

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 بر ۴۸ هزار تن پسماند تولید می‌شود (سه برابر استاندارد جهانی)؛ که هر روز هزینه 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 بهینه‌یابی 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، زمین‌شناسی، آمار و اطلاعات اقلیمی و جمعیتی و هیدروولوژیکی و تصاویر ماهواره‌ای، پایگاه داده‌های مکانی (Geodatabase) در نرم افزار Arc.Map 10.5 طراحی، لایه‌های رقمی ۱۱ فاکتور تاثیرگذار در زیر شاخه‌های ژئومورفولوژیکی، زمین‌شناسی، هیدرواقلم، زیست محیطی و دسترسی ساخته شد. در ادامه با نظر سنجی از متخصصان و صاحب‌نظران شهری، به معیارها و 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 ۱۷۰۳۰ نفر 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، بهینه‌یابی، تحلیل سلسله مراتبی

مقدمه

شهر فضایی پیچیده است که تمام اجزای آن به صورت سیستماتیک در ارتباط نزدیک با یکدیگر می‌باشند، به طوری که ایجاد اختلال در هر کدام 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 مقررات منسجم و هماهنگ در زمینه‌ی کنترل تولید، ذخیره و یا جمع آوری، حمل و نقل، 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 می‌باشد (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 در آن 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 هزینه هنگفتی را بر مخارج شهرداری‌ها تحمیل می‌کند. از روش‌های دفع مواد زائد می‌توان به: دفن بهداشتی، پسماند سوزی، کمپوست و تهیه 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 و مقررات 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 و جلیلی 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، ما ساچوست 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 شهر هم 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

Archive of SID

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 متناهی 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 شاخص‌های فیزیکی و اقتصادی چون خاک مناسب، عمق سنگ مادر خاک، کاربری زمین و.. مورد ارزیابی قرار داده و مکان مناسب را در ناحیه mad شناسایی کردند. شریفی و وانو سن با استفاده از آنالیز چند معیاره مکانی و با استفاده از GIS اقدام به مکانیابی دفن پسماند در شهر سینا 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 ۲۰۰۲ واستاوا و ناسوات در پژوهشی با عنوان مکان یابی محل دفن پسماند در اطراف شهر رانسی با استفاده از GIS, RS 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 (Jamshidi, vastava and nathawat, 2003). 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 در زمینه مکانیابی‌ها به خصوص دفن پسماند انجام گرفته است از جمله 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 ۱۳۷۹ در 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 و تلفیق این دو روش در محیط GIS به بررسی زمین‌های مناسب برای دفن پسماند پرداخته است. در سال ۱۳۸۱ سیامک نیچلیان در پژوهشی با عنوان مکان یابی 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 (نیچلیان، ۱۳۸۱). عزت الله قنوتی 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،

