکانیابی محل دفن پسماند جامد شهری به حساب می آید.

هدف این مقاله مکانیابی مناسب دفع و دفن پسماند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) و تحلیل سلسله مراتبی(AHP) در شهر سیریک و شهرهای کوهستک و گروک است. در حال حاضر زباله های آن بصورت غیربهداشتی در محیط رهاسازی، سوزانده و یا تلتبار می گردد. بعلت بالا بودن آب های زیرزمینی منطقه، نزدیکی به ساحل و پراکنش روستاها از یکسو و طرح های بالادستی مرتبط با توسعه شهرستان و طرح توسعه سواحل مکران باعث شده است تا مطالعه انتخاب مکان مناسب دفن زباله های شهری برای سلامت افراد منطقه و حفاظت از محیط زیست ضرورت یابد.

رویکرد نظری

مکانیابی دفن زباله های شهری فرایندی پیچیده ای است که شامل مولفه های زمین شناسی، هیدرولوژی، اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی و فنی است. به سبب نقش و تأثیر شاخص ها و پارامترهای متنوع و زیاد در مکانیابی، امروزه مکانیابی ها به طرز علمی تر و واقعی تری در محیط های شهری انجام می پذیرد.

در این مطالعه داده های جمعیتی از مرکز آمار ایران،داده های مکانی شامل لایه های توپوگرافی، نقاط شهری و روستایی، جاده، رودخانه و همچنین داده های مدل رقومی ارتفاعی(DEM[2])، از مرکز داده های علمی و فنی سازمان نقشه برداری ایران سایت (www.ncc.org.ir) استخراج گردیده است تفکیک مکانی DEM ابعاد۳۰ ×۳۰ متر در قالب داده های رستری بوده است. داده های کاربری اراضی در مقیاس $\frac{1}{250000}$ از سازمان جنگلها و مراتع کشور، داده های خاک با مقیاس $\frac{1}{250000}$ استان هرمزگان از موسسه تحقیقات آب و خاک کشور، لایه های زمین شناسی و گسل

[1]. Multi-Criteria Decision Making
[2]. Digital Elevation Model

از سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، لایه های چاه و آبخوان از شرکت سهامی آب منطقه ای استان هرمزگان و اطلاعات جهت باد غالب از سازمان هواشناسی کشور بارگذاری شده است(شکل ۲). همچنین ضوابط زیست محیطی محل های دفن پسماندهای عادی به استناد ماده ۱۲ قانون و ماده ۲۳ آئین نامه اجرایی مدیریت پسماندها از سازمان محیط زیست سایت(www.doe.ir) تهیه شده است.

شکل۲: ساختار سلسله مراتبی و لایه های مورد نیاز برای مکانیابی دفن پسماند(منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۹)

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و روش گردآوری داده ها و اطلاعات اسنادی و مطالعات میدانی است. در این مطالعه بر اساس تجربیات جهانی، استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست و ارزیابی های تجربی از ۳۰ لایه اطلاعاتی در ٦ شاخص اجتماعی(شهر، روستا،جاده، خطوط انتقال نیرو، مکانهای باستانی و فرودگاه)، اقتصادی(نقاط صنعتی و نقاط معدنی)، زمین شناسی و خاکشناسی(جنس بستر سنگ، گسل، جنس خاک، حساس به فرسایش، مخروط افکنه و شیب)، زیست محیطی (کاربری اراضی و مناطق حفاظت شده)، هیدرولوژی و هیدروژئولوژی(رودخانه، آبهای زیرزمینی، چاه، آبخوان، خطرپذیری سیل و حوضه سد) و اقلیم(جهت باد غالب) برای مکانیابی دفن بهداشتی پسماند انتخاب گردید. همچنین در این مرحله باتوجه به معیارهای سازمان های مختلف و شرایط منطقه و نیز بررسی روشهای متنوع محققین، به تعیین حریم عوارض مختلف شهر، روستا، کاربری اراضی، منطقه حفاظت شده و... پرداخته شد و محدوده بیش از ۳۰ کیلومتر بعلت صرفه نبودن فاصله از مرکز شهر سیریک حذف گردید. برای انجام این پژوهش از نرم افزارArcGIS برای تصحیح و آماده سازی لایه ها که شامل تبدیل لایه های برداری به لایه رستری و همچنین با استفاده از تحلیل های مکانی در GIS و با روش های تحلیل سلسله مراتبی(AHP) به هر یک از شاخص های تاثیر گذار در محل دفن زباله و وزن دهی لایه های اطلاعاتی به ٤ معیار نامناسب، نسبتا مناسب، مناسب و کاملا مناسب طبقه بندی گردیدند. در مدل AHP ابتدا به تعیین وزن معیارها وسپس به مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارها و سرانجام بر اساس محاسبه اولویت نهایی گزینه ها تصمیم گیری صورت می گیرد. مقایسه و محاسبه وزنها با استفاده از مدلAHP در محیط نرم افزار ARCGIS انجام می شود، که به طور خودکار، نسبت سازگاری نیز محاسبه خواهد شد، و از طریق ادغام وزن های نسبی سطوح مختلف که این امر از طریق ضربهای متوالی ماتریس وزنها در هر سلسله مراتب انجام میشود و بر اساس تکنیک weighted-overlay لایه های وزن گذاری شده را هم پوشانی (روی هم گذاری) نموده تا مکانهای مناسب و غیرمناسب شناسایی گردد.

