پهنه‌بندی و تعیین قابلیت اراضی جهت دفن پسماندهای شهری با استفاده از روش AHP-Fuzzy در محیط GIS
مطالعه موردی: شهر قلعه‌گنج[1]

احمد پوراحمد[2] سیّدعباس رجایی[3]
محّمد رحمانی اصل[4]

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۱۲/۲۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/۰۸/۳۰

****

چکیده

امروزه توسعه روز افزون مناطق شهری، افزایش جمعیت و افزایش مصرف مواد تجزیه‌ناپذیر سبب شده است که یکی از دغدغه‌های اصلی مدیریت شهری، چگونگی دفع پسماندها باشد. برای دفع زباله‌های شهری، روش‌های مختلفی وجود دارد اما دفن بهداشتی، هنوز رایج‌ترین روش دفع زباله محسوب می‌شود. بنابراین، با توجه به اهمیت موضوع، پژوهش حاضر در پی پهنه‌بندی و تعیین قابلیت اراضی جهت دفن پسماندهای شهر قلعه‌گنج می‌باشد که در این راستا از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP به منظور وزن‌دهی و از روش GIS-Fuzzy جهت آماده‌سازی و تلفیق لایه‌های مؤثر در مکان‌یابی محل دفن زباله در شهر قلعه‌گنج استفاده شده است. در این راستا از ۱۵ معیار استفاده شد که عبارت‌اند از: فاصله از اراضی کشاورزی و باغ‌ها، پوشش زمین، فاصله از پهنه‌های سیل‌گیر، فاصله از مسیل، فاصله از چاه‌های آب شرب، جهت باد، فاصله از شهر قلعه‌گنج، فاصله از مراکز روستایی و نقاط سکونتگاهی، فاصله از خطوط ارتباطی، فاصله از شهرک صنعتی، فاصله از تأسیسات، فاصله از گسل، نوع خاک، شیب و در نهایت جنس سنگ بستر. براساس نتایج پژوهش، نقشه مکان‌یابی و پهنه‌بندی اراضی شهرستان، جهت دفن پسماندهای شهر قلعه‌گنج ارائه و همچنین اراضی شهرستان از نظر قابلیت دفن پسماند در سه طیف خیلی مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب طبقه‌بندی شد. محل فعلی دفن پسماندهای شهر قلعه‌گنج در اراضی با قابلیت نامناسب قرار گرفته که ضروری است شهرداری هرچه زودتر مکان فعلی را رها کرده و از بین اراضی با قابلیت خیلی مناسب، مکانی را برای دفن زباله‌های شهر انتخاب کند و در صورت عدم امکان استفاده از اراضی خیلی مناسب، می‌تواند از اراضی با قابلیت نسبتاً مناسب، برای دفن پسماندهای شهری استفاده کند.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی، محل دفن پسماندهای شهری، AHP-Fuzzy ،GIS، شهر قلعه‌گنج

****

۱- این مقاله مستخرج از پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد آقای محمد رحمانی‌اصل در رشتهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری با عنوان «مکان‌یابی محل دفن زباله در شهر قلعه‌گنج»، به راهنمایی دکتر احمد پوراحمد و مشاورهٔ دکتر سیدعبّاس رجایی در دانشگاه تهران (۱۳۹۵) می‌باشد.

۲- استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول) apoura@ut.ac.ir

۳- استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران sarajaei@ut.ac.ir

٤- کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران m.rahmaniasl@ut.ac.ir

۱- مقدمه

از روزی که انسان پا بر روی این کره خاکی گذاشت، به اشکال مختلف بر آن تأثیر گذاشت و به تبع از آن تأثیر پذیرفت که البته در گذشته این تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بسیار ناچیز بوده ولی به مرور زمان و با گسترش جمعیت و پیشرفت تکنولوژی، تأثیر انسان بر محیط بیشتر شده که امروزه در قرن ۲۱ به بالاترین حد خود رسیده است. یکی از نمودهای تأثیر انسان بر طبیعت و محیط، تولید زباله و تحمیل آن بر محیط است. زیرا انسان برای دفع زباله، به ناچار به مکانی نیاز دارد که این زباله‌ها را از خود دور کند. زباله جزئی جدایی ناپذیر از زندگی ما انسان‌هاست که با آن باید به صورت هوشمندانه برخورد کرد تا وسیله‌ای برای نابودی محیط زندگی‌مان نشود؛ زیرا نابودی محیط به نابودی انسان‌ها منجر خواهد شد.

رشد روزافزون جعیت شهری، علاوه بر مسائل مختلف کالبدی، اقتصادی و اجتماعی، مشکلات زیست محیطی عدیده‌ای را در شهرها به وجود آورده است که در بین مسائل زیست محیطی فراوانی که محیط شهری را تحت تأثیر قرار می‌دهند، پسماندهای شهری[1] از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است.

یکی از معضلات مهمی که امروزه در برنامه‌ریزی و مدیریت اکثر شهرهای کشورمان به چشم می‌خورد، مدیریت پسماندهای رو به ازدیاد است *(کریمی‌پور، ۱۳۹۰: ۲۶)*. آخرین مرحله در مدیریت پسماند، دفع نهایی می‌باشد که همواره و از سالیان دور، گریبان‌گیر بشر بوده است. برای دفع پسماندهای شهری روش‌های مختلفی وجود دارد؛ اما هنوز دفن آنها از اهمیت و مطلوبیت بیشتری برخوردار است و تاکنون جایگزین کامل و مناسبی برای آن یافت نشده است *(پورخباز، ۱۳۹۰: ٤۲؛ حیدرزاده، ۱۳۸۲: ۷ و ۲۱۵۰ ;Sumathi et al, ۲۰۰۷)*. انتخاب محل دفن مناسب برای پسماندها، مهمترین مرحله و نیز روشی قدیمی در مدیریت مواد زائد می‌باشد *(Rashid & Mahmood, 2015 و Sener et al, 2006)*. مکان‌یابی محل مناسب برای دفن زباله از ضروریات طرح‌های توسعه شهری است، به طوری که در ایالات کبک کانادا، چاتانونگا، واشنگتن، برتلند و ماساچوست آمریکا، مدیریت و مکانیابی صحیح محل دفن مواد زائد جامد، به عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار محسوب می‌شود *(قنوات و احمدی، ۱۳۹۰: ۱۹۷)*. مکانیابی نادرست محل دفن زباله، می‌تواند منجربه خسارات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی *(Gbanie, 2013: 3)* زیادی در محیط شهری شود که ممکن است در بعضی موارد جبران ناپذیر باشند. از جمله این خسارات می‌توان به ایجاد بو و منظره ناخوشایند، اشاعه‌ی بیماری، نارضایتی مردم، انواع آلودگی از قبیل آب، خاک، هوا و... اشاره کرد.

یک محل دفن باید در مکانی استقرار یابد که از جهات گوناگون اعم از زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی، کمترین ضرر را به وجود آورد. به جرأت می‌توان گفت که یک مکانیابی صحیح می‌تواند بیش از نیمی از نگرانی‌های موجود برای یک محل دفن را مرتفع سازد *(پورخباز، ۱۳۹۰: ٤۵؛ حیدرزاده، ۱۳۷۸: ۱۱)*. در انتخاب محل دفن زباله، از معیارهای مختلفی استفاده می‌شود که از اهمیت یکسانی برخوردار نیستند. در نتیجه به مدلی نیاز داریم تا تصمیم‌گیری را برای ما آسان کند و از طریق آن بتوانیم وزن معیارها را مشخص کنیم. پس به سراغ تحلیل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره[2] می‌رویم که برای وزن‌دهی به معیارها به ما کمک کنند. در این راستا در پژوهش پیش‌رو از مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای وزن دهی به معیارها استفاده شده است.

جهت مکانیابی محل دفن، با انبوهی از اطلاعات و پردازش آنها به منظور تعیین مناسب‌ترین مکان روبرو می‌شویم. حجم زیاد اطلاعات، جمع‌آوری، پردازش و ذخیره اطلاعات به صورت دستی جهت بکارگیری و استفاده از آنها در مکانیابی مرکز دفن به استفاده از ابزارهای رایانه‌ای جدید و بخصوص سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) منجر شده است *(امجدی، ۱۳۸۹: ۳)*. GIS ابزاری قوی می‌باشد که توان تلفیق انواع داده‌های فضایی را دارد و نیز می‌تواند

[1]- Municipal Solid Waste (MSW)

[2]- Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA)

تحلیل‌های فضایی مختلفی را انجام دهد *(Alanbari, 2014: 527)*. بررسی بسیاری از مسائل زیست محیطی به تحلیل‌های GIS متکی بوده و بدون استفاده از تکنولوژی GIS، انجام این گونه تحلیل‌ها علاوه بر اتلاف وقت، از دقت کمتری نیز برخوردار خواهد بود *(متکان و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۲۲)*. امروزه بسیاری از پژوهشگران از توانمندی‌های GIS برای مکانیابی تجهیزات شهری و از جمله انتخاب مکانی مناسب برای دفن زباله، استفاده می‌کنند. در پژوهش پیش‌رو نیز از این سیستم در قالب روش AHP-Fuzzy استفاده شده است.