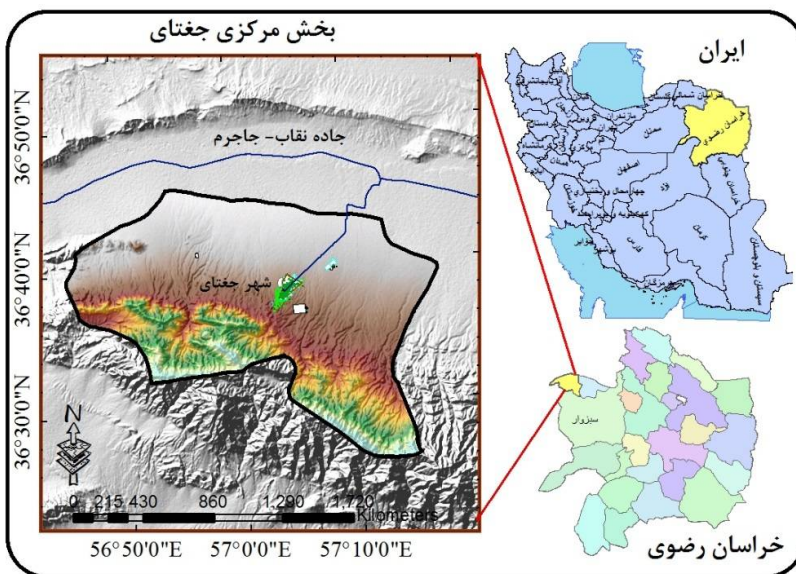
Archive of SID

فاصله از شبکه ارتباطی و ... مناطق بهینه جهت دفن پسماند را شناسایی کردند که این مناطق دارای شرایط مناسب جهت دفن بودند (قنوتی و سرخی، ۱۳۸۵). خورشید دوست، علی و همکار ۱۳۸۷. بازفرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) جهت انتخاب مکان بهینه دفن پسماند (مطالعه موردی شهر بناب استفاده نمودند. قنوتی و همکاران ۱۳۹۰ با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره پهنه‌های مناسب برای دفن پسماند شهری سبزوار تعیین نموده و نواحی جنوبی شهر سبزوار را مناسب برای دفن پسماند مناسب دانسته‌اند. 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 تصمیم‌گیری چند متغیره (MCA) تعیین نموده است. پور احمد و همکاران ۱۳۹۷ با استفاده از GIS و سامانه *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 شناسایی و معرفی بهترین مکان برای دفن بهداشتی و پایدار پسماندهای شهر جغتای با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سیستم تحلیل سلسله مراتبی AHP با استفاده از پارامترهای تاثیرگذار مانند فاکتورهای ژئومورفولوژیکی، زمین‌شناسی، هیدرواقلم، کاربری و دسترسی می‌باشد.

معرفی منطقه مورد مطالعه

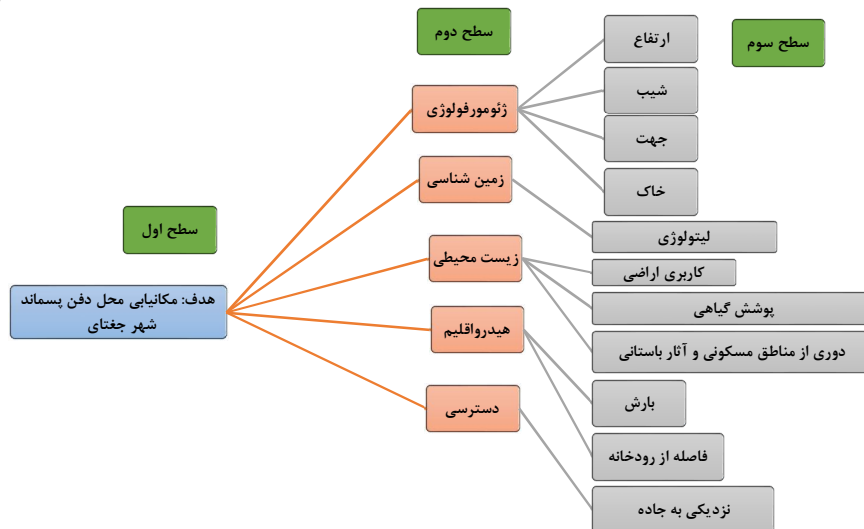
محدوده انتخابی در این تحقیق بخش مرکزی شهرستان جغتای است که در چهارگوش مختصات عرض جغرافیایی $26^{\circ}36'$ و $47^{\circ}36'$ و طول جغرافیایی $45^{\circ}56'$ و $15^{\circ}57'$ قرار دارد. (شکل ۱). این منطقه در دامنه شمالی رشته کوه جغتای و بخشی از دشت سلطان‌آباد - جوین (جغتای) است. رودخانه‌های کمایستان، 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 قسمت منطقه کوه گر با ارتفاع ۲۹۲۴ متر در قسمت جنوب شهر جغتای واقع شده است و کمترین ارتفاع منطقه در حوالی روستای شفیع‌آباد 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 شهر جغتای برابر با $10,63^{\circ}$ - درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بر این اساس خنک‌ترین ماه دی ماه با $8,68^{\circ}$ درجه سانتی‌گراد دما و گرم‌ترین ماه سال تیر ماه با $2,32^{\circ}$ 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 تقریباً مرطوب است.



