ارزیابی تناسب زمین جهت بهینه‌یابی دفن پسماند شهری با تاکید بر فاکتورهای طبیعی (نمونه موردی: شهر جغتای)

ابراهیم تقوی مقدم*، استادیار جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
زهرا پوریان، کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور مشهد، مشهد، ایران
محمدعلی زنگنه اسدی، دانشیار، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
ابراهیم امیری، استادیار، گروه جغرافیا، دانشگاه فرهنگیان، خراسان شمالی، بجنورد، ایران

مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۴ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۲۱

چکیده

در ایران روزانه بالغ بر۴۸ هزار تن پسماند تولید می‌شود (سه برابر استاندارد جهانی)؛ که هر روز هزینهٔ هنگفتی را بر مخارج شهرداری‌ها تحمیل می‌کند. ارتقاء بخش جغتای به شهرستان در سال ۱۳۸۶، افزایش جمعیت شهری و به تبع آن تولید پسماند را در پی داشت؛ از سوی دیگر منطقه مورد مطالعه بر روی رسوبات آبرفتی بسیار حاصلخیز دشت جوین-جغتای قرار دارد، لذا نیازمند بهینه یابی سایت دفن پسماند در مناسب‌ترین محدوده هستیم تا کمترین ضرر را به محیط زیست گیاهی، جانوری و انسانی وارد نموده و از نظر فاکتورهای اقتصادی، کاربری، و دسترسی در نقطه ایده آلی قرار داشته باشد. در این تحقیق با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، زمین شناسی، آمار و اطلاعات اقلیمی و جمعیتی و هیدورولوژیکی و تصاویر ماهواره‌ای، پایگاه داده‌های مکانی (Geodatabase) در نرم افزار ARC.Map .10.5 طراحی، لایه‌های رقومی ۱۱ فاکتور تاثیرگذار در زیر شاخه‌های ژئومورفولوژیکی، زمین شناسی، هیدرواقلیم، زیست محیطی و دسترسی ساخته شد. در ادامه با نظرسنجی از متصصان و صاحب‌نظران شهری، به معیارها وزن‌های مناسب و شایسته اعطا و در نهایت با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بهترین عرصه‌ها برای دفن پسماند پیشنهاد شد. با تحلیل داده‌های جمعیتی مشخص شد با توجه به نرخ رشد جمعیت در خلال سال‌های ۸۵-۹۵، جمعیت شهر جغتای در سال ۱۴۱۵ به ۱۷۰۳۰نفر خواهد رسید و در این بازه زمانی ۴۳۸۰۰ تن زباله تولید خواهد شد. لذا محدوده‌ای به وسعت ۲ هکتار برای دفن زباله نیاز است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد ۴۳ کیلومتر مربع از بخش مرکزی جغتای مناسب برای ایجاد سایت دفن پسماند می‌باشد. که از این میان مناطق پایین دست روستاهای دستوران و جبله بهترین اراضی بدین منظور معرفی می‌گردد، همچنین با توجه به دسترسی مناسب، حاشیه جنوب غربی شهر جغتای مناسب برای دپوی موقت زباله، احداث واحد تفکیک پسماند و یا واحد تولید کمپوست می‌باشد.

کلمات کلیدی: جغتای، دفن پسماند، بهینه یابی، تحلیل سلسله مراتبی

نویسنده مسئول: ابراهیم تقوی مقدم، استادیار جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران e.taghavi@hsu.ac.ir

مقدمه

شهر فضایی پیچیده است که تمام اجزای آن به صورت سیستماتیک در ارتباط نزدیک با یکدیگر می‌باشند، به طوری که ایجاد اختلال در هرکدام از اجزای این مجموعه باعث ایجاد اشکال در کل سیستم می‌شود. (عبدلی، ۱۳۷۹). پسماندهای شهری یکی از همین اجزای شهر می‌باشد که عدم توجه به آن می‌تواند چشم انداز واحد شهری را تحت تاثیر خود قرار دهد. افزایش بی رویه جمعیت در شهرها باعث تولید انواع پسماندهای شهری شده است در نتیجه آن چه امروز تبدیل به یک دغدغه در محیط زیست شهری گردیده چگونگی دفع و معدوم سازی پسماندهای شهری است (عبدلی، ۱۳۷۹) .

یکی از مسائل و معضلات مهم زیست محیطی که اکثر شهرهای کشور با آن روبرو هستند، مدیریت مواد زائد شهری، صنعتی، درمانی و مواد زائد خطرناک می‌باشد (سرتاج و همکاران ۱۳۸۶). مدیریت مواد زائد عبارت است از مجموعه‌ای از مقرّرات منسجم و هماهنگ درزمینه‌ی کنترل تولید، ذخیره و یا جمع آوری، حمل ونقل، پردازش و دفع مواد زائد که منطبق بر بهترین اصول بهداشتی، اقتصادی، زیباشناختی و سایر الزامات زیست محیطی و مطلوبهای عمومی باشد (شمس خرم آبادی و پور زمان ۱۳۸۵، Xue et al. 2010). از جمله مراحل مدیریت پسماند کاهش، بازیافت و تبدیل زائدات به مواد قابل استفاده می‌باشد (سازمان مدیریت و برنامه ریزی، ۱۳۸۰). لذا انتخاب محل دفن مناسب برای پسماندها مهمترین مرحله در مدیریت مواد زائد می باشد (Sener et al. 2006) . انسانها بر محیط تاثیر گذاشته و از نتایج و پیامدهای آن متاثر می‌شوند این بیانگر رابطه متقابل انسان و محیط است، امروزه با افزایش شدید جمعیت و بالتبع افزایش پسماند و آلودگی شدید محیط زیست ، تحت تاثیر فعالیت‌های انسان انتخاب مناطق مناسب جهت دفن بهداشتی پسماند امری الزامی است؛ دفن بهداشتی عبارت است از روشی که درآن مواد زائد با لایه‌های مناسب روی زمین پخش شده و سپس به خوبی فشرده می‌گردد(سعید نیا، ۱۳۸۷).

در ایران روزانه بالغ بر ۴۸ هزار تن پسماند تولید می‌شود که هر روز هزینهٔ هنگفتی را بر مخارج شهرداری‌ها تحمیل می‌کند. از روش‌های دفع مواد زائد می‌توان به: دفن بهداشتی، پسماند سوزی، کمپوست وتهیه کود آلی اشاره نمود؛ با وجود اینکه بیش از ۶۰ سال از دفن بهداشتی می‌گذرد این روش همچنان غالب‌ترین روش برای دفع مواد زاید در جهان به شمار می‌آید این واقعیت که که نظام مدیریت مواد زائد شهری در ایران در شرایط به نسبت بحرانی و به دور از وضعیت مطلوب قرار دارد بر کسی پوشیده نیست. با افزایش تولید پسماند و تاثیرات زیست محیطی آنها بر زمین مفهوم دفع پسماند در ساختار برنامه ریزی شهرداری، تغییر و تحول اساسی پیدا کرد به نحوی که یک سری قوانین ومقررات زیست محیطی نیز در دفع پسماند مطرح گردید (عبدلی، ۱۳۸۰). در سالهای اخیر مکان یابی دفن پسماند در طرح‌های جامع شهری انجام می‌شد ولی به دلیل اهمیت موضوع، مکانیابی دفن پسماند در غالب ((طرح جامع پسماند)) در دستورالعمل شهرداری‌های کل کشور قرار گرفته است (عبدلی وجلیلی قاضی، ۱۳۸۶). برخی از مراکز تولید پسماند در شهرها مانند بیمارستان‌ها به دلیل دارا بودن ترکیبات آلاینده و مخاطره آمیز زیست محیطی در سیستم مدیریت مواد زائد از اهمیت خاصی برخوردار هستند. یکی از مهمترین مراحل مطالعاتی به موازات طراحی مدفن پسماند، عوامل مکان یابی و یافتن محل مناسب دفن پسماند است معیارهای متعددی در انتخاب محل دفن پسماند دخالت دارند. مکان یابی محل مناسب برای دفن پسماند از ضروریات طرح‌های توسعه شهری است، به صورتی که در ایالات کبک کانادا، چاتانونگا، واشنگتن، برتلند، ماساچوست امریکا، مدیریت و مکان یابی صحیح محل دفن مواد زائد جامد به عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار محسوب می‌شود (نادری، ۱۳۹۰).