محدوده مورد مطالعه این پژوهش، شهر قلعه‌گنج از استان کرمان می‌باشد که یکی از شهرهای مناطق خشک کشور محسوب می‌شود و به نظر می‌رسد که با یک بحران زیست محیطی در زمینهٔ محل دفن زباله مواجه می‌باشد. در حال حاضر، زباله‌های شهر قلعه‌گنج را در فاصله حدود ۸۰۰ متری محدوده شرقی شهر و حدود ۱۵۰متری جاده اصلی قلعه‌گنج- کهنوج، بر روی زمین می‌ریزند و سپس آنها را می‌سوزانند. مکانی که زباله‌ها در آنجا ریخته می‌شود در حریم شهر قرار دارد و بخشی از بهترین و حاصل‌خیزترین زمین‌های شهر را شامل می‌شود که بهترین پتانسیل را برای ایجاد تفرجگاه شهری دارد. در مکان فعلی که زباله‌ها را تلنبار می‌کنند، مراتع و پوشش گیاهی غنی وجود دارد که با توجه به قرار گرفتن این شهر در مناطق خشک کشور و فقر پوشش گیاهی، باید به حفظ آنها توجه بیشتری شود. زباله‌ها به مرور زمان، پهنه‌ی بیشتری را در برگرفته‌اند و کارگران شهرداری بدون آگاهی از مسائل زیست محیطی، در مساحتی بالای ۱۰ هکتار، زباله ریخته‌اند که باد نیز در جابجایی زباله‌ها کمک کرده و می‌توان گفت که بیش از ۱۵ هکتار از بهترین اراضی شمال شرقی شهر به طور مستقیم به زباله‌دان تبدیل شده است.

بنابراین ضرورت دارد که به مکانیابی محل مناسبی جهت دفن زباله در شهر قلعه‌گنج اقدام شود. در این راستا در پژوهش پیش‌رو به پهنه‌بندی و تعیین قابلیت اراضی جهت دفن پسماندهای شهر قلعه‌گنج پرداخته شده که امید است قدمی در راه حفاظت از محیط زیست و دستیابی به توسعه پایدار در این شهر از کشورمان باشد.

در زمینه مکانیابی محل دفن زباله کارهای پژوهشی زیادی انجام شده که در ادامه، به چند مورد از آنها اشاره می‌کنیم:

پوراحمد و همکاران (۱۳۸٦) در مقاله‌ای با استفاده از داده‌هایی چون فاصله از محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده، جهت باد، خاک‌شناسی و ...، و از طریق مدل‌های مختلف تلفیق اطلاعات و نقشه‌ها که بر اساس مدل منطق فازی (Fuzzy Logic) ترکیب شده‌اند، به مکانیابی محل دفن بهداشتی مواد زائد در شهر بابلسر پرداختند.

هادیانی و همکاران (۱۳۹۱) در مقاله‌ای با استفاده از منطق فازی (Fuzzy) به طراحی یک مدل جهت انتخاب محل دفن پسماندهای شهر زنجان پرداختند و براساس نتایج پژوهش، سه مکان به صورت کاملاً مناسب، مناسب و نسبتاً مناسب شناسایی شد. چیت‌سازان و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی با استفاده از فناوری‌های اطلاعات مکانی و منطق فازی- تحلیل سلسله مراتبی Fuzzy- AHP به مکانیابی محل دفن پسماندهای جامد شهری پرداخته‌اند. برای مکانیابی محل دفن زباله از ۱۲لایه به نام فاصله تا مناطق مسکونی و منبع تولید زباله، فاصله تا آب‌های سطحی، فاصله تا جاده اصلی، کاربری زمین، شیب زمین، فاصله تا سیستم‌های زیرساختاری عمده (خطوط انتقال برق و خطوط لوله نفت) و... استفاده شد که در نهایت، ٤منطقه شناسایی شد و منطقه٤ به عنوان بهترین مکان جهت دفن زباله انتخاب شد.

حیدریان و همکاران (۱۳۹۳) در مقاله‌ای برای مکانیابی محل دفن شهر پاکدشت، ابتدا با ارائه نظر کارشناسی و به کارگیری روش Fuzzy-AHP هریک از معیارها را وزندهی و همپوشانی کردند و سپس با روش Fuzzy-TOPSIS اولویت‌بندی گزینه‌ها انجام شد. در مرحله اول، ۳٦ گزینه مناسب به دست آمد و سپس با انجام اولویت‌بندی ۲گزینه به عنوان بهترین مکان انتخاب شدند.

بابالولا[1] و بوسو[2] (۲۰۱۱) در مقاله‌ای با ترکیب سیستم

[1]- Babalola
[2]- Busu

اطلاعات جغرافیایی (GIS) با مدل فرآیند تحلیل شبکه (ANP)، به مکانیابی محل دفن زباله در شهر داماتور از کشور نیجریه پرداختند که در این راستا از مدل ANP برای وزندهی به معیارها استفاده شد. در نقشه نهایی، ١٤ مکان مناسب برای دفن نشان داده شد که از این بین فقط ۷ مکان بالای ۲۰هکتار بودند.

جیبانیه[1] و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی با استفاده از مدل تلفیق خطی وزن‌دار (WLC) و میانگین وزنی منظم (OWA) و نیز با بهره‌گیری از GIS به مکانیابی محل دفن زباله در نواحی شهری سیرالئون پرداختند.

الانبری[2] و همکاران (٢٠١٤) در مقاله‌ای با استفاده از معیارهایی مثل فاصله از خطوط گاز، خطوط انتقال نیرو، خطوط گاز مایع، فرودگاه و غیره، و با استفاده از مدل AHP به مکانیابی محل دفن زباله در شهر المصیبقدا از کشور عراق پرداختند.

رشید احمد و خالد محمود (۲۰۱۵)، در مقاله‌ای با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تحلیل‌های چند معیاری (MDA)، به مکانیابی محل دفن زباله در شهر فیصال آباد از کشور پاکستان پرداختند و در نهایت، نواحی با درجه تناسب کم و زیاد در ناحیه مورد مطالعه مکانیابی شدند.

بطور کلی در بین پژوهش‌هایی که تاکنون برای مکانیابی محل دفن زباله انجام شده، با توجه به اهمیت و نقش آن در حفاظت از محیط زیست و دستیابی به توسعه پایدار، مطالعه‌ای در شهرستان قلعه‌گنج صورت نپذیرفته و این نخستین کار پژوهشی است که برای مکانیابی محل دفن پسماندهای شهر قلعه گنج انجام گرفته است. مزیت دیگر این پژوهش این است که به برنامه‌نویسی تابعه‌ای فازی پرداخته و رویکردی جامع نسبت به مکانیابی کاربری‌ها، به خصوص محل‌های دفن زباله، ارائه کرده است.