این روش از یک مقیاس اسمی ۹ کمیتی(Saaty, 1980) با مقادیر ۱ تا ۹ برای تعیین میزان اولویت های دو معیار بکارمی گیرد(جدول ۱).

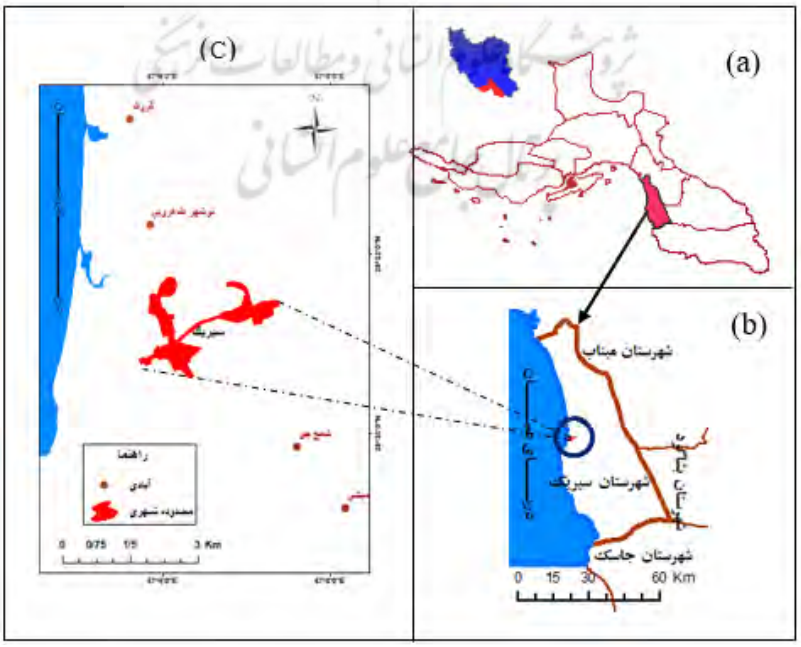
جدول۱ : مقایسه ۹ کمیتی توماس ال ساعتی برای مقایسه دودویی گزینه ها(Saaty, 1980)

تعریف	ترجیح یکسان	کمی مرجح	ترجیح بیشتر	ترجیح بیشتر	خیلی	کاملا مرجح	ترجیحات بینابین
امتیاز(شدت ارجحیت)	۰	۱،۳	۵	۷		۹	۸ ،٦ ،٤ ،۲

منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۹

محدوده مورد مطالعه

شهر سیریک در مجاورت دریای عمان و در شرق استان هرمزگان واقع شده است. این شهر مرکز شهرستان سیریک است و با مرکز استان(بندرعباس) ۱۸۵ کیلومتر فاصله زمینی دارد(شکل۱). شهرستان سیریک از شهرستانهای ۱۳ گانه استان هرمزگان است. این شهرستان در سال ۱۳۸٦ از شهرستان میناب تفکیک شده و به عنوان شهرستانی جدید به تقسیمات کشوری اضافه شده‌است. تا پیش از آن این شهرستان با نام بخش بیابان یکی از بخش‌های تابعه شهرستان میناب بود. مساحت شهرستان سیریک ۲۳۱۱/۷۳ کیلومتر مربع و طبق نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ جمعیت آن ٤٥٧۲۳ نفر که ۲٦/۷ درصد در نقاط شهری ساکن هستند که نسبت به استان از نرخ شهرنشینی پایینی برخوردار است. اما شهر سیریک که هدف این پژوهش است مساحت آن ۵/٦ کیلومتر مربع و جمعیت آن برابر ۵۱۳۷ نفر سرشماری شده است. میانگین رشد سالانه جمعیت شهر سیریک ٤/٤ درصد که نسبت به میانگین استان(۲/٤ درصد) از رشد جمعیت بالاتری برخوردار است. این شهر دارای ۲ بخش و ٤ دهستان است. گسترش شهر سیریک بصورت خطی و شمالی جنوبی در سواحل دریای عمان کشیده شده است. به لحاظ توپوگرافی بیشتر این شهر از توپوگرافی هموار و نسبتا هموار تشکیل شده و میانگین ارتفاع شهر ۱۰متر است.