شکل (۱): نقشه منطقه مورد مطالعه

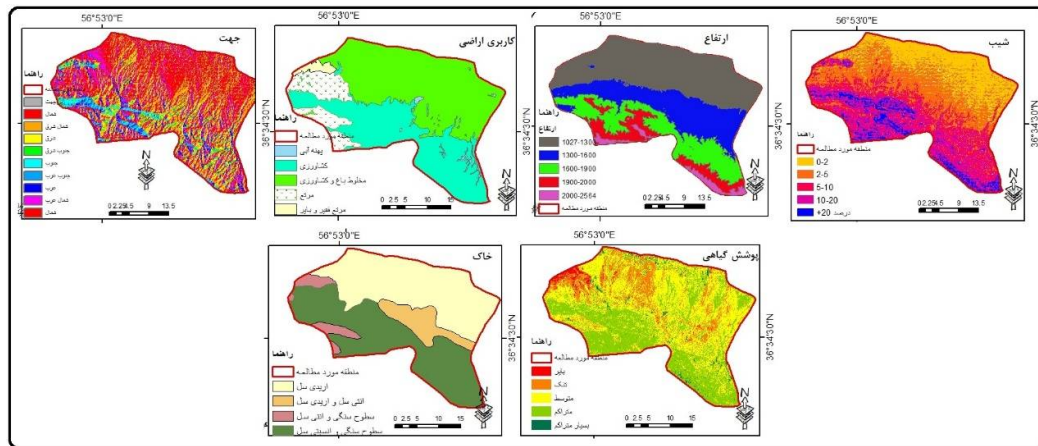
مواد و روش‌ها

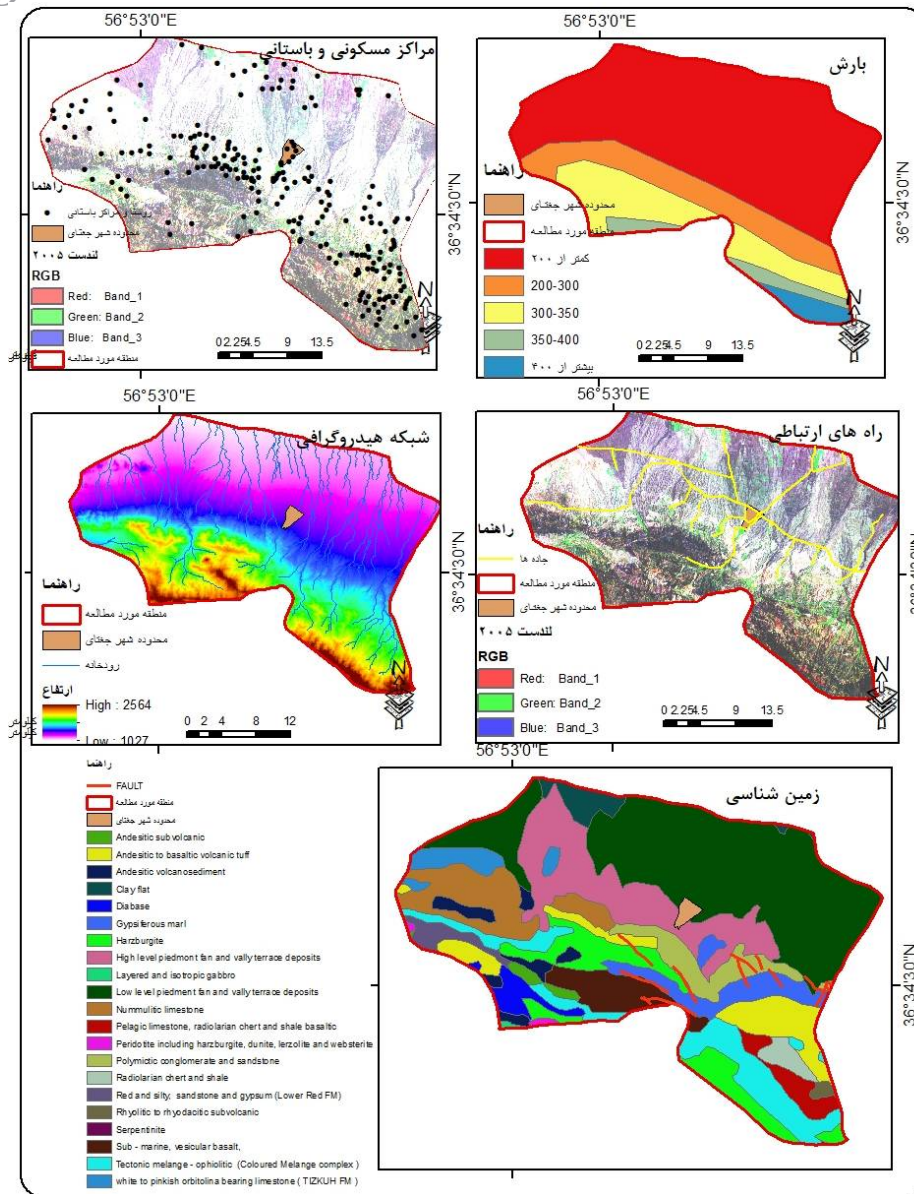
در این تحقیق ابتدا با استفاده از آخرین تقسیمات کشوری بخش مرکزی شهرستان جغتای از نقشه سراسری ایران جدا و به عنوان محدوده پژوهش انتخاب شد. سپس به گردآوری اطلاعات آماری و تحلیل از وضعیت کنونی جمعیت، میزان سرانه تولید پسماند، آمارهای هیدرولوژیکی و... نقشه‌ها کاربری اراضی، نقشه‌های توپوگرافی، زمین شناسی و 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 لند ست 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، هیدرواقلمی، زیست محیطی و دسترسی انتخاب شد (شکل ۲).



شکل (۲): فلوجارت فاکتور های موثر در بهینه‌یابی محل دفن پسماند شهری

بر اساس تعداد ۱۱ عامل موثر در منطقه 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): لایه های اطلاعاتی هر یک از عوامل موثر در مکانیابی دفن پسماند شهری

در این پژوهش معیارها به صورت سلسله مراتبی و یا خوشه‌ای طبقه‌بندی شده‌اند. 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 قرار دارند (مالجو سکی ۱۹۹۹) در مسیر مکان‌یابی پس از تعیین هدف و تعیین 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 و اعتبارش به آن وزن داده شود بدین منظور با استفاده از معیار ۹ کمیته ساعتی (جدول شماره ۲) یک مقایسه ماتریس دوجه دویی بین معیارها انجام می‌گیرد. 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 نظر سنجی از کارشناسان و مدیران بومی و متخصص در سطح شهر و منطقه اوزان مناسب به معیارها و زیرمعیارها و کلاس‌های هر معیار تعلق گرفت.

جدول (۱): معیار ۹ کمیته ساعتی (قدسی پور ۱۳۷۸)

مقدار عددی	ترجیحات (فضاوت شفاهی)
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم تر یا کاملاً مطلوبتر
۷	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	کمی مرجح یا کمی مهمتر یا کمی مطلوبتر
۱	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۲ و ۴ و ۸	ترجیحات بین فواصل فوق

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

$$CR = \frac{CI}{RI} > 0.1 \quad \text{رابطه ۱}$$

جدول (۲): شاخص تصادفی (مآخذ، SAATY)

تعداد معیارها	۰	۱	۲	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	۱/۵۹	۱/۵۹

یافته‌های تحقیق

نرخ رشد جمعیت و سرانه تولید پسماند شهری

به منظور مکانیابی محل دفن پسماند شهری در محدوده شهرستان جغتای در وسعت مورد نظر و با توجه به رشد جمعیت 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 نباشد میتوان از روشهای پیش‌بینی ریاضی یا تریسیمی بر اساس اطلاعات جمعیتی گذشته استفاده نمود. بنا براین با در نظر گرفتن نرخ رشد جمعیت شهر جغتای و با توجه به توضیحات ارائه شده خواهیم داشت:

$$(r + 1)^n$$

رابطه ۲

$$P_{t+n} = P_t$$

P_{t+n} = جمعیت سال مورد نظر

P_t = جمعیت سال اول

r = درصد نرخ رشد جمعیت

n = تعداد سالهای سپری شده از سال مبدا

Archive of SID

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 سال ۱۳۹۵ 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 می آید.

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

=

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

$p_{t+n} =$ شمار جمعیت در سرشماری ۱۳۹۵

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

$$r = \sqrt[10]{\frac{9268}{6833}} - 1 \times 100 = 3.09 \quad \text{رابطه ۴}$$

حال با داشتن نرخ رشد جمعیت در فاصله سالهای ۸۵ تا ۹۵ جمعیت ۲۰ سال آینده یعنی سال ۱۴۱۵ محاسبه می شود:

$$p_{t+n} = p_t (r + 1)^n \quad \text{رابطه ۵} \quad 1415 = 9268 (3.09 + 1)^{20} = 17034$$

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 می باشد. حداقل فضای مورد نیاز جهت 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 می شود.

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

بنا براین به منظور دستیابی به سرانه تولید پسماند در سال ۱۴۱۵ در شهر جغتای نیازمند محاسبه نرخ رشد پسماند در این شهر هستیم. بنا براین همانند مرحله قبل در تعیین نرخ رشد تولید پسماند خواهیم داشت:

$$r = \sqrt[n]{\frac{p_{t+n}}{p_t}} - 1 \times 100 \quad \text{رابطه ۷}$$

$n =$ تعداد سالهای سپری شده از سال مبدا

$p_{t+n} =$ 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 می باشد.

$$r = \sqrt[7]{\frac{647}{504}} - 1 = .036 \quad \text{رابطه ۸} \quad r = .036 \times 100 = 3.63 \text{ (نرخ رشد تولید پسماند)}$$

