مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و چهارم، شماره چهار، تیر ماه ۱۴۰۱(۱۰۳-۸۹)

مکان‌یابی محل تخلیه و مراکز تسهیلاتی دفع پسماندهای عمرانی و ساختمانی با استفاده از GIS و FVIKOR (مطالعه موردی : شهر کرج)

زهرا حسن نژاد[1*]

hasannejad.205@gmail.com

سعید محرابیان[2]

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۲۲ **تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۱۷**

چکیده

زمینه و هدف: انتخاب مکان مناسب جهت تخلیه و دفن پسماندها، یکی از مسائل حساس تصمیم‌گیری است،که نیازمند یک ارزیابی جامع می‌باشد. با توجه به حجم بالای تولید پسماندهای عمرانی و ساختمانی و همچنین میزان بالای این پسماندها نسبت به کل پسماندهای تولیدی، تعیین محلهای مناسب جهت دفن این نوع از پسماندها را به صورت مجزا، ضروری می‌سازد. بنابراین این پژوهش متدولوژی خود را با این هدف ارائه نموده است.

روش بررسی: ارزیابی مکانها در این پژوهش سه مرحله‌ای است. در مرحله اول، پس از تعیین معیارهای موثر و تعیین وزن آنها توسط روش برداریژه و به صورت سلسله‌مراتبی، مناطق مورد مطالعه با ۲۸ معیار با سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS[3]) به صورت فازی مورد ارزیابی قرار گرفتند. در مرحله دوم، مناطق معرفی شده توسط GIS، با هفت معیار دیگر با روش FVIKOR[4] رتبه‌بندی شدند. در مرحله سوم رتبه بندی نهایی مکانها با ۲ معیار«امتیازهای بدست آمده از GIS» و«امتیازهای بدست آمده از روش FVIKOR» انجام پذیرفت.

یافته‌ها: وزن نهایی معیارهای ارزیابی با روش‌های GIS و FVIKOR به ترتیب ۰/۸۴ و ۰/۱۴ گردید و طی سه مرحله ۲۱ مکان رتبه‌بندی شدند.

نتیجه گیری: رویکرد مورد استفاده در این پژوهش استفاده از (GIS) و منطق فازی، لحاظ نمودن وزن و اهمیت نسبی هر معیار و استفاده از یک روش مناسب برای رتبه‌بندی، موجب بالا رفتن دقت و اطمینان ارزیابی شده است و همچنین قدرت مانور بیشتر در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری برای مدیران شهری را فراهم می‌سازد و بدین جهت برای مکان‌یابی در حوزه‌های دیگر به خصوص مکان‌یابی تسهیلات نامطلوب قابل استفاده است.

واژه های کلیدی: مکانیابی، پسماندهای عمرانی و ساختمانی، VIKOR، GIS، کرج.

۱- کارشناس ارشد، شهرداری کرج، ایران. * (مسوول مکاتبات)

۲- استادیار، دانشکده ریاضی، دانشگاه خوارزمی، کرج، ایران.

3-Geographic Information Systems

4- Fuzzy Vlse Kriterijumska Optimizacija Ikompromisno Resenje

J. Env. Sci. Tech., Vol 24, No. 4, June, 2022

Site selection for construction and demolition waste management facilities using GIS & FVIKOR (Case Study: Karaj)

Zahra Hasannezhad[1 *]
hasannejad.205@gmail.com
Saeid Mehrabian[2]

Admission Date:February 6, 2016 Date Received: December 13, 2015

Abstract

Background and Objective: Selecting a suitable site for construction and demolition waste management facilities, is one of the critical decision-making issues, which requires a comprehensive evaluation. The high amount of construction and demolition waste produced compared to the total production of waste makes it absolutely necessary to determine suitable sites for landfilling this type of waste. The objective of this study is to present the methodology to select a suitable site for this kind of waste.

Material and Methodology: There are three steps in evaluating the sites in this research. In the first step, after determining the effective factors and determining their weight by the Eigenvector Method and hierarchically, the studied areas were evaluated with 28 criteria in a fuzzy method by geographic information system (GIS). In the second step, the suggested areas by GIS, by 7 other criteria were rated by the use of FVIKOR and the score of each area was found. In the third step Final rating of sites were done by two criteria (the achieved scores of GIS and the achieved scores of the FVIKOR method).

Findings The final weight of evaluation criteria by GIS and FVIKOR methods was 0.86 and 0.14, respectively, and 21 places were ranked in three steps.

Discussion and Conclusion: The approach used in this study is using (GIS) and fuzzy logic, considering the weight and relative importance of each criterion and use a suitable method for rating that increases accuracy and reliability of assessment.

Key words: Site selection, construction and demolition waste, VIKOR ،GIS, Karaj.

1- Master, Karaj Municipality, Iran.* *(Corresponding author)*
2- Assistance Professor, Faculty of Mathematics and Computer Science, Kharazmi University, Karaj, Iran

مقدمه

امروزه به علت افزایش روز افزون جمعیت شهری، افزایش مصرف مواد و به تبع آن تولید پسماند و بسیاری دیگر از مناسبات زندگی پیشرفته و ماشینی، دفع و نابودسازی مواد زائد به صورت یکی از دغدغه‌های اساسی در مدیریت محیط زیست تبدیل شده است (1). در این بین، گزارش‌ها درصد بالای پسماند C&D [1] را نسبت به کل پسماندهای جامد شهری (MSW)[2] نشان می‌دهد (2). به طور نمونه، در ایالات متحده، آژانس حفاظت از محیط زیست (EPA) گزارش داد که نخاله های ساختمانی تولید شده در سال 2017، بیش از 569 میلیون تن بوده است که بیش از دو برابر میزان زباله جامد شهری در همان سال است (۳). در اروپا، سالانه حدود ۸,۲ میلیون تن زباله ساختمانی به دلیل فعالیت های ساخت و ساز و تخریب تولید می شود که ۴۶ درصد از کل زباله ها را تشکیل می دهد (4). در UK پسماند C&D بیش از ۵۰ درصد کل حجم پسماندهای دفنی را شامل می‌شود (5) و ۷۰ میلیون تن پسماند C&D سالانه تولید می‌شود (6). گزارش شده است که در استرالیا فعالیت‌های ساخت وساز ۲۰-۳۰ درصد پسماند ورودی به محل‌های دفن را تشکیل می‌دهند. از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۴ تولید سالانه پسماند C&D در هنگ کنگ بیش از دو برابر شده است و حدودا به ۲۰ میلیون تن در سال ۲۰۰۴ رسیده است (7). طبق آمار، میزان زباله‌های ساختمانی چین نسبت به کل زباله‌های جامد شهری ۳۰ تا ۴۰ درصد بوده است (8). چین ۲۹ درصد از کل پسماندهای جامد شهری جهان را هر سال تولید می‌کند (9). در کشورهایی چون برزیل، فنلاند، فرانسه، آلمان، ژاپن، ایتالیا، هلند، نروژ، اسپانیا پسماندهای C&D به ترتیب ۷۰،۳۰،۲۶،۳۰،۳۶،۱۹،۲۵،۱۴،۱۵ درصد از کل پسماندهای تولیدی را شامل می‌شود (9). که این امر مشکلات زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی فراوانی را به همراه می‌آورد و مدیریت صحیح این نوع پسماندها را ضروری می‌سازد (10). با این وجود و با توجه به اهمیت این نوع پسماند، در بسیاری از کشورها هنوز اطلاعات دقیقی در این زمینه وجود ندارد و به صورت موردی مجزا از پسماندهای جامد شهری، مورد مطالعه قرار نگرفته است (10).