شکل ۱: موقعیت شهرستان سیریک در استان (a) موقعیت شهر سیریک در شهرستان (b) و شهر سیریک (c)منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۹

با توجه به آمار ایستگاه تبخیرسنجی مازابی(متعلق به وزارت نیرو) که نزدیکترین ایستگاه به شهر سیریک است میانگین دمای سالانه سیریک ۲۷/۱ درجه سانتیگراد و میانگین بارندگی آن ۱۹۱/۲ میلیمتر اندازه گیری شده است. بر اساس سیستم طبقه بندی دمارتن گسترش یافته، شهرستان سیریک در اقلیم خشک بیابانی گرم قرار دارد.

یافته های تحقیق

استخراج معیارهای مکان دفن زباله

در این مطالعه به منظور تعیین مکان مناسب محل دفن مـواد زایـد جامد شهری، معیارهای مؤثر در مکانیابی محل دفن در قالـب ۳۰ لایه اطلاعاتی از دیدگاه مورفولوژیکی، زیست محیطی و اجتماعی–اقتصادی بر اساس روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) که از معروفترین فنون تصمیم گیری چند معیاره است، ارزیابی شدند. این روش ابزاری قدرتمند و انعطاف پذیر برای بررسی کمی و کیفی مسایل چند معیاری است و خصوصیت اصلی آن مقایسه دو به دو داده هاست. بر اساس روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی، با مقایسه دودویی معیارها وزن هر یک از معیارها محاسبه گردید که جمع جبری آنها برابر ۱ است. وزن ها با در نظر گرفتن بردار ویژه حاصل از مقایسات زوجی بـین معیارهـای مـاتریس مربعی متقارن حاصل گردید که نتایج آن در جدول ۲ درج شده است.

نتایج نشان می دهد در بین معیارهای اصلی، معیار فاصله از شهر، روستا و فاصله از مناطق حفاظت شده بترتیب با وزن ۰/۰٦٦۷ (٦/۷ درصد)، ۰/۰٦٦۱ (٦/٦ درصد) و ۰/۰۵۲۸ (۵/۳ درصد) بیشترین اهمیت را داراست. پـس از محاسـبه میـانگین هندســی، اســتخراج ضــرایب اهمیــت ماتریسها، وزن معیارها وسازگاری ماتریس انجام شد. نرخ سازگاری احتمال تولید تصادفی نسبت های ماتریس را نشان می دهد. نرخ سازگاری باید از ۰/۱ کمتر باشـد در غیـر اینصورت نیاز به تجدید نظـردر قـضاوتهـا وجـود دارد. در صـورتی کـه نـرخ سـازگاری از حـد آسـتانه کمتـر باشـد اوزان محاسباتی بر روی نقشه های فاکنور اعمال می شود. با توجه به محاسبات بعمل آمده برای شهر سیریک مقدار ۰/۰٦ بدست آمده است.

نتایج تحلیل مکانی دفن زباله با GIS و روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP)

پس از تعیین وزن معیارها برای انجام عملیات مکان یابی و رسیدن به مناطق مناسب جهت دفن پسماند، کلیه لایه های اطلاعاتی استاندارد سازی شده و با روش هم پوشانی منطقی، حریم ها و مناطق غیر قابل استفاده برای مکانیابی حذف و سپس با روش هم پوشانی ریاضی و دخالت وزن معیارها نقشه شایستگی نهایی بدست آمد. همچنین شعاع بیش از ۳۰ کیلومتر از مرز محدوده شهری به دلیل مقرون به صرفه نبودن حمل پسماند جامد، حذف گردید. در این پژوهش ۳۰ لایه اطلاعاتی بر اساس عوامل موثر و معیارهای زمین شناسی، هیدرولوژی، زیست محیطی، اقتصادی–اجتماعی و فنی در ٤ پهنه متفاوت کاملا مناسب با رنگ سبز، مناسب با رنگ آبی، نسبتا مناسب با رنگ نارنجی و بالاخره پهنه نامناسب با رنگ قرمز طبقه بندی و نقشه های مورد نظر۳۰ لایه اطلاعاتی تولید گردیدند(شکل ۲). بعلت تعداد زیاد نقشه ها (۳۰ نقشه) برخی از لایه هایی که در مکانیابی دفن پسماند تاثیرگذارتر هستند آورده شده است.