۲- منطقه مورد مطالعه

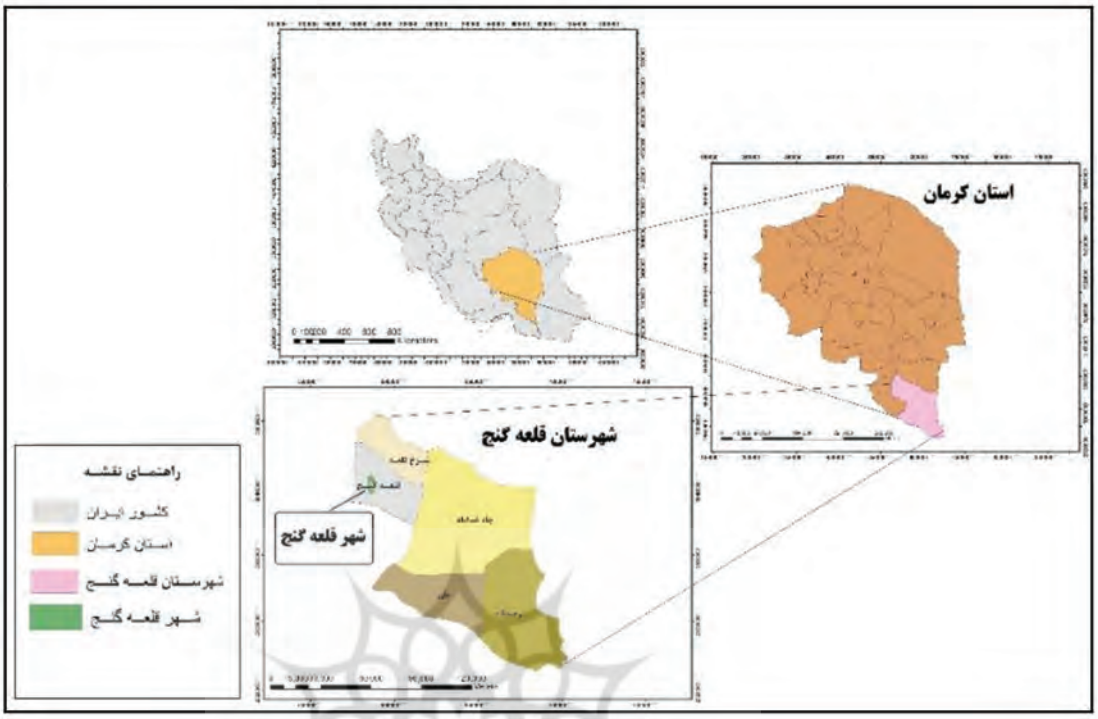
محدوده مورد مطالعه این پژوهش، شهر قلعه‌گنج از استان کرمان می‌باشد که به عنوان مرکز شهرستان قلعه‌گنج، در ٤٤٠کیلومتری مرکز استان قرار گرفته است. مساحت این شهر ۲۷/۸ کیلومترمربع می‌باشد و در طول جغرافیایی ۵۷درجه و ۵۳دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۷درجه و ۳۱دقیقه شمالی واقع شده و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا، ٤٠٢متر می‌باشد *(احمدی، ۱۳۹۱: ۶۵)*.

بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰، شهر قلعه‌گنج دارای ١٢٦٦٣ نفر جمعیت و ٣٠٣٤ خانوار بوده است *(مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰)*. لازم به ذکر است که تنها نقطه شهری در شهرستان قلعه‌گنج، شهر قلعه‌گنج می‌باشد. در نگاره شماره ۱، نقشه منطقه مورد مطالعه و در نگاره شماره ۲، محل فعلی دفن زباله‌های شهر قلعه‌گنج نشان داده شده است.

۳- مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر، به لحاظ هدف، کاربردی و همچنین با توجه به ماهیت موضوع، رویکرد حاکم بر فضای پژوهش، اکتشافی است. برای تدوین چارچوب نظری پژوهش و مروری بر پژوهش‌های پیشین و همچنین استخراج شاخص‌های مورد استفاده، از روش کتابخانه‌ای (اسنادی) بهره گرفته شد. اطلاعات میدانی از طریق پرسشنامه و بازدید میدانی تهیه شد. برای محاسبه وزن معیارها از پرسشنامه استفاده شد که تکمیل پرسشنامه‌ها توسط کارشناسان و متخصصان (در زمینه پسماند و محیط زیست) صورت گرفت. برای وزندهی به شاخص‌ها از مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد که اساس آن مقایسات زوجی است و محاسبات آن در نرم‌افزار Excel انجام گرفت. جهت مکانیابی و پهنه‌بندی از روش فازی استفاده شد که به گفته بسیاری از پژوهش‌گران، دقیق‌ترین و بهترین روش مکانیابی می‌باشد و در نرم‌افزار Arc GIS 10 پیاده‌سازی و اجرا شد. برای مکانیابی محل دفن پسماندهای شهر قلعه‌گنج از ۱۵ لایه استفاده شد که در جدول شماره ۱، بیان شده است.

[1]- Gbanie
[2]- Alanbari



نگاره ۱: نقشه منطقه مورد مطالعه

نگاره ۲: محل فعلی دفن پسماندهای شهر قلعه گنج

تأکید اصلی پژوهش، بر معیارهای مناطق خشک بوده و بعضی از معیارها مثل نقشه ارتفاع، جهت شیب زمین، خطوط هم دما، همبارش و تبخیر، به دلیل یکنواختی نسبی منطقه مورد مطالعه از نظر این شاخص‌ها، برای مکانیابی مورد استفاده قرار نگرفته‌اند؛ زیرا لحاظ کردن آنها از دقت مکانیابی می‌کاهد.

٤- بحث و نتایج

٤-١- محاسبه وزن معیارها

به منظور وزندهی به شاخص‌های مکانیابی محل دفن زباله در شهر قلعه‌گنج ابتدا ساختار درختی معیارها و زیرمعیارها مشخص شد (نگاره شماره ۳)، سپس پرسشنامه‌ای براساس تکنیک ساختار سلسله مراتبی و براساس ماتریس مقایسه

زوجی تنظیم گردید که توسط ۱۰ نفر از خبرگان (کارشناسان و متخصصان در زمینه پسماند و محیط زیست) تکمیل شدند. در ماتریس‌های موجود در پرسشنامه اهمیت شاخص‌ها نسبت به یکدیگر (برتری یا وزن‌ها) از ۱ تا ۹ متفاوت هستند. عدد ۱ اشاره به اهمیت یکسان و ۹ اشاره به اهمیت مطلق و یا خیلی پراهمیت دارد. که مقادیر ترجیحات (قضاوت) برای مقایسه های زوجی براساس نظر ساعتی (۱۹۸۰) می‌باشد. خبرگان از ۱ تا ۹ به شاخص‌ها رتبه دادند که پس از وارد کردن وزن شاخص‌ها در نرم‌افزار اکسل، ماتریس تصمیم مهیا گردید که براساس الگوی زیر محاسبات انجام شد:

الف) ابتدا میانگین هندسی تک تک پرسشنامه‌ها برای همه‌ی سؤال‌ها گرفته شد تا اینکه ۵ماتریس اصلی آماده شد (یک

جدول ۱: معیارها و زیرمعیارها و نوع، مقیاس و محدوده‌ی آنها

معیارها	زیرمعیارها	نوع داده‌ها	مقیاس	محدوده	مآخذ
۱- زیست محیطی	۱. فاصله از اراضی کشاورزی و باغ‌ها	کمی	نسبتی	حداقل ۵۰۰ متر	سازمان حفاظت محیط زیست، (۱۳۸۳)
	۲. پوشش زمین[1]	کیفی	اسمی	کاربری با ارزش پایین[2]	سازمان حفاظت محیط زیست، (۱۳۸۳)
	۳. فاصله از پهنه‌های سیل‌گیر (مناطق پخش سیلاب)	کمی	نسبتی	حداقل ۳۰۰متر	منابع مورد مطالعه و نظر کارشناسان
۲- هیدرولوژی و اقلیم	٤. فاصله از مسیل	کمی	نسبتی	حداقل ۱۰۰متر	سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (۱۳۸۰)
	۵. فاصله از چاه‌های آب شرب	کمی	نسبتی	حداقل ٤۰۰متر	سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، (۱۳۸۰)؛ سازمان حفاظت محیط زیست (۱۳۸۹)
	٦. جهت باد	کیفی	اسمی	در جهت بادهای غالب منطقه به سمت سکونتگاه‌ها نباشد[3]	سازمان حفاظت محیط زیست (۱۳۸۹)
۳- اقتصادی و اجتماعی	۷. فاصله از شهر قلعه‌گنج	کمی	نسبتی	۱۵۰۰۰-۳۰۰۰ متر[4]	منابع مورد مطالعه و نظر کارشناسان
	۸. فاصله از مراکز روستایی و نقاط سگونتگاهی	کمی	نسبتی	حداقل ۲۰۰۰متر	عبدلی و سمیعیزفرقندی (۱۳۹۰)
	۹. فاصله از خطوط ارتباطی	کمی	نسبتی	۲۰۰۰-۳۰۰ متر	سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، (۱۳۸۰)؛ سازمان حفاظت محیط زیست (۱۳۸۹)
	۱۰. فاصله از شهرک صنعتی	کمی	نسبتی	حداقل ٤۰۰ متر	نظر کارشناسان
	۱۱. فاصله از تأسیسات	کمی	نسبتی	حداقل ۳۰۰ متر	منابع مورد مطالعه و نظر کارشناسان
٤- زمین ساختی	۱۲. فاصله از گسل	کمی	نسبتی	حداقل ٦۰متر	U.S-EPA,(1993);Guam-EPA, (2004)
	۱۳. نوع خاک	کیفی	اسمی	دارای بافت ریزدانه (رسی، مارن و لومی) باشد.	مخدوم (۱۳۸۰)
	۱٤. شیب	کمی	نسبتی	۳ تا ۱۵ درصد	حیدرزاده، (۱۳۷۸)
	۱۵. جنس سنگ بستر	کیفی	اسمی	سنگ بستر نفوذناپذیر و دارای سازندهای سخت[5]	حیدرزاده، (۱۳۷۸)؛ سازمان حفاظت محیط زیست (۱۳۸۹)؛ مخدوم (۱۳۸۰)

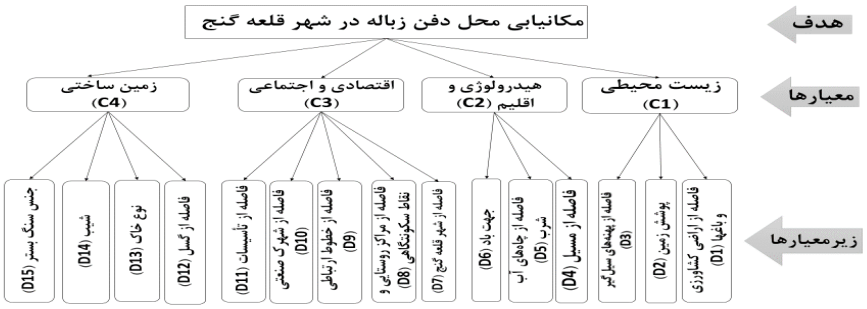
1- Land Cover

۲-دارای کاربری‌های باارزشی مثل کشاورزی، جنگل و مرتع نباشد.