شهر جغتای واقع در شمال غربی استان خراسان رضوی است که طبق آخرین سرشماری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵ با جمعیتی معادل ۹۲۶۸ نفر در منطقه شهری، روزانه به طور متوسط ۶ تن پسماند تولید می‌کند، این شهرهم اکنون فاقد یک جایگاه بهداشتی مواد زائد جامد شهری است. با توجه به افزایش روز افزون جمعیت و در نتیجه گسترش و توسعه شهر جغتای در نظر گرفتن

عوامل و پارامترهای مختلف موثر در انتخاب مکان دفن پسماند ضروری است از سوی دیگر با توجه به زهکش کردن آب‌های سطحی به سمت مناطق مرکزی دشت جوین جغتای، آبهای زیرزمینی به شدت تحت تاثیر آلودگی قرار و منابع آب شرب شهر نقاب در معرض آلودگی ناشی از شیرابه‌های دفن زباله می‌باشد که ممکن است مقادیر متنابهی از عناصر سمی چون پتاسیم، آرسنیک، منیزیم و کلسیم با غلظت بالا باشد.

در کشورهای پیشرفته مدتهای مدیدی است که از GIS در زمینه مکانیابی برای دفن پسماند استفاده شده (Kontos & Komilis, 2005) و مطالعاتی صورت گرفته است از جمله: در سال ۱۹۹۲ ویلیام هندریکس و دیود بایکلی در پژوهشی با عنوان کاربرد GIS در مکان یابی محل دفن پسماند در ایالت ورمونت امریکا، منطقه‌ای ۲۱۰ هکتاری را از لحاظ شاخص های فیزیکی و اقتصادی چون خاک مناسب، عمق سنگ مادر خاک، کاربری زمین و.. مورد ارزیابی قرار داده و مکان مناسب را در ناحیه mad شنا سایی کردند. شریفی و وانو ستن با استفاده از آنالیز چند معیاره مکانی و با استفاده از GIS اقدام به مکانیابی دفن پسماند در شهر سین چینا واقع در کشور کلمبیا نمودند آنها با در نظر گرفتن پارامترهایی نظیر شیب، زمین لغزش، نفوذپذیری خاک و فاصله از شهر، با استفاده از روش بولین و آنالیز چند معیاره، به نتایج کاربردی قابل قبولی دست یافتند(Sharifi and Vanwesten, 1997). جان بنت در سال ۲۰۰۴ گزارشی حاکی از پیشرفت سیستم اطلاعات جغرافیایی و کاربرد آن در شهر رم، از جمله مدیریت و دفن مواد زائد جامد را ارائه داده است (bennet,2005). در سال ۲۰۰۲واستاوا و ناسوات در پژوهشی با عنوان مکان یابی محل دفن پسماند در اطراف شهر رانسی با استفاده از RS, GIS با در نظر گرفتن معیارهای مانند زمین شناسی، گسل‌ها، شیب زمین، نوع سنگ مادر و خاک، آب‌های سطحی و عمق آب زیر زمینی، مراکز شهری، شبکه ارتباطی موجود، فاصله از فرودگاه و... با استفاده از این سیستم و وزن دادن به شاخص‌ها از طریق مقایسه زوجی ۵ محل مجزا در اندازه‌های مختلف را برای مدفن پسماند این شهر ۸۰۰ هزار نفری انتخاب کردند (vastava and nathawat,2003).Jamshidi ۲۰۱۱ به ارزیابی و مدیریت پسماند شهر سراب پرداخته است. Vasiljevic با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی به پهنه بندی اراضی صربستان و منطقه Serem پرداخته و ۸۲٪ از منطقه یاد شده را برای دفن زباله نامناسب معرفی می‌کند. Karasan و همکاران ۲۰۱۹ با استفاده از روش fuzzy –ahp اقدام به ارزیابی تناسب زمین جهت دفن پسماند برای شهر استانبول ترکیه نمودند و این روش کارا و مناسب معرفی کردند. and Aksoy san ۲۰۱۹ با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDA) اقدام به تعیین محل دفن پسماند شهری برای ۳۵ سال آینده نموده‌اند.

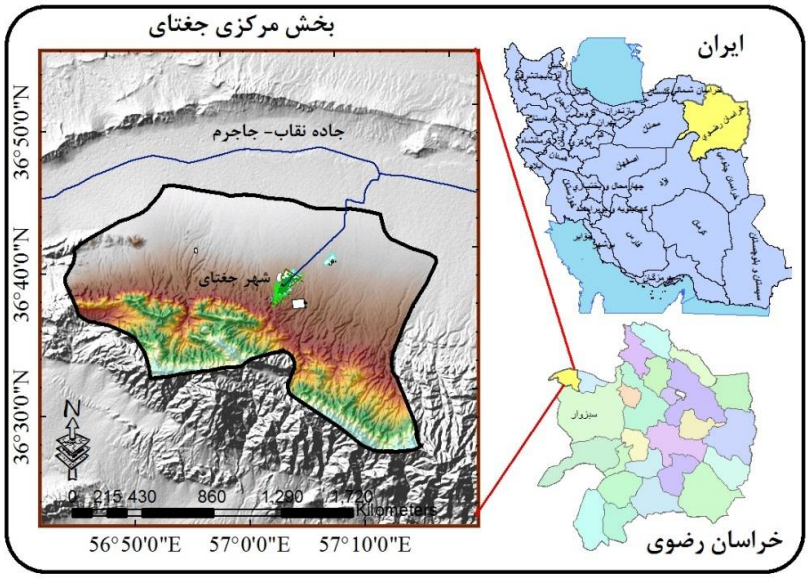
در ایران نیز تحقیقات متنوعی درزمینه مکانیابی‌ها به خصوص دفن پسماند انجام گرفته است ازجمله امینی، با روشهای تحلیلی مختلف در به مکانیابی محل دفن پسماند در شهر ساری پرداخته است. وی در این تحقیق از دو روش بولین و فازی استفاده کرده است (امینی، ۱۳۸۵). در مورد مکان یابی دفن پسماند از اولین و کاملترین مطالعات در ایران پایان نامه آقای حیدر زاده ۱۳۷۹در مورد مکان یابی مناطق مناسب برای دفن پسماند با استفاده از GIS، با راهنمایی آقای احمد بادکوبی می‌باشد که با استفاده از دو روش WLC و عملگر OWA منطق فازی وتلفیق این دو روش در محیط GIS به بررسی زمین‌های مناسب برای دفن پسماند پرداخته است. در سال ۱۳۸۱ سیامک نیچلیان در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی مراکز جمع آوری و تفکیک پسماند با استفاده از GIS در منطقه ۲۲ تهران با شناسایی کاربرهای خدمات عمومی در منطقه، مانند تجهیزات شهری، خدمات شهری و عمومی، معیارهای چون شیب زمین، اهمیت معماری و باستانی، اکولوژی طبیعی حساس، مالکیت، نظام تفکیک قطعات را به کار گرفته و با حذف این نقاط حساس در میان محل‌های بازمانده گزینه‌های دارای بیشترین اهمیت را شناسایی کرد (نیلچیان،۱۳۸۱). عزت الله قنواتی و ولی سرخی در سال ۱۳۸۵ در پژوهشی با عنوان مکانیابی محل بهداشتی مواد زائد شهری با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در منطقه آبدانان استان ایلام انجام دادند که با شناسایی عواملی مانند سنگ‌شناسی، شیب، فاصله از گسل،کاربری،

فا صله از شبکه ارتباطی و ... مناطق بهینه جهت دفن پسماند را شنا سایی کردند که این مناطق دارای شرایط منا سب جهت دفن بودند (قنواتی و سـرخی، ۱۳۸۵). خورشـید دوسـت،علی وهمکار .۱۳۸۷. بازفرایند تحلیل سـلسـله مراتبی (AHP) جهت انتخاب مکان بهینه دفن پسماند (مطالعه موردی شهر بناب استفاده نمودند. قنواتی و همکاران ۱۳۹۰ با استفاده از روش‌های تصمیم گیری چند معیاره پهنه‌های مناسب برای دفن پسماند شهری سبزوار تعیین نموده و نواحی جنوبی شهر سبزوار را مناسب برای دفن پسماند منا سب دانشته‌اند. سپهر و همکاران ۱۳۹۳ مناطق مستعد برای دفن پسماند شهر مشهد را با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک اولویت‌بندی نموده و با استفاده از روش AHP و TOPSIS بهترین پهنه‌ها برای دفن پسماند را معرفی نموده است. احمدی ۱۳۹۶ بهترین موقعیت‌ها برای دفن پسماند شهری زنجان را با استفاده از تصمیم گیری چند متغیره (MCA) تعیین نموده است. پور احمد و همکاران ۱۳۹۷ با استفاده از GIS و سامانهٔ what if? بهترین پهنه‌ها برای دفن پسماند شهر اردبیل را معرفی نموده‌اند. احمدی و بهارلو ۱۳۹۸ به منظور دفن پسماندهای الکترونیکی در ایتان قم از روش‌های Fuzzy و AHP استفاده نموده و فقط ۷٪ از مساحت استان قم را برای دفن بهداشتی پسماندهای الکترونیکی که دارای مقادیر عناصر سمی چون کادیوم، سرب و روی هستند، مناسب می‌دانند.