بنابراین با در نظر گرفتن ضریب رشد ۳.۶۳ درصدی تولید پسماند، سرانه تولیدی شهر جغتای در سال ۱۴۱۵ طبق رابطه ذیل تقریباً برابر ۱۳۱۲ گرم در روز خواهد بود.

$$1415 = 647 (0.36 + 1)^{20} = 1312 \text{ (g/day)} \quad \text{رابطه ۹}$$

برآورد محدوده مورد نیاز برای دفن پسماند شهری

با توجه به اینکه میانگین تولید پسماند در شهر جغتای ۶ تن در روز است، حجم مورد نیاز محل دفن که تا ۲۰ سال ظرفیت داشته

باشد را می‌توان به روش زیر به دست آورد. چگالی (مقدار جرم موجود در واحد حجم) پسماند تولیدی در این شهر ۲۱۰٫۹ کیلوگرم بر متر مکعب در سال ۸۸ می‌باشد که این میزان دارای حجم ۱۵٫۶۶ متر مکعب خواهد بود (طرح جامع مدیریت پسماند شهر ستان سبزوار به انضمام شهر ستانهای 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 صورت متراکم دفن می‌شوند). بنا براین چگالی پسماندها در حالت متراکم در جغتای تقریباً برابر حالت ایده آل و حدود ۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب در نظر گرفته شد. میزان پسماند تولیدی در این شهر برای ۲۰ سال به قرار زیر خواهد بود:

$$6000(kg) \times 365(day) \times 20(year) = 43800000(kg/20year) \quad \text{رابطه ۱۰}$$

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

حجم پسماند تولیدی در عرض ۲۰ سال در حالت متراکم، در صورتی که عمق محل دفن ۴ متر در نظر گرفته شود، ابعادی حدودی مدفن به صورت زیر خواهد بود.

$$\frac{54750 m^3}{4m} = 13687m^2 \approx 1.3687(h) \approx 117(m) \times 117(m) \quad \text{رابطه ۱۱}$$

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

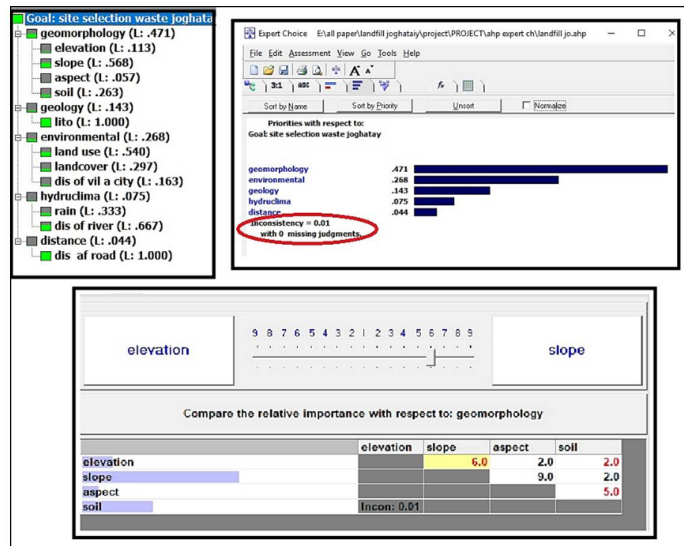
$$17034 \times 1312(g/day) = 22348608(g/day) \approx 22(t/day) \quad \text{رابطه ۱۲}$$

همچنین، علاوه بر زمین مورد نیاز برای دفن، مقداری فضا نیز جهت زیر ساختها و تسهیلات لازم است، بنا براین مساحت کل زمین مورد نیاز که عبارتند از: محل دفن پسماند به مساحت تقریبی ۱٫۵ هکتار، فضای اداری و پشتیبانی و نظارت، به مساحت 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.