۳- جهت باد غالب منطقه، جنوب غربی به سمت شمال و شمال شرقی می‌باشد.

٤- با لحاظ کردن کوچکی شهر و صرفه اقتصادی

۵- در دره‌ها و مناطقی با سنگ درشت‌دانه و متخلخل، مخروط افکنه، دارای پی‌سنگ آهکی و دولومیتی کارستی، سنگ‌های انحلال‌پذیر و گنبدهای نمکی نباشد (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۹ و مخدوم، ۱۳۸۰) و باید دارای سنگ بستر از جنس آذرین و نفوذناپذیر باشد (حیدرزاده، ۱۳۷۸).



نگاره ۳: ساختار سلسله مراتبی معیارها و زیرمعیارهای مکانیابی محل دفن زباله در شهر قلعه گنج

جدول ۲: وزن‌های تعدیل شدهٔ نهایی زیرمعیارهای مکانیابی محل دفن زباله در شهر قلعه گنج

ردیف	زیرمعیارها	وزن تعدیل شده	ردیف	زیرمعیارها	وزن تعدیل شده
۱	فاصله از اراضی کشاورزی و باغها	۰/۰۵۳	۹	فاصله از خطوط ارتباطی	۰/۰۱۹
۲	پوشش زمین	۰/۱۷۲	۱۰	فاصله از شهرک صنعتی	۰/۰۲۸
۳	فاصله از پهنه‌های سیلگیر	۰/۰۲٤	۱۱	فاصله از تأسیسات	۰/۰۱۱
٤	فاصله از مسیل	۰/۰٤٦	۱۲	فاصله از گسل	۰/۰۱۵
٥	فاصله از چاه‌های آب شرب	۰/۱۲٦	۱۳	نوع خاک	۰/۰٦۷
٦	جهت باد	۰/۰۷۸	۱٤	شیب	۰/۰۵۳
۷	فاصله از شهر قلعه گنج	۰/۱۲٦	۱۵	جنس سنگ بستر	۰/۱۱٦
۸	فاصله از مراکز روستایی و نقاط سکونتگاهی	۰/۰٦٦		جمع وزن‌ها	۱

ماتریس برای معیارها و چهار ماتریس برای زیرمعیارها).

ب) به هنجار[1] کردن ماتریس مقایسات زوجی و محاسبه وزن شاخص‌ها

در جدول شماره ۳، وزن نهایی شاخص‌ها ذکر شده است. لازم به ذکر است که نرخ ناسازگاری (CR) مربوط به قضاوت خبره‌ها کمتر از ۰/۱ می‌باشد و بیانگر عدم وجود ناسازگاری در میان نظرات خبرگان می‌باشد.

٤-۲- اجرای روش GIS-Fuzzy

در منطق فازی، میزان عضویت یک عنصر در مجموعه، با مقداری در بازه یک (عضویت کامل) تا صفر (عدم عضویت کامل) تعریف می‌شود (*Bonham-Carter, ۱۹۹۱؛ به نقل از بهشتی‌فر و همکاران، ۱۳۸۹: ۵۸٦*). در مدل فازی، به هر یک از پیکسل‌ها در هر نقشه فاکتور، مقداری بین صفر تا یک اختصاص داده می‌شود که بیانگر میزان مناسب بودن محل پیکسل از دیدگاه معیار مربوطه برای هدف مورد نظر می‌باشد. نقشه فاکتور را می‌توان به گونه‌ای تهیه نمود که مقدار هر پیکسل شامل اهمیت نسبی فاکتور مربوطه در مقایسه با سایر فاکتورهای مکانیابی نیز باشد *(بهشتی‌فر و همکاران، ۱۳۸۹: ۵۸٦)*.

در این پژوهش پس از تعیین معیارها و محدوده آن‌ها با مطالعه مبانی نظری و نظر کارشناسان و تعیین وزن آنها با استفاده از مدل AHP، به منظور مکانیابی پهنه‌های مناسب جهت دفن پسماند در شهر قلعه گنج از منطق فازی در محیط GIS استفاده شد که به گفته بسیاری از پژوهش‌گران، دقیق‌ترین و بهترین روش مکانیابی و براساس یک دیدگاه

[1]- Normalize

برنامه‌ریزی دقیق می‌باشد.

به طور مختصر، مراحل مورد استفاده جهت آماده‌سازی و تلفیق لایه‌ها به شرح زیر می‌باشد:

۱- آماده کردن شیپ فایل لایه‌ها

۲- تشکیل ماتریس مکانی لایه‌ها (رستری کردن لایه‌ها)

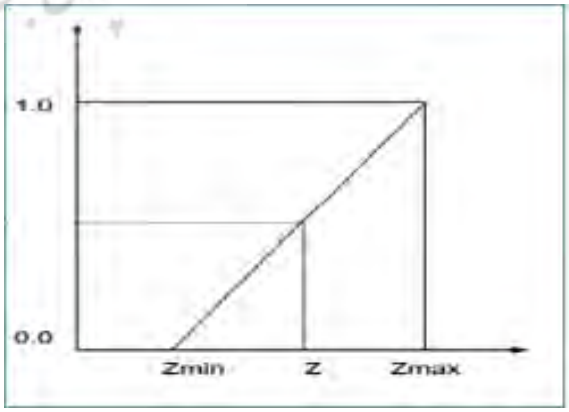
۳- فازی کردن لایه‌ها با روش‌های مخصوص هر لایه که در ادامه توضیح داده خواهد شد

٤- ضرب نقشه‌های فازی در وزن‌های بدست آمده از مدل AHP

۵- طراحی شبکه استنتاج فازی و تلفیق لایه‌ها جهت استخراج نقشه نهایی

ابتدا لایه‌ها به ۳گروه دسته‌بندی شدند که هرکدام از آنها روش خاص خود را در رستری و فازی کردن نقشه‌ها داشتند که در ادامه به توضیح هرکدام می‌پردازیم:

لایه‌های گروه اول: لایه‌های گروه اول عوامل مربوط به فاصله (فاصله اقلیدسی) و نیز پدیده‌های پیوسته هستند که با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون (Python) برنامه‌نویسی و در محیط GIS مدل‌سازی شدند. این گروه تقریباً شبیه به گروه دوم هستند. برای فازی کردن این لایه‌ها از تابع عضویت فازی خطی درحال افزاینده استفاده شد که نمودار در نگاره شماره ٤ و معادله آن در رابطه‌ی شماره ۱، نشان داده شده است. در این رابطه، Z، ارزش سلول‌های معیار مورد نظر (نقشه رستری)، Z min، مقدار کمینه معیار و Z max مقدار بیشینه ارزش سلول‌های معیار در نقشه رستری می‌باشد.