هدف از انجام پژوهش حاضر شنا سایی و معرفی بهترین مکان برای دفن بهدا شتی و پایدار پسماندهای شهر جغتای با ا ستفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سیستم تحلیل سلسله مراتبی AHP با ا ستفاده از پارامترهای تاثیرگذار مانند فاکتورهای ژئومورفولوژیکی، زمین شناسی، هیدرواقلیم، کاربری و دسترسی می‌باشد.

معرفی منطقه مورد مطالعه

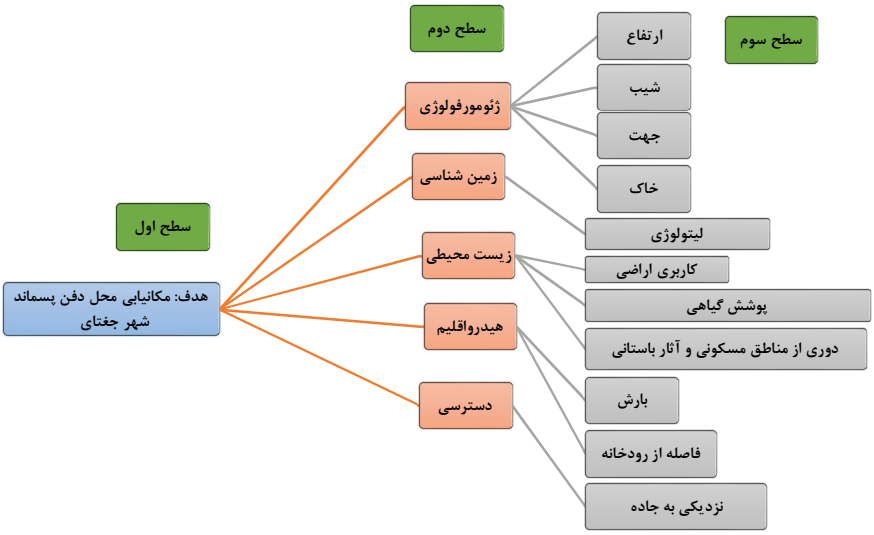
محدوده انتخابی در این تحقیق بخش مرکزی شـهرسـتان جغتای اسـت که در چهارگوش مختصـاتی عرض جغرافیای ´۳۶º۲۶ و ´۳۶º۴۷ و طول جغرافیایی ´۵۶º۴۵ و ´۵۷º۱۵ قرار دارد. (شـکل۱). این منطقه در دامنه شـمالی رشـته کوه جغتای و بخشـی از دشت سلطان‌آباد – جوین (جغتای) است. رودخانه‌های کمایستان، فریمانه، ابوچناری و کهنه در این محدوده به صورت فصلی جریان داشته و مخروطه افکنه‌های عظیم و حاصلخیزی را بوجود آورده است. این رودخانه‌ها پس از پیوستن به کال شور جاجرم به پلایای مزینان منتهی می‌گردند. بلندترین قسـمت منطقه کوه گر با ارتفاع ۲۹۲۴ متر در قسـمت جنوب شـهر جغتای واقع شـده است و کمترین ارتفاع منطقه در حوالی روستای شفیع آباد با ارتفاع ۹۱۵ متر می‌باشد. این منطقه در تقسیمات اقلیمی کشور جز اقلیم فلات مرکزی و نیمه بیابانی است که در زمستان نسبتاً سرد و در تابستان گرم و خشک است، میانگین حداقل سالانه دما در شـهر جغتای برابر با ۱۰,۶۳ – درجه سـانتی گراد می‌باشـد. بر این اسـاس خنک‌ترین ماه دی ماه با ۸,۸ درجه سـانتیگراد دما و گرمترین ماه سال تیر ماه با ۲,۳۲ درجه سانتیگراد دما می‌باشد. باد غالب منطقه شرق و جنوب شرقی است که خشکی را برای منطقه به همراه دارد، که به باد نیشابور موسوم است و باد گرگان که از قسمت غربی می‌وزد و تقریبا مرطوب است.