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

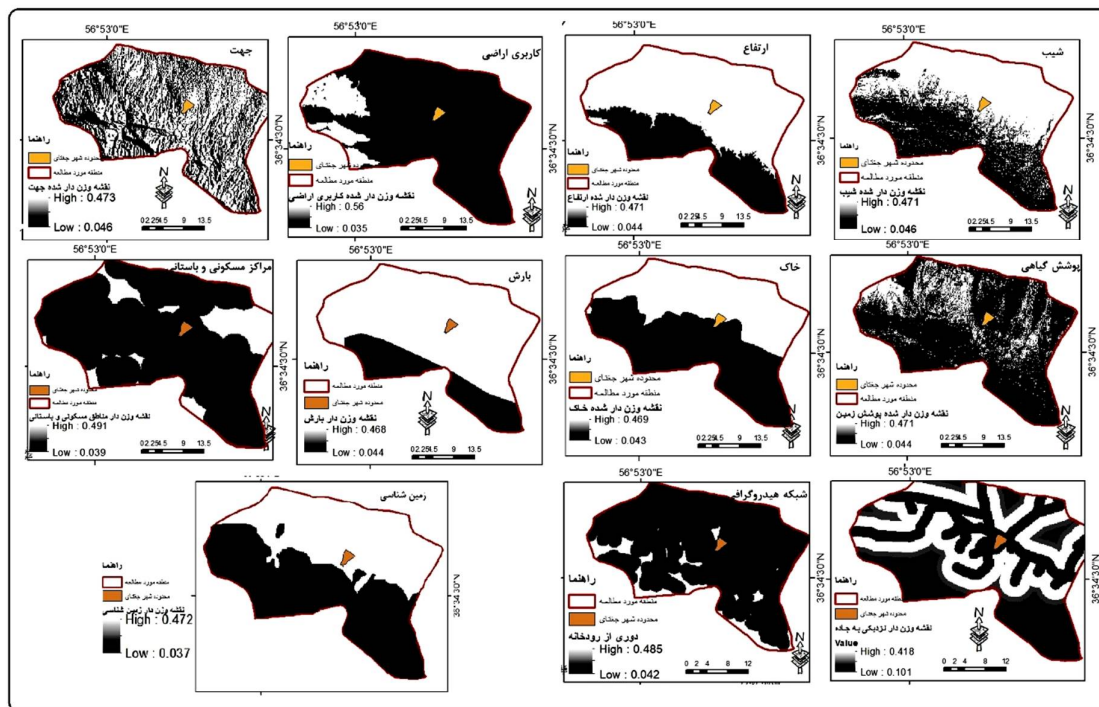
پس از ساخت لایه‌های اطلاعاتی در نرم‌افزار Arc.Map از متخصصین و صاحب نظران علوم محیطی و طبیعی در مورد اهمیت و ارجحیت معیارها نسبت به همدیگر نظر سنجی و در بازه ۱-۹ ارزش‌گذاری شد. برای محاسبه وزن روش‌های متعددی وجود دارد که پژوهشگر می‌تواند این محاسبات را دستی انجام داده و یا از نرم‌افزارهای مخصوص محاسبه وزن استفاده کند در این تحقیق داده‌ها برای محاسبه اوزان به محیط نرم‌افزار Expert Choise وارد شده و مقایسه دویبه دویی بین معیارها بدین گونه انجام شد معیارها و زیر معیارها به صورت درختی در نرم‌افزار ثبت و با توجه به استانداردهای تعیین شده، به معیارها وزن شایسته تعلق می‌گیرد (شکل ۵).

حدود وزندهی به معیارها و زیر معیارها با توجه به بازه استاندارد ساعتی از ۱ تا ۹ می‌باشد که در آن وزن یک یعنی این که یک معیار نسبت به معیار دیگر دارای اهمیت یکسان است و وزن ۹ یعنی اینکه یک معیار نسبت به معیار دیگر کاملاً مرجح‌تر و مهم‌تر است. 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 ۰/۱

در جدول ۲ 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 وزن‌هایی را به خود اختصاص دادند به نحوی که به اعدادی که به سمت صفر هستند و رنگ تیره دارند نشان‌دهنده نامناسب بودن عرصه از نقطه نظر دفن پسماند است و هرچقدر این اوزان به سمت ۱ میل می‌کند روشن‌تر و از نقطه نظر دفن پسماند است مناسب‌تر می‌باشد.



شکل (۶): نقشه‌های وزن‌دار شده با اوزان AHP

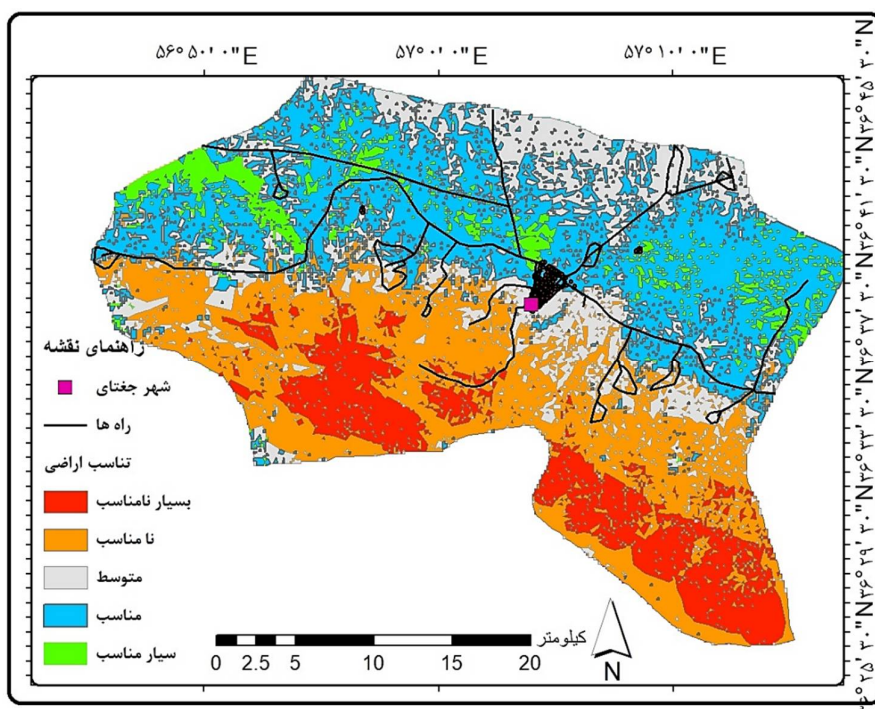
جدول (۲): معیارها و زیرمعیارهای تحقیق و محاسبه وزن‌های اختصاص یافته

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	291.292	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		
			سر جهت	32	0.046		
خاک	۰/۲۶۳	۰/۱۲۳	اریدی سلا	429	0.469		
			آنتر سلا و اریدی سلا	211.115	0.286		
			رخنمون سنگ و اریدی سلا	423	0.125		
			رخنمون سنگ و آنتر سلا	897	0.077		
			رخنمون سنگ و آنتر سلا	23.855	0.043		
زمین شناسی	۰/۱۴۳	۰/۱۴۳	آرفتها با دانه بندی درشت عمدتاً گراول نهشته شده	329.493	0.427		
			آرفتها، بادبزنی، ما تراسه‌های قدیمی و بلند، کونا، گراول بزرگ، تپه‌های شرف و نا، ماسه زئیس، کنگلومر، ماسه سنگ، توف و شیار، سنوزونیک	126.318	0.354		
			آهک و دولومست ک تاسه و ژوراسیک مزوزونیک	262.507	0.13		
			آندزیت، بازالت، دونیت، هارزبورگت، افولیت ملانز، کوارتز، سنوزونیک	188.198	0.06		
			مرتع فقیر و نام	79.952	0.037		
			مرتع درجه ۱	16.158	0.56		
			مخلوط کشاورزی، و مرتع	112.716	0.265		
			کشاورزی و کشاورزی مخلوط با ناغ	364	0.088		
			شهر-آبخوان و باغات	487	0.053		
			سبار، متر اکم-باغات و مزارع	835.881	0.035		
زیست محیطی	۰/۲۶۸	پوشش گیاهی	۰/۲۹۷	۰/۰۷۹	متر اکم	15.424	0.471
					متر وسط	376.791	0.268
					تراکم کم	420.325	0.143
					تنک	155.273	0.075
					کمتر از ۱۰۰۰ متر	182.133	0.044
					۲۰۰۰-۱۰۰۰	393	0.039
					۳۰۰۰-۲۰۰۰	306	0.073
					۴۰۰۰-۳۰۰۰	151.389	0.138
					بیشتر از ۴۰۰۰ متر	68.033	0.26
					کمتر از ۲۰۰	70.314	0.491
هیدرو اقلیم	۰/۰۷۵	بارش	۰/۳۳۳	۰/۰۲۴	۳۰۰-۲۰۰	627.426	0.468
					۴۰۰-۳۰۰	36.982	0.295
					۴۵۰-۴۰۰	152.272	0.123
					بیشتر از ۴۵۰	27.533	0.07
					۵۰۰	142.457	0.044
		ف. از رودخانه	۰/۶۶۷	۰/۰۵۰	۱۰۰۰-۵۰۰	511.076	0.042
					۱۵۰۰-۱۰۰۰	282	0.071
					بیشتر از ۲۰۰۰ متر	113.901	0.139
					بیشتر از ۱۰۰۰+	50.287	0.262
					بیشتر از ۲۰۰۰ متر	28.056	0.485
دسترسی	0.044	نزدیکی به جاده	0.044	۰/۰۴۴	۲۰۰۰-۱۰۰۰	299.755	0.101
					۳۰۰۰-۲۰۰۰	197.824	0.418
					۴۰۰۰-۳۰۰۰	157.083	0.203
					بیشتر از ۳۰۰۰ متر	122	0.156
					بیشتر از ۳۰۰۰ متر	279.442	0.122