نگاره ٤: نمودار تابع عضویت فازی خطی درحال افزاینده

لایه‌های این گروه عبارتند از: فاصله از اراضی کشاورزی و باغ، فاصله از پهنه‌های سیل‌گیر، فاصله از مسیل، فاصله از چاه‌های آب شرب، فاصله از مراکز روستایی و نقاط سکونتگاهی، فاصله از شهرک صنعتی، فاصله از تأسیسات و فاصله از گسل که در جدول شماره ۳، محدوده آنها بیان شده است.

$$\frac{Z - Z\,min}{Z\,max - Z\,min}$$

رابطه‌ی ۱

جدول ۳: لایه‌های گروه اول و محدوده آنها جهت دفن زباله

	زیرمعیارها	محدوده
۱	فاصله از راضی کشاورزی و باغ‌ها	حداقل ۵۰۰متر
۲	فاصله از پهنه‌های سیل‌گیر	حداقل ۳۰۰متر
۳	فاصله از مسیل	حداقل ۱۰۰متر
٤	فاصله از چاه‌های آب شرب	حداقل ٤۰۰متر
۵	فاصله از مراکز روستایی و نقاط سکونتگاهی	حداقل ۲۰۰۰متر
٦	فاصله از شهرک صنعتی	حداقل ٤۰۰متر
۷	فاصله از تأسیسات	حداقل ۳۰۰متر
۸	فاصله از گسل	حداقل ٦۰متر

برنامه‌نویسی لایه‌های گروه اول در نرم افزار پایتون به صورت رابطه‌ی۲ انجام گرفت که در آن، L لایه مورد نظر، a، مقدار کمینه معیار و $\max_c$ بیشترین مقدار ماتریس مکانی (لایه فاصله اقلیدسی) می‌باشد.

$$>>> import\ arcpy$$
$$>>> c = arcpy.sa.EucDistance(L)$$
$$>>> C_1 = \frac{c - a}{\max_c - a}$$
$$>>> C_2 = C \geq a$$
$$>>> C_3 = C_1 * C_2$$

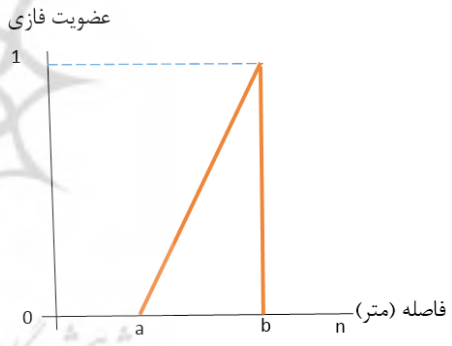
رابطه‌ی ۲

لایه‌های گروه دوم: لایه‌های گروه دوم نیز مانند نوع اول، عوامل مربوط به فاصله (فاصله اقلیدسی) و نیز پدیده‌های پیوسته هستند که با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون (Python) برنامه‌نویسی و در محیط GIS مدل‌سازی شدند. با این تفاوت که محدوده آنها جهت دفن زباله بازه خاصی را شامل می‌شد. مثلاً در معیار فاصله از شهر، محدوده بین

۳۰۰۰تا ۱۵۰۰۰متر برای دفن پسماند در نظر گرفته شده است. به این صورت که فاصله بین ۳۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰متر بین صفر و یک قرار می‌گیرد و فواصل کمتر و بیشتر از آن صفر می‌باشد که در نگاره شماره ۵ و رابطه‌ی شماره ۳، تابع عضویت آن بیان شده است که در این رابطه، X، ارزش سلول‌های معیار مورد نظر (نقشه رستری)، a، مقدار کمینه معیار و b مقدار بیشینه معیار می‌باشد. مثلاً در معیار فاصله از شهر، x همان نقشه فاصله اقلیدسی (رستری) شهر می‌باشد و a و b به ترتیب ۳۰۰۰ متر و ۱۵۰۰۰متر می‌باشند.

$$f(x) \le a \quad x=0$$
$$f\left(\frac{x-a}{b-a}\right) \quad x<1>0$$
$$f(x) \ge b \quad x=0$$

رابطه‌ی ۳



نگاره ۵: نمودار تابع عضویت فازی نوع دوم

لایه‌های فاصله از شهر و فاصله از راه‌های ارتباطی در این گروه جای دارند که در جدول شماره ٤، محدوده آن‌ها بیان شده است.

جدول ٤: لایه‌های گروه دوم و محدوده آنها جهت دفن زباله

	زیرمعیارها	محدوده
۱	فاصله از شهر قلعه گنج	بین ۳۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰متر
۲	فاصله از راه‌های ارتباطی	بین ۳۰۰ تا ۲۰۰۰متر

برنامه‌نویسی لایه‌های گروه دوم در نرم افزار پایتون به صورت رابطه‌ی ٤ انجام گرفته است که در آن، L لایه مورد نظر، a، مقدار کمینه معیار و b مقدار بیشینه معیار می‌باشد.

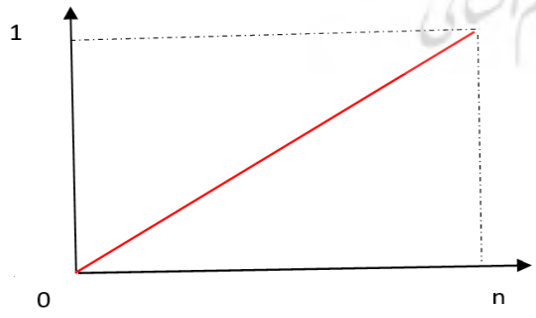
```
>>> import arcpy
>>> c = arcpy.sa.EucDistance (L)
>>> C1 = (c - a)/(b - a)
>>> C2 = C ≥ a
>>> C3 = C ≤ b
>>> C4 = C1 * C2
>>> C5 = C1 * C3
>>> C6 = C4 * C5
```

رابطه‌ی ٤

لایه‌های گروه سوم: لایه‌های گروه سوم لایه‌هایی هستند که امکان بررسی تدریجی درجه مناسبت آنها در نقشه‌های فاکتور مربوط به آنها وجود ندارد (مثل نقشه خاک) که برای فازی کردن آنها ابتدا با استفاده از نظر کارشناس، از ۰ تا ۱۰ به طبقه‌های آنها امتیاز داده شد و سپس براساس این وزن‌ها، لایه‌های موردنظر با استفاده از ابزار Polygon to Raster، رستری شدند و سپس با ابزار Raster Calculator فازی شدند. برای فازی کردن این لایه‌ها از روش خطی افزایشی استفاده شد که در نگاره شماره ٦، قابل مشاهده است. تابع آن نیز در رابطه‌ی شماره ۵، بیان شده است که در این رابطه، aij، ارزش سلول‌های معیار مورد نظر (نقشه رستری)، Z min و maxij مقدار بیشینه ارزش سلول‌های معیار در نقشه رستری می‌باشد.

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\max a_{ij}}$$

رابطه‌ی ۵



نگاره ٦: نمودار تابع عضویت فازی خطی افزایشی (تابع نوع سوم)

نقشه‌های پوشش زمین، جهت باد، نوع خاک و جنس سنگ بستر و شیب در این گروه جای دارند که در جدول

شماره ۵، محدوده آنها بیان شده است.

جدول ۵: لایه‌های گروه سوم و محدوده آنها جهت دفن زباله

	زیرمعیارها	محدوده
۱	پوشش زمین	کاربری‌های با ارزش پایین
۲	جهت باد	در جهت بادهای غالب منطقه به سمت سکونتگاه‌ها نباشد
۳	نوع خاک	دارای بافت ریز دانه باشد
٤	جنس سنگ بستر	دارای سنگ بستر نفوذناپذیر باشد
۵	شیب	۳ تا ۱۵ درصد

٤-۲-۱- ضرب نقشه‌های فازی در وزن شاخص‌ها (وزن‌های بدست آمده از مدل AHP)

در این مرحله نقشه‌های فازی در وزن‌های بدست آمده از مدل AHP، ضرب شده که عملیات ضرب از طریق ابزار Raster Calculator انجام گرفته است. در نگاره شماره ۷، نقشه‌های فازی وزنی نشان داده شده‌اند.

٤-۲-۲- طراحی شبکه استنتاجی فازی و تلفیق نقشه‌های وزن‌دار

پس از تهیهٔ نقشه‌های مدل فازی و ایجاد ماتریس وزنی آنها، لازم است تلفیق نقشه‌ها با استفاده از عملگرهای فازی انجام گیرد. عملگرهای فازی عبارتند از: AND، SUM، OR، PRODUCT و GAMMA.

انتخاب عملگر فازی با توجه به منطق‌های مختلف می‌تواند متفاوت باشد. در این پژوهش نقشه‌ها را با عملگر Fuzzy AND تلفیق کردیم که تأثیر این عملگر آن است که نقشه خروجی توسط کوچکترین مقدار عضویت فازی که در هر موقعیت روی می‌دهد، کنترل می‌شود. این بدین معنی است که با تلفیق لایه‌های مختلف، بهترین پهنه‌ها را برای ما شناسایی می‌کند که دارای ارزش بالایی هستند و بهترین شرایط را برای دفن پسماند دارند. می‌توان گفت این عملگر از کمترین ریسک برخوردار است و قابلیت اعتماد بالایی دارد. به طوری که بعداز مکانیابی، با مراجعه به اراضی مکانیابی شده، مشخص شد که بهترین شرایط را برای دفن پسماند دارند. این عملگر به صورت رابطه شماره ٦، تعریف می‌گردد. در این رابطه، WC، WB، WA بیانگر مقادیر عضویت فازی فاکتورهای A، B و C در یک موقعیت خاص می‌باشد.

رابطه٦ $$W_{Combination\ n} - MIN\ (W_A, W_B, W_C, \dots)$$

شبکه استنتاج فازی طراحی شده در نگاره شماره ۸، نشان داده شده است.