شکل (۱): نقشه منطقه مورد مطالعه

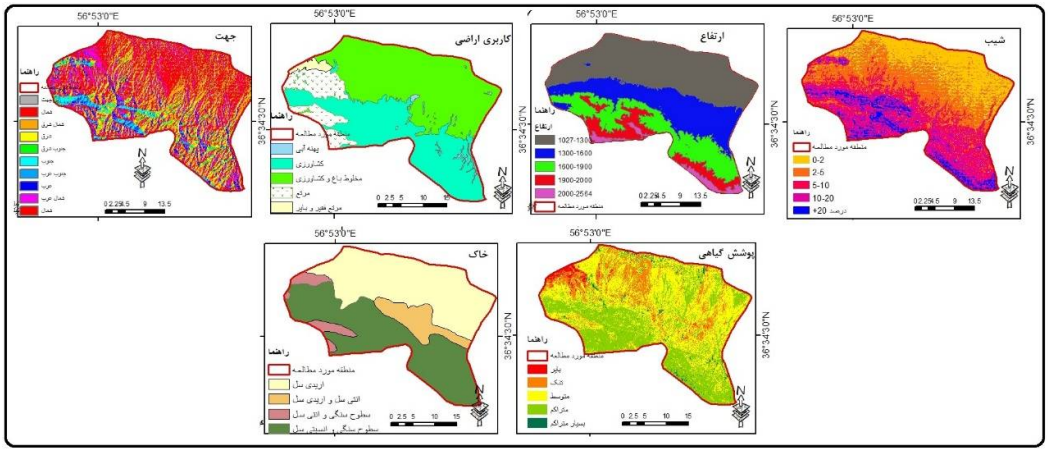
مواد و روش‌ها

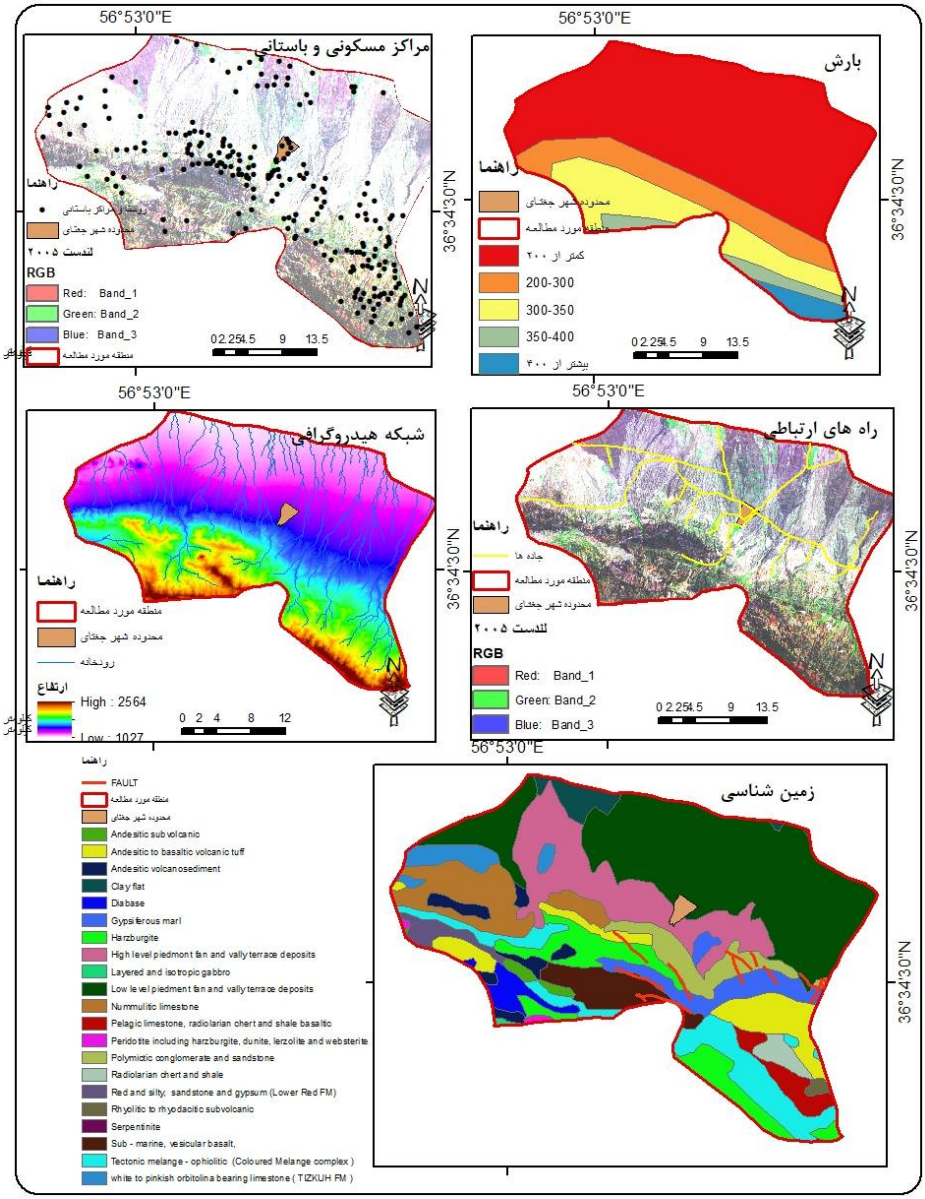
در این تحقیق ابتدا با استفاده از آخرین تقسیمات کشوری بخش مرکزی شهرستان جغتای از نقشه سراسری ایران جدا و به عنوان محدوده پژوهش انتخاب شد. سپس به گردآوری اطلاعات آماری و تحلیل از وضعیت کنونی جمعیت، میزان سرانه تولید پسماند، آمارهای هیدرولوژیکی و...، نقشه‌ها کاربری اراضی، نقشه‌های توپوگرافی، زمین شناسی و تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی مطابق با منطقه تعیین شده اقدام شد. در این تحقیق از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی کشور، نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ سازمان زمین شناسی کشور و تصاویر ماهواره‌ای لندست سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۷ شیت خراسان شمالی (LC8-161-034-2017-02-25). استفاده شد. این اطلاعات پس از اختصاص مختصات همگن وارد ژئودیتابیس GIS شد و در تحلیل‌ها مورد استفاده قرار گرفت. پس بررسی پیشینه تحقیق و همچنین منابع و کتب موجود در زمینه مسائل زیست محیطی دفن پسماند در ایران مهمترین عوامل تاثیر گذار در انتخاب بهترین مکان برای دفن پسماند مورد ارزیابی قرار گرفت و با توجه به خصوصیات طبیعی، اقلیمی منطقه عوامل: ژئومورفولوژی، زمین شناختی، هیدرواقلیمی، زیست محیطی و دسترسی انتخاب شد(شکل۲).



شکل (۲): فلوچارت فاکتور های موثر در بهینه یابی محل دفن پسماند شهری

بر اساس تعداد ۱۱ عامل موثر درمنطقه شناسایی و لایه‌های اطلاعاتی هر کدام از معیارها با استفاده از منابع اطلاعاتی ذکر شده در نرم افزار ARC MAP ورژن ۱۰,۵ ساخته شد این عوامل مطابق با شکل ۳ به ترتیب ارتفاع، شیب، جهت، لیتولوژی، خاک، لیتولوژی، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، فاصله از مناطق مسکونی و آثار باستانی، بارش، شبکه هیدرو گرافی و راههای مواصلاتی می‌باشد. (شکل ۳، ۴).





شکل (۳) و (۴): لایه‌های اطلاعاتی هر یک از عوامل موثر در مکانیابی دفن پسماند شهری

در این پژوهش معیارها به صورت سلسله مراتبی و یا خوشه‌ای طبقه‌بندی شده اند. هدف اصلی در بالاترین سطح و معیارهای بعدی در ستون دوم و سوم قرار گرفتند و مقادیر وزنی آخرین سطح معیارها به عنوان ارزش سلولهای لایه اطلاعاتی در GIS وارد شدند. سپس وزن معیارها تعیین و با مقایسه دو دویی ارجحیت معیارها نسبت به همدیگر سنجیده شد. سلسله مراتبی یک نمایش گرافیکی از مساله پیچیده واقعی می‌باشد که در راس آن هدف کلی مساله و در سطوح بعدی معیارها و گزینه‌ها قراردارند (مالچو سکی۱۹۹۹) در مسیر مکان‌یابی پس از تعیین هدف وتعیین شاخص‌های موثر بر مکانیابی و نرمالیزه کردن بانک اطلاعاتی لایه‌ها، این شاخص‌ها باید ارزش گذاری شوند تا مشخص گردد کدامیک از معیارها اهمیت بیشتری نسبت به سایر معیارها دارد تا در فرآیند تعیین مکان‌های مناسب برای دفن پسماند هر شاخص با توجه به ارزش واعتبارش به آن وزن داده شود بدین منظور با استفاده از معیار ۹ کمیتی ساعتی (جدول شماره۲) یک مقایسه ماتریس دوبه دویی بین معیارها انجام می گیرد. برای وزن دهی به معیارها ابتدا با بررسی وزن دهی به معیارها در پژوهش‌های مربوط در نواحی مختلف یک اولویت بندی استاندارد تعیین

شد. به طور مثال پژوهش (Guiqin, etal, 2009) سپس با نظرسنجی از کارشناسان و مدیران بومی و متخصص در سطح شهر و منطقه اوزان مناسب به معیار ها و زیرمعیارها و کلاس‌های هر معیار تعلق گرفت.

جدول (۱): معیار ۹ کمیتی ساعتی(قدسی پور۱۳۷۸)

ترجیهات (قضاوت شفاهی)	مقدار عددی
کاملا مرجح یا کاملا مهم‌تر یا کاملا مطلوبتر	۹
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی	۷
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی	۵
کمی مرجح یا کمی مهمتر یا کمی مطلوبتر	۳
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان	۱
ترجیحات بین فواصل فوق	۲و۴و۶و۸

یکی از مزایای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی کنترل سازگاری تصمیم است به عبارتی دیگر میتوان در وزن دهی خوب وبد بودن و یا قابل قبول ویا مردود بودن را مشخص کردد ودر صدد رفع آن برآمد (Saaty,TL,1980). این مقدار طبق رابطه ۹، باید کمتر از ۰/۱باشد که از تقسیم شاخص پایندگی بر شاخص تصادفی ایجاد شده است که مقدار شاخص تصادفی از جدول ۲ و باتوجه به تعداد معیارها در مقایسه دوبه دویی است.

رابطه ۱

$$\left(CR = \frac{CI}{RI}\right) > ۰/۱$$

جدول (۲): شاخص تصادفی (مآخذ،SAATY)

تعداد معیارها	.	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
شاخص ناسازگاری	–	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

یافته‌های تحقیق

نرخ رشد جمعیت و سرانه تولید پسماند شهری

به منظور مکانیابی محل دفن پسماند شهری در محدوده شهر ستان جغتای در و سعت مورد نظر و با توجه به ر شد جمعییت شهر جغتای در ۲۰ ساله آینده اقدام به مکانیابی محل دفن پسماند شهری شد. لذا جمعیت شهر برای ۲۰ سال آینده پیش‌بینی شد و سعی شد تا مکان پیشنهادی، گنجایش جمعیت افزوده شده تا ۲۰ سال آینده را داشته باشد. برای پیش‌بینی جمعیت می‌توان از اطلاعات آماری کشور یا منطقه استفاده نمود و اگر این اطلاعات موجود نبا شد میتوان از رو شهای پیش‌بینی ریا ضی یا تر سیمی بر ا ساس اطلاعات جمعیتی گذشته استفاده نمود. بنا براین با درنظر گرفتن نرخ رشد جمعیت شهر جغتای و با توجه به توضیحات ارائه شده خواهیم داشت:

رابطه ۲

$$(r+1)^n$$

$$p_{t+n}=p_t$$

p_{t+n} = جمعیت سال مورد نظر

p_t = جمعیت سال اول

r = درصد نرخ رشد جمعیت

n = تعداد سالهای سپری شده از سال مبداء

به منظور دستیابی به آمار و اطلاعات جدیدتر و به روزتر و در نهایت دستیابی به نتایج مطلوبتر در این پژوهش قصد داریم p_t را سال۱۳۹۵ در نظر بگیریم و با توجه به اطلاعات دریافتی از سالنامه آماری و سایت مرکز آمار ایران در سرشماری سال ۱۳۹۵ نرخ رشد جمعیت برای جغتای ذکر نگردیده است بنا براین نرخ رشد جمعیت یعنی r را در فاصله سالهای ۱۳۹۵-۱۳۹۰ با استفاده از فرمول ذیل بدست می‌آید.