در نهایت مطابق رابطه ۱۳ در محیط Rsater Calculator لایه‌ها وزن دار شده با وزن هر معیار ضرب و و حاصل ضرب شان با یکدیگر جمع جبری شده و نقشه نهایی پهنه بندی مناطق مناسب برای دفن 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

$$\text{Final sit selection landfill map} = (\text{ahpelevation} * 0.113 + \text{ahpslope} * 0.568 + \text{ahaspect} * 0.057 + \text{ahpsoil} * 0.263 + \text{ahpgeo} * 0.143 + \text{ahplanuse} * 0.540 + \text{ahplandcover} * 0.297 + \text{ahpdiscity} * 0.163 + \text{ahprain2} * 0.333 + \text{ahpdisriv} * 0.667 + \text{ahpdisroad} * 0.044)$$



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 شکل ۷، ۴۳ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه مناسب برای دفن پسماند شهری می‌باشد که ۰,۰۰۴ درصد از مساحت منطقه را شامل می‌شود ۳۱۹ کیلومتر مربع از منطقه نیز مناسب برای دفن پسماند می‌باشد که این میزان ۳۴ درصد منطقه را در بر می‌گیرد. ۲۲ درصد منطقه از نقطه نظر تناسب زمین برای دفن پسماند حالت بینابین دارند و ۲۹ درصد از منطقه در کلاس نامناسب قرار داشته و ۱۴ درصد از منطقه نیز برای دفن پسماند کاملاً 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 شد که نشان‌دهنده کارایی و دقت بالای روش تحلیل سلسله مراتبی به منظور بهینه‌یابی اراضی به منظور محل دفن پسماند شهری می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با استفاده از روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره چون تحلیل سلسله‌مراتبی شد. بدین منظور با ارایه پرسشنامه و مصاحبه با متخصصان و متولیان امور خدمات شهری، محیط زیست، 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 عموماً 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 سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ و نرخ رشد جمعیت مشخص شد جمعیت شهر جغتای با نرخ رشد جمعیت ۳/۰۶ 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 جمعیت شهر جغتای در سال ۱۴۱۵ و تغییر سبک زندگی مردم، پیش‌بینی می‌شود، در ۲۰ مدت سال آینده ۴۳۸۰۰ تن پسماند شهری تولید شود که نیازمند فضای وسیعی برای دفن می‌باشد. طبق محاسبات با احتساب فضای زیربنایی و محل دفن، بر اساس 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 حدفاصل مناطق پایین دست روستاهای جبله و دستوران، 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 واسطه دسترسی مناسب 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 می‌شود. به نحوی که پسماندهای روستایی منطقه غرب شهرستان جغتای را هم می‌توان پوشش داد. در پایان پیشنهاد می‌شود تا حد ممکن این طلای کثیف را بازیافت نمود و باقیمانده آنرا نیز فراوری نموده و به صورت کمپوست استفاده شود و باقی مانده پسماند شهری را در محدوده‌های 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 (مطالعه موردی: منطقه شهری اردبیل). جغرافیای اجتماعی شهری (۱)، ۵، ۸۴-۶۳
- حجازی، سیداسدالله. (۱۳۹۴). مکان‌یابی 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، مکان‌یابی دفن پسماند (مواد جامد) تهران با استفاده از GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس ۱۸۵ص، تهران
- خورشید دوست، علی، محمّد عادل، 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.
- سپهر، عادل، بیگلر فدافن، مصطفی، صفرآبادی، اعظم. (۱۳۹۳). اولویت‌بندی مکان‌های مستعد دفن پسماند شهر مشهد با تأکید بر شاخص‌های ژئومورفیک. فصلنامه جغرافیا و توسعه (۳۴)، ۱۲، صص ۱۵۲-۱۳۹.

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

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

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

قدسی پور، سید حسن، ۱۳۷۸، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) انتشارات دانشگاه امیر کبیر، ۲۲۰ ص تهران
قنواتی دکتر عزت ا...، تقوی مقدم ابراهیم، مساحی خوراسکانی مهدی ۱۳۹۰. 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 مکان‌یابی 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, Turkey

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). Massachusetts: 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 York: John Wiley 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, New York, 20-25

Archive of SID

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.