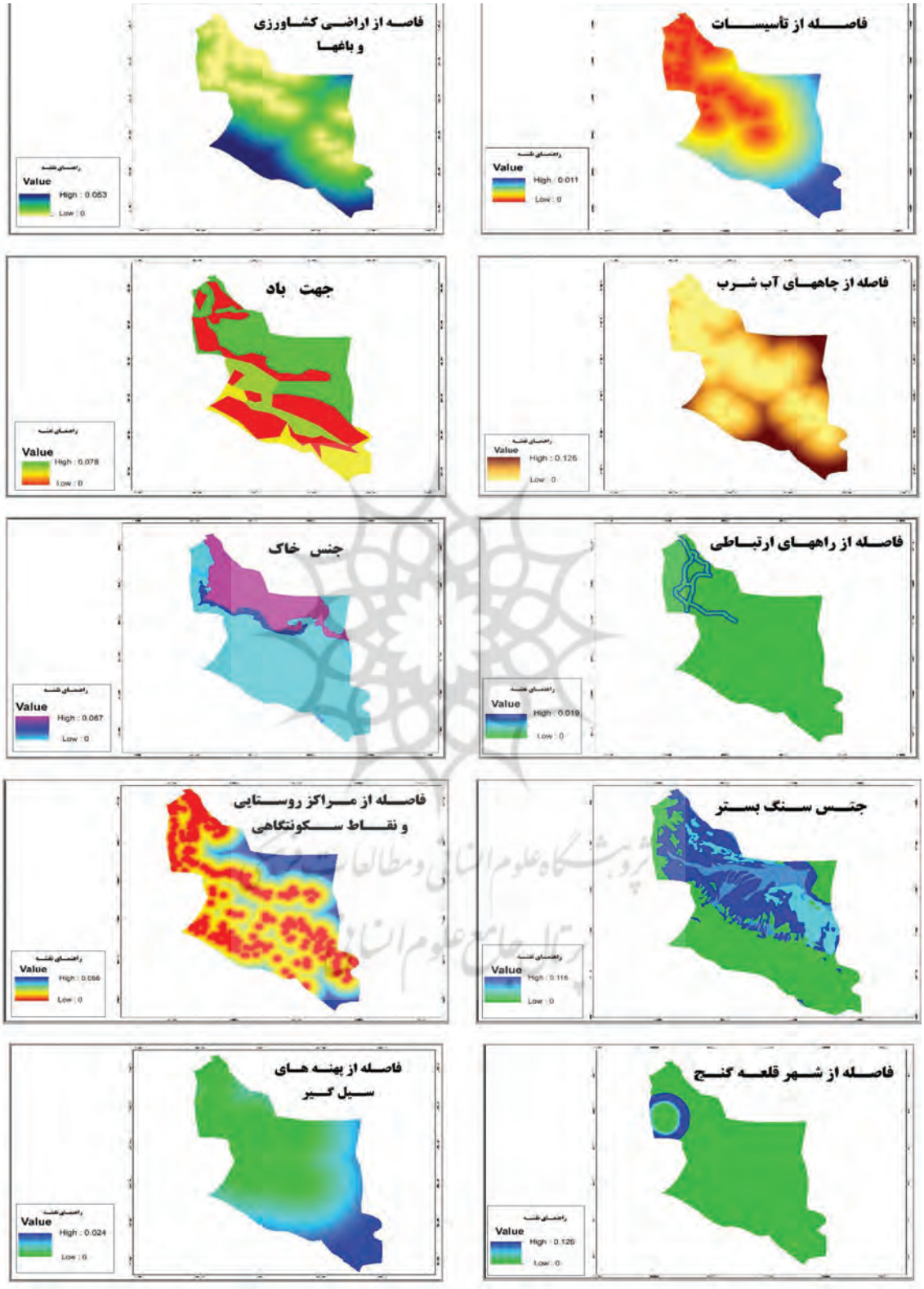
به منظور شناسایی پهنه‌های مناسب جهت دفن پسماند در شهر قلعه گنج، نقشه‌های فازی وزن‌دار حاصل از مرحله قبل، با استفاده از عملگرFuzzy AND که از زیرمجموعه عملگرهای ابزار Fuzzy Overlay می‌باشد، با هم تلفیق شدند و نقشه نهایی به دست آمد. نقشه بدست آمده طبقه‌بندی مجدد (Reclassify) شد و اراضی شهرستان از نظر قابلیت دفن پسماند در ۳طیف خیلی مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب طبقه‌بندی شدند. در نگاره شماره ۹ و ۱۰ نقشه توان اراضی شهرستان قلعه‌گنج جهت دفن پسماندهای شهر قلعه گنج، نشان داده شده است.

اراضی با قابلیت خیلی مناسب ۱٤۵۱/۵ هکتار و اراضی با قابلیت نسبتاً مناسب ۲٤۲۵/۲ هکتار می‌باشد که مساحتی زیاد و قابل انعطاف برای دفن می‌باشد، یعنی شهرداری برای انتخاب محل دفن، قدرت انتخاب زیادی دارد تا از بین این اراضی، سایت دفن پسماند را در محدوده مناسبی انتخاب کند.

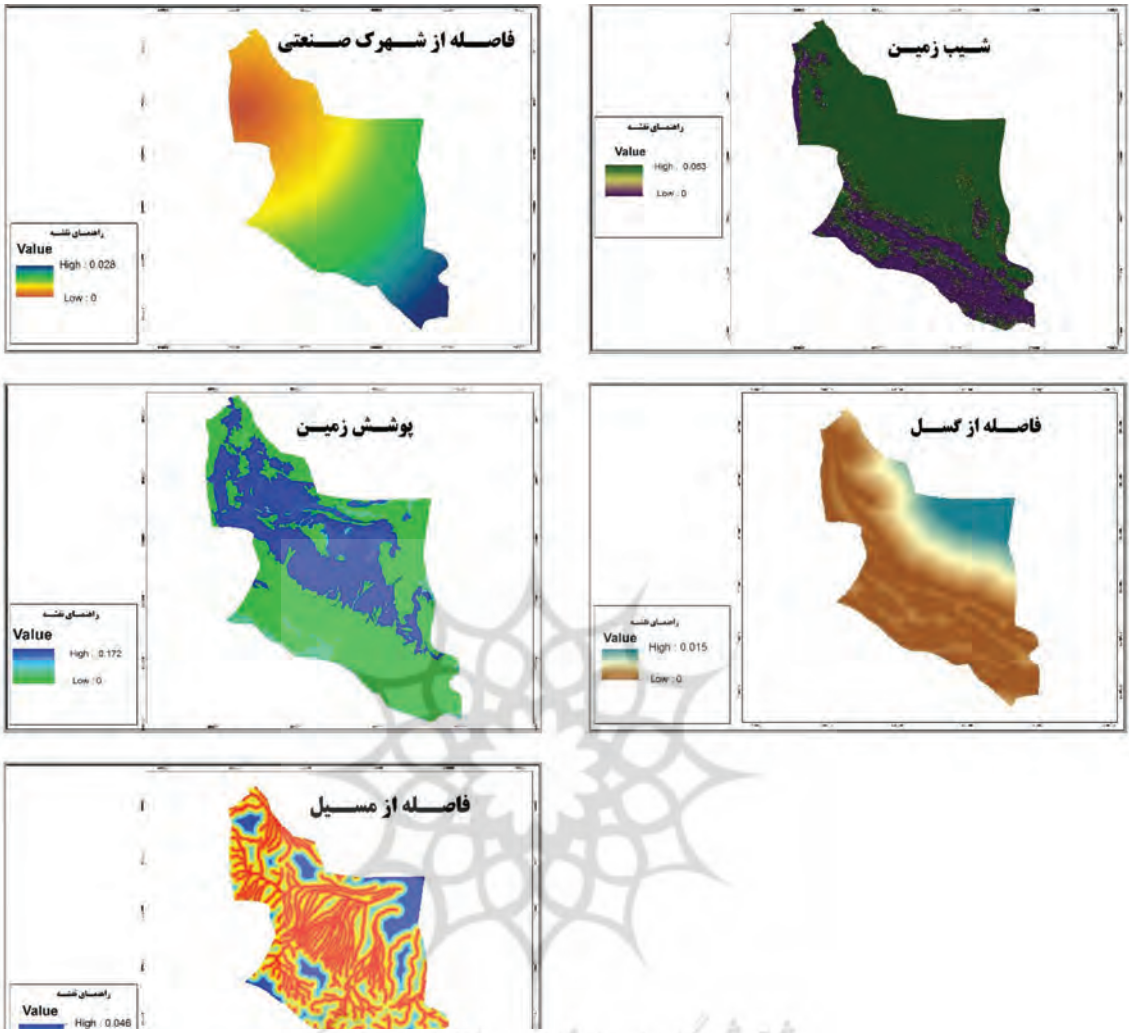
جدول ٦: قابلیت اراضی، مساحت و درصد آنها جهت دفن پسماندهای شهر قلعه گنج