رابطه ۳ $$r = \sqrt[n]{\frac{p_{t+n}}{p_t}} - 1 \times 100$$

=

n = فاصله بین دو سرشماری(۱۰=۱۳۹۵-۱۳۸۵)

p_{t+n} = شمار جمعیت در سرشماری ۱۳۹۵

p_t = شمار جمعیت در سرشماری ۱۳۸۵ بنا براین نرخ رشد جمعیت برابر است با:

رابطه۴ $$r = \sqrt[10]{\frac{9268}{6833}} - 1 \times 100 = 3.09$$

حال با داشتن نرخ رشد جمعیت در فاصله سالهای ۸۵ تا۹۵ جمعیت ۲۰ سال آینده یعنی سال ۱۴۱۵ محاسبه می شود:

رابطه۵ $p_{t+n}=p_t\,(r+1)^n$ $$1415=9268\,(3.09+1)^{20} = 17034$$

طبق رابطه ۵ و محاسبات فوق جمعیت شهر جغتای در سال ۱۴۱۵ افزایش پیدا کرده و به رقم ۱۷۰۳۴ نفر خواهد رسید.

نرخ تولید پسماند شهری و فضای مورد نیاز برای دفن آن

در حال حاضر میزان پسماند تولیدی شهر جغتای به طور متوسط روزانه ۶ تن می‌باشد. حداقل فضای مورد نیازجهت دفن بهداشتی پسماندها، دارا بودن ظرفیت دفن تا ۱۰ سال آینده است ولی محل دفن مطلوب باید تا ۲۰ سال ظرفیت داشته باشد با توجه به اینکه جمعیت شهر جغتای ۹۲۶۸ نفر در سال ۹۵ است سرانه تولید پسماند طبق رابطه زیر حدود ۶۴۷ گرم در روز به ازای هر نفر در این شهر برآورد می‌شود.

رابطه ۶ $$\frac{6000000}{9268} = 647\ (g/day)$$

بنا براین به منظور د ستیابی به سرانه تولید پسماند در سال ۱۴۱۵ در شهر جغتای نیازمند محا سبه نرخ ر شد پسماند در این شهر هستیم. بنا براین همانند مرحله قبل در تعیین نرخ رشد تولید پسماند خواهیم داشت:

رابطه۷ $$r = \sqrt[n]{\frac{p_{t+n}}{p_t}} - 1 \times 100$$

n = تعداد سالهای سپری شده از سال مبداء

p_{t+n} = سرانه تولید پسماند در سال ۹۵ که طبق محاسبات فوق برابر ۶۴۷ گرم در روز برآورده شده است

p_t = سرانه تولید پسماند در سال ۸۸ بر اساس طرح جامع مدیریت پسماند جغتای به طور متوسط ۵۰۴ گرم در روز می‌باشد.

رابطه۸ $$r = \sqrt[7]{\frac{647}{504}} - 1 = .036 \qquad r = .036 \times 100 = 3.63$$ (نرخ رشد تولید پسماند)

بنابراین با درنظر گرفتن ضریب رشد 3.63 درصدی تولید پسماند، سرانه تولیدی شهر جغتای در سال ۱۴۱۵ طبق رابطه ذیل تقریبا برابر ۱۳۱۲ گرم در روز خواهد بود.

رابطه۹ $$1415 = 647\,(0.36+1)^{20} = 1312\ (g/day)$$

برآورد محدوده مورد نیاز برای دفن پسماند شهری

با توجه به اینکه میانگین تولید پسماند در شهر جغتای۶ تن در روز ا ست، حجم مورد نیاز محل دفن که تا ۲۰ سال ظرفیت دا شته

باشـد را می‌توان به روش زیر به دسـت آورد. چگالی(مقدار جرم موجود در واحد حجم) پسـماند تولیدی در این شـهر ۲۱۰,۹ کیلوگرم بر متر مکعب در سـال ۸۸ می‌باشـد که این میزان دارای حجم ۱۵,۶۶ متر معکب خواهد بود (طرح جامع مدیریت پسماند شهرستان سبزوار به انضمام شهرستانهای جوین و جغتای) همچنین بیشینه چگالی پسماندهای دفن شده در مدفن‌های بهداشتی در حالت ایده آل در حدود ۹۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد (pichtel,2005). (در مدفن‌های بهداشتی پسماندها به صـورت متراکم دفن می‌شـوند).بنا براین چگالی پسـماندها در حالت متراکم در جغتای تقریباً برابر حالت ایده آل و حدود ۸۰۰ کیلو گرم بر متر مکعب در نظر گرفته شد.میزان پسماند تولیدی در این شهر برای ۲۰ سال به قرار زیر خواهد بود:

رابطه۱۰ $$6000(kg) \times 365(day) \times 20(year) = 43800000(kg/20year)$$

$$\frac{43800000(kg)}{800(kg/m^3)} = 54750\ m^3$$

حجم پسـماند تولیدی در عرض ۲۰ سـال در حالت متراکم، در صـورتی که عمق محل دفن ۴ متر در نظر گرفته شـود، ابعادی حدودی مدفن به صورت زیر خواهد بود.

رابطه۱۱ $$\frac{54750\ m^3}{4m} = 13687m^2 \approx 1.3687(h) \approx 117(\mathrm{m}) \times 117(\mathrm{m})$$

با توجه به محاسبات انجام گرفته فوق جمعیت جغتای در سال۱۴۱۵ برابر با ۱۷۰۳۴ نفر خواهد بود و با توجه به سرانه تولید پسماند که در همین سـال برابر با ۱۳۱۲ گرم به ازای هر نفر در روز خواهد بود بنابراین در سـال ۱۴۱۵ میزان تولید پسـماند تقریبا برابر ۲۲ تن در روز خواهد بود.

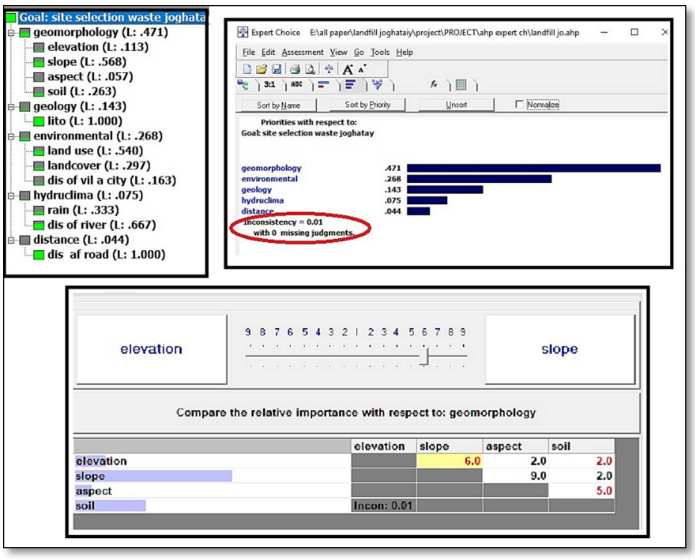
رابطه۱۲ $$17034 \times 1312(\mathrm{g/day}) = 22348608(g/day) \approx 22(t/day)$$

همچنین، علاوه بر زمین مورد نیاز برای دفن، مقداری فضـا نیز جهت زیر سـاختها و تسـهیلات لازم اسـت، بنا براین مسـاحت کل زمین مورد نیاز که عباتند از: محل دفن پسـماند به مسـاحت تقریبی ۱,۵ هکتار، فضـای اداری و پشـتیبانی و نظارت، به مسـاحت تقریبی ۱۰۰۰ متر مربع، فضای سبز حاشیه منطقه دفن به مساحت ۲۰۰۰ متر مربع کهبه طور کلی برای دفن پسماند ۲۰ سال آینده شهر جغتای زمینی به مساحت تقریبی ۲ هکتار مورد نیاز است.