جدول ۲: وزن نهایی هر معیار بر اساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)

ردیف	ماتریس مقایسات	وزن نهایی	ردیف	ماتریس مقایسات	وزن نهایی
۱	فاصله از شهر	۰/۰٦٦۷	۱٦	فاصله از خطرپذیری سیل	۰/۰۲۸۰
۲	فاصله از روستا	۰/۰٦٦۱	۱۷	فاصله از زمین لغزش	۰/۰۲۷۱
۳	فاصله از مناطق حفاظت شده	۰/۰۵۲۸	۱۸	نفوذپذیری خاک	۰/۰۲۷۱
٤	فاصله از چاه	۰/۰٤۸۷	۱۹	حساس به فرسایش	۰/۰۲٦٤
۵	فاصله از آبخوان	۰/۰٤۷۰	۲۰	فاصله از سنگ های کارستی	۰/۰۲٦۱
٦	کاربری اراضی	۰/۰٤٦۳	۲۱	فاصله از گنبدهای نمکی	۰/۰۲۵۵
۷	فاصله از جاده اصلی	۰/۰٤۳۱	۲۲	شیب	۰/۰۲۵۲
۸	فاصله از خطوط انتقال نیرو	۰/۰٤۱۹	۲۳	فاصله از محل خطرات زلزله	۰/۰۲۵۰
۹	فاصله از رودخانه	۰/۰۳۸۹	۲٤	فاصله ازسازه های هیدرولیکی	۰/۰۲٤٤
۱۰	فاصله از حوضه سد	۰/۰۳۸۳	۲۵	فاصله از سواحل	۰/۰۲۳۸
۱۱	فاصله از شاخه های اصلی خشک	۰/۰۳٤۸	۲٦	فاصله از محل ذخائر معدنی	۰/۰۲۱۲
۱۲	فاصله از مخروط افکنه	۰/۰۲۹۳	۲۷	فاصله از محل صنایع	۰/۰۲۷۰
۱۳	فاصله از محل تغذیه آبهای زیرزمینی	۰/۰۲۹۳	۲۸	فاصله از مکانهای باستانی و تاریخی	۰/۰۲۰۳
۱٤	زمین شناسی	۰/۰۲۸۷	۲۹	فاصله از فرودگاه	۰/۰۱۹۸
۱۵	فاصله از گسل	۰/۰۲۸۱	۳۰	جهت باد غالب	۰/۰۱۹۳

نرخ ناسازگاری=۰/۰٦

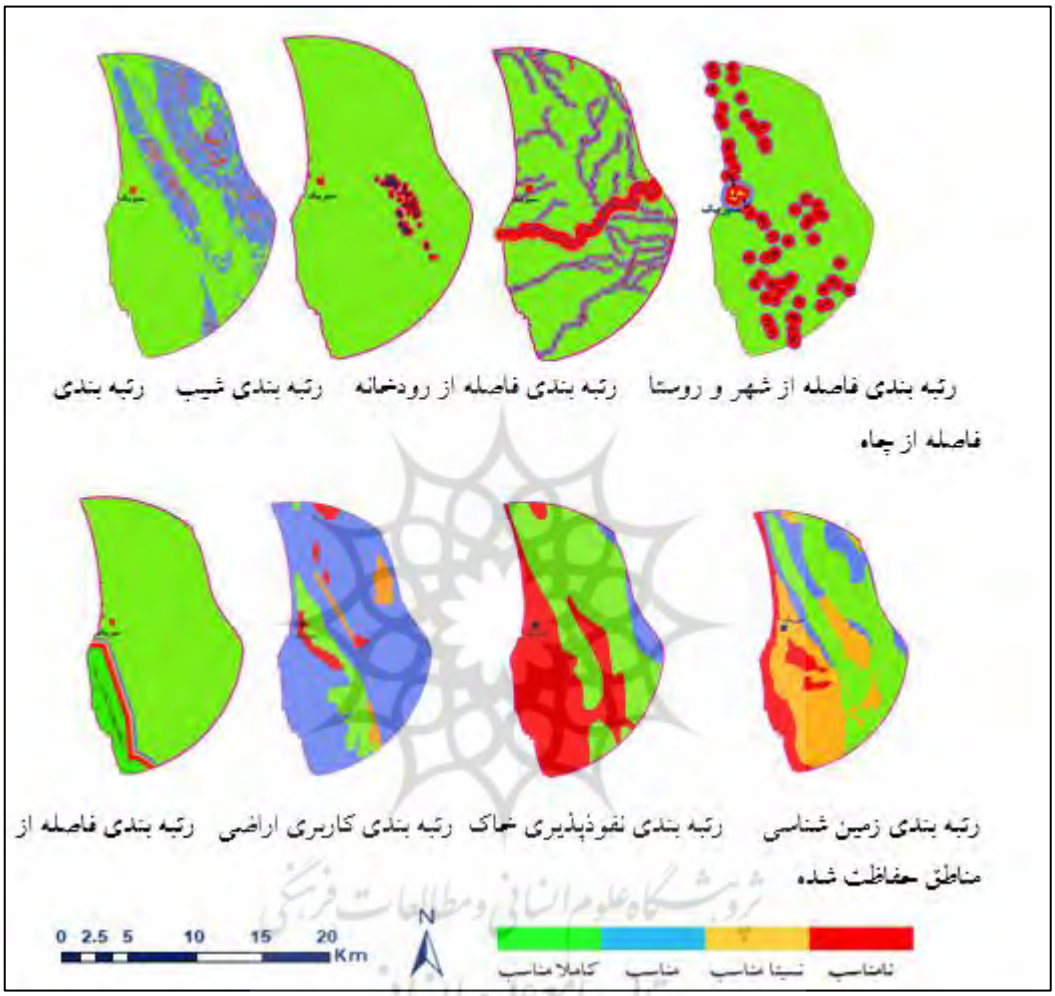
منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۹

پس از تعیین پهنه های مورد نظر با استفاده از تحلیل های مکانی سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS) و از دستور روی هم گذاری لایه ها و روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP) مکانهای دفن مناسب شناسایی شدند.

به منظور درک آسان مقیاس ها، از روش طبقه بندی فاصله مساوی برای تقسیم پهنه ها استفاده شد و مقادیر دفن زباله منطقه مورد مطالعه در چهار طبقه قرار گرفتند. نتایج نشان می دهد که از مجموع هکتار ۱٤۱۵٤۵/۳ هکتار در حدود ۳/۷ درصد از اراضی برای دفن زباله مناسب هستند.

پهنه های رنگ قرمز نشان دهنده نامناسب ترین مکان ها برای دفن پسماندها بوده و در این پهنه ها انتخاب مکان دفن زباله ممنوع می باشد. مکان های ممنوعه دفن زباله عمدتا در نواحی جنوبی و مرکزی و در حدود ٦٦/٦ درصد(۹٤۳۰۰/۵ هکتار) مساحت محدوده مورد مطالعه را دربر گرفته است. این پهنه ها منطبق بر نفوذپذیری زیاد، فرسایش شدید، گسترش آبخوان ها و چاهها، شاخه های اصلی خشک رودخانه ها و سکونتگاه های شهری و روستایی بوده است. پهنه های نسبتا مناسب با رنگ نارنجی حدود ۲۹/۷درصد (٤۲۰۹٦/۲ هکتار) و اغلب بخشهای شمالی محدوده را در بر می گیرد و پهنه مناسب با رنگ آبی ۲/۵درصد (۳۵۲۰/۵ هکتار)در بخشهای شمالی محدوده و بالاخره پهنه کاملا مناسب با رنگ سبز برابر ۱/۲درصد (۱٦٤۸/۵هکتار) که بصورت لکه های کوچکی در شمال

محدوده مورد مطالعه گسترش دارد. بنابراین این مطالعه نشان داد که ۵۱۶۹ هکتار از منطقه مورد مطالعه با در نظر گرفتن عوامل مورفولوژیکی، زیست محیطی و اجتماعی–اقتصادی می تواند برای مکان های دفن زباله بسیار مناسب در نظر گرفته شود(شکل ۳).

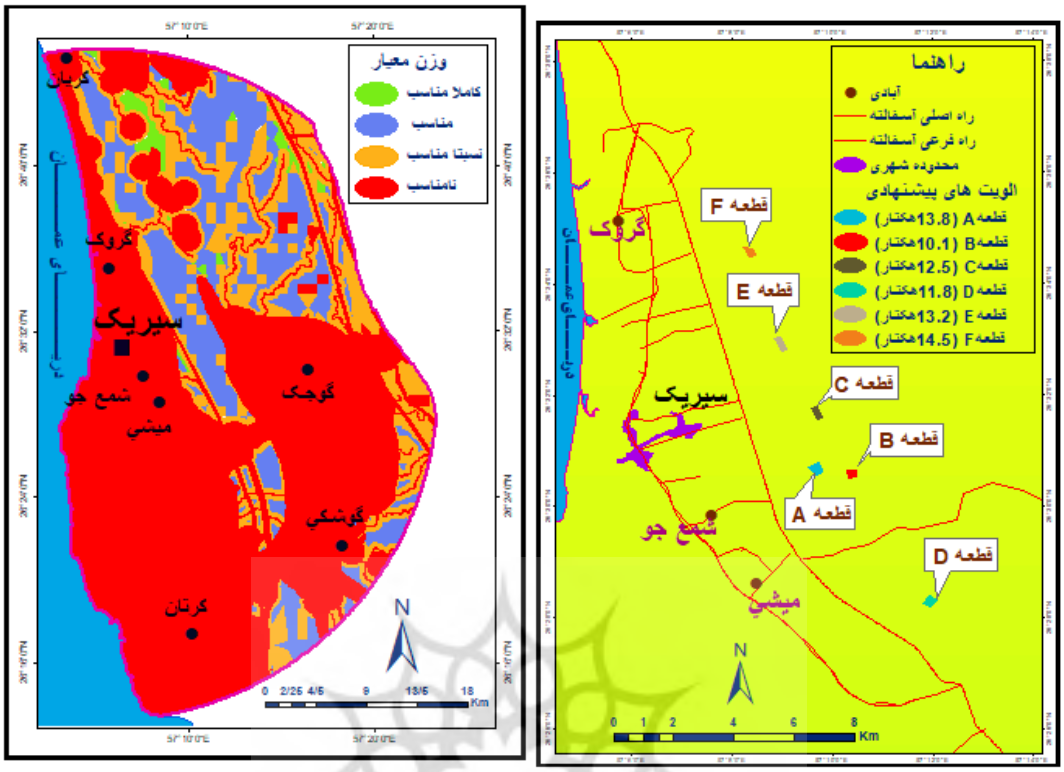


شکل ۲: رتبه بندی شاخص های موثر در مکانیابی لندفیل

منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۹

رتبه بندی و انتخاب مناسب ترین مکان دفن زباله در چشم انداز ۱٤۲۰

در مرحله نهایی که انتخاب مناسب ترین مکان برای دفن پسماند است با تلفیق لایه ها و با اعمال وزن هرلایه در محیط GIS، مکان های مناسب احداث لندفیل به دست آمد در این راستا ٦ سایت دفع و دفن بهداشتی پسماند به همراه مساحت آنها حاصل شد که با حروف A تا F مشخص شده اند. برای کنترل صحت و دقت نقشه نهایی نیز، با استفاده از GPS کنترل زمینی صورت گرفت که موید دقت مناسب مدل به کار رفته می باشد(شکل ٤).



شکل۳: الویت بندی مکان های بهینه دفن زباله **شکل٤: مناسب ترین مکان های دفن**

منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۹

زباله شهر سیریک

در تحلیل های مکانی محل دفن پسماند پس از تعیین سایت های پیشنهادی دفن زباله، بررسی کفایت فضای مورد نیاز در توسعه آتی بسیار حائز اهمیت است. معمولا زمین مورد نیاز دفن زباله به دلیل تغییرات جمعیتی برای یک دوره حداقل ۲۰ ساله در نظر گرفته شود. طبق تحقیقات انجمن علمی آمریکا(APA) برای بدست آوردن سطح زمین قابل دسترس برای دفن بهداشتی زباله رابطه تجربی زیر ارایه شده است:

رابطه ۱)
$$V = \frac{R}{D}\left(1 - \frac{P}{100}\right) + CV$$

در این رابطه: V= حجم مورد نیاز برای دفن مواد به ازای هر نفر در سال به مترمکعب، R= سرانه تولیدزباله هر نفر در سال، R= سرانه تولید زباله هر نفر در سال، D=دانسیته(تراکم) متوسط زباله، P=درصد کاهش حجم زباله در اثر فشردگی، CV=حجم خاک پوششی مورد نیاز(مترمکعب)

بر اساس رابطه ۱ و اطلاعات کسب شده از بخش خدمات شهرداری سیریک و با اعمال افق جمعیتی برای بازه زمانی ۲۲سال و تا سال ۱٤۲۰ (جمعیت ۲۱۷۷۵ نفر) فضای مورد نیاز برای دفن پسماند ۱۰/۱ هکتار و با احتساب ٦ درصد فضای اضافی برای تأسیسات معادل ۱۰/۷۱ هکتار زمین مورد نیاز است.

نتیجه گیری و دستاورد علمی پژوهشی

انتخاب محل دفن زباله از تصمیمات مهم و دشوار تلقی می گردد که پیچیدگی زیادی در توازن دیدگاه های مورفولوژیکی، زیست محیطی و اجتماعی- اقتصادی دارد. مدیریت نادرست دفع پسماند می تواند آسیب جدی به

کیفیت محیط زیست و سلامت انسان وارد کند. از آنجا که محل فعلی دفن زباله ی شهر سیریک غیربهداشتی و بصورت روباز، سوزاندن و تلنبار کردن دفع می شود و از طرفی نیز جوابگوی زباله های تولیدی نیست، از اینرو در این پژوهش تلاش شده است با استفاده از عوامل موثر و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) و فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) که از معروفترین فنون تصمیم گیری چند معیاره است، مکان جدید و مناسبی را برای دفن زباله شهر سیریک انتخاب کرد. در این مطالعه ۳۰ لایه اطلاعاتی تاثیرگذار جهت دفن پسماند بر اساس ٦ شاخص زمین شناسی و خاکشناسی، هیدرولوژی، اقلیم، زیست محیطی، اقتصادی واجتماعی در محیط GIS پردازش گردید، سپس از روش AHP برای تعیین اهمیت نسبی معیارها با یکدیگر و برای ارزیابی مناسب بودن زمین از روش ساده وزن گیری افزودنی استفاده گردید. نتایج نشان می دهد در بین معیارهای اصلی، معیار فاصله از شهر، روستا و فاصله از مناطق حفاظت شده بترتیب بیشترین اهمیت را در مکانیابی دفن پسماند داشتند.پس از تعیین وزن معیارها و استاندارد سازی لایه های اطلاعاتی نقشه شایستگی نهایی حاصل شد. شعاع بیش از ۳۰ کیلومتر از مرز محدوده شهری به دلیل مقرون به صرفه نبودن حمل پسماند جامد، حذف گردید. با استفاده از روش طبقه بندی فاصله مساوی برای تقسیم پهنه ها، لایه های اطلاعاتی در چهار طبقه متفاوت کاملا مناسب با رنگ سبز، مناسب با رنگ آبی، نسبتا مناسب با رنگ نارنجی و بالاخره پهنه نامناسب با رنگ قرمز تقسیم بندی و نقشه های مورد نظر۳۰ لایه اطلاعاتی تولید گردیدند. نتایج نشان می دهد که از مجموع هکتار ۱٤۱٥٤٥/۳ هکتار در حدود ۳/۷ درصد از اراضی برای دفن زباله مناسب ارزیابی شد.در مرحله نهایی که انتخاب مناسب ترین مکان برای دفن پسماند است با تلفیق لایه ها و اعمال وزن هرلایه مکان های مناسب احداث لندفیل شناسایی شدند در این راستا ٦ سایت دفع و دفن بهداشتی پسماند به همراه مساحت آنها تعیین شد که با حروف A تا F بر روی نقشه مشخص شده اند. برای کنترل صحت و دقت نقشه نهایی، با استفاده از GPS کنترل زمینی صورت گرفت که موید دقت مناسب مدل به کار رفته می باشد. برای کفایت فضای مورد نیاز در توسعه آتی و تا سال ۱٤۲۰ معادل ۱۰/۷۱ هکتار زمین برای دفن پسماند مورد نیاز است.

منابع

Al-Anbari, M.A., AL-Ansari, N., Jasim, H.K., (2014). GIS and multicriteria decision analysis for Landfill site selection in Al-Hashemiyah Qadaa. Nat. Sci., 6, 282–304.

Alfaia, R.G. de S.M., Costa, A.M., Campos, J.C., (2017). Municipal solid waste in Brazil: A review. Waste Management & Research 35(12), 1195–1209.

Allesch, A., Brunner, P.H., (2014). Assessment methods for solid waste management:A literature review. Waste Manag, Res. 32(6).1-13.

Araiza Aguilar, J. A., Nájera Aguilar, H.A., Gutiérrez Hernandez, R.F., Rojas Valencia, M.N., (2018). Emplacement of solid waste management infrastructure for the Frailesca Region, Chiapas, México, using GIS tools. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences, 21, 391–399.

Ayaim, M.., Fei-Baffoe, B., Sulemana A., Miezah K., Adams,F., (2019). Potential sites for landfill development in a developing country:A case study of Ga South Municipality, Ghana. Heliyon, 5, 1–8.

Barakat, A., Hilali, A., Baghdadi, M.El, Touhami, F., (2017). Landfill site selection with GISbased multi-criteria evaluation technique. A case study in Beni Mellal-Khouribga Region, Morocco.

Environ. Earth Sci., 76 (12), 413.
Chabuk, A., Al-Ansari, N., Hussain, H.M., Knutsson, S., Pusch, R., (2016). Landfill site selection using geographic information system and analytical hierarchy process: a case study Al-Hillah Qadhaa, Babylon, Iraq. Waste Manag. Res., 34 (5), 427–437.
Demesouka, O.E., Anagnostopoulos, K.P., Siskos, E., (2019). Spatial multicriteria decision support for robust land-use suitability: the case of landfill site selection in Northestern Greece. Eur. J. Oper. Res., 272 (2), 574–586.
Kajjumba GW, Aydın S and Güneysu S., (2018). Adsorption isotherms and kinetics of vanadium by shale and coal waste. Adsorption Science and Technology, 36, 936–952.
Kapilan, S., Elangovan, K., (2018). Potential landfill site selection for solid waste disposal using GIS and multi-criteria decision analysis (MCDA). J. Cent. South Univ., 25 (3), 570–585.
Karimi, H., Amiri, S., Huang, J., Karimi, A., (2018). Integrating GIS and multi-criteria decision analysis for landfill site selection, case study: Javanrood County in Iran. Int. J. Environ. Sci. Technol., 16, 7305–7318.
Khan, M.M.U.H., Vaezi, M., Kumar, A., (2018). Optimal siting of solid waste-to-value-added facilities through a GIS-based assessment. Sci. Total Environ., 610–611, 1065–1075.
Khodaparast, M., Rajabi, A.M., Edalat, A., (2018). Municipal solid waste landfill siting by using GIS and analytical hierarchy process (AHP): a case study in Qom city, Iran. Environ. Earth Sci., 77 (2), 52.
Menikpura SNM, Sang-Arun J and Bengtsson M., (2013). Climate co-benefits of energy recovery from landfill gas in developing Asian cities: A case study in Bangkok. Waste Management and Research, 31, 1002–1011.
Ayaim M.KM., Fei-Baffoe, B., Sulemana. A., Miezah, K., Adams, F., (2019). Potential sites for landfill development in a developing country: A case study of Ga South Municipality, Ghana. Heliyon, 5, 1-8.
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 (1–4), 491–500.
Nizami, AS., Shahzad, K., Rehan, M., et al., (2017). Developing waste biorefinery in Makkah: A way forward to convert urban waste into renewable energy. Applied Energy, 186, 189–196.
Osra, F. A., Kajjumba, G.W., (2019). Landfill site selection in Makkah using geographic information system and analytical hierarchy process. Waste Management & Research, 1–9.
Owusu-Nimo, F.Oduro-Kwarteng, S., Essandoh, H.,Wayo, F.,Shamudeen, M., (2019). Characteristics and management of landfill solid waste in Kumasi, Ghana. Scientific African,. 3, 1-8.
Rehan M, Gardy J, Demirbas A, et al., (2018). Waste to biodiesel: A preliminary assessment for Saudi Arabia. Bioresource Technology, 250, 17–25.
Saaty, T., (1980). The analytic hierarchy process: planning, priority setting, and resource allocation. NewYork/London: McGraw-Hill International, Book Co, p: 84.
Spigolon, L.M., Giannotti, M., Larocca, A.P., Russo, M.A., Souza, N.D.C., (2018). Landfill siting based on optimisation, multiple decision analysis, and geographic information system analyses. Waste Manag. Res. 36 (7), 606–615.
Sulemana, A., Donkor, E.A., Forkuo, E.K., Oduro-Kwarteng, S., (2019). Effect of optimal routing on travel distance, travel time and fuel consumption of waste collection trucks, Manag. Environ. Qual. Int. J., 30 (12).
Uyan, M., (2014). MSW landfill site selection by combining AHP with GIS for Konya, Turkey. Environ. Earth Sci., 71 (4), 1629–1639.
Yesilnacar, M.I., Cetin H., (2005). Site selection for hazardous wastes: a case studyfrom theGAP Area, Turkey, Eng. Geol., 81 (4), 371–388.