ردیف	قابلیت	مساحت (هکتار)	درصد
۱	خیلی مناسب	۱٤۵۱/۵	۰/۱۳۸
۲	نسبتاً مناسب	۲٤۲۵/۲	۰/۲۳۱
۳	نامناسب	۱۰٤٤۰۹۲/۸	۹۹/٦۳

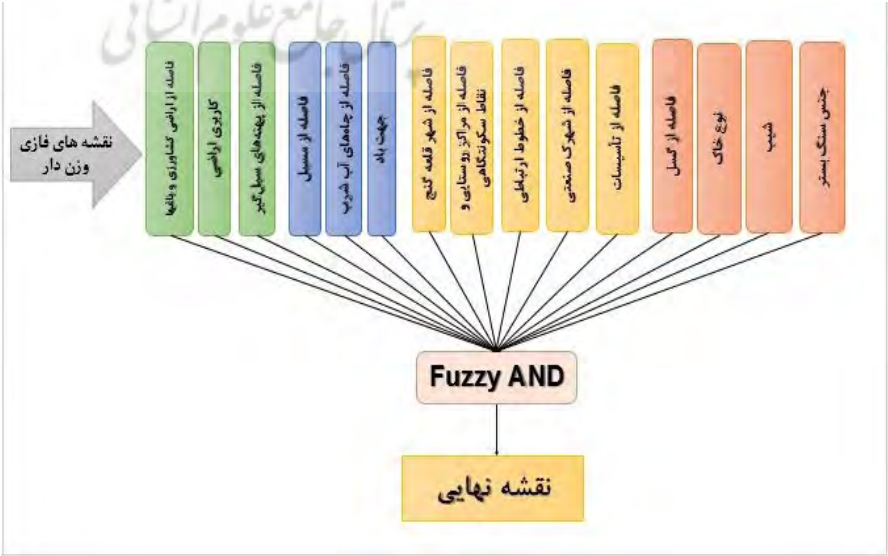
بررسی‌ها نشان داد که اراضی با قابلیت «خیلی مناسب»، بهترین شرایط را برای دفن زباله‌های شهر قلعه گنج دارا هستند و از نظر تمام معیارها مناسب هستند. اراضی با قابلیت



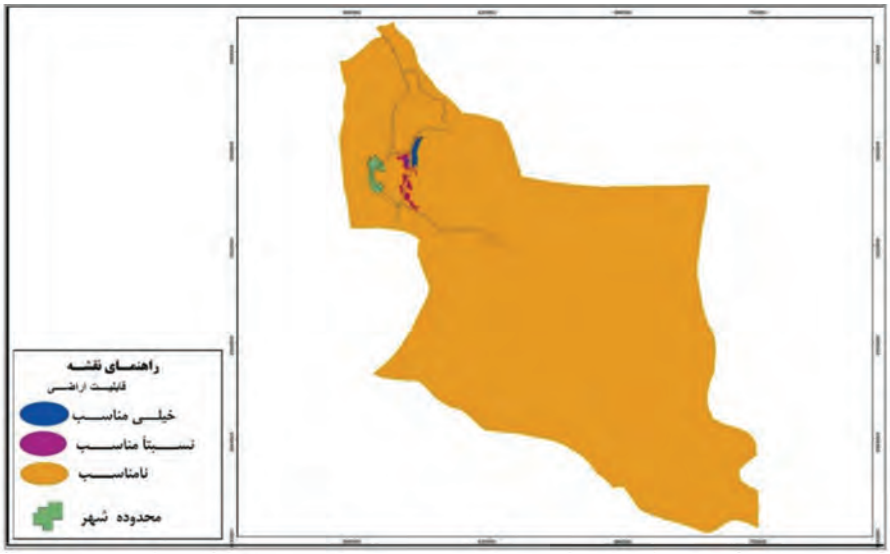
نگاره ۷: نقشه‌های فازی وزنی جهت مکانیابی محل دفن زباله در شهر قلعه گنج



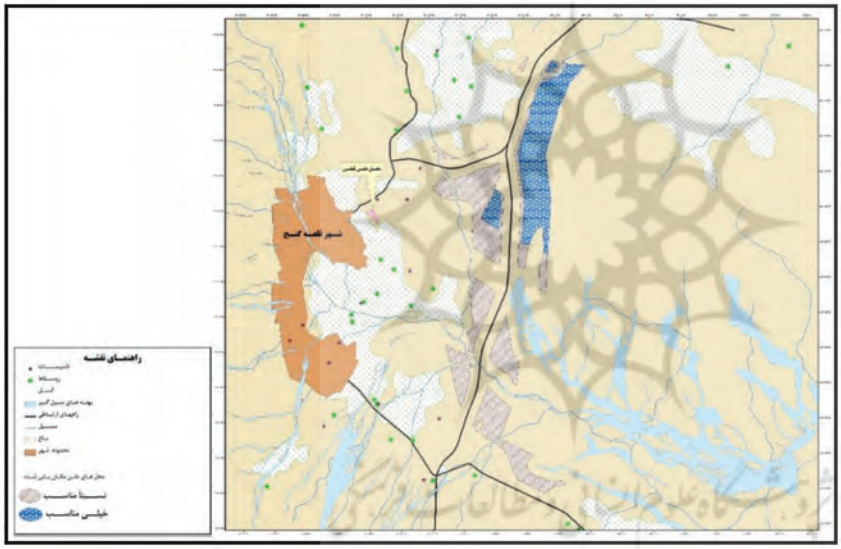
ادامه نگاره ۷: نقشه‌های فازی وزنی جهت مکانیابی محل دفن زباله در شهر قلعه گنج



نگاره ۸: شبکه استنتاج فازی



نگاره ۹: نقشه تعیین تناسب اراضی شهرستان قلعه گنج جهت دفن پسماندهای شهر قلعه‌گنج



نگاره ۱۰: نقشه نهایی مکان‌های مناسب جهت دفن پسماندهای شهر قلعه گنج

«نسبتاً مناسب» از نظر بیشتر شاخص‌ها مناسب هستند که شهرداری در صورت عدم امکان استفاده از اراضی طیف اول (خیلی مناسب) می‌تواند از آنها برای دفن پسماندهای شهری استفاده کند و در نهایت، اراضی با قابلیت نامناسب، در اکثر شاخص‌ها شرایط نامناسبی را برای دفن زباله دارا می‌باشند.

لازم به ذکر است که مکان فعلی دفن زباله‌های شهر قلعه‌گنج در اراضی با قابلیت نامناسب برای دفن زباله قرار گرفته است که ضروری است شهرداری هرچه زوتر مکان فعلی را رها کرده و از بین اراضی با قابلیت خیلی مناسب، مکانی را برای دفن زباله‌های شهر انتخاب کند تا برای مدت حداقل ۲۰سال آینده ظرفیت دفن پسماندها را داشته باشد.

۵- نتیجه‌گیری

امروزه موضوع پسماند به یکی از موضوع‌های مهم در مدیریت کشور به طور عام و مدیریت شهری به طور اخص، تبدیل شده است. بر اساس قانون مدیریت پسماند سازمان حفاظت محیط زیست، پسماندها به پنج گروه عادی (شهری، روستایی، خانگی، نخاله‌های ساختمانی)، کشاورزی، صنعتی، ویژه و بیمارستانی تقسیم می‌شوند که موضوع بحث ما در پژوهش حاضر، پسماندهای عادی و از نوع شهری می‌باشد. زباله‌های شهری پس از جمع‌آوری، حمل و بازیافت، به مکانی برای دفع نهایی نیاز دارند که رایج‌ترین روش دفع، دفن در زمین می‌باشد. بنابراین برای دفن زباله‌ها