پسماندهای ساختمانی و عمرانی(CDW) از ساخت، نوسازی، تعمیر و تخریب مواردی چون ساختمان‌های تجاری، مسکونی، جاده ها، پلها و ... تولید می‌شوند. ترکیب پسماندهای ساختمانی و عمرانی برای فعالیت های متفاوت، متغیر است و با توجه به منابع به وجود آورنده می‌توانند متفاوت باشند و در گروه های جداگانه که در زیر نشان داده شده‌اند تقسیم شوند:

- موادی که حاصل از حفاری است، که می‌تواند آلوده کننده باشد و یا نباشد.
- پسماند تولید شده طی ساخت و ساز جاده
- پسماند تولید شده در محل ساخت و ساز ساختمان که شامل همه مواد اضافی از ساخت ساختمان، بازسازی و یا تخریب می‌باشد (شامل بتن، چوب، پلاستیک، کاغذ، فلزات و غیره). در ساخت و ساز ساختمان‌ها حدود ۵۰-۲۰ کیلوگرم پسماند در هر متر مربع تولید می‌شود در صورتی که این مقدار در پسماند حاصل از تخریب بیشتر از ۲-۱ تن در متر مربع برآورد شده است (11).
- فعالیت واحدهای تولیدی مواد ساختمانی و سیمان، بتن مخلوط، استیل، الوار، پنجره، درب و ... منجر به تولید میزان زیادی مواد زائد (حدود ۵-۳٪) می‌شود.

اثرات جانبی تولید پسماندهای C&D متعدد هستند از جمله اختصاص دادن مساحت بزرگی از زمین برای دفن این پسماندها، آسیب رساندن به محیط با آلودگی‌های خطرناک و هدر رفتن منابع طبیعی. تولید پسماندهای C&D غیر قابل اجتناب هستند (12). تحقیق حاضر در راستای مدیریت صحیح این نوع پسماندها، در پی انتخاب مناسب‌ترین مکان جهت تخلیه و ایجاد تسهیلات جهت بازیافت آنها می‌باشد.

1- Construction & Demolition waste
2- Municipal Solid Waste

انتخاب مطلوب‌ترین مکان برای تسهیلات نامطلوب مسئله ای پیچیده است که باید هم فاکتورهای کمی‌و هم کیفی از نقطه نظر گروه‌های مختلفی که روی تصمیم اثر گذارند مانند دولت، مردم، سازمان محیط‌زیست و شهرداری لحاظ شود. مطالعات زیادی برای مکانیابی تسهیلات نامطلوب و مکانیابی برای مرکز دفن پسماندهای جامد شهری با تکنیکها و روش‌های مختلف انجام پذیرفته است.

(13) یک فرآیند تصمیم‌گیری برای مکان بالقوه جهت دفن پسماند جدید با مشارکت و پذیرش وسیع جامعه ارائه نمود. این مطالعه یک مجموعه از معیارها برای انتخاب مراکز دفن کاندید ارائه نمود.

(14) انتخاب مکان مناسب جهت ساخت زباله سوز با یک روش ارزیابی چندمعیاره (ترکیب AHP[1] با GIS) برای مکانیابی در پرتقال ارائه دادند. (15) نیز ارزیابی مکان دفن زباله با استفاده از ادغام GIS و روش تصمیم گیری چند معیاره (AHP) را در شهر دمام عربستان سعودی را با لحاظ هشت معیار انجام نمودند.

(16) در این تحقیق از ادغام GIS و روش های تصمیم گیری چند معیاره AHP و SAW برای انتخاب مکان‌های مناسب دفن زباله در استان سلیمانیه عراق استفاده نمودند (برای این منظور، سیزده معیار با توجه به اهمیت آن‌ها لحاظ شده است). که مقایسه نقشه‌های حاصل از این دو روش مختلف نشان می‌دهد که هر دو روش نتایج ثابتی را تولید کردند.

(17) مکان یابی زباله‌سوز و تسهیلات جهت دفن خاکسترها و دیگر پسماندها را در ایتالیا انجام دادند. مطالعه ایشان متشکل از دو بخش است، بخش اول مکانیابی زباله‌سوز با (با ۹ سایت و ۱۴ معیار) و بخش دوم مکانیابی تسهیلات جهت دفن خاکسترها و دیگر زباله‌ها (با ۱۳ سایت و ۱۳ معیار)، در این مطالعه از روش ELECTRE III[2] برای مقایسه مکان‌ها و رتبه‌بندی آنها جهت انتخاب بهترین سایت استفاده شده است.(18) در پژوهشی به مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهر هارلینگن درجنوب تگزاس پرداخته‌اند در این پژوهش با بهره‌گیری از سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری فضایی، ارزیابی چندمعیاره منطق فازی، مکان‌های مناسب بر خلاف رویکرد یکپارچه سنتی ارزیابی چندمعیاره در دو مرحله انتخاب و اولویت‌بندی گردید. در مرحله نخست مناطقی که برای محل دفن مناسب نبودند مشخص وحذف شدند و در مرحله دوم با استفاده از منطق فازی شایستگی مکان‌های مناسب مورد ارزیابی قرار گرفت و مکان مناسب برای محل دفن معرفی شد.

(19) مکانیابی تسهیلات نامطلوب را بر پایه چهار فاکتور اصلی: سود، هزینه، فرصت ها و خطرات در شهر استانبول ترکیه با روش ANP[3] انجام دادند. (۲۰) از ANP برای انتخاب مکان مناسب جهت ساخت کارخانه پسماند جامد شهری در اسپانیا استفاده نمودند.

تعدادی از مطالعات نیز نشان دادند که استفاده از رویکرد فازی در مکانیابی تسهیلات نامطلوب دقیق‌تر از رویکرد قطعی است.

(21) مکانیابی محل دفن پسماندها را با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و منطق فازی را در مصر انجام دادند. آنها نشان دادند که منطق فازی برای مکان‌یابی مناسب می باشد. (22) از روش چندمعیاره فازی FTOPSIS[4] برای مکانیابی مرکز دفن پسماندهای جامد شهری استفاده نمودند و متدولوژی خود را با روشهای موجود مانند AHP و TOPSIS قطعی مقایسه نمودند متدولوژی که از منطق فازی استفاده شده بود مانند (FTOPSIS) بهتر از روشهای قطعی بود. (23) از روش ترکیبی GIS و AHP فازی جهت مکانیابی محل دفن پسماندها استفاده نمودند.

با توجه به مطالعات نسبتا زیاد در رابطه با مکانیابی پسماندهای جامد، مطالعات محدودی در رابطه با انتخاب مکان مناسب برای تخلیه و یا ایجاد تسهیلات پردازش و بازیافت پسماندهای ساختمانی و عمرانی به عنوان یک جزء از پسماندهای جامد شهری وجود دارد. (10) یکی از معدود مطالعات مربوط به این

1 - Analytical Hierarchy Process
2- Elimination Et Choice Translating Reality

3- Analytical Network Process
4- Fuzzy Technique for Order-Preference by Similarity to Ideal Solution

موضوع را انجام دادند، آنها به مکان یابی محلی برای تسهیلات مدیریت پسماندهای عمرانی و ساختمانی در منطقه مرکزی Macedonia یونان با استفاده از ELECTRE III به عنوان یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، پرداخته اند. روند مطالعات انجام پذیرفته روی موضوع مدیریت پسماندهای عمرانی و ساختمانی را در سالهای ۲۰۰۰- ۲۰۰۹ می‌توان در مطالعه Yuan & Shen, 2011 مشاهده نمود.

مطالعات در رابطه با موضوع مکانیابی تسهیلات نامطلوب با تکنیک‌های مختلفی مانند ELECTRE, PROMETHEE[1], TOPSIS, ANP, AHP انجام پذیرفته است.

در این پژوهشها استفاده از رویکرد ترکیبی محدود بوده است، برای نمونه در تعدادی از این مطالعات ترکیبی از AHP ،ANP و GIS استفاده شده است. (20) برای مکانیابی محل دفن پسماند شهرستان سمنان از دو ابزار سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS و مدل تحلیل سلسله‌مراتبی AHP استفاده نموده‌اند .در این راستا نخست از هر یک از فاکتورهای موثر اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی نقشه‌سازی به عمل آوردند و در مرحله بعد هر یک از لایه‌های تهیه شده رتبه‌بندی گردید.

مسئله مکانیابی یک مسئله چندمعیاره پیچیده است که شامل معیارهای کمی‌و کیفی می‌باشد که برخی از این معیارها متناقض با یکدیگر و نامتناسب می‌باشند. روش ویکور روش تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ای است که برای حل مسائل تصمیم گیری گسسته با معیارهای نامتناسب (واحدهای اندازه‌گیری مختلف) و متعارض ایجاد شده است، با فرض این که سازش برای رفع تناقض قابل پذیرش است به طوری که در این روش تصمیم‌گیر می‌خواهد جواب به جواب ایده‌ال نزدیکترین باشد و گزینه‌ها بر اساس همه معیارها ارزیابی شوند. بدین جهت در این پژوهش از روش VIKOR استفاده شده است و برای غلبه بر عدم اطمینان و معیارهای کیفی از مفهوم فازی و ارزشهای کلامی‌استفاده شد.

در این مقاله از دو ابزار سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS و روش FVIKOR جهت رتبه‌بندی استفاده شده است. این مقاله قصد دارد مکان‌های مناسب جهت تخلیه پسماندهای عمرانی و ساختمانی و تسهیلات مدیریت این نوع از پسماندها در قالب مطالعه موردی شهر کرج را با استفاده از GIS و FVIKOR انتخاب نماید.

به طور کلی سه هدف اصلی این پژوهش به شرح ذیل می‌باشد:

الف: تعیین و تعریف معیارهای ارزیابی جهت مکانیابی محل تخلیه پسماندهای عمرانی و ساختمانی و ایجاد تسهیلات مدیریت آنها

ب: تعیین حد مناسب برای هر معیار

ج: انتخاب مکان مناسب جهت تخلیه پسماندهای عمرانی و ساختمانی با استفاده از روش‌های GIS و VIKOR در محیط فازی

مطالعه موردی

محدوده مطالعاتی شهرستان کرج با مساحت ۴۵۷۲ کیلومتر مربع در موقعیت حدفاصل طول جغرافیایی $50^{\circ}10^{'}$تا $51^{\circ}30^{'}$ و حد فاصل عرض جغرافیایی $35^{\circ}32^{'}$ تا $36^{\circ}10^{'}$ در فاصله ۳۵ کیلومتری غرب شهر تهران واقع شده است (موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ آمده است).

شهرستان کرج اولین شهر پرجمعیت استان البرز می‌باشد که جمعیت مناطق شهری مطابق سرشماری سال ۱۳۹۰ ، ۱۶۱۴۶۲۶ نفر و ۴۸۸۸۲۱ خانوار می‌باشد.

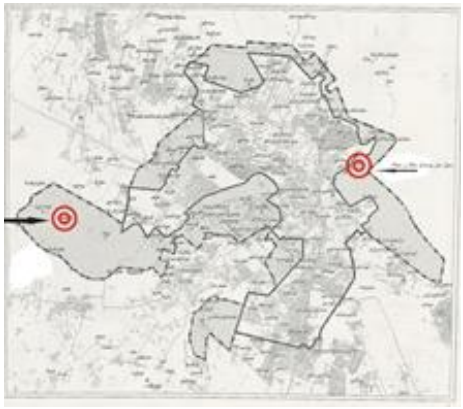
بدلیل مخاطرات پسماندها، محل موضوع مورد بحث نمی‌تواند در محدوده مناطق شهری قرار داشته باشد، بدین جهت حریم شهر کرج با مساحت حدود۱۷۵۰۰ هکتار به عنوان محدوده مورد مطالعه انتخاب شد.

میزان پسماند جامد شهری- خانگی شهر کرج حدود ۴۰۹/۶۰۰ تن در سال می‌باشد و میزان پسماند عمرانی و ساختمانی تولیدی حدود۲/۰۰۰/۰۰۰ تن در سال می‌باشد.

در حال حاضر در شهر کرج تنها مقدار کمی‌از پسماندهای C&D، به صورت کاملا سنتی و دستی پردازش می‌شوند و

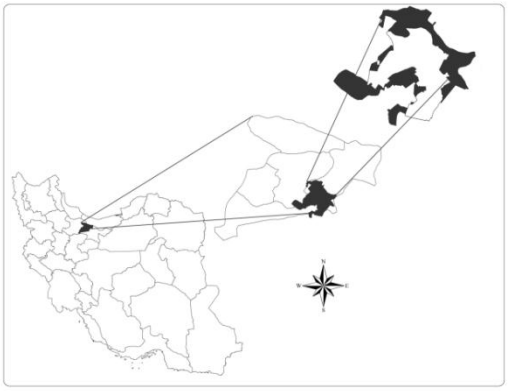
1- Preference Ranking Organization method for Enrichment Evaluations

مابقی این پسماندها دفن می‌شوند. مراکز دفن فعلی پسماندهای C&D شهر کرج حصار و حلقه‌دره می‌باشد که ظرفیت این مراکز نیز در حال تکمیل شدن است (موقعیت فعلی مراکز دفن پسماندهای عمرانی و ساختمانی شهر کرج در شکل ۲ آمده است).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Figure 1. Status of under study area



شکل ۲- موقعیت مراکز دفن پسماندهای عمرانی و ساختمانی شهر کرج

Figure 2. construction and demolition waste landfills in Karaj

مواد و روشها

- هدف اصلی پژوهش حاضرانتخاب مکان مناسب جهت تخلیه پسماندهای عمرانی و ساختمانی و احداث تسهیلات جهت مدیریت این پسماندها می‌باشد که به چندین گام تقسیم شد که این گامها به ترتیب ذیل می‌باشد:
- گام اول : تهیه لیست کاملی از معیارهای انتخاب
- گام دوم : تعیین حد و طبقه مناسب هر معیار جهت مکانیابی پسماندهای عمرانی و ساختمانی
- گام سوم : تعیین وزن معیارها
- گام چهارم : تقسیم معیارها به دو گروه الف ، ب و تهیه نقشه‌های مورد نیاز جهت معیارهای گروه الف
- گام پنجم: استانداردسازی معیارهای مورد استفاده در GIS (گروه الف) با منطق فازی
- گام ششم : تلفیق لایه‌های اطلاعاتی با روش ترکیب خطی وزنی (WLC[1])
- گام هفتم : شناسایی مناطق با مطلوبیت مناسب
- گام هشتم: رتبه‌بندی مکانها با استفاده از روش FVIKOR
- گام نهم : رتبه‌بندی نهایی مکان‌ها

گام اول : تهیه لیست کاملی از معیارهای انتخاب

- معیارهای مکانیابی محل دفن پسماندهای جامد شهری – خانگی در مطالعات مختلف داخلی و خارجی استفاده شده اند اما در رابطه با مکانیابی محل دفع پسماندهای عمرانی و ساختمانی به عنوان یک پسماند خاص و زیر مجموعه‌ای از پسماندهای شهری- خانگی می‌بایست معیارهای موثر انتخاب و حد مناسب برای هر معیار مشخص می‌شد، بدین منظور پس از بررسی مطالعات داخلی و خارجی انجام پذیرفته در رابطه با مکانیابی پسماندهای شهری-خانگی به شرح ذیل:
- (25; 26; 27; 28; 12; 29; 18; 30; 31; 32; 17; 14; 33; 34; 16; 13; 19; 35; 36) و (20،37، 1 ،79،13،39،38)
- و با نظر تعدادی از دست اندرکاران و متخصصین مربوطه لیستی از معیارهای فنی، زیست محیطی، اقتصادی-اجتماعی مرتبط با پسماندهای عمرانی و ساختمانی به

1- Weighted Linear Combination

صورت دقیق و قابل توجیه تجمیع شدند و سپس این معیارها در قالب یک پرسشنامه (پرسشنامه الف) به تعدادی از متخصصین مربوطه ارائه شد و از آنها خواسته شد تا:

- اولا: در مورد هر معیار اظهار نظر کنند که آیا از دید آنها اصولا معیار مورد بحث جزء معیارهای موثر در امر انتخاب مکان مناسب جهت تخلیه پسماندهای عمرانی و ساختمانی می‌شود یا خیر؟
- دوما: چنانچه به غیر از معیارهای عنوان شده در پرسشنامه معیار دیگری را موثر می‌دانند جهت اصلاح عنوان کنند.

گام دوم : تعیین حد و طبقه مناسب هر معیار جهت مکانیابی محل دفع پسماندهای عمرانی و ساختمانی

- برای مشخص شدن حد و طبقه مناسب هر معیار پرسشنامه‌ای (پرسشنامه ب) با ۳۵ معیار (که از پرسشنامه الف حاصل شدند) تهیه گردید و برای کارشناسان و متخصصان مرتبط با موضوع در شهرداری کلانشهرهای کشور، سازمان محیط زیست، سازمان مدیریت پسماند، اساتید دانشگاه ارسال گردید، ۳۸ کارشناس پرسشنامه را تکمیل نمودند. با بررسی و تجزیه و تحلیل توسط نرم‌افزار EXCEl حد مناسب هر معیار مشخص گردید.

گام سوم : تعیین وزن معیارها

- بدین منظور معیارها در شش گروه اصلی دسته‌بندی شدند و زیر معیارهای هر معیار مشخص گردید. ۳۵ معیار استفاده شده گروه‌بندی شده در جدول ۳ ارائه شده است.
- وزن هر معیار با استفاده از نظرات کارشناسان سازمان مدیریت پسماند شهرداری کرج در قالب پرسشنامه سلسله مراتبی (پرسشنامه ج) و مقایسه زوجی معیارها و وارد کردن اطلاعات پرسشنامه در نرم افزار MATLAB با روش بردار ویژه بدست آمد.
- کارشناسان طبق جدول ۱ به پرسشنامه پاسخ دادند.

جدول ۱- طیف ساعتی (اصغر پور، ۱۳۸۹)

Table 1. Saaty spectrum. (Asgarpour, 2010)

ارزش	وضعیت مقایسه i نسبت به j	توضیح
۱	برتری یکسان	شاخص i نسبت به j اهمیت برابر دارد و یا ارجحیتی نسبت به هم ندارند
۳	برتری کم	شاخص i نسبت به j کمی مهمتر است
۵	برتری زیاد	شاخص i نسبت به j مهمتر است
۷	برتری خیلی زیاد	شاخص i دارای ارجحیت بیشتری از j است
۹	برتری فوق العاده	شاخص i نسبت به j مطلقا مهمتراست
۲،۴،۶،۸	بینابین	ارزشهای بینابین را نشان می دهد.مثلا ۸ بیانگر اهمیتی زیادتر از ۷ و پایین تر از ۹ برای i است

جدول ۲- اعداد فازی و اعداد فازی قطعی شده برای مکانها جهت استانداردسازی

Table 2. Fuzzy numbers and defuzzied numbers for sits (for standardization)

عدد کیفی	عدد فازی	عدد فازی قطعی شده
بسیار نامناسب	(۰،۰/۱ ،۰،۰/۱)	۰/۱۲۵
نامناسب	(۰/۱۵،۰/۱۵،۰/۲۵)	۰/۲۵
متوسط	(۰/۲،۰/۲،۰/۵)	۰/۵۰
مناسب	(۰/۱۵،۰/۱۵،۰/۷۵)	۰/۷۵
بسیار مناسب	(۰/۱۵،۰/۱۵،۰)	۰/۸۷۵

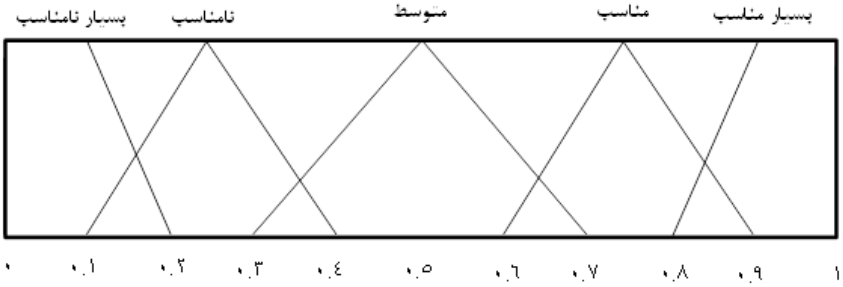
- همان طور که از تعریف مکانیابی مشخص است این پژوهش با داده‌های مکان‌دار برای مکانیابی مرتبط است، بنابراین از روش‌ها و قابلیت‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی (ARC GIS) استفاده شد. بدین منظور معیارها به دو دسته تقسیم شدند، معیارهایی که قابلیت تبدیل شدن به نقشه را داشتند، معیارهایی که در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی، مکانها را مورد ارزیابی قرار دهند که از این پس در پژوهش حاضر آنها را معیارهای گروه الف می‌نامیم، و معیارهایی که مکان‌های مناسب ارائه شده توسط نرم‌افزار GIS را مورد ارزیابی قرار می‌دهد تا رتبه‌بندی نماید که از این پس آنها را معیارهای گروه ب می‌نامیم. معیارهای گروه الف (۲۸ معیار) تفکیک و وزن آنها نرمالیزه گردید و وارد نرم‌افزار GIS شد و وزن معیارهای گروه ب (۷ معیار) هم نیز به طور مجزا نرمالیزه گشتند تا برای رتبه‌بندی نهایی با روش FVIKOR مورد استفاده قرار گیرند. وزن‌های گروه ب جهت استفاده در روش ترکیبی FVIKOR ، فازی گشتند. وزن معیارهای اصلی و زیرمعیارها و وزنهای نرمالیزه شده معیارهای گروه الف و گروه ب در شکل ۴ آمده است.

گام چهارم : تهیه نقشه‌های مورد نیاز جهت معیارهای گروه الف

گام پنجم: استانداردسازی معیارهای مورد استفاده در GIS (گروه الف) با منطق فازی

در ادامه در رابطه با معیارهای گروه الف، برای ادغام لایه‌های اطلاعاتی در نرم افزار GIS آنها را استاندارد می‌کنند تا به مقیاسی تبدیل شوند که بتوان آنها را ادغام نمود. بدین منظور دو منطق بولین و فازی قابل استفاده است، که در این پژوهش منطق فازی برای استانداردسازی مشخصه‌ها به کار گرفته شد، بدین جهت طبقه مناسب هر معیار از پرسشنامه ب استخراج گردید و طبقات به صورت پیوستار (بسیار مناسب، مناسب، متوسط، نامناسب، بسیار نامناسب) مشخص شدند. برای تبدیل طبقات تمامی معیارها به اعداد کمی قطعی به هر طبقه یک عدد فازی بین صفر و یک (اعداد نزدیک به یک شایستگی بیشتری دارند و اعداد نزدیک به صفر فاقد شایستگی هستند) همانند شکل ۳ تخصیص داده شد.

آنگاه با استفاده از منطق فازی و فرمول تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی (فرمول مینکووسکی: $\lambda = m + \frac{\beta - \alpha}{4}$) اعداد فازی مزبور به اعداد قطعی معادل شد که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود. و بدین ترتیب تمامی نقشه‌ها فازی گشتند.



شکل ۳- نمایش اعداد فازی

Figure.3.View of fuzzy numbers

گام ششم : تلفیق لایه‌های اطلاعاتی با روش ترکیب خطی وزنی (WLC)

جهت انجام عملیات تلفیق فازی و مکانیابی به روش WLC با توجه به قابلیت‌های ARC GIS وزن‌های بدست آمده معیارهای مکاندار با نقشه‌های فازی شده معیارها تلفیق گردیدند. نتیجه حاصل از این تلفیق به صورت نقشه اولیه می باشد. نقشه حاصل، شایستگی نقاط برای تخلیه پسماندهای عمرانی و ساختمانی را معین می‌کند. با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی با روش WLC، میزان شایستگی اراضی کل محدوده مورد مطالعه از ۰/۳۴ و ۰/۶۴ شد. سپس منطقه مورد مطالعه از نظرمعیار مالکیت اراضی مورد بررسی قرار گرفت و همه قسمت هایی که مرتع و بایر نبودند (همه قسمت هایی که از نظر مالکیت اراضی مشکل داشتند و خرید آنها از نظر اقتصادی قابل توجیه نبود) حذف شدند.

گام هفتم : شناسایی مناطق با مطلوبیت مناسب

به منظور شناسایی مناطق با مطلوبیت مناسب در محدوده مورد مطالعه، نقشه‌های حاصل از روی هم گذاری معیارهای استاندارد شده به روش فازی، با استفاده از روش گامای فازی به چهار طبقه تقسیم شدند. طبقه‌بندی و دامنه آنها در جدول ۴ آمده است. مناطقی با مطلوبیت خیلی زیاد، زیاد، متوسط و کم. برای ارزیابی بعدی با روش FVIKOR جهت رتبه‌بندی مناطق مناسب، مناطق با مطلوبیت کم در نظر گرفته نشدند. فراوانی مکان‌های مناسب ارائه شده در سه قسمت (مناطقی با مطلوبیت خیلی زیاد، زیاد، متوسط) در هشت طبقه بر اساس مساحت بدست آمد.

جدول ۳- معیارهای اصلی و زیر معیارها

Table 3. Main criteria & sub-criteria

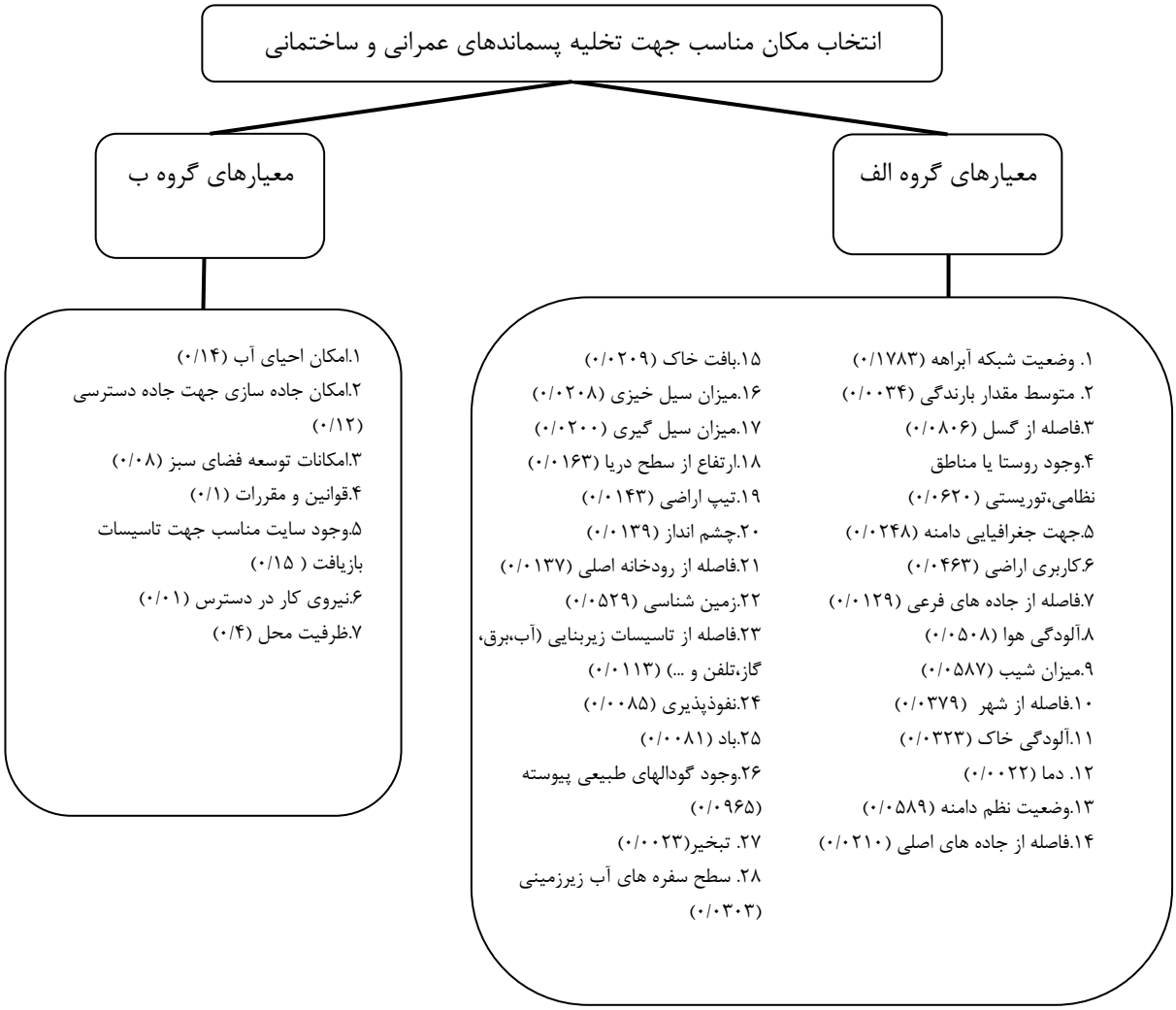
معیارهای اصلی و وزنشان	زیر معیارها
توپوگرافی و فیزیو گرافی (۰/۳۷۵۲)	وجود گودالهای طبیعی
	شیب زمین (درصد)
	وضعیت شبکه آبراهه
	وضعیت نظم دامنه
	جهت جغرافیایی دامنه
	ارتفاع از سطح دریا (متر)
هواشناسی و	باد

معیارهای اصلی و وزنشان	زیر معیارها
وضعیت آلودگی و امکانات احیایی (۰/۱۰۲۵)	امکانات احیای آب
	آلودگی هوا
	آلودگی خاک
	چشم انداز
امکانات سرویس دهی (۰/۱۴۱۲)	وجود روستا یا مناطق توریستی،نظامی
	فاصله از جاده اصلی (کیلومتر)
	فاصله از جاده فرعی (کیلومتر)

هیدرولوژی (۰/۰۸۷۳)	میزان سیل خیزی
	میزان سیل گیری
	فاصله از رودخانه اصلی
	متوسط مقدار بارندگی سالانه (میلی متر)
	میزان تبخیر
	دما (سانتی گراد)
	سطح سفره های آب زیرزمینی
زمین شناسی، ژئومورفولوژی و خاک (۰/۲۴۶۸)	نفوذپذیری
	فاصله از گسل
	ظرفیت محل
	تیپ اراضی
	زمین شناسی
	بافت خاک
	کاربری اراضی
	فاصله از شهر (کیلومتر)
	امکان جاده سازی جهت جاده دسترسی
	فاصله از تاسیسات (کیلومتر)
مسائل اجتماعی و اقتصادی(۰/۰۴۷۲)	امکان توسعه فضای سبز
	قوانین و مقررات
	وجود سایت مناسب جهت تاسیسات بازیافت
	نیروی کار در دسترس

گام هشتم : رتبه‌بندی مکانها با استفاده از روش ترکیبی FVIKOR

مناطقی که در طبقات ۱تا ۱۰ و ۱۰تا ۳۰ هکتار قرار داشتند بدلیل کم بودن مساحت و پراکنده بودن آنها، برای موضوع پژوهش از نظر اقتصادی قابل توجیه نیستند، بدین جهت مکان های بالای ۳۰ هکتار که در مناطق با مطلوبیت بسیار زیاد، زیاد و متوسط قرار دارند جهت رتبه‌بندی با روش ترکیبی FVIKOR با هفت معیار گروه ب، مورد استفاده قرار می گیرند. جمعا ۲۱ مکان جهت ارزیابی و رتبه‌بندی مشخص شد. بدین ترتیب ماتریس تصمیم با روش ترکیبی FVIKOR توسط نرم‌افزار GAMS حل گردید و امتیاز هر مکان مشخص شد و مکانها بر اساس هفت معیار رتبه‌بندی شدند. ماتریس تصمیم وزن‌دار شده جهت رتبه‌بندی نهایی توسط روش ترکیبی FVIKOR در جدول ۵ آمده است.



شکل ۴- معیارهای گروه الف و ب با وزن‌های نرمالیزه شده

Figure 4. A & B criteria with normalized weights

جدول ۴- طبقه‌بندی مناطق محدوده مورد مطالعه از نظر مطلوبیت با روش گامای فازی

Table 4. classification of under study area with fuzzy gamma

طبقه	شرح	دامنه میزان مطلوبیت
۱	مناطق با مطلوبیت خیلی زیاد	۰/۳۴- ۰/۴۰
۲	مناطق با مطلوبیت زیاد	۰/۴۰- ۰/۴۵
۳	مناطق با مطلوبیت متوسط	۰/۴۵- ۰/۵۳
۴	مناطق با مطلوبیت کم	۰/۵۳- ۰/۶۴

جدول ۶- اعداد فازی برای هر مکان

Table 6. fuzzy numbers for locations

عدد کیفی	عدد فازی
بسیار نامناسب	(۰،۰ ، ۰/۱ ،۰/۲)
نامناسب	(۰/۱ ،۰/۲۵ ،۰/۴)
متوسط	(۰/۳ ،۰/۵ ،۰/۷)
مناسب	(۰/۶ ،۰/۷۵ ،۰/۹)
بسیار مناسب	(۰/۸ ،۰/۹،۱،۱)

جدول ۵- ارزشهای فازی مکانها نسبت به معیارهای ارزیابی گروه ب

Table 5. Locations fuzzy value with B criteria

	ظرفیت محل	وجود سایت مناسب جهت ایجاد تاسیسات بازیافت	امکان جاده سازی جهت جاده دسترسی	امکانات توسعه فضای سبز	امکان احیای آب	قوانین و مقررات	نیروی کار در دسترس
A_1	(۰/۰۳۰،۰/۱۰،۰/۲)	(۰/۰۱۵۰،۰/۷۵۰،۰/۱۷۵)	(۰/۰۰۶۰،۰/۰۶۰،۰/۱۵۴)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۶۰،۰/۱۲۶)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۷۰،۰/۱۶۸)	(۰/۰۰۵۰،۰/۰۲۵۰،۰/۰۶)	(۰۰،۰/۰۰۵۰،۰/۰۱۴)
A_2	(۰/۰۳۰،۰/۱۰،۰/۲)	(۰/۰۳۰،۰/۱۱۲۵۰،۰/۲۲۵)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۹۰،۰/۱۹۸)	(۰/۰۰۲۰،۰/۰۲۰،۰/۰۵۶)	(۰/۰۰۴۰،۰/۰۳۵۰،۰/۰۹۶)	(۰/۰۰۵۰،۰/۰۲۵۰،۰/۰۶)	(۰۰،۰/۰۰۵۰،۰/۰۱۴)
A_3	(۰/۰۹۰،۰/۲۰،۰/۳۵)	(۰/۰۱۵۰،۰/۷۵۰،۰/۱)	(۰/۰۰۲۰،۰/۰۳۰،۰/۰۸۸)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۶۰،۰/۱۲۶)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۷۰،۰/۱۶۸)	(۰/۰۱۵۰،۰/۰۵۰،۰/۱۰۵)	(۰۰،۰/۰۰۵۰،۰/۰۱۴)
A_4	(۰/۰۳۰،۰/۱۰،۰/۲)	(۰/۰۳۰،۰/۱۱۲۵۰،۰/۲۲۵)	(۰/۰۰۶۰،۰/۰۶۰،۰/۱۵۴)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۶۰،۰/۱۲۶)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۷۰،۰/۱۶۸)	(۰/۰۳۰،۰/۰۷۵۰،۰/۱۳۵)	(۰۰،۰/۰۰۵۰،۰/۰۱۴)
A_5	(۰/۰۳۰،۰/۱۰،۰/۲)	(۰/۰۳۰،۰/۱۱۲۵۰،۰/۲۲۵)	(۰/۰۰۶۰،۰/۰۶۰،۰/۱۵۴)	(۰/۰۰۶۰،۰/۰۴۰،۰/۰۹۸)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۷۰،۰/۱۶۸)	(۰/۰۰۵۰،۰/۰۲۵۰،۰/۰۶)	(۰۰،۰/۰۰۷۵۰،۰/۰۱۸)
A_6	(۰/۰۳۰،۰/۱۰،۰/۲)	(۰/۰۰۵۰،۰/۳۷۵۰،۰/۱)	(۰/۰۰۶۰،۰/۰۶۰،۰/۱۵۴)	(۰/۰۰۶۰،۰/۰۴۰،۰/۰۹۸)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۷۰،۰/۱۶۸)	(۰/۰۰۵۰،۰/۰۲۵۰،۰/۰۶)	(۰۰،۰/۰۰۵۰،۰/۰۱۴)
A_7	(۰/۰۳۰،۰/۱۰،۰/۲)	(۰/۰۰۵۰،۰/۳۷۵۰،۰/۱)	(۰/۰۰۶۰،۰/۰۶۰،۰/۱۵۴)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۶۰،۰/۱۲۶)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۷۰،۰/۱۶۸)	(۰/۰۰۵۰،۰/۰۲۵۰،۰/۰۶)	(۰۰،۰/۰۰۷۵۰،۰/۰۱۸)
A_8	(۰/۰۳۰،۰/۱۰،۰/۲)	(۰/۰۱۵۰،۰/۷۵۰،۰/۱۷۵)	(۰/۰۰۲۰،۰/۰۳۰،۰/۰۸۸)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۶۰،۰/۱۲۶)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۷۰،۰/۱۶۸)	(۰/۰۳۰،۰/۰۷۵۰،۰/۱۳۵)	(۰۰،۰/۰۰۷۵۰،۰/۰۱۸)
A_9	(۰/۰۹۰،۰/۲۰،۰/۳۵)	(۰/۰۳۰،۰/۱۱۲۵۰،۰/۲۲۵)	(۰/۰۰۶۰،۰/۰۶۰،۰/۱۵۴)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۶۰،۰/۱۲۶)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۷۰،۰/۱۶۸)	(۰/۰۳۰،۰/۰۷۵۰،۰/۱۳۵)	(۰۰،۰/۰۰۵۰،۰/۰۱۴)
A_{10}	(۰/۰۹۰،۰/۲۰،۰/۳۵)	(۰/۰۰۵۰،۰/۳۷۵۰،۰/۱)	(۰/۰۰۲۰،۰/۰۳۰،۰/۰۸۸)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۶۰،۰/۱۲۶)	(۰/۰۲۴۰،۰/۱۰۵۰،۰/۲۱۶)	(۰/۰۳۰،۰/۰۷۵۰،۰/۱۳۵)	(۰۰،۰/۰۰۵۰،۰/۰۱۴)
A_{11}	(۰/۱۸۰،۰/۳۰،۰/۴۵)	(۰/۰۰۵۰،۰/۳۷۵۰،۰/۱)	(۰/۰۰۲۰،۰/۰۳۰،۰/۰۸۸)	(۰/۰۰۶۰،۰/۰۴۰،۰/۰۹۸)	(۰/۰۲۴۰،۰/۱۰۵۰،۰/۲۱۶)	(۰/۰۰۵۰،۰/۰۲۵۰،۰/۰۶)	(۰۰،۰/۰۰۵۰،۰/۰۱۴)
A_{12}	(۰/۱۸۰،۰/۳۰،۰/۴۵)	(۰/۰۰۵۰،۰/۳۷۵۰،۰/۱)	(۰/۰۰۶۰،۰/۰۶۰،۰/۱۵۴)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۶۰،۰/۱۲۶)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۷۰،۰/۱۶۸)	(۰/۰۱۵۰،۰/۰۵۰،۰/۱۰۵)	(۰۰،۰/۰۰۷۵۰،۰/۰۱۸)
A_{13}	(۰/۱۸۰،۰/۳۰،۰/۴۵)	(۰/۰۳۰،۰/۱۱۲۵۰،۰/۲۲۵)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۹۰،۰/۱۹۸)	(۰/۰۰۲۰،۰/۰۲۰،۰/۰۵۶)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۷۰،۰/۱۶۸)	(۰/۰۰۵۰،۰/۰۲۵۰،۰/۰۶)	(۰۰،۰/۰۰۷۵۰،۰/۰۱۸)
A_{14}	(۰/۱۸۰،۰/۳۰،۰/۴۵)	(۰/۰۰۵۰،۰/۳۷۵۰،۰/۱)	(۰/۰۰۲۰،۰/۰۳۰،۰/۰۸۸)	(۰/۰۰۶۰،۰/۰۴۰،۰/۰۹۸)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۷۰،۰/۱۶۸)	(۰/۰۱۵۰،۰/۰۵۰،۰/۱۰۵)	(۰۰،۰/۰۰۷۵۰،۰/۰۱۸)
A_{15}	(۰/۱۸۰،۰/۳۰،۰/۴۵)	(۰/۰۰۵۰،۰/۳۷۵۰،۰/۱)	(۰/۰۰۲۰،۰/۰۳۰،۰/۰۸۸)	(۰/۰۱۲/۰۶۰،۰/۱۲۶)	(۰/۰۰۴۰،۰/۰۳۵۰،۰/۰۹۶)	(۰/۰۱۵۰،۰/۰۵۰،۰/۱۰۵)	(۰۰،۰/۰۰۷۵۰،۰/۰۱۸)
A_{16}	(۰/۰۳۰،۰/۱۰،۰/۲)	(۰/۰۰۵۰،۰/۳۷۵۰،۰/۱)	(۰/۰۰۲۰،۰/۰۳۰،۰/۰۸۸)	(۰/۰۰۶۰،۰/۰۴۰،۰/۰۹۸)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۷۰،۰/۱۶۸)	(۰/۰۳۰،۰/۰۷۵۰،۰/۱۳۵)	(۰۰،۰/۰۰۵۰،۰/۰۱۴)
A_{17}	(۰/۰۳۰،۰/۱۰،۰/۲)	(۰/۰۱۵۰،۰/۷۵۰،۰/۱۷۵)	(۰/۰۰۶۰،۰/۰۶۰،۰/۱۵۴)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۶۰،۰/۱۲۶)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۷۰،۰/۱۶۸)	(۰/۰۳۰،۰/۰۷۵۰،۰/۱۳۵)	(۰۰،۰/۰۰۵۰،۰/۰۱۴)
A_{18}	(۰/۰۳۰،۰/۱۰،۰/۲)	(۰/۰۳۰،۰/۱۱۲۵۰،۰/۲۲۵)	(۰/۰۰۶۰،۰/۰۶۰،۰/۱۵۴)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۶۰،۰/۱۲۶)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۷۰،۰/۱۶۸)	(۰/۰۳۰،۰/۰۷۵۰،۰/۱۳۵)	(۰۰،۰/۰۰۵۰،۰/۰۱۴)
A_{19}	(۰/۰۹۰،۰/۲۰،۰/۳۵)	(۰/۰۰۵۰،۰/۳۷۵۰،۰/۱)	(۰/۰۰۲۰،۰/۰۳۰،۰/۰۸۸)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۶۰،۰/۱۲۶)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۷۰،۰/۱۶۸)	(۰/۰۳۰،۰/۰۷۵۰،۰/۱۳۵)	(۰۰،۰/۰۰۵۰،۰/۰۱۴)
A_{20}	(۰/۰۹۰،۰/۲۰،۰/۳۵)	(۰/۰۳۰،۰/۱۱۲۵۰،۰/۲۲۵)	(۰/۰۰۲۰،۰/۰۳۰،۰/۰۸۸)	(۰/۰۰۲۰،۰/۰۲۰،۰/۰۵۶)	(۰/۰۰۴۰،۰/۰۳۵۰،۰/۰۹۶)	(۰/۰۰۵۰،۰/۰۲۵۰،۰/۰۶)	(۰۰،۰/۰۰۲۵۰،۰/۰۰۸)
A_{21}	(۰/۱۸۰،۰/۳۰،۰/۴۵)	(۰/۰۱۵۰،۰/۷۵۰،۰/۱۷۵)	(۰/۰۰۶۰،۰/۰۶۰،۰/۱۵۴)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۶۰،۰/۱۲۶)	(۰/۰۱۲۰،۰/۰۷۰،۰/۱۶۸)	(۰/۰۱۵۰،۰/۰۵۰،۰/۱۰۵)	(۰۰،۰/۰۰۷۵۰،۰/۰۱۸)

نتایج رتبه‌بندی با روش ترکیبی FVIKOR در جدول ۷ آمـده است.

گام نهم : رتبه‌بندی نهایی مکان‌ها

سپس ارزشهای بدست آمده از رتبه‌بندی اولیه مکان‌ها تحت معیارهای گروه ب (با روش FVIKOR) ، با ارزش های بدست آمده از ارزیابی مکان‌ها تحت معیارهای گروه الف (در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی) جهت رتبه‌بندی نهایی با جمع وزنهایشان مورد ارزیابی قرار گرفتند. رتبه‌بندی نهایی مکان‌ها در جدول ۷ آمده است.

جدول ۷- رتبه بندی نهایی مکان ها

Table 7.Final ranking of locations

رتبه	امتیاز کل (با روش وزنی خطی ساده)	امتیازهای ارزیابی با معیارهای گروه الف (خروجی GIS) (وزن: ۰,۸۶۵۷)	امتیازهای ارزیابی با معیارهای گروه ب (شاخص Q در FVIKOR) (وزن:.۰,۱۳۴۳)	مکان ها (C)
۱۲	۰/۰۴۷	۰/۵۶	۰/۹۰	۱
۱۱	۰/۰۵۰	۰/۵۹	۰/۹۱	۲
۲	۰/۰۵۵	۰/۵۷	۰/۴۳	۳
۹	۰/۰۵۰	۰/۵۷	۰/۷۵	۴
۱۶	۰/۰۴۳	۰/۵	۰/۸۷	۵
۱۵	۰/۰۴۳	۰/۵۳	۱	۶
۱۸	۰/۰۴۱	۰/۴۹	۰/۹۶	۷
۱۷	۰/۰۴۲	۰/۴۹	۰/۸۶	۸
۴	۰/۰۵۳	۰/۵۱	۰/۲۷	۹
۱۰	۰/۰۵۰	۰/۵	۰/۳۹	۱۰
۶	۰/۰۵۲	۰/۵	۰/۲۶	۱۱
۳	۰/۰۵۳	۰/۵	۰/۱۸	۱۲
۱	۰/۰۵۸	۰/۵۳	۰/۰۴	۱۳
۵	۰/۰۵۳	۰/۵۱	۰/۲۷	۱۴
۷	۰/۰۵۱	۰/۵	۰/۳۰	۱۵
۱۹	۰/۰۴۰	۰/۴۸	۰/۹۷	۱۶
۲۱	۰/۰۳۸	۰/۴۳	۰/۸۱	۱۷
۲۰	۰/۰۴۰	۰/۴۴	۰/۷۵	۱۸
۱۳	۰/۰۴۷	۰/۴۷	۰/۴۵	۱۹
۱۴	۰/۰۴۵	۰/۴۷	۰/۵۴	۲۰
۸	۰/۰۵۱	۰/۴۴	۰	۲۱

نتیجه‌گیری

در این پژوهش سعی شد برای یکی از اجزاء پسماند شهری (پسماند عمرانی و ساختمانی) به صورت اختصاصی معیارهای موثر و میزان اهمیت هر معیار و حد مناسب هر معیار ارائه شود. پژوهش‌های سابق در رابطه با موضوع مرتبط با پژوهش، هر کدام تنها بخشی از معیارها را در نظر گرفته بودند، در این پژوهش با مطالعه‌ی پژوهش‌های داخلی و خارجی مرتبط با موضوع و استفاده از نظر کارشناسان، متخصصان و دست اندرکاران معیارهای موثر بررسی و تجمیع شدند تا یک ارزیابی جامع بر اساس جمعی از معیارهای زیست‌محیطی، فنی، اقتصادی و اجتماعی انجام پذیرد.

متدولوژی ارائه شده، تصمیم‌گیر را قادر می‌سازد تا یک تصمیم مناسب با در نظر گرفتن شرایط همه جانبه، اتخاذ نماید.

در ادامه سعی شد تا یک روش مناسب برای رتبه‌بندی مکان‌ها استفاده گردد، بنابراین با توجه به موضوع پژوهش و وجود معیارهای متضاد و متعدد از روش VIKOR جهت رتبه‌بندی واحدها استفاده شد.

در این پژوهش با استفاده از سیستم سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و منطق فازی، لحاظ نمودن وزن و اهمیت نسبی هر معیار و استفاده از یک روش مناسب برای رتبه‌بندی، موجب بالا رفتن دقت و اطمینان ارزیابی شده است.

لازم به ذکر است یکی از مزایای این پژوهش استفاده حداکثری از ظرفیت می‌باشد. این پژوهش مکان‌های بالای ۳۰ هکتار را مشخص، ارزیابی و سپس رتبه‌بندی نمود و این امکان را فراهم می‌سازد تا در صورت لزوم و با برنامه‌ریزی مشخص، چند مکان را به طور همزمان جهت دفع پسماندها در نظر بگیرند و همچنین قدرت مانور بیشتر در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری برای مدیران شهری را فراهم می‌سازد.

References

1. Moeinaddini, M., Tahari Mehrjardi, M.H., Khorasani, N., Danekar, A., Darvishsefat, A.A., Shakeri, F., (2011). Locating Landfill of Solid Waste Municipal by Fuzzy Analytic Hierarchy process & Data envelopment analysis. Journal of Health and Environment: 4, 483-496. (In Persian)
2. Weisheng, Lu., Hongping Yuan., (2011). A framework for understanding waste management studies in construction. Waste Management 31, 1252–1260
3. U.S. Environmental Protection Agency (EPA) . Construction and Demolition Debris Management in the United States, 2015 U.S. Environmental Protection Agency Office of Resource Conservation and Recovery March 2020 Available online at < https://www.epa.gov/sites/default/files/2020-03/documents/final_cd-eol-management_2015_508.pdf >.
4. Jingkuang Liu, et al. (2020): Exploring factors influencing construction waste reduction: A structural equation modeling approach. Journal of Cleaner Production 276.
5. Ferguson, J., Kermode, N., Nash, C.L., Sketch, W.A.J., Huxford, R.P., (1995). Managing and Minimising Construction Waste: A Practical Guide. Institution of Civil Engineers, London.
6. Sealey, B.J., Phillips, P.S., Hill, G.J., 2001. Waste management issues for the UK readymixedconcrete industry. Resources, Conservation and Recycling 32 (3–4), 321–331.
7. Poon, C.S., (2007). Reducing construction waste. Waste Manage. 27 (12), 1715–1716.
8. Jingkuang Liu, et al. (2020): Exploring factors influencing construction waste reduction: A structural equation modeling approach. Journal of Cleaner Production 276.
9. Ann T.W. Yu , C.S. Poon , Agnes Wong, Robin Yip & Lara Jaillon

(2013). Impact of Construction Waste Disposal Charging Scheme on work practices at construction sites in Hong Kong. Waste Management 33 , 138–146.

10. Georgios Banias, Charisios Achillas, Christos Vlachokostas, Nicolas Moussiopoulos & Sokratis Tarsenis (2010). Assessing multiple criteria for the optimal location of a construction and demolition waste management facility. Building and Environment 45, 2317e2326.
11. Nabil Kartam, Nayef Al-Mutairi, Ibrahim Al-Ghusain& Jasem Al-Humoud (2004). Environmental management of construction and demolition waste in Kuwait. Waste Management 24 , 1049–1059.
12. Hongping Yuan & Liyin Shen (2011). Trend of the research on construction and demolition waste management. Waste Management 31 , 670–679.
13. Vasiloglou, V.C., (2004). New tool for landfill location. Waste Management Researches 22, 427–439.
14. Gilberto Tavares, Zdena Zsigraio&Viriato Semiao (2011). Multi-criteria GIS-based siting of an incineration plant for municipal solid waste. Waste Management 31 , 1960–1972.
15. Al Khaldi, et al. (2021): Landfill Siting Evaluation Using GIS and Multi-Criteria Decision-Making Method: A Case Study: Dammam Municipal Solid Waste Landfill. Journal of Geographic Information System 13, 508-522.
16. Alkaradaghi Karwan , et al. (2020): Landfill Site Selection Using GIS and Multi-Criteria Decision-Making AHP and SAW Methods: A Case Study in Sulaimaniyah Governorate, Iraq. Scientific Research Publishing 12, 254-268.
17. Maria Franca Norese (2006), ELECTRE III as a support for participatory decision-making on the localisation of waste-treatment plants. Land Use Policy 23 , 76–85.
18. Ni-Bin Chang, et al. (2007): Municipal Solid Waste Landfill Site Selection Analysis the City of Harlingen.
19. GulfemTuzkaya, Semih onut, Umut R. Tuzkaya& Bahadır Gulsun (2008). An analytic network process approach for locating undesirable facilities: An example from Istanbul, Turkey. Journal of Environmental Management 88 , 970–983.
20. Pablo Aragone´ s-Beltran, Juan Pascual Pastor-Ferrando , Fernando Garcı´a-Garcıa&Amadeo Pascual-Agullo (2010). An Analytic Network Process approach for siting a municipal solid waste plant inthe Metropolitan Area of Valencia (Spain). Journal of Environmental Management 91 , 1071–1086.
21. Karkazi, A., Hatzichristos, T., Emmanouilidi, B., Mavropoulos, A., (2001). Landfills sitting using GIS and fuzzy logic. Proceedings of the 8th International Waste Management and Landfill Symposium; Sardinia, Italy
22. Mehmet Ekmekciog˘lu., Tolga Kaya., Cengiz Kahraman (2010). Fuzzy multicriteria disposal method and site selection for municipal solid waste. Waste Management 30 , 1729–1736
23. Mallick J (2021): Municipal Solid Waste Landfill Site Selection Based on Fuzzy-AHP and Geoinformation Techniques in Asir Region Saudi Arabia. Sustainability 13, 1538.