بهینه یابی اراضی برای دفن پسماند شهری به روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

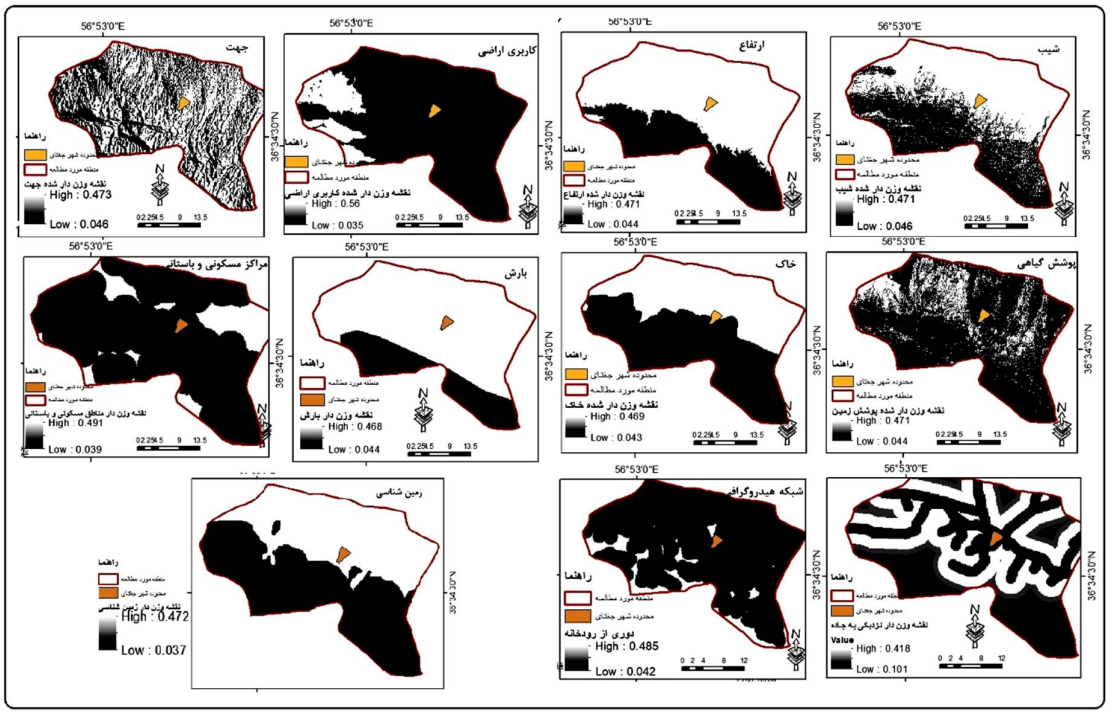
پس از ساخت لایه‌های اطلاعاتی در نرم‌افزار Arc.Map از متخصصین و صاحب نظران علوم محیطی وطبیعی در مورد اهمیت و ارجحیت معیار ها نسبت به همدیگر نظر سنجی و در بازه ۱-۹ ارزش‌گذاری شد. برای محا سبه وزن روش‌های متعددی وجود دارد که پژوهشگر می‌تواند این محا سبات را د ستی انجام داده و یا از نرم‌افزارهای مخصوص محا سبه وزن ا ستفاده کند در این تحقیق داده‌ها برای محا سبه اوزان به محیط نرم افزار Expert Choise وارد شده و مقایسه دوبه دویی بین معیارها بدین گونه انجام شد معیارها وزیر معیارها به صورت درختی در نرم افزار ثبت و با توجه به استانداردهای تعیین شده، به معیارها وزن شایسته تعلق می‌گیرد (شکل۵).

حدود وزندهی به معیارها وزیر معیارها با توجه به بازه اسـتاندارد سـاعتی از ۱تا ۹ می‌باشـدکه در آن وزن یک یعنی این که یک معیار نسبت به معیار دیگر دارای اهمییت یکسان است و وزن ۹ یعنی اینکه یک معیار نسبت به معیار دیگر کاملا مرجح‌تر ومهم‌تر ا ست. همچنین اگر یک معیار نسبت به معیار دیگر ترجیح معکوس دارد یعنی در مقایسه معیار A نسبت به B، معیار B مرجح‌تر باشد به عنوان مثال به جای وزن ۹ به صورت-۹ به آن وزن داده می‌شود.



شکل (۵): نحوه محاسبه اوزان در نرم‌افزار Expert Choice و نرخ سازگاری ۰/۰۱

در جدول۲ به معیارهای اصلی وزن مناسب تعلق گرفت و سعی شد نرخ سازگاری معیارها از ۰/۱ کمتر باشد. پس از تعیین وزن هر یک از سطوح سلسله مراتب، وزن نهایی هر یک از لایه‌ها و کلاس‌ها تعیین شد. پس از درج وزن هر یک از کلاس‌ها در جداول اطلاعاتی همان لایه‌ها نقشه رستری لایه‌ها با فیلد اوزان ساخته شد که در شکل ۶ ملاحظه می‌شود. هر یک از لایه در دامنه عددی ۰-۱ وزن هایی را به خود اختصاص دادند به نحوی که به اعدادی که به سمت صفر هستند و رنگ تیره دارند نشاندهنده نامناسب بودن عرصه از نقطه‌نظر دفن پسماند است و هرچقدر این اوزان به سمت ۱ میل می‌کند روشن‌تر و از نقطه‌نظر دفن پسماند است مناسب‌تر می‌باشد.



شکل (۶): نقشه‌های وزن‌دار شده با اوزان AHP

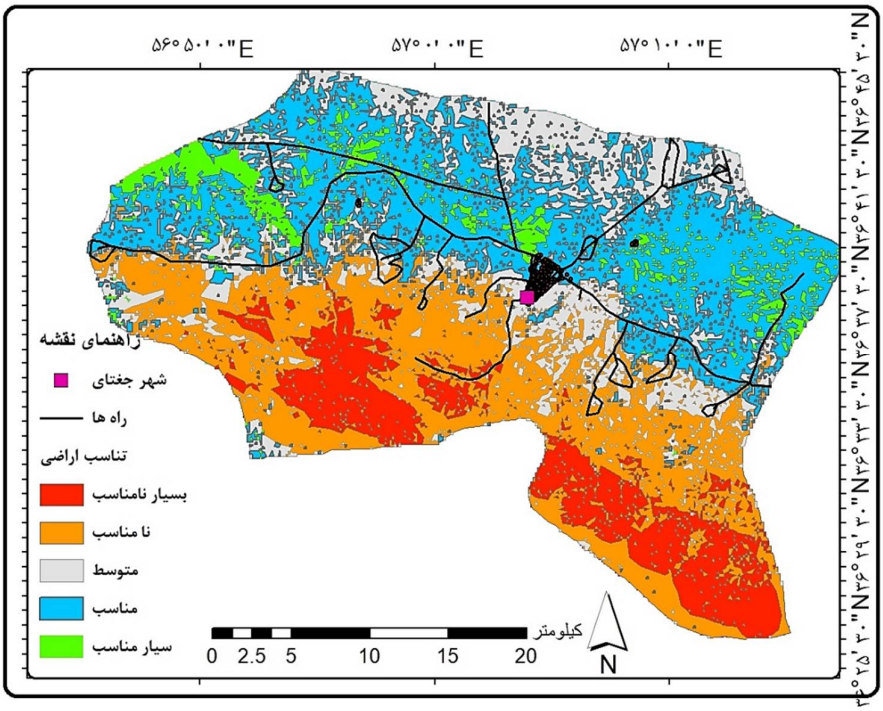
جدول (۲): معیارها و زیرمعیارهای تحقیق و محاسبه وزن‌های اختصاص یافته

معیارها	وزن	زیر معیارها	وزن زیر	وزن عمومی لایه	کلاسها	مساحت کلاس	وزن
ژئومورفولوژی	۰/۴۷۱	ارتفاع	۰/۱۳۳	۰/۵۳	۱۳۰۰–۱۰۲۷	۴۱۵/۰۶	۰/۴۷۱
					۱۶۰۰–۱۳۰۰	۲۵۰/۸	0.268
					۱۹۰۰–۱۶۰۰	۱۹۴/۴	0.143
					۲۰۰۰–۱۹۰۰	۹۸۲	0.075
					۲۰۰۰+	۲۷/۶	0.044
		شیب	۰/۵۶۸	۰/۲۶۷	۲–۰	251	0.471
					۵–۲	291292	0.268
					۱۰–۵	163	0.143
					۲۰–۱۰	207.416	0.071
					۲۰+	72732	0.046
		جهت	۰/۰۵۷	۰/۰۲۶۸	شرق- جنوب شرق	428.085	0.473
					جنوب	118	0.27
					جنوب غرب و غرب	479.314	0.135
					شمال غرب و شمال	721.558	0.076
					بی جهت	32	0.046
		خاک	۰/۲۶۳	۰/۱۲۳	اریدی سل	429	0.469
					آنتی سل و اریدی سل	211.115	0.286
					رخنمون سنگی و اریدی سل	423	0.125
					رخنمون سنگی و انتی سل	897	0.077
					رخنمون سنگی و انسنتی سل	23.855	0.043
زمین شناسی	۰/۱۴۳	لیتولوژی	۰/۱۴۳	۰/۱۴۳	آبرفتها با دانه بندی درشت عمدتاً گراول نهشته شده	329.493	0.427
					آبرفتهای بادبزنی با تراسهای قدیمی و بلند، کوبا، گراول بزرگ، تپه های شنی و تل ماسه	126.318	0.354
					ژیپس، کنگلومرا ماسه سنگ، توف و شیل سنوزوئیک	262.507	0.13
					آهک و دولومیت کرتاسه و ژوراسیک مزوزوئیک	188.198	0.06
					آندزیت، بازالت، دونیت، هارزبورژیت، افیولیت ملانژ، کوارتز، سنوزوئیک	79.952	0.037
زیست محیطی	۰/۲۶۸	کاربری اراضی	۰/۵۴	۰/۱۴۳	مرتع فقیر و باير	16.158	0.56
					مرتع درجه ۱	112.716	0.265
					مخلوط کشاورزی و مرتع	364	0.088
					کشاورزی و کشاورزی مخلوط با باغ	487	0.053
					شهر-آبخوان و باغات	835.881	0.035
		پوشش گیاهی	۰/۲۹۷	۰/۰۷۹	بسیار متراکم-باغات و مزارع	15.424	0.471
					متراکم	376.791	0.268
					متوسط	420.325	0.143
					تراکم کم	155.273	0.075
					تنک	182.133	0.044
		دوری از مراکز مسکونی و آثار باستانی	۰/۱۶۳	۰/۰۴۳	کمتر از ۱۰۰۰ متر	393	0.039
					۲۰۰۰–۱۰۰۰	306	0.073
					۳۰۰۰–۲۰۰۰	151.389	0.138
					۴۰۰۰–۳۰۰۰	68.033	0.26
					بیشتر از ۴۰۰۰ متر	70.314	0.491
هیدرو اقلیم	۰/۰۷۵	بارش	۰/۳۳۳	۰/۰۲۴	کمتر از ۲۰۰	627.426	0.468
					۳۰۰–۲۰۰	36.982	0.295
					۴۰۰–۳۰۰	152.272	0.123
					۴۵۰–۴۰۰	27.533	0.07
					بیشتر از ۴۵۰	142.457	0.044
		ف. از رودخانه	۰/۶۶۷	۰/۰۵۰	کمتر از ۵۰۰	511.076	0.042
					۱۰۰۰–۵۰۰	282	0.071
					۱۵۰۰–۱۰۰۰	113.901	0.139
					۲۰۰۰–۱۵۰۰	50.287	0.262
					بیشتر از ۲۰۰۰ متر	28.056	0.485
دسترسی	0.044	نزدیکی. به جاده	0.044	۰/۰۴۴	۱۰۰۰–۰	299.755	0.101
					۲۰۰۰–۱۰۰۰	197.824	0.418
					۳۰۰۰–۲۰۰۰	157.083	0.203
					۴۰۰۰–۳۰۰۰	122	0.156
					بیش از ۴۰۰۰ متر	279.442	0.122

در نهایت مطابق رابطه ۱۳ در محیط Rsater Calcularor لایه‌ها وزن دار شده با وزن هر معیار ضرب و و حا صل ضرب شان با یکدیگر جمع جبری شده و نقشه نهایی پهنه بندی مناطق مناسب برای دفتن پسماند شهر جغتای تهیه شد؛ سپس با استفاده از دستور Reclassify پهنه‌های تعیین شده با الگوریتم شکست‌های طبیعی (Natural Break) در ۵ دسته مشخص باز طبقه بندی شدند که مشخصات آنها در جدول ۴ آورده شدند.

رابطه ۱۳

Final sit selection landfill map= (ahpelevation"* 0.113+"ahpslope" *0.568+"ahpaspect"* 0.057+"ahpsoil"*0.263+"ahpgeo"*0.143+"ahplanuse"*0.540+"ahplandcover"*0.297+"ahpdiscity"* 0.163+"ahprain2"*0.333+"ahpdisriv"*0.667+"ahpdisroad"*0.044)



شکل (۷): نقشه پهنه بندی شده مناطق مناسب برای دفن پسماند شهری

جدول (۴): پهنه‌های مناسب برای دفن پسماند شهری

شماره	نوع عرصه	مساحت	درصد مساحت
1	بسیار مناسب	43	0.00459
2	مناسب	319.409	34.124
3	متوسط	208.037	22.2256
4	نامناسب	277.392	29.6351
5	بسیار نامناسب	131.143	14.0106

مطابق شکل۷، ۴۳ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه منا سب برای دفن پ سماند شهری می‌با شد که ۰,۰۰۴ در صد از م ساحت منطقه را شامل می‌شود ۳۱۹ کیلومتر مربع از منطقه نیز مناسب برای دفن پسماند می‌باشدکه این میزان ۳۴درصد منطقه را در بر می گیرد. ۲۲ در صد منطقه از نقطه نظر تنا سب زمین برای دفن پ سماند حالت بینابین دارند و ۲۹ در صد از منطقه در کلاس نامنا سب قرار داشته و ۱۴ درصد از منطقه نیز برای دفن پسماند کاملا نامناسب است. پس از تهیه نقشه نهایی مناطق مناسب برای دفن پسماند شهری به منطقه مراجعت نموده با کمک دستگاه موقعیت یاب جهانی(GPS)، نواحی پیشنهادی مورد ارزیابی قرار گرفته و با نقشه تطابق داده شـد که نشـاندهنده کارایی و دقت بالای روش تحلیل سـلسـله مراتبی به منظور بهینه‌یابی اراضـی به منظور محل دفن پسماند شهری می‌باشد.

نتیجه گیری

با استفاده از روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره چون تحلیل سلسله‌مراتبی شد. بدین منظور با ارایه پرسشنامه و مصاحبه با متخصصان و متولیان امور خدمات شـهری، محیط زیسـت، منابع طبیعی و ... میزان و اهمیت و ارجحیت هر یک از معیارها و زیرمعیارهای یاد

شده محاسبه و در تحلیل سلسله مراتبی لحاظ شد.

بخش عمده‌ای از شهرستان جغتای در دامنه شمالی رشته کوه جغتای قرار داد که دارای مناطقی بکر و حاصلخیز برای فعالیت‌های متنوع است که شرایط برای یافتن بهترین سخت نموده است. از سوی دیگر شهر جغتای و محدوده عرفی و دسترسی آن عموما بر روی رسوبات دوران چهارم قرار دارد و این اجرای پژوهشی جامع برای ارزیابی زمین به منظور تعیین محل دفن پسماند شهری شهر جغتای ضروری نموده است. لذا سعی شد موثرترین و بهترین معیارها و پارامترها انتخاب شود و با توجه به اهمیت و اولویت هر معیار از کارشناسان متخصص و مدیران آشنا به منطقه نظر سنجی و بر اساس آن فاکتورها وزن‌دهی شدند.

در این تحقیق با تحلیل آماری جمعیت در بازه سال های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ و نرخ رشد جمعیت مشخص شد جمعیت شهر جغتای با نرخ رشد جمعیت۳/۰۶ درصد در سال ۱۳۹۵، به رقم ۱۷۰۳۴ نفر در سال ۱۴۱۵ خواهد رسید.و به تبع آن میزان تولید پسماند نیز افزایش خواهد یافت. نرخ تولید پسماند برای هر نفر در شهر جغتای ۶۴۷ گرم در روز است و با توجه به جمعیت شهر بالغ بر ۶ تن در روز پسماند تولید می‌گردد. با توجه به جمعییت شهر جغتای در سال ۱۴۱۵ و تغییر سبک زندگی مردم، پیش‌بینی می شود، در ۲۰ مدت سال آینده ۴۳۸۰۰ تن پسماند شهری تولید شود که نیازمند فضای وسیعی برای دفن می باشد.طبق محاسبات با احتساب فضای زیربنایی و محل دفن، براساس مقدار پسماند تولیدی در حدود ۲ هکتار می‌باشد.

طبق نتایج حاصل از روش Ahp مشخص شد ۳۴ کیلومتر مربع از منطقه جهت دفن پسماند مناسب ارزیابی شد. این مناطق عبارتند از: و بخش‌های غربی شهر جغتای حدفا صل مناطق پایین د ست رو ستاهای جبله و د ستوران، قسمت جنوب غربی شهر جغتای و اراضی پیرامون کیلومتر ۱۲ جاده جغتای- سبزوار می‌باشد. پس از بازدید میدانی مشخص شد قسمت جنوب غربی شهر جغتای به وا سطه د ستر سی منا سب ولی با توجه به نزدیکی به شهر و جاده می‌توان به عنوان محل دپوی موقت، یا در آینده واحد تفکیک پسماند، تولید کمپوست و... استفاده نمود. همچنین مناطق پایین دست روستاهای جبله و دستوران که بایر هستند به عنوان بهترین منطقه برای دفن پسماند معرفی می شود. به نحوی که پسماندهای رو ستایی منطقه غرب شهر ستان جغتای را هم می‌توان پو شش داد. در پایان پیشـــنهاد می‌شـــود تا حد ممکن این طلای کثیف را بازیافت نمود و باقیمانده آنرا نیز فراوری نموده و به صـــورت کمپوست استفاده شود و باقی مانده پسماند شهری را در محدوده های پیشنهادی با رعایت نکات فنی و زیست محیطی دفن نمود.

منابع

احمدی منیژه. تعیین موقعیت بهینه دفن پسماندها در استان زنجان. تحلیل فضایی مخاطرات محیطی. ۱۳۹۶; ۴ (۲) :۵۱-۶۸

پوراحمد، احمد، حمیدی، اکبر، ریحان کلوانق، محبوب. (۱۳۹۷). مدلسازی محل دفن پسماند کاربری‌های صنعتی و پسماندهای شهری (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ شهری اردبیل). جغرافیای اجتماعی شهری (۱) ۵، ۸۴-۶۳

حجازی، سیداسدالله. (۱۳۹۴). مکان یابی دفن زباله‌های شهری با استفاده از تکنیک‌های اطلاعات مکانی و تحلیل سلسله مراتبی: مطالعه موردی شهرستان مراغه. نشریه جغرافیا و برنامه ریزی، ۵ صص. ۱۲-۱۰۵

حیدر زاده، نیما،۱۳۷۹،مکان یابی دفن پسماند (مواد جامد) تهران با استفاده از GIS، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربت مدرس ۱۸۵ص، تهران

خورشید دوست، علی، محمئ عادلی، زهرا. ۱۳۸۷. استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) جهت انتخاب مکان بهینه دفن پسماند (مطالعه موردی شهر بناب). مجله محیط شناسی.۵۰:۲۷-۳۲.

سـپهر، عادل، بیگلر فدافن، مصـطفی، صـفرآبادی، اعظم. (۱۳۹۳). اولویّت‌بندی مکان‌های مسـتعد دفن پسـماند شـهر مشـهد با تأکید بر شاخص‌های ژئومورفیک. فصلنامه جغرافیا و توسعه (۳۴)۱۲، ص. ۱۵۲-۱۳۹.

سعیدنیا. ا، (۱۳۸۷)،. مواد زاید جامد شهری، تهران: مؤسسه‌ی فرهنگی، اطلاع رسانی و مطبوعاتی، سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.

عبدلی محمد علی و جلیلی فاضی زاده مهدی،۱۳۸۶، ارزیابی توانایی انطباق فَناوری‌های نو مدیریت پسماندها در کشور، مجله محیط شناسی، محیط شناسی سال سی و سوم، شماره ۲۴ تابستان۱۳۸۶

عبدلی محمد علی،۱۳۸۰، سیستم‌های جمع آوری شیرابه در محلهای دفن مواد زاید شهری، مجله محیط شناسی، سال بیست و هفتم، شماره ۲۸، زمستان ۱۳۸۰

عبدلی، محمدعلی زاده، مهدی جلیلی قاضی. (۱۳۸۶). ارزیابی توانایی انطباق فناوری‌های نو مدیریت پسماندها در کشور. محیط شناسی، (۴۲) ۳۳.

قدسی پور، سید حسن، ۱۳۷۸، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) انتشارات دانشگاه امیر کبیر،۲۲۰ص تهران

قنواتی دکتر عزت ا...، تقوی مقدم ابراهیم، مساحی خوراسکانی مهدی۱۳۹۰. کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در اولویت بندی پهنه‌های مناسب برای دفن پسماند شهری (نمونه موردی شهر سبزوار). مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۲ (۵): ۸۹-۱۰۶

نیلچیان، س.(۱۳۸۱). مکان‌یابی مراکز جمع‌آوری و تفکیک زباله با GIS در منطقه‌ی ۲۲ تهران، دانشکده هنرهای زیبا دانشگاه تهران.

وحید احمدی، پریسا بهارلو، (۱۳۹۸) ترکیب روش Fuzzy و AHP در مکان یابی دفن پسماندهای الکترونیکی (مطالعه موردی: استان قم)، نشریه مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی، ۱۰ (۲)، ۳۹-۵۰.

Aksoy, E., & San, B. T. (2019). Geographical information systems (GIS) and multi-criteria decision analysis (MCDA) integration for sustainable landfill site selection considering dynamic data source. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 78(2), 779-791.

Ball, Jarrod. (2005), Landfill Site Selection, Tenth International Waste Management Symposium S. Margherita Di Pula,Cagliari.Italy 3-7 October 2005

Başak Şener 2004, Landfill Site Selection By Using Geographic Information Systems, Master Of Science In Geological Engineering ,۱۳۲P Ankara,Turky

Bowen,W.M.1990. Subjective Judgments And Data Environment Analysis In Site Selection, Computer, Environment And Urban Systems, Vol. 14, Pp.133-144

Dey,P.K., E.K.,Ramcharan.2000. Analytic Hierarchy Process Helps Select Site For Limestone Quarry Expansion In Barbados. Journal Of Environmental Management

Guiqin, W., and et al (2009), "Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: A case study in Beijing, China", Journal of Environmental Management, Vol. 90, PP: 2414-2421.

Hendrix, W. And B. D. 1992. Use Of GIS For Selection Of Sites For Land Application Of Sewage Waste, Journal Of Soil And Water Conservation

https://urs.earthdata.nasa.gov/login

Jamshidi, A et al,2011, Sustainable Municipal Solid Waste Management (Case Study: Sarab Country, Iran). Massachussetts: Northeastern University

John Bennet, .2005. "Solid Waste Collection Department," City Of Rome Annual Report

Karasan, A., Ilbahar, E., & Kahraman, C. (2019). A novel pythagorean fuzzy AHP and its application to landfill site selection problem. Soft Computing, 23(21), 10953-10968.

Kontos, T.D., Komilis, D.P., Halvadakis, C.P., (2005), Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology, Waste Manage, Vol. 25, PP: 818–832.

Malczewski,J,1999,GIS And Multicriteria Decision Analysis, New 320P York:John Wily And Sone, Inc.Reference Bureau,Pp;

NASA (2016) ASTER Global Digital Elevation Model V002. Earth Data Search (EDS) 1.23.5. . Accessed 12 Aug 2016

Saaty,TL,1980,The Analytic Hierarchy Process ,Mcgraw-Hill ,Ew York,20-25

Vasiljević, T. Z., Srdjević, Z., Bajčetić, R., & Miloradov, M. V. (2012). GIS and the analytic hierarchy process for regional landfill site selection in transitional countries: a case study from Serbia. Environmental management, 49(2), 445-458.

Vastava, S. and B. Nthawat, 2003. Selection of potential waste disposal sites around Ranchi urban complex using remote sensing and GIS techniques. Urban Planning, Map Asia Conference.

Xue, Q., Li, J. S., & Liu, L. (2013). Experimental study on anti-seepage grout made of leachate contaminated clay in landfill. Applied clay science, 80, 438-442.