به مکانی نیاز داریم که کمترین تأثیر منفی را بر محیط و انسان بگذارد. مکانیابی محل دفن زباله به درستی محقق نخواهد شد مگر اینکه از نرم‌افزارها و مدل‌های کاربردی در این زمینه بهره ببریم که در حال حاضر، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در این زمینه پیشتاز است. امروزه بسیاری از پژوهشگران از توانمندی‌های GIS برای مکانیابی تجهیزات شهری و از جمله انتخاب مکانی مناسب برای دفن زباله، استفاده می‌کنند. در پژوهش پیش‌رو نیز از این سیستم در قالب منطق Fuzzy در محیط GIS استفاده شده که به گفته بسیاری از پژوهشگران، دقیق‌ترین و بهترین روش مکانیابی و براساس یک دیدگاه برنامه‌ریزی دقیق می‌باشد. در انتخاب محل دفن زباله، از معیارهای مختلفی استفاده می‌شود که از اهمیت یکسانی برخوردار نیستند. درنتیجه به مدلی نیاز داریم تا تصمیم‌گیری را برای ما آسان کند و از طریق آن بتوانیم وزن معیارها را مشخص کنیم. در این راستا در پژوهش پیش‌رو از مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای وزندهی به معیارهای ۱۵گانه پژوهش استفاده شده است. برای تحلیل داده‌ها، مراحل منطق فازی در محیط GIS اجرا شد که در نهایت با تلفیق لایه‌ها با عملگر Fuzzy AND نقشه نهایی حاصل شد. براساس نتایج پژوهش، اراضی شهرستان از نظر قابلیت دفن پسماند در ۳طیف خیلی مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب طبقه‌بندی شدند که اراضی با قابلیت خیلی مناسب ۱٤٥۱/٥ هکتار و اراضی با قابلیت نسبتاً مناسب ۲٤۲٥/۲ هکتار می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که مکان فعلی دفن زباله‌های شهر قلعه‌گنج در اراضی با قابلیت نامناسب برای دفن زباله قرار گرفته است که ضروری است شهرداری هرچه زودتر مکان فعلی را رها کرده و از بین اراضی با قابلیت خیلی مناسب، مکانی را برای دفن زباله‌های شهر انتخاب کند و در صورت عدم امکان استفاده از اراضی طیف اول (خیلی مناسب) می‌تواند از اراضی با قابلیت نسبتاً مناسب، برای دفن پسماندهای شهری استفاده کند. در نهایت نتایج نشان داد که بکارگیری روش AHP-Fuzzy به منظور مکانیابی کاربری‌ها از جمله سایت‌های دفن زباله، کارایی بالایی داشته و می‌توان گفت بهترین و کامل‌ترین روش مکانیابی می‌باشد و روش مورد استفاده در این پژوهش، قابل تعمیم به شهرهای مختلف کشور می‌باشد؛ تنها می‌بایست با توجه به خصوصیات و ویژگی‌های مناطق مختلف، معیارها را مورد بازنگری قرار داد که این امر خللی به کلیت مدل، وارد نخواهد ساخت.

٦- منابع و مآخذ

۱- احمدی، مجید (۱۳۹۱)؛ بررسی و تحلیل درآمد شهرداری‌ها با تأکید بر درآمد پایدار (مطالعه موردی: شهر قلعه‌گنج)، پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه گلستان.
۲- امجدی، علی (۱۳۸۹). بررسی ویژگی‌های ژئومورفیک در مکانیابی کاربری‌ها؛ مطالعه موردی مکانیابی محل دفن مواد زاید شهری عجب شیر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.
۳- بهشتی‌فر، سعدی، ولدان‌زوج، کریمی؛ سارا، محمد، محمدجواد، محمد (۱۳۸۹)؛ استفاده از منطق فازی در محیط GIS به منظور مکان‌یابی نیروگاه‌های گازی، نشریه مهندسی عمران و نقشه برداری، شماره٤، صص۵۹۵-۵۸۳.
٤- پوراحمد، حبیبی، محمدزهرایی، نظری عدلی؛ احمد، کیومرث، سجاد، سعید (۱۳۸٦)؛ استفاده از الگوریتم-های فازی و GIS برای مکانیابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی: محل دفن زبالهء شهر بابلسر)، محیط شناسی، سال ۳۳، شماره ٤۲، صص ٤۲-۳۱.
٥- پورخباز، پورخباز، جوانمردی؛ حمیدرضا، علیرضا، سعیده (۱۳۹۰)؛ سیستم مدیریت دفع و بازیافت مواد زاید جامد شهری، تهران: سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.
٦- چیت‌سازان، دهقانی، راست‌بالا، میرزایی؛ منوچهر، فاطمه، فاطمه، یحیی (۱۳۹۲)؛ مکانیابی محل دفن پسماندهای جامد شهری با استفاده از فن‌آوری‌های اطلاعات مکانی و منطق فازی- تحلیل سلسله مراتبی Fuzzy- AHP (مطالعه موردی:

رامهرمز)، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال چهارم، شماره۱، صص ۵۵-۳۹.
۷- حیدرزاده، نیما (۱۳۷۸). معیارهای مکانیابی محل دفن مواد زاید جامد شهری (چاپ دوم)، تهران: انتشارت سازمان شهرداری‌های کشور، ٤٠ص.
۸- حیدریان، رنگزن، ملکی، تقی‌زاده، عزیزی‌قلاتی؛ پیمان، کاظم، سعید، ایوب، سارا، (۱۳۹۳)؛ مکانیابی محل دفن پسماند شهری با استفاده از مدل‌های Fuzzy-AHP و Fuzzy-TOPSIS در محیط GIS: مطالعه موردی شهر پاکدشت استان تهران، مجله بهداشت و توسعه، سال سوم، شماره۱، صص۱۳-۱.
۹- سازمان حفاظت محیط زیست (۱۳۸۳). قانون مدیریت پسماندها، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست.
۱۰- سازمان حفاظت محیط زیست (۱۳۸۹). ضوابط زیست محیطی محل‌های دفع پسماندهای عادی، بخشنامه شماره ۸۹/٤٦۱۷۰ مورخ ۸۹/۱۱/۳۰
۱۱- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (۱۳۸۰). معیارهای بهره‌برداری از خاکچال‌های دفن بهداشتی زباله‌های شهری، دفتر امور فنی و تدوین معیارها.
۱۲- عبدلی، سمیعی‌زفرقندی؛ محمدعلی، رودابه، (۱۳۹۰)؛ معیارهای انتخاب محل دفن پسماند، ششمین کنگره ملی مهندسی عمران. دانشگاه سمنان.
۱۳- کریمی‌پور، هدی (۱۳۹۰)؛ مکانیابی محل دفن بهداشتی پسماندهای شهری ساوه با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، محیط زیست و توسعه، سال۲، شماره٤، صص٤٠-۲۵.
۱٤- متکان، شکیبا، پورعلی، نظم‌فر؛ علی‌اکبر، علیرضا، سیدحسین، حسین (۱۳۸۷)؛ مکانیابی مناطق مناسب جهت دفن پسماند با استفاده از GIS (ناحیه مورد مطالعه: شهر تبریز)، علوم محیطی، سال ششم، شماره دوم، صص۱۳۲-۱۲۱.
۱۵- مخدوم، مجید (۱۳۸۰). شالوده آمایش سرزمین. چاپ نهم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۱٦- مرکز آمار ایران (۱۳۹۰). سرشماری عمومی نفوس و مسکن.
۱۷- هادیانی، احدنژاد روشتی، کاظمی‌زاد، شمس‌اله؛ زهره، محسن، شاه‌علی، امیر (۱۳۹۱)؛ مکانیابی مراکز دفن پسماندهای جامد شهری با استفاده از منطق فازی در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر زنجان)، فصلنامه فضای جغرافیایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، سال ۱۲، شماره ٤٠، صص ۱۳۳-۱۱٦.
18- Alanbari, M.A., Al-Ansari, N., Kareem Jasim, H., & Knutsson, S. (2014). Al-Mseiab Qadaa Landfill Site Selection Using GIS and Multicriteria Decision Analysis. Engineering, 6: 526-549.
19- Babalola, A., & Busu I. (2011). Selection of Landfill Sites for Solid Waste Treatment in Damaturu Town-Using GIS Techniques. Journal of Environmental Protection, 2: 1-10.
20- Bonham-Carter, G. F. (1991). Geographic Information System for Geoscientists: Modeling with GIS. Pergamon, Ontario, pp. 291-300.
21- Gbanie, P.S; Tengbe, B.P., Momoh, S.J., Medo J., & Kabba, T, S, Victor (2013). Modelling land ll location using Geographic Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA): Case study Bo, Southern Sierra Leone. Applied Geography, num 36: 3-12.
22- Guam Environmental Protection Agency. (2004). Preliminary landfill site suitability report.
23- Rashid Ahmad, S., & Khalid Mahmood (2015). GIS based Landfill Site selection for Faisalabad City. International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 6, Issue 4: 67-72.
24-Sener, Basak., Lütfi Süzen, M. & Vedat, D. (2006). Landfill site selection by using geographic information systems. Environmental Geology, Vol. 49(3): p 376-388.
25- Sumathi, V.R, Natesan, U & Sarkar, C. (2007). GIS-based approach for optimized siting of municipal solid waste landfill. Waste Management, Num 28: p2146-2160.
26- U.S-EPA. (1993). Criteria for Solid Waste Disposal Facilities: A Guide for Owners/Operators. U.S-Environmental Protection Agency.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی