ارزیابی و رتبه‌بندی محل‌های احداث مراکز بازیافت پسماندهای جامد با استفاده از تکنیک مولتی مورا (مطالعه موردی: مراکز بازیافت پسماندهای جامد منطقه ۲۲ شهرداری تهران)

محمد امین سمیعی زفرقندی، دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی شاهرود

رضا شیخ، دانشیار دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی شاهرود

سید محمد حسن حسینی [۱]؛ استادیار دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی شاهرود

چکیده:

هدف: پژوهش حاضر به شناسایی معیارهای موثر در تعیین محل احداث مراکز بازیافت پسماندهای جامد شهری پرداخته و سپس میزان اهمیت هر یک از این شاخص‌ها را تعیین می‌کند. سپس به منظور ارزیابی و رتبه‌بندی مکان‌های کاندید، روشی جدید مبتنی بر تکنیک مولتی مورا معرفی می‌کند.

روش‌شناسی: تحقیق حاضر از نظر هدف در زمره تحقیقات کاربردی قرار دارد. همچنین به لحاظ شیوه اجرا ماهیت توصیفی-پیمایشی دارد و داده‌های مورد نیاز از طریق پرسش‌نامه جمع‌آوری می‌گردد. این مطالعه در فاز اول جهت شناسایی شاخص‌های بالقوه به صورت کتابخانه‌ای انجام می‌شود و سپس جهت تعیین وزن شاخص‌ها و نمره‌دهی به گزینه‌ها از نظرات صاحب‌نظران و خبرگان حوزه شامل ۱۴ نفر از مدیران اجرایی و اساتید دانشگاهی استفاده شده است.

یافته‌ها: براساس نتایج این تحقیق سه شاخص هزینه محل احداث، پوشش فعلی اراضی، و پوشش خاک بیشترین اهمیت و نقش را در تعیین محل احداث مراکز بازیافت داشتند. همچنین بعد از ارزیابی محل‌های کاندید در منطقه ۲۲ شهرداری تهران به عنوان مطالعه موردی، تعداد سه محل با بیشترین امتیاز به عنوان مکان‌های بهینه ایستگاه بازیافت انتخاب شدند.

نتیجه‌گیری: معیارهای تعیین محل احداث مراکز بازیافت پسماند ماهیتی پویا داشته و هم ماهیت آنها و هم وزن و اهمیت هرکدام در طول زمان تغییر می‌کند. لذا مدیران و مسئولین مربوطه در هر مورد جدید می‌بایست شاخص‌های جدید ازجمله هزینه و مسائل روز را در انتخاب محل احداث مراکز بازیافت مدنظر داشته باشند.

واژه‌های کلیدی: مدیریت بازیافت پسماند، مکان‌یابی، روش دلفی، آنتروپی شانون، مولتی مورا

۱. نشانی الکترونیک نویسنده مسئول sh.hosseini51@gmail.com

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

مقدمه

با افزایش جمعیت و گسترش دائمی شهرها، نیاز انسان به مواد مصرفی روز بـه روز بیشـتر شـده اسـت. زیـاد شدن مواد مصرفی موجب افزایش تولید پسماندها می‌شود. در این میان بشر برای دفع مواد اضافی و مـازاد، آن‌هـا را به طور فزاینده‌ای وارد طبیعت کرده و موجب آلودگی محیط زیست می‌شود (آسـس آوان[1] و همکـاران، ۲۰۱۹). اگر بشر بخواهد ضمن حفظ رشد فعلی، با چنین آلودگی‌هایی نیز مبارزه کند، لازم است که بـه مـدیریت فنـاوری روی آورد و روش‌های صحیح مدیریت را همراه با اصول مهندسی و اقتصادی در جهـت دفـع مـواد زائـد در نظـر بگیرد. به همین دلیل در کشورهای پیشرفته دنیا، موضوع مدیریت پسماند از مدت‌ها قبل مورد توجه قرار گرفتـه و پیشرفت‌های خوبی در مباحث علمی و اقدامات عملی آن صورت گرفته است (ساروها[2] و همکاران، ۲۰۲۰).

مدیریت پسماندهای جامد به عنوان یکی از شاخص های مهم توسعه در سطح کـلان مطـرح اسـت. یکـی از مناسب‌ترین گزینه‌ها در مدیریت پسماند، بازیافت است که دارای صرفه اقتصـادی و فوایـد زیسـت‌محیطـی قابـل توجهی است (پاچولین فلهو[3] و همکاران، ۲۰۲۰). یکی از موارد بسیار مهـم در اجـرای صـحیح عملیـات بازیافـت پسماند یافتن بهترین مکان برای انجام عملیات است. در سال های اخیر مطالعات مکان یابی بـه عنـوان یکـی از عناصر کلیدی در موفقیت و بقای مراکز صنعتی مطرح شده است (وو[4] و همکاران، ۲۰۱۹). مطالعات مکان‌یابی هم در سطح ملی و هم در سطح بین‌المللی بسیار مورد توجه قـرار گرفتـه اسـت. در ایـن میـان شـناخت هـدف‌هـا و روش‌های حل مسائل مکان یابی، از اهمیـت بسـیار زیـادی برخـوردار اسـت (علـی، سـعد[5] و همکـاران، ۲۰۱۹). مکان‌یابی یکی از شاخه‌های مدیریت صنعتی و مهندسی صنایع است که توجه به آن سـبب کـاهش هزینـه‌هـا و موفقیت واحدهای صنعتی می‌شود (تسفای و کیتاو[6]، ۲۰۲۰). مکان یابی مراکز (مکان‌یابی ساختمان‌ها و مراکـز) را انتخاب مکان برای یک یا چند مرکز، با در نظر گرفتن سایر مراکز و محدودیت‌های موجود می‌دانند به‌گونه‌ای که هدف ویژه‌ای بهینه شود. این هدف می‌تواند هزینه حمل و نقل، ارائـه خـدمات عادلانـه بـه مشـتریان، در دسـت گرفتن بزرگ‌ترین بازار و غیره باشد (دویوادی و مادان[7]، ۲۰۲۰). انجام مطالعات مکان یابی نیازمند تخصص‌هـایی از جمله: تحقیق در عملیات، روش‌های تصمیم‌گیری، جغرافیا (زمین شناسی و آب و هوا)، اقتصاد مهندسـی، علـوم کامپیوتر، ریاضی، بازاریابی، طراحی شهر و ... است (دینگ[8] و همکاران، ۲۰۲۰). استقرار ایستگاه بازیافت پسماند در مناطق شهری به دلیل اثرات مهمی که بر اکولوژی، بهداشت، مناظر شهری، ترافیک، ارزش املاک و ..... دارد می تواند یک عامل اختلال در شهر نیز محسوب شود. لذا استقرار ایستگاه بازیافت پسماند در شهر باید با مطالعات دقیق و موشکافانه انجام شود تا از گسترش ابعاد نابسامانی‌ها و تهدیدها، به‌ویژه از جنبه زیست محیطـی ممانعـت

1. Asees Awan
2. Saroha
3. Paschoalin Filho
4. Wu
5. Ali, Saad
6. Tesfaye and Kitaw
7. Dwivedi and Madaan
8. Ding

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

گردد (سینگ[1] و همکاران، ۲۰۲۰). در تحقیق حاضر، باتوجه به اهمیت مدیریت پسماندها، با استفاده از تکنیک بهینه‌سازی چندهدفه بر اساس تجزیه و تحلیل نسبت به ارزیابی و اولویت‌بندی محل‌های احداث مراکز بازیافت پسماندهای جامد شهری پرداخته می شود. باتوجه به وجود معیارهای مختلف و متضاد در این مسئله تصمیم گیری، تکنیک مورد نظر باتوجه به اینکه قابلیت در نظر گرفتن هم‌زمان معیارهای مثبت و منفی را دارد و باتوجه به منابع مطالعه شده، برای تحلیل و حل این مسئله بسیار مناسب می‌باشد. برای این منظور بررسی محل‌های کاندید جهت احداث مراکز بازیافت پسماندهای شهری تهران به عنوان مطالعه موردی و جامعه مورد بررسی درنظر گرفته شده است. منطقه ۲۲ شهرداری تهران جدیدترین منطقه شهری تهران است که در شمال غرب تهران واقع شده است. این منطقه از شمال به ارتفاعات البرز، از شرق به منطقه ۵ شهرداری تهران، از غرب به محدوده وردآورد شمالی و از جنوب به آزاد راه تهران- کرج محدود می گردد . مساحت این منطقه حدود ۶۲۰۰ هکتار است که از این مساحت حدود ۱۳۰۰ هکتار متعلق به فضای سبز می‌باشد . منطقه ۲۲ در سطح تهران و فرا شهری از قابلیت دسترسی مطلوبی برخوردار است . دسترسی‌های این منطقه بزرگراه‌های حکیم، همت، آزادگان، تهران_کرج و آزاد راه در دست ساخت تهران _ شمال می باشد . این منطقه در طرح تفصیلی تهران به عنوان قطب گردشگری تهران مطرح شده است تا نیازهای رفاهی شهر تهران را بر طرف سازد که بر همین اساس پروژه‌های بسیاری از جمله آبشار تهران، دریاچه مصنوعی چیتگر، محور چهار باغ، بوستان جوانمردان ایران، شهربازی هزار و یک شهر (تهران لند)، تهران مال، پارک آبی چیتگر، پردیس سوارکاری، تله کابین و مونوریل چیتگر در این منطقه در حال ساخت و تکمیل می‌باشند.

ادبیات و پیشینه پژوهش

موضوع مدیریت پسماندهای شهری و تجهیز مکان‌هایی برای بازیافت آن هم‌زمان با افزایش جمعیت شهرنشینی و رشد تولید پسماند در زندگی شهری مطرح و در سال‌های اخیر مورد توجه و اهمیت زیادی قرار گرفته است. به منظور تبیین بهتر ادبیات تحقیق در این حوزه، در ادامه منابع مرتبط در دو دسته تحقیقات داخلی و تحقیقات بین‌المللی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

تحقیقات داخلی

ازجمله جدیدترین تحقیقات انجام شده داخلی در حوزه مدیریت پسماند می‌توان به مطالعه شریفی و همکاران (۱۳۹۹) اشاره کرد. ایشان در تحقیق خود به بررسی اثرات زیست‌محیطی تولید کمپوست از پسماند جامد شهری با رویکرد ارزیابی چرخه زندگی پرداختند. در این تحقیق شهر رشت به عنوان مطالعه موردی درنظر گرفته شده و پس از جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، نتایج با استفاده از نرم‌افزار سیماپرو مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. بر اساس نتایج این تحقیق، گرمایش جهانی ناشی از حمل و نقل و آلاینده‌های مستقیم ناشی از آن بیشترین تاثیر را نشان می‌دهد. همچنین تولید کمپوست از زباله بیشترین اثر را به ترتیب در سمیت آب‌های آزاد و سمیت انسانی

1. Singh

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

نشان می‌دهد. و در نهایت نتیجه‌گیری شده است که تولید کمپوست در رشت، باعث کاهش آلایندگی ایجاد شده نسبت به دفن زباله در محل دفن زباله می‌شود و با تولید کمپوست، ضررهای ایجاد شده در محیط‌زیست تا حدود زیادی جبران می‌شود.

موضوع جمع‌آوری پسماند شهری و مسیریابی وسایل نقلیه مورد نیاز با ظرفیت محدود و پنجره زمانی مشخص توسط باقری و همکاران (۱۳۹۸) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. هدف تحقیق ایشان طراحی شبکه‌ای مناسب از مسیرها برای جمع‌آوری پسماند شهری و تخصیص بهینه وسایل نقلیه بوده به گونه‌ای که زمان مجموع سفرهای وسایل نقلیه حداقل گردد. در این تحقیق شهر تهران به عنوان مطالعه موردی درنظر گرفته شده و داده‌های مورد نیاز از سازمان مدیریت پسماند شهر تهران اخذ شده است. نتایج تحقیق نشان داد که الگوریتم پیشنهادی برای تعیین بهترین شبکه از مسیرها و کاهش زمان جمع‌آوری پسماند شهری عملکرد خوبی داشته است.

دریابیگی زند و واعظی هیر (۱۳۹۸) در مطالعه خود استفاده از ماتریس ارزیابی اثرات سریع و مدل پایداری را برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی ایستگاه‌های انتقال پسماند شهر تهران و بهینه‌سازی راهبری تعیین محل احداث آن را مورد بررسی قرار دادند. ایشان در تحقیق خود معیارهای ارزیابی تعیین محل احداث را در دو دسته قرار دادند. دسته اول معیارهایی که بزرگی اثرات زیست‌محیطی را نشان می‌دهد و مستقل از محل کاندید می‌باشد و دسته دوم معیارهایی که ارزش موقعیت را نشان می‌دهد. سپس چهار گزینه (سناریو) را برای انتقال و مدیریت پسماند شهر تهران ارزیابی و رتبه‌بندی کردند.

واعظی هیر و همکاران (۱۳۹۸) در تحقیق دیگری به بررسی موضوع مدیریت محیط زیستی ایستگاه‌های انتقال پسماند شهری با تأکید بر کنترل آلاینده‌ها پرداختند. در تحقیق ایشان، جنبه‌های زیست‌محیطی و بهداشتی ایستگاه‌های انتقال پسماند در مناطق مسکونی به صورت هم‌زمان مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا، داده‌های مورد نیاز از طریق نمونه‌برداری و اندازه‌گیری آلاینده‌های موجود در ایستگاه انتقال پسماند منطقه دارآباد تهران جمع‌آوری شده است. در انتها نیز راهکارهایی جهت کاهش و کنترل آلودگی‌های زیست محیطی و بهبود کیفیت و وضعیت ایستگاه انتقال پسماند مورد مطالعه ارائه شده است.

فرجی مهیاری و همکاران (۱۳۹۸) در یک مطالعه تحلیلی-اکتشافی به بررسی وضعیت آینده تولید پسماند جامد شهری در تهران پرداختند. ایشان در تحقیق خود از روش تحلیل رگرسیونی مبتنی بر جمعیت استفاده کرده و وضعیت تولید پسماند در این کلان‌شهر را تا سال ۱۴۳۰ مبتنی بر سناریوهای مختلف ارزیابی کردند. نتایج تحقیق ایشان بیانگر میزان افزایش و روند تولید پسماند جامد شهری در هر سناریو بوده و در انتها نیز راهکارهای کاهش تولید پسماند و کاهش اثرات زیست‌محیطی آن ارائه شده است.

ایلانلو و همکاران (۱۳۹۸) مسئله مکان‌یابی مراکز بازیافت و صنایع تبدیلی وابسته به آن را در شهرستان کلاردشت مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. ایشان در تحقیق خود ابتدا یک پنل علمی از افراد خبره تشکیل داده و سپس اقدام به شناسایی معیارهای مهم به روش دلفی نمودند. سپس با روش دلفی فازی فواصل مجاز برای این معیارها تعیین و با استفاده از روش مرکز ثقل فواصل قطعی نیز مشخص شده است. همچنین برای تعیین وزن‌های هر معیار از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است. در نهایت نیز از طریق پیمایش

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

میدانی و بر اساس نقشه پهنه‌بندی، بهترین نقاط برای احداث جایگاه بازیافت در شهرستان کلاردشت معرفی شدند.

پهلوان و همکاران (۱۳۹۷) موضوع مکان‌یابی احداث مراکز بازیافت پسماندهای جامد شهری را با استفاده از روش‌های پرامتی و بهینه‌سازی تجمع ذرات در شهر کرج مورد مطالعه قرار دادند. ایشان در تحقیق خود ابتدا به شناسایی معیارهای مؤثر در مکان‌یابی احداث مراکز بازیافت پرداخته و سپس پنج منطقه کاندید را جهت ارزیابی تعیین کردند. در پایان نیز دو محل به عنوان مناسب‌ترین محل‌ها معرفی شده است.

پهلوان و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیق دیگری به بررسی مسئله مکان‌یابی احداث مراکز بازیافت پسماندهای جامد شهری کرج با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مبتنی بر منطق فازی پرداختند. در تحقیق ایشان حریم‌های منطقه مورد مطالعه بررسی و با ارائه چارچوبی یکپارچه از روش‌های دلفی، دلفی فازی، و AHP به ارزیابی محل‌های کاندید و رتبه‌بندی آن‌ها پرداختند. در نهایت نیز مناسب‌ترین محل جهت احداث مراکز بازیافت پسماندهای جامد شهری کرج معرفی شده است.

گرمابکی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی به حل مسئله مسیریابی وسایل نقلیه و مکان‌یابی با متغیرهای ریسک سفر با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی پرداخته‌اند. مدل ارائه شده در این پژوهش توانایی استقرار تسهیلات پاک‌سازی با نوع فناوری مربوطه سازگار، مراکز بازیافت، مراکز دفن و راهبردهای مسیریابی مربوط به هر یک از سطوح را دارد. این مدل دو هدفه، برای حداقل‌سازی هم‌زمان هزینه کل و ریسک مسیر انتقال مورد استفاده قرار گرفته است.

جقتایی نوایی و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی، یک مدل چند هدفه مکان یابی – مسیر یابی برای احداث مراکز پالایش، بازیافت و دفت زباله‌های بیمارستانی ارائه نموده‌اند. در ادامه، عملکرد مدل، از طریق مجموع وزنی توابع هدف و در شانزده وزن دهی متفاوت مورد بررسی قرار گرفته و نقاط پارتویی به دست آمده‌اند. برای شناسایی نقاط بالقوه بر اساس معیارهای زیست محیطی جهت تأسیس هر کدام از این مراکز نیز از داده‌های ژئوگرافیک و نرم افزار GIS استفاده شده است.

بتوئی و قیدرخلجانی (۱۳۹۴) در پژوهشی به بررسی و اولویت‌بندی گزینه‌های تفکیک زباله از مبدأ با استفاده از برنامه‌ریزی چند معیاره پرداختند. در این پژوهش سعی شده است تا با استفاده از پژوهش‌های انجام شده در این حوزه، گزینه‌هایی متناسب با وضعیت یکی از شهرک‌های مسکونی شهر تهران ارائه شود. سپس با استفاده از روش نزدیکی به راه حل ایده آل (TOPSIS) این گزینه‌ها بر اساس نظر شهروندان این شهرک اولویت‌بندی شده است.

یزدانی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی به بررسی مدل‌سازی چیدمان مکانی–فضایی واحدهای بازیافت پلاستیک در استان فارس پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که پیکسل‌های اولویت‌دار معرفی شده در خروجی حاصل از مدل، دارای شرایط بهینه از منظر معیارهای تعریف شده هستند. بنابراین این مدل می‌تواند به عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری، در چیدمان مکانی– فضایی مراکز بازیافت پلاستیک مورد استفاده قرار گیرد.

در تحقیق دیگری که توسط آزمون (۱۳۹۳) صورت گرفت، بیان شده است که با توجه به افزایش رو به رشد

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

جمعیت و تولید بیشتر و متنوع‌تر پسماندها در سال‌های اخیر، بررسی سیستم جمع‌آوری و مدیریت و دفع پسماند از اهمیت خاصی برخوردار شده است. بنابراین طرح ریزی یک مدیریت راهبردی و مکان‌یابی مناسب پسماند برای جلوگیری از آلودگی محیط زیست در مناطق روستایی امر ضروری می‌باشد. در مطالعه ایشان تلاش شده تا در جامعه‌ی مورد مطالعه (روستای سارلی مختوم و ترتلی کوچک) اطلاعات مورد نیاز از طریق نظر سنجی از مردم و تکمیل پرسشنامه از خانوارهای منتخب، با استفاده از نرم افزار SPSS و نرم افزار GIS برای مکان‌یابی دفع پسماند، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شود. ارائه تنگناها و راهکارها در جدول SWOT تنظیم گردیده است. در این تحقیق آگاهی از اهمیت بازیافت و تفکیک پسماندها، انتخاب محل دفع مناسب، جایگزین کردن روش جدید جمع‌آوری در بهبود شرایط زیست محیطی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که آگاهی از اهمیت بازیافت بسیار پایین و مکان‌یابی مناسبی برای دفع انتخاب نشده است. همچنین روش جدید جمع‌آوری در بهبود بهداشت محیط اثر گذار می‌باشد.

فیروزی و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی، مکان یابی محل دفن پسماندهای شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) را مورد مطالعه قرار داده‌اند. روش انجام تحقیق در این پژوهش کاربردی، مطالعه و بررسی فاکتورها و عوامل مؤثر در مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهر لامرد می‌باشد که عبارت‌اند از: زمین شناسی، شیب منطقه، فاصله از مراکز جمعیتی (شهر و روستا)، فاصله از فرودگاه، فاصله از اراضی کشاورزی، دسترسی به راه‌های ارتباطی، فاصله از آب‌های سطحی و فاصله از مراتع و جنگل. اطلاعات عوامل فوق، از دو روش کتابخانه‌ای و میدانی گردآوری شده و در محیط نرم‌افزاری GIS وارد و با استفاده از مدل AHP تحلیل شده‌اند . مهم‌ترین نتیجه این تحقیق در این موضوع خلاصه می‌شود که با استفاده از داده‌ها و اطلاعات گردآوری شده و نرم افزارGIS و مدل AHP (فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی چند معیاره) اقدام به مکان‌یابی محل مناسب دفن بهداشتی پسماند تولیدی در شهر لامرد شده است و از ۵ مکان پیشنهادی جهت دفن بهداشتی زباله، بهینه‌ترین مکان انتخاب گردیده است.

شیخان (۱۳۸۷) در مقاله‌ای به مکان یابی سیستم زباله سوز مرکزی زباله‌های بیمارستانی شهر تهران (یادداشت پژوهشی) پرداخت. در نهایت با در نظر گرفتن پارامترهای مؤثر در مکان یابی مانند شبکه ترافیکی، مسائل زیست محیطی، فواصل و نوع کاربری اراضی و ... ۳ مکان مطلوب انتخاب شد.

عبدلی (۱۳۷۹) در نتایج تحقیق خود بیان کرد رشد روز افزون جمعیت شهری ایران، ایجاد مراکز جمعیتی جدید، عدم سیاست‌گذاری و ارزیابی عملکردها و فعالیت‌های گوناگون شهری بر اساس برنامه جامع و کلان ملی (آمایش سرزمین) و تداوم تخلیه انواع پسماندها و فاضلاب‌ها به محیط زیست، از جمله عوامل بحران‌زایی هستند که محیط زیست طبیعی و کیفیت بهداشت و سلامتی انسان، به ویژه شهرنشین‌ها را در معرض خطرها و زیان‌های گوناگون قرار داده‌اند.

تحقیقات بین‌المللی

ساروها و همکاران (۲۰۲۰) در یک مطالعه جامع به بررسی انگیزه‌های اجرای شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته با هدف جمع‌آوری و بازیافت انواع پسماندها پرداخته و در مطالعه خود صنایع تولیدی کشور هند را از دیدگاه

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

توسعه پایدار مد نظر قرار دادند. براساس نتایج تحقیق ایشان، انگیزه‌های مالی بیشترین تاثیر را در اجرای طرح جمع‌آوری و بازیافت انواع پسماندها دارد و همچنین عدم حمایت مدیران ارشد و نداشتم راهبرد استراتژی مشخص ازجمله مشکلات اجرای این طرح معرفی شده است.

پاسچوالین و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی به معرفی شاخص‌های زیست‌محیطی برای ارزیابی برنامه‌های مدیریت پسماند جامد شهری پرداختند. شاخص‌های پیشنهادی در این مطالعه، ارزیابی شیوه‌های مختلف مدیریت و بازیافت پسماندها را ممکن کرده است. با استفاده از شاخص‌های پیشنهادی، روش‌های زیست‌محیطی با استانداردهای فنی و روش‌های پیشنهادی قانون مقایسه شده است.

ژنگ و همکاران (۲۰۱۹) مسئله تخصیص منابع ساختمانی برای احداث مراکز بازیافت پسماندهای جامد صنعتی در شهرهای استان آنهویی چین را مورد مطالعه قرار دادند. در مطالعه ایشان محل احداث مراکز بازیافت پسماندهای جامد در میان ۱۶ شهر سطح استان با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) بررسی شده است. در نهایت نیز سایت مربوط به چهار شهر چیژو، چوژو، سوژو و بنگبو به عنوان مناسب‌ترین مکان معرفی شده است.

موضوع ادغام شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز در زنجیره تأمین ساخت توسط علی و همکاران (۲۰۲۰) مورد بررسی قرار گرفت. در مطالعه ایشان، از نظرات متخصصانی که به عنوان مدیران زنجیره تأمین در صنایع مختلف ساختمانی پاکستان دارای تجربه بوده‌اند استفاده شده و تکنیک تاپسیس نیز جهت انجام تصمیم‌گیری به کار برده شده است. ایشان شش گزینه طراحی سبز، خرید سبز، تولید سبز، انبارهای سبز، حمل و نقل سبز، و بازیافت سبز را بررسی کرده و در نهایت استفاده از انبار سبز، تولید سبز و بازیافت سبز به عنوان بهترین راهکار معرفی شده است.

بهلاجی و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی که با استفاده از رویکرد آزمون و خطا انجام دادند به بررسی و تجزیه و تحلیل عوامل خطر مرتبط با جنبه‌های ایمنی محیط و زیست محیطی در صنعت بهداشت و درمان پرداختند. ایشان در پژوهش خود بیان داشتند مواد زائد و غیر قابل بازیافت محصولات بهداشتی که در شرکت‌های بهداشت و درمان تولید می شوند باعث شده، بهداشت و ایمنی محیط زیست (EHS) به عنوان یک عامل مهم تلقی شود زیرا محصولات مراقبت‌های بهداشتی مشکلات بسیار پیچیده‌ای را در رابطه با ایمنی محیط زیست ایجاد می‌کنند.

فام و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیق خود به معرفی یک چارچوب مناسب برای انتخاب مکان مراکز لجستیک حمل و بازیافت پسماند با استفاده از رویکرد ترکیبی روش فازی و تکنیک ترتیب ترجیح توسط شباهت به راه حل ایده آل (TOPSIS) پرداختند. نتایج تحقیق ایشان حاکی از آن است که تقاضای حمل و نقل، نزدیکی به بازار، منطقه تولید، مشتری و هزینه حمل و نقل مهم‌ترین عوامل در تصمیم‌گیری در مورد مکان مراکز لجستیک پسماند محسوب می‌شوند. علاوه بر این، از میان سه موقعیت مکانی که در نظر گرفته شده، استان‌های شمال شرقی شهر هوشی مین بهترین مکان برای مراکز لجستیک بود و پس از آن هانوی شمالی و شهر دا ننگ قرار داشتند. یافته‌های این پژوهش از نظر جنبه‌های علمی و عملی محل استقرار مراکز لجستیک سهم بسزایی دارد.

یک مطالعه مروری توسط موانزا و بوهوا (۲۰۱۷) انجام شده که در آن به شناسایی عوامل اصلی توسعه پایدار از طریق به کارگیری سیستم‌های بازیافت زباله‌های پلاستیکی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه پرداخته

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

شده است. در تحقیق ایشان کلیه مطالعات و مقالات چاپ شده تا سال ۲۰۱۶ با محوریت عوامل محرک یا عوامل مؤثر در مدیریت پایدار و بازیافت زباله‌های جامد و زباله‌های جامد شهری بررسی شده است.

در مطالعاتی که توسط خرات و همکاران (۲۰۱۶) صورت گرفت، بیان شد که انتخاب مکان دفن زباله یک فرایند پیچیده است که نیاز به ارزیابی چندین معیار دارد. تصمیم گیرندگان غالباً در تصمیم گیری صحیح در یک محیط چند شاخصه روبرو می‌شوند. در این مقاله، یک فرایند سلسله مراتبی فازی- تحلیلی (AHP) - روش اولویت با شباهت به راه حل ایده آل (TOPSIS) مبتنی بر روش به مسئله انتخاب محل دفن زباله شهری (MSW) استفاده شد.

بررسی ادبیات تحقیق و مطالعات پیشین نشان می‌دهد که موضوع جمع‌آوری و بازیافت پسماندهای شهری در سال‌های اخیر مورد توجه محققین زیادی قرار گرفته است. این موضوع به‌ویژه بعد از مطرح شدن مبحث توسعه پایدار و توجه دولت‌ها و مراکز علمی پژوهشی به جنبه‌های زیست محیطی، اهمیت بیشتری پیدا کرده است. لذا محققین زیادی به مطالعه و ارائه راه‌کارهای بهینه جمع‌آوری و بازیافت پسماندها مخصوصاً در مناطق شهری با تراکم جمعیت بالا پرداخته‌اند. نتایج تحقیقات پیشین همچنین نشان داد که موضوع زنجیره تأمین حلقه بسته با هدف جمع‌آوری و بازیافت محصولات صنایع تولیدی مختلف بعد از اتمام عمر مفید آن‌ها، از دیگر اقدامات مشابه محسوب می‌شود. با این حال توجه به مولفه‌های جدید در حوزه مکان‌یابی احداث مراکز بازیافت پسماند از قبیل اختلاف محسوس هزینه‌ها و بررسی راه‌ها و شیوه‌های جدید ارتباطی درون شهری به عنوان موضوعات جذاب برای تحقیقات جدید محسوب می‌شود که در این تحقیق به آن پرداخته شده است. همچنین درنظر گرفتن هم‌زمان انواع معیارهای کمّی و کیفی از دیگر نوآوری‌های تحقیق حاضر محسوب می‌شود. در نهایت به کارگیری تکنیک‌های جدید ارزیابی و مقایسه نتایج آن با نتایج حاصل از سایر روش‌ها نیز به عنوان یک خلأ تحقیقاتی در این حوزه شناخته می‌شود. از این رو در تحقیق حاضر رویکرد جدید مولتی مورا جهت ارزیابی و رتبه‌بندی مراکز احداث بازیافت پسماندهای شهری معرفی و مورد استفاده قرار می‌گیرد و همچنین متدولوژی آنتروپی شانون جهت تعیین وزن هر یک از معیارها به کار گرفته می‌شود.

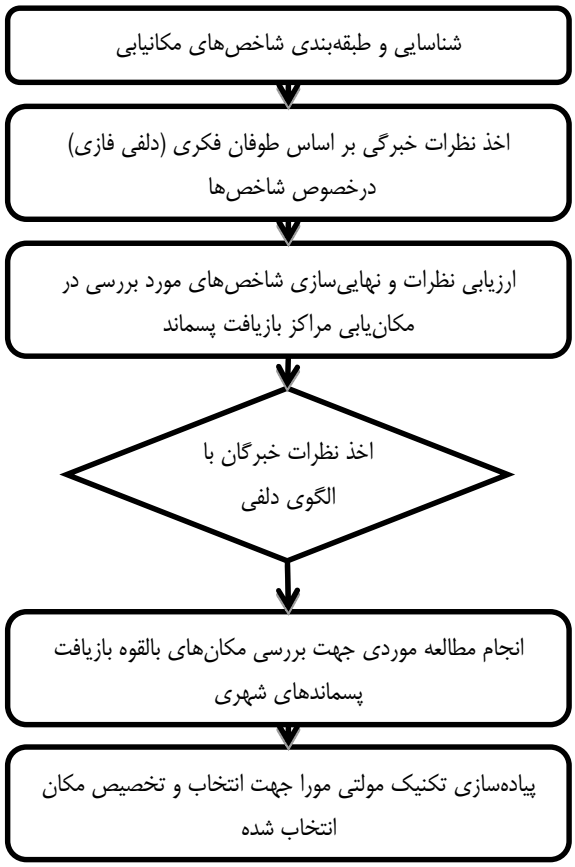
روش پژوهش

مکان‌یابی فعالیتی است که قابلیت‌ها و توانایی‌های یک منطقه را از لحاظ وجود زمین مناسب و کافی و ارتباط آن با سایر کاربری‌های شهری برای انتخاب مکانی مناسب برای کاربری خاص، مورد توجه و تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد. رشد روزافزون جمعیت جهان همگام با گسترش شهرنشینی موجب شده است که منابع دفع پسماند شهری و بازیافت در اکثر کشورها به یکی از چالش‌های اصلی مدیران شهری و مسئولین مربوطه تبدیل شده است. جهت رفع این مشکل پژوهش‌های علمی و کاربردی فراوانی تاکنون انجام شده که هر یک رویکرد و متدولوژی خاصی را برای ارزیابی راهکارهای مختلف جهت حل این معضل معرفی کرده‌اند. از جمله ویژگی‌های یک مطالعه علمی که هدف آن یافتن حقیقت و ارائه نتایج اثربخش باشد، استفاده از یک روش پژوهش مناسب می‌باشد. تعیین روش تحقیق مناسب به هدف تحقیق، ماهیت و موضوع مورد پژوهش و امکانات اجرایی بستگی دارد. تحقیق حاضر به ارزیابی و رتبه‌بندی مراکز احداث بازیافت پسماندها در منطقه ۲۲ شهری تهران می‌پردازد و

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

لذا به لحاظ هدف یک تحقیق کاربردی محسوب می‌شود. همچنین از نظر شیوه اجرا، تحقیق حاضر توصیفی-پیمایشی می‌باشد. اطلاعات اولیه جهت شناسایی شاخص‌ها و معیارهای بالقوه به صورت مطالعات کتابخانه‌ای انجام می‌شود و داده‌های مورد نیاز جهت وزن‌دهی به معیارها و همچنین ارزیابی مکانه‌ای کاندید از طریق پرسش‌نامه جمع‌آوری می‌گردد.

باتوجه به توضیحات فوق، مراحل و فلوچارت پژوهش حاضر مطابق شکل (۱) می‌باشد:



شکل ۱. فلوچارت مراحل تحقیق

در مرحله اول این مطالعه پس از شناسایی و تجمیع شاخص‌های بالقوه مهم در حوزه مکان‌یابی مراکز احداث بازیافت پسماند جامد شهری، اقدام به پالایش و شناسایی شاخص‌های نهایی با استفاده از تکنیک دلفی گردیده است. پنل خبرگان مورد نظر براساس ترکیبی از خبرگان اجرایی و دانشگاهی این حوزه بوده و مشخصات افراد خبره مورد نظر و سوابق ایشان به شرح جدول (۱) می‌باشد. باتوجه به محدودیت و دشواری دسترسی به خبرگان، در نهایت از نظرات ۷ نفر از این افراد استفاده شده است.

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

جدول ۱. سوابق و مشخصات خبرگان پژوهش									
ردیف	پاسخ‌دهنده	رشته تحصیلی	سابقه کار	تحصیلات	جنس	سن	آشنایی با مکان‌یابی		
							زیاد	متوسط	کم
D1	پاسخ‌دهنده ۱	شیمی	۱۰ سال	کارشناسی	زن	۴۵	*		
D2	پاسخ‌دهنده ۲	محیط زیست	۲۲ سال	ارشد	مرد	۳۸		*	
D3	پاسخ‌دهنده ۳	محیط زیست	۱۵ سال	کارشناسی	مرد	۴۴			*
D4	پاسخ‌دهنده ۴	عمران	۱۷ سال	کارشناسی	مرد	۳۹	*		
D5	پاسخ‌دهنده ۵	محیط زیست	۱۷ سال	ارشد	مرد	۴۰	*		
D6	پاسخ‌دهنده ۶	عمران	۳۵ سال	ارشد	مرد	۷۰		*	
D7	پاسخ‌دهنده ۷	عمران	۲۰ سال	ارشد	مرد	۴۲		*	
D8	پاسخ‌دهنده ۸	عمران	۱۶ سال	ارشد	مرد	۵۴		*	
D9	پاسخ‌دهنده ۹	معماری	۱۰ سال	کارشناسی	مرد	۵۵	*		
D10	پاسخ‌دهنده ۱۰	عمران	۱۵ سال	کارشناسی	مرد	۶۰	*		
D11	پاسخ‌دهنده ۱۱	محیط زیست	۱۵ سال	ارشد	مرد	۵۵		*	
D12	پاسخ‌دهنده ۱۲	عمران	۱۲ سال	کارشناسی	مرد	۵۰	*		
D13	پاسخ‌دهنده ۱۳	عمران	۱۰ سال	ارشد	مرد	۴۹	*		
D14	پاسخ‌دهنده ۱۴	محیط زیست	۱۰ سال	ارشد	مرد	۵۳	*		

در این پژوهش ارزیابی مکان‌یابی احداث مرکز بازیافت پسماند جامد شهری منطقه ۲۲ تهران نیز به عنوان مطالعه موردی مد نظر می‌باشد. انجام می‌شود.

شناسایی شاخص‌های مکان‌یابی

در این بخش، بعد از شناسایی اولیه شاخص‌های مهم در حوزه مکان‌یابی مراکز بازیافت پسماند جامد شهری براساس تحقیقات و منابع موجود، از ۷ نفر خبره که در این حوزه نیز در خواست گردید باتوجه به سوابق اجرایی و تجارب خود، شاخص‌های مهم در حوزه مکان‌یابی مراکز بازیافت پسماند جامد شهری را معرفی نمایند. از این تجمیع شاخص‌ها مطابق جدول (۲) شناسایی و نمادگذاری شد.

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

جدول ۲. شاخص‌های ارزیابی

ردیف	شاخص	نماد
۱	هزینه محل احداث	C1
۲	نوع سنگ و خاک محل بازیافت	C2
۳	فاصله از آب‌های سطحی	C3
۴	جهت باد غالب در محل بازیافت	C4
۵	در دسترس بودن راه‌های مناسب	C5
۶	فاصله از چاه و قنات	C6
۷	عمق خاک	C7
۸	پوشش فعلی اراضی	C8
۹	فاصله از گسل	C9
۱۰	فاصله از رودخانه	C10
۱۱	نزدیکی به کاربری اراضی	C11
۱۲	شیب محل بازیافت	C12
۱۳	ارتفاع محل بازیافت	C13
۱۴	فاصله از چاه	C14
۱۵	فاصله از بیمارستان و مراکز آموزشی	C15
۱۶	فاصله محل بازیافت تا شهر	C16

سپس دیدگاه هفت خبره برای سنجش میزان اهمیت شاخص‌های شناسایی شده در حوزه محل‌های احداث مراکز بازیافت پسماندهای جامد اخذ و خلاصه نظرات ایشان به شرح جدول (۳) مشخص گردید.

تجمیع نظرات خبرگان در خصوص معیارها به صورت میانگین محاسبه شده و سپس شاخص‌هایی که میانگین امتیاز آن‌ها بیش از مقدار میانگین قطعی شده (۰/۷۲) محاسبه گردید، مورد تائید واقع شده است. خلاصه نتایج در جدول (۴) ارائه شده و معیارهای منتخب جهت انجام ارزیابی گزینه‌ها نیز با زمینه سبزرنگ مشخص شده‌اند.

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

جدول ۳. نظرات خبرگان برای هریک از شاخص‌ها

نماد	خبره ۱	خبره ۲	خبره ۳	خبره ۴	خبره ۵	خبره ۶	خبره ۷
C1	خیلی زیاد	زیاد	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	خیلی زیاد	زیاد
C2	زیاد	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	کم
C3	زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	کم	زیاد	متوسط
C4	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	خیلی زیاد	زیاد
C5	خیلی زیاد	خیلی زیاد	کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
C6	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	خیلی زیاد	متوسط	متوسط	زیاد
C7	زیاد	زیاد	متوسط	خیلی زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
C8	خیلی زیاد	زیاد	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
C9	متوسط	زیاد	متوسط	متوسط	زیاد	متوسط	زیاد
C10	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
C11	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	متوسط	متوسط	خیلی زیاد
C12	زیاد	خیلی زیاد	خیلی کم	زیاد	زیاد	زیاد	خیلی زیاد
C13	متوسط	متوسط	خیلی کم	متوسط	متوسط	زیاد	متوسط
C14	زیاد	خیلی زیاد	خیلی کم	زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد
C15	متوسط	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	خیلی زیاد
C16	متوسط	خیلی زیاد	متوسط	خیلی زیاد	زیاد	زیاد	خیلی زیاد

جدول ۴. مقادیر دلفی حاصل از تجمیع نظرات خبرگان

نماد	شرح شاخص	میانگین			مقدار
C1	هزینه محل احداث	1.00	0.86	0.61	0.84
C2	نوع سنگ و خاک محل بازیافت	0.82	0.61	0.36	0.60
C3	فاصله از آب‌های سطحی	0.86	0.68	0.43	0.67
C4	جهت باد غالب در محل بازیافت	0.89	0.71	0.46	0.70
C5	در دسترس بودن راه‌های مناسب	0.82	0.68	0.43	0.66
C6	فاصله از چاه و قنات	0.89	0.71	0.46	0.70
C7	عمق خاک	0.96	0.75	0.50	0.74
C8	پوشش فعلی اراضی	1.00	0.82	0.57	0.81
C9	فاصله از گسل	0.86	0.61	0.36	0.61

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

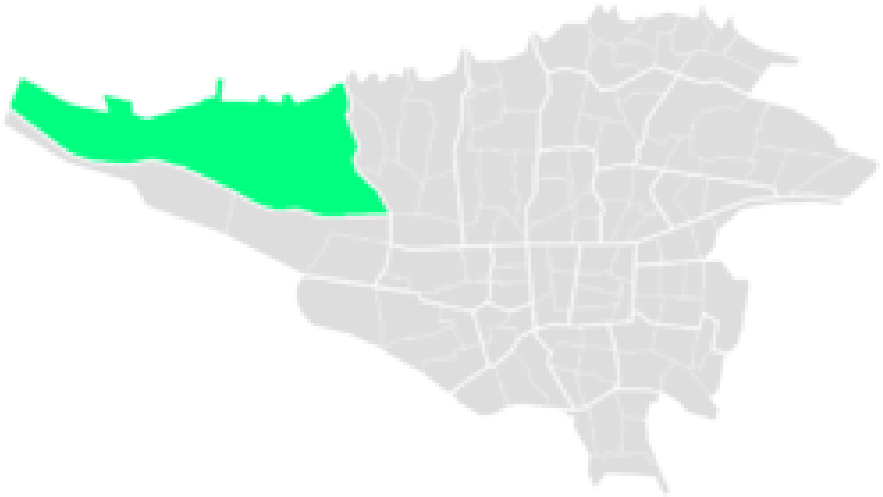
جدول ۴. مقادیر دلفی حاصل از تجمیع نظرات خبرگان					
نماد	شرح شاخص	میانگین			مقدار
C10	فاصله از رودخانه	0.86	0.71	0.46	0.70
C11	نزدیکی به کاربری اراضی	0.89	0.71	0.46	0.70
C12	شیب محل بازیافت	0.89	0.71	0.50	0.71
C13	ارتفاع محل بازیافت	0.89	0.64	0.43	0.65
C14	فاصله از چاه	0.89	0.75	0.54	0.74
C15	فاصله از بیمارستان و مراکز آموزشی	1.00	0.86	0.61	0.84
C16	فاصله محل بازیافت تا شهر	1.00	0.86	0.61	0.84

با توجه به ارزیابی صورت پذیرفته در گام اول غربالگری از تعداد ۱۶ شاخص مکان‌یابی شناسایی شده تعداد ۶ شاخص مورد تائید واقع گردید. این شاخص از میانگین – میانگین شاخص‌ها یا همان عدد ۷۲/. بالاتر بودند به این علت انتخاب شده‌اند.

تشریح مطالعه موردی

تهران به عنوان پایتخت ایران، یکی از پرجمعیت‌ترین شهرهای جهان محسوب می‌شود و روزانه حجم بالایی از انواع پسماند در این شهر ایجاد می‌شود. منطقه ۲۲ شهرداری تهران یکی از جدیدترین و بزرگ‌ترین مناطق این کلان شهر به عنوان منطقه مورد مطالعه در این پژوهش در نظر گرفته شده است. این منطقه در شمال غرب تهران واقع شده و از شمال به ارتفاعات البرز، از شرق به منطقه ۵ شهرداری تهران، از غرب به محدوده وردآورد شمالی و از جنوب به آزاد راه تهران- کرج محدود می‌گردد . مساحت این منطقه حدود ۶۲۰۰ هکتار است که از این مساحت حدود ۱۳۰۰ هکتار متعلق به فضای سبز می‌باشد . منطقه ۲۲ در سطح تهران و فراشهری از قابلیت دسترسی مطلوبی برخوردار است. دسترسی‌های این منطقه بزرگراه‌های حکیم، همت، آزادگان، تهران_کرج و آزاد راه در دست ساخت تهران _ شمال می‌باشد . این منطقه در طرح تفصیلی تهران به عنوان قطب گردشگری تهران مطرح شده است تا نیازهای رفاهی شهر تهران را بر طرف سازد که بر همین اساس پروژه‌های بسیاری از جمله آبشار تهران، دریاچه مصنوعی چیتگر، محور چهار باغ، بوستان جوانمردان ایران، شهربازی هزار و یک شهر (تهران لند)، تهران مال، پارک آبی چیتگر، پردیس سوارکاری، تله کابین و مونوریل چیتگر در این منطقه در حال ساخت و تکمیل می‌باشند.

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]



شکل ۲. موقعیت منطقه مورد مطالعه (منطقه ۲۲ شهرداری تهران)

این منطقه که موقعیت دقیق آن در شکل (۲) نشان داده شده، ۶ محل به عنوان کاندید احداث مرکز بازیافت پسماند جامد شهری دارد. در ادامه به نحوه استفاده از روش آنتروپی شانون برای تعیین وزن و اهمیت هر یک از شاخص‌های مؤثر پرداخته و سپس با تطبیق و به‌کارگیری رویکرد تصمیم‌گیری مولتی مورا به ارزیابی و رتبه‌بندی این ۶ محل کاندید می‌پردازیم.

رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس روش مولتی مورا[1]

در این بخش با توجه به انتخاب شاخص‌های شناسایی شده برای مکان‌یابی مراکز بازیافت پسماندهای جامد، یک متدولوژی بر مبنای رویکرد مولتی مورا جهت رتبه‌بندی گزینه‌ها معرفی می‌شود.

از این رو، ابتدا با استفاده از رویکرد آنتروپی شانون، شاخص‌های شناسایی شده را وزن‌دهی کرده سپس با استفاده از رویکرد مولتی مورا، متدولوژی رتبه‌بندی مکانه‌ای کاندید معرفی می‌شود.

گام‌های اجرایی روش آنتروپی شانون

در این قسمت، شاخص‌های شناسایی شده در مرحله قبل با استفاده از رویکرد آنتروپی شانون، تعیین وزن شده و رتبه‌بندی می‌شوند. آنتروپی یک مفهوم بسیار با اهمیت در علوم اجتماعی، فیزیکی و تئوری اطلاعات می‌باشد. وقتی که داده‌های یک ماتریس تصمیم‌گیری، به طور کامل مشخص باشد، می‌توان از روش آنتروپی برای ارزیابی وزن‌های استفاده کرد. ایده روش فوق، این است که هرچه پراکندگی در مقادیر یک شاخص، بیشتر باشد، آن شاخص از اهمیت بیشتری برخوردار است.

1. Multi Moora

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

آنتروپی در نظریه اطلاعات، یک معیار عدم اطمینان است که با توزیع احتمال مشخص P_i بیان می‌شود. اندازه‌گیری این عدم اطمینان (E_i) توسط شانون، به صورت زیر بیان شده است:

$$E_i = S(P_1, P_2, \ldots, P_n) = -k \sum_{i=1}^{n} [\, P_i - Ln\ p_i \,]$$

در رابطه فوق، k مقداری ثابت است و به منظور این‌که E_i بین صفر و یک باشد، اعمال می‌شود. E از توزیع احتمال P_i بر اساس مکانیزم آماری، محاسبه شده و مقدار آن در صورت تساوی P_i با یکدیگر (یعنی $P_i = \frac{1}{n}$)، ماکزیمم مقدار ممکن خواهد بود که بدین صورت محاسبه می‌شود:

$$-k\sum_{i=1}^{n} P_i - Ln\ P_i = -k\left\{\frac{1}{n}Ln\frac{1}{n} + \frac{1}{n}Ln\frac{1}{n} + \ldots + \frac{1}{n}Ln\frac{1}{n}\right\} = -k\left\{Ln\frac{1}{n}\left(\frac{n}{n}\right)\right\} = -k \times Ln\frac{1}{n}$$

همچنین K به عنوان مقدار ثابت، به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$k = \frac{1}{Ln(m)}$$

با استفاده از این ماتریس، P_{ij} به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}} \quad ; \quad \forall_{i,j}$$

و آنتروپی شاخص j اُم (E_j) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^{m} [P_{ij}\ Ln\ P_{ij}] \quad ; \quad \forall_j$$

عدم اطمینان یا درجه‌ی انحراف(d_j) از اطلاعات به دست آمده برای شاخص j، بیان می‌کند که شاخص مربوطه (j)، چه میزان اطلاعات مفید برای تصمیم‌گیری، در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد. مقدار (d_j) به صورت زیر به دست می‌آید:

$$d_j = 1 - E_j \quad ; \quad \forall_j$$

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

سپس مقدار وزن w_j به صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j} \quad ; \quad \forall_j$$

باتوجه به توضیحات فوق، مراحل اجرای روش آنتروپی شانون جهت تعیین وزن شاخص‌های انتخاب شده به شرح ذیل ارائه می‌گردد.

گام اول: مصاحبه با خبرگان جهت ارزیابی شاخص‌های مکان‌یابی بر اساس ماتریس تصمیم

جدول (۵) بر اساس طیف لیکرت و مصاحبه خبرگان انجام شده است. این مرحله از تحقیق ابتدا به صورت کیفی انجام شده و بعد از کمّی سازی ارائه شده است.

جدول ۵. ماتریس تصمیم قسمت اول

	c1	C7	C8	C14	C15	C16
DM1	2	4	1	3	6	1
DM2	5	5	1	5	5	6
DM3	3	2	3	4	5	3
DM4	3	1	6	6	4	4
DM5	2	3	4	4	5	3
DM6	4	2	1	1	5	6
DM7	3	5	4	1	1	6
DM8	1	1	2	6	6	3

گام دوم محاسبه P_{ij}:

با توجه به جدول فوق، مقادیر P_{ij} به عنوان نمره کمّی هر شاخص از نظر هر شخص خبره به‌دست می‌آید که مطابق جدول (۶) نشان داده شده است.

جدول ۶. مقادیر امتیاز کمّی شاخص‌ها به تفکیک هر خبره

	c1	C7	C8	C14	C15	C16
DM1	0.086957	0.173913	0.045455	0.1	0.162162	0.03125
DM2	0.217391	0.217391	0.045455	0.166667	0.135135	0.1875
DM3	0.130435	0.086957	0.136364	0.133333	0.135135	0.09375
DM4	0.130435	0.043478	0.272727	0.2	0.108108	0.125
DM5	0.086957	0.130435	0.181818	0.133333	0.135135	0.09375
DM6	0.173913	0.086957	0.045455	0.033333	0.135135	0.1875
DM7	0.130435	0.217391	0.181818	0.033333	0.027027	0.1875
DM8	0.043478	0.043478	0.090909	0.2	0.162162	0.09375

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

گام سوم محاسبه مقدار آنتروپی(E_j):

مقدار آنتروپی شانون برای هر شاخص با توجه به مقادیر امتیاز جداگانه شاخص‌ها براساس جدول (۶) محاسبه می‌گردد.

گام چهارم محاسبه‌ی مقدار عدم اطمینان(d_j):

مقادیر عدم اطمینان با توجه به مقادیر آنتروپی به‌دست می‌آید. این مقادیر در جدول (۷) آورده شده است.

گام پنجم محاسبه اوزان(w_j):

وزن هر شاخص با توجه به مقادیر عدم اطمینان به‌دست می‌آید. وزن هر شاخص (w_j) همراه با نتایج گام سوم و چهارم در جدول (۷) نشان داده شده است.

جدول ۷. مقادیر به‌دست آمده (گام سوم تا پنجم)

	ej	dj	wj
c1	0.816	0.184	0.26
C7	0.88	0.12	0.17
C8	0.86	0.14	0.20
C14	0.9	0.1	0.14
C15	0.93	0.07	0.10
C16	0.924	0.076	0.11

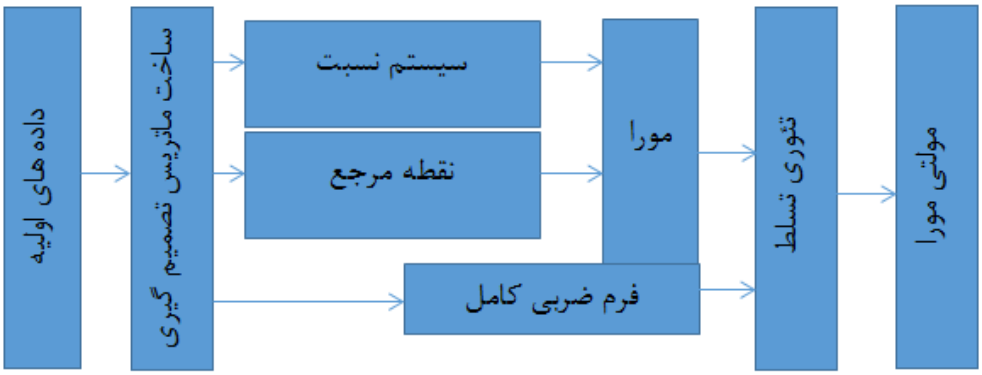
با توجه به رتبه‌بندی شاخص‌های شناسایی شده، شاخص هزینه با وزن ۰,۲۶ در رتبه اول قرار گرفته است.

روش مولتی مورا جهت انتخاب مکان مناسب بازیافت پسماند شهری

روش مولتی مورا در سال ۲۰۱۰ توسط برایرز و زاوادسکاس در مقاله‌ای ارائه شد. این دو محقق در سال ۲۰۰۶ نیز روش مورا را ارائه داده بودند. در واقع روش مولتی مورا، نسخه کامل شده روش مورا می‌باشد که رویکرد دیگری به نام ضربی کامل به دو رویکرد دیگر روش مورا اضافه شده است.

این روش از سه رویکرد با نام‌های رویکرد سیستم نسبت، نقطه مرجع، و ضربی کامل استفاده می‌کند. گزینه‌ها براساس هر سه رویکرد رتبه‌بندی شده و در انتها نیز توسط روش تئوری تسلط یا غلبه، به رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها می‌پردازد. تئوری تسلط در مقاله آقای زاوادسکاس (۲۰۱۲) به عنوان روشی برای کسب رتبه نهایی مولتی مورا پیشنهاد شده است. الگوریتم کلی تکنیک مولتی مورا در شکل (۳) آورده شده است.

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]



شکل ۳. فلوچارت روش مولتی مورا

گام‌های روش مولتی مورا

گام اول: تشکیل ماتریس تصمیم

ماتریس تصمیم این روش به صورت معیار–گزینه می‌باشد یعنی ماتریسی که معیارها در ستون‌ها و گزینه‌ها در سطرها قرار دارند و هر سلول ارزیابی هر گزینه نسبت به هر معیار است.

$$x = [x_{ij}]_{n\times m} = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

گام دوم: نرمال سازی ماتریس تصمیم

در این گام از رابطه زیر جهت نرمال سازی استفاده می‌کنیم. به این رابطه نرمال سازی از طریق نرم گفته می‌شود. در این رابطه هر درایه بر مجذور مربعات درایه‌های هر ستون تقسیم می‌شود.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_m x_{ij}^2}}$$

گام سوم: رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس رویکرد سیستم نسبت

همان‌طور که پیش‌تر بیان شد در روش مولتی مورا برای رتبه‌بندی گزینه‌ها سه رویکرد رتبه‌بندی وجود دارد که اولین رویکرد، سیستم نسبت نام دارد و از رابطه زیر محاسبه می‌شود. در این رابطه W_j وزن معیارها می‌باشد که در باید با استفاده از روش آنتروپی شانون این اوزان محاسبه شود.

$$y_j^* = \sum_{i=1}^{g} w_j * x_{ij}^* - \sum_{i=g+1}^{n} w_j * x_{ij}^*$$

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

گام چهارم: رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس رویکرد نقطه مرجع

در این گام ابتدا باید برای هر معیار نقطه مرجع را به دست آورد نقطه مرجع برای معیارهای مثبت برابر با بزرگ‌ترین مقدار معیار و برای معیارهای منفی برابر کوچک‌ترین مقدار معیار است.

$$for\ objectives\ to\ be\ maximaizes\ r_i = max_j w_j * x_j^*$$

$$for\ objectives\ to\ be\ minimaizes\ r_i = min_j w_j * x_j^*$$

$$min_j\{max_i|w_j * r_j - w_j * x_{ij}^*\}$$

در این رابطه ابتدا در سطر گزینه‌ها بیشترین مقدار d_j را انتخاب می‌کنیم سپس از بین این مقادیر کمترین مقدار به عنوان گزینه برتر انتخاب می‌شود.

گام پنجم: رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس رویکرد ضربی کامل

$$u_i = \frac{\prod_{j=1}^{g} w_j * x_{ij}^*}{\prod_{j=g+1}^{n} w_j * x_{ij}^*}$$

یافته‌های پژوهش

بعد از شناسایی و تعیین اوزان هر یک از شاخص‌های ارزیابی مکان‌ها و همچنین متدولوژی تشریح شده در قسمت قبل، در این بخش به ارزیابی و رتبه‌بندی مکانه‌ای کاندید پرداخته و در نهایت بهترین گزینه شناسایی و معرفی می‌شود. لذا در ادامه این قسمت، مراحل اجرای روش مولتی مورا بر روی مطالعه موردی این تحقیق ارائه می‌گردد.

گام اول: ماتریس مقایسه زوجی مکانه‌ای منتخب بر اساس شاخص‌ها

با توجه به ارزیابی مکان‌ها نسبت به شاخص‌ها، در این گام بر اساس نظرخواهی از خبرگان در خواست می‌شود تا میزان انطباق مکانه‌ای مورد مطالعه بر اساس شاخص‌ها را بیان نمایند. نتایج این مرحله در جدول (۸) آمده که در آن به عنوان مثال، مکان A به میزان ۷۷٪ با شاخص c1 انطباق دارد و همچنین مکان B به میزان ۶۱٪ با شاخص c8 منطبق می‌باشد و الی آخر.

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

جدول ۸. میزان انطباق مکان‌ها با هریک از شاخص‌ها

معیارها / گزینه‌ها	c1	C7	C8	C14	C15	C16
A	۷۷	۷۴	۷۴	۶۲	۶۷	۶۵
B	۹۴	۷۰	۶۱	۶۴	۹۴	۹۷
C	۶۴	۹۷	۸۱	۸۶	۸۶	۶۰
D	۹۱	۷۹	۸۹	۸۸	۹۳	۷۵
E	۶۹	۶۱	۶۸	۶۴	۷۹	۷۳
F	۹۶	۷۶	۷۷	۹۵	۷۶	۹۴

گام دوم: نرمال سازی ماتریس تصمیم

نرمال‌سازی میزان انطباق هر مکان با هر شاخص مطابق نحوه محاسبه تشریح شده در متدولوژی مولتی مورا انجام و نتایج نهایی در جدول (۹) ارائه شده است.

جدول ۹. نتایج نرمال‌سازی میزان انطباق‌ها

معیارها / گزینه‌ها	c1	C7	C8	C14	C15	C16
A	۰,۳۸	۰,۳۹	۰,۴۰	۰,۳۳	۰,۳۳	۰,۳۴
B	۰,۴۶	۰,۳۷	۰,۳۳	۰,۳۴	۰,۴۶	۰,۵۰
C	۰,۳۲	۰,۵۱	۰,۴۴	۰,۴۵	۰,۴۲	۰,۳۱
D	۰,۴۵	۰,۴۲	۰,۴۸	۰,۴۶	۰,۴۶	۰,۳۹
E	۰,۳۴	۰,۳۲	۰,۳۷	۰,۳۴	۰,۳۹	۰,۳۸
F	۰,۴۷	۰,۴۰	۰,۴۲	۰,۵۰	۰,۳۷	۰,۴۹

گام سوم: رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس رویکرد سیستم نسبت

نتایج رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس رویکرد سیستم نسبت که در بخش قبلی تشریح شده مطابق جدول (۱۰) خواهد بود.

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

جدول ۱۰. نتایج رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس رویکرد سیستم نسبت

رتبه سیستم نسبت	y	C16	C15	C14	C8	C7	c1	معیارها گزینه‌ها
۵	۰,۱۶۴	۰,۰۳۷	۰,۰۳۳	۰,۰۴۶	۰,۰۸۰	۰,۰۶۷	۰,۰۹۹	A
۶	۰,۱۵۸	۰,۰۵۵	۰,۰۴۷	۰,۰۴۷	۰,۰۶۶	۰,۰۶۳	۰,۱۲۱	B
۱	۰,۲۳۳	۰,۰۳۴	۰,۰۴۳	۰,۰۶۳	۰,۰۸۸	۰,۰۸۷	۰,۰۸۲	C
۲	۰,۲۰۵	۰,۰۴۳	۰,۰۴۶	۰,۰۶۵	۰,۰۹۶	۰,۰۷۱	۰,۱۱۷	D
۴	۰,۱۶۸	۰,۰۴۲	۰,۰۳۹	۰,۰۴۷	۰,۰۷۴	۰,۰۵۵	۰,۰۸۸	E
۳	۰,۱۹۰	۰,۰۵۴	۰,۰۳۸	۰,۰۷۰	۰,۰۸۳	۰,۰۶۹	۰,۱۲۳	F

گام چهارم :رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس رویکرد نقطه مرجع

رتبه‌بندی گزینه‌ها مطابق با رویکرد نقطه مرجع در جدول (۱۱) نشان داده شده است.

جدول ۱۱. رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس رویکرد نقطه مرجع

رتبه نقطه مرجع	max	نقطه مرجع						معیارها گزینه‌ها
		۰,۰۵۵	۰,۰۴۷	۰,۰۷۰	۰,۰۹۶	۰,۰۸۷	۰,۰۸۲	
		C16	C15	C14	C8	C7	c1	
۲	۰,۰۲۴۳۸	۰,۰۱۷۸۴	۰,۰۱۴	۰,۰۲۴	۰,۰۱۶	۰,۰۲	۰,۰۱۷	A
۵	۰,۰۳۸۴۷	۰	۰	۰,۰۲۳	۰,۰۳	۰,۰۲۴	۰,۰۳۸	B
۱	۰,۰۲۰۷	۰,۰۲۰۷	۰,۰۰۴	۰,۰۰۷	۰,۰۰۸	۰	۰	C
۴	۰,۰۳۴۶۲	۰,۰۱۲۱۲	۰,۰۴	۰,۰۰۵	۰	۰,۰۱۶	۰,۰۳۵	D
۳	۰,۰۳۱۹۸	۰,۰۱۳۲۷	۰,۰۰۸	۰,۰۲۳	۰,۰۲۲	۰,۰۳۲	۰,۰۰۶	E
۶	۰,۰۴۱۰	۰,۰۰۱۲۶	۰,۰۰۹	۰	۰,۰۱۳	۰,۰۱۸	۰,۰۴۱	F

گام پنجم: رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس رویکرد ضربی کامل

بعد از محاسبه و رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس دو رویکرد سیستم نسبت و نقطه مرجع، رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها مطابق گام پنجم روش مولتی مورا و در قالب رویکرد ضربی کامل تعیین می‌شود. نتایج این رتبه‌بندی در جدول (۱۲) ارائه شده است.

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

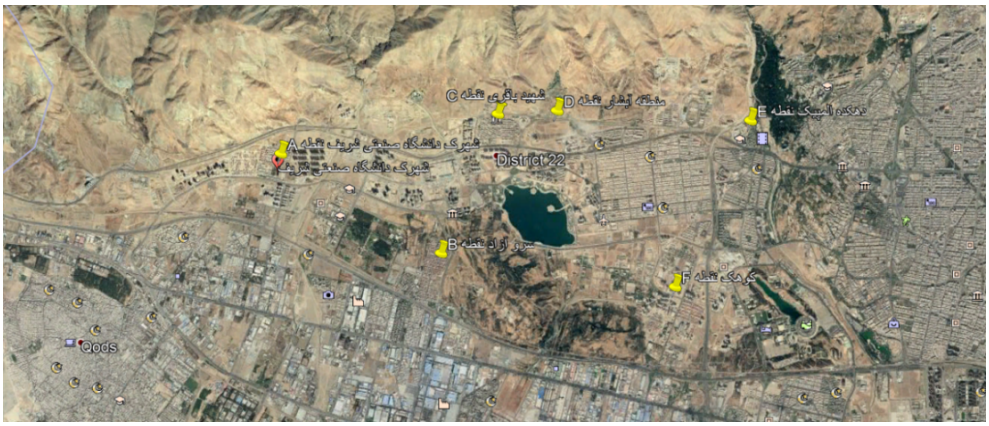
جدول ۱۲. رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها براساس رویکرد ضربی کامل

گزینه	رتبه سیستم نسبت	رتبه نقطه مرجع	رتبه ضربی کامل	رتبه نهایی
A	۵	۲	۶	۵
B	۶	۵	۴	۶
C	۱	۱	۱	۱
D	۲	۴	۲	۲
E	۴	۳	۵	۴
F	۳	۶	۳	۳

از این رو با توجه به ارزیابی‌های صورت پذیرفته شده نشان داده شده است نقطه C در رتبه اول و نقطه D در رتبه دوم و نقطه F در رتبه سوم قرار می‌گیرد.

با توجه به نتایج به دست آمده و اینکه تکنیک مورد نظر هم‌زمان از سه رویکرد سیستم نسبت، نقطه مرجع و ضربی کامل استفاده کرده و هم‌زمان از تمام شاخص‌های مثبت و منفی بهره می‌برد، نتایج حاصل را می‌توان به عنوان مبنای قابل اعتمادی برای تصمیم‌گیری درخصوص احداث مراکز بازیافت پسماند جامد شهری در منطقه مورد مطالعه درنظر گرفت.

نقاط بررسی شده در شکل (۳) نمایش داده شده و نقطه برگزیده نهایی با دایره قرمز رنگ مشخص شده است.



شکل ۴. مکانه‌ای بررسی شده و نقطه برگزیده نهایی

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

همگام با رشد و گسترش شهرها، مسائلی چون رشد جمعیت، محدودیت منابع، مکان‌یابی نامناسب

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

کاربردهای خدماتی در سطح شهر و رفت و آمدهای بی مورد، برنامه‌ریزان و متخصصان مرتبط با امور شهری را به اتخاذ تدابیر و راهبردهایی همچون مکان‌یابی برای غلبه بر این نابسامانی‌ها وادار کرده است. باتوجه به اهمیت حفظ و نگهداری محیط زیست، توسعه پایدار، و حفظ سلامتی شهروندان، تبدیل مناسب و بهینه منابع سرمایه‌ای موجود به حداکثر درآمد ممکن از طریق سرمایه‌گذاری در زمان و مکان یکی از مهم‌ترین چالش‌های مدیریتی امروزی محسوب می‌شود. در این راستا، مدیریت پسماندها و تعیین مکانی برای تفکیک و بازیافت آن‌ها موضوع مهمی در حوزه مدیریت شهری به شمار می‌آید. با توجه به این که در انتخاب یک مکان مناسب عوامل مختلفی دخیل هستند، تصمیم‌گیری بر اساس عوامل مختلف و لحاظ نمودن میزان اثرگذاری هر یک از شاخص‌ها و ضریب اهمیت آن‌ها در تعیین نتیجه تاثیر زیادی خواهد داشت. لذا شناسایی، ارزیابی، و گزینش بهترین مکان برای مراکز بازیافت پسماندهای جامد از میان دو یا چند مکان پیشنهادی می‌بایست بر پایه عوامل مؤثر در قالب یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره صورت گیرد. باتوجه به اهمیت این موضوع، در تحقیق حاضر به توسعه روشی برای ارزیابی و مکان‌یابی محل‌های مناسب احداث مراکز بازیافت پسماندهای جامد شهری در قالب رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره مولتی مورا پرداخته شد. در این راستا ابتدا عوامل و شاخص‌های مهم از طریق مطالعه منابع معتبر و بررسی ادبیات تحقیق شناسایی شد. سپس این عوامل با اخذ نظرات خبرگان اجرایی و دانشگاهی حوزه محیط زیست و مدیریت پسماند و با روش دلفی فازی مورد ارزیابی و رتبه‌بندی قرار گرفته و ۸ معیار مهم‌تر شناسایی و برای ارزیابی محل‌های کاندید بکار گرفته شدند. سپس این شاخص‌ها با روش آنتروپی شانون وزن‌دهی شدند. در ادامه به توسعه و تطبیق مرحله به مرحله روش مولتی مورا برای موضوع مکان‌یابی احداث مراکز بازیافت پسماند جامد شهری پرداخته و در این میان مسئله مکان‌یابی مراکز بازیافت پسماندهای جامد شهری منطقه ۲۲ شهر تهران به عنوان مطالعه موردی مدنظر قرار گرفت.

در راستای دست‌یابی به این هدف با مراجعه به ادبیات تحقیق و نظر نخبگان این حوزه، تعداد ۱۶ شاخص جهت مکان‌یابی مراکز بازیافت پسماندهای جامد شهری منطقه ۲۲ تهران تعیین گردید. پس از جمع‌بندی نظران خبرگان، از میان ۱۶ شاخص شناسایی شده تعداد ۶ شاخص مورد تائید واقع گردید. سپس با استفاده از رویکرد آنتروپی شانون شاخص‌های شناسایی شده ارزیابی و رتبه‌بندی شدند که در این ارزیابی شاخص‌های هزینه، پوشش فعلی اراضی، و عمق خاک به ترتیب با وزن ۰,۲۶، ۰,۲۰، و ۰,۱۷ از نظر اهمیت در رتبه اول تا سوم قرار گرفتند سپس ۶ نقطه کاندید از منطقه ۲۲ شهر تهران مشخص و مطابق مراحل تشریح شده مولتی مورا این مکان‌ها ارزیابی و رتبه شدند. در نهایت نیز بهترین گزینه معرفی شد.

نتایج تحقیق حاضر از این حیث با مطالعه پاسچوالین و همکاران (۲۰۲۰) قابل مقایسه است که ایشان موضوع لایه‌های زیرزمینی محل احداث مراکز بازیافت و نفوذپذیری خاک محل را که در تحقیق حاضر نیز به عنوان دو معیار مهم شناسایی شدند به عنوان شاخص‌های قابل توجه معرفی کرده‌اند. بعلاوه در بیشتر تحقیقات داخلی ازجمله ایلانلو و همکاران (۱۳۹۸)، و پهلوان و همکاران (۱۳۹۶) وضعیت اراضی و شرایط آن ازجمله وجود گسل‌های اصلی و فرعی، و پوشش خاک و وجود چشمه‌های آب و ... را به عنوان معیارهایی معرفی کرده‌اند که در مکان‌یابی احداث مراکز بازیافت می‌بایست مورد توجه باشد. از سوی دیگر موضوع هزینه محل احداث که در این مطالعه به عنوان یکی از مهم‌ترین معیارها تعیین شده در اغلب تحقیقات پیشین مورد توجه محققین نبوده

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

است. می‌توان گفت افزایش هزینه‌های مربوط به خرید زمین و احداث و تجهیز مراکز در سال‌های اخیر به‌ویژه در شهر تهران باعث شده این شاخص از نظر خبرگان حوزه وزن بالایی را به خود اختصاص دهد.

باتوجه به نتایج تحقیق و اهمیت موضوع مدیریت و بازیافت پسماندهای شهری پیشنهاد می‌گردد با توجه به این که در احداث ایستگاه بازیافت در مناطق شهری بحث هزینه محل احداث و قیمت زمین از نظر خبرگان این حوزه بیشترین اهمیت را دارد، موضوع تعیین مکان بازیافت پسماند در مرحله طراحی و برنامه‌ریزی قبل توسعه شهری مد نظر مدیران و مسئولین بوده تا از این نظر در شرایط بهتری تصمیم‌گیری شود. همچنین اهمیت سایر شاخص‌ها ازجمله پوشش اراضی و عمق خاک ایجاب می‌کند که مراکز بازیافت مناطق مختلف شهری و احتمالاً شهرهای نزدیک به هم به صورت متمرکز در مکانی مناسب از این حیث قرار گیرد.

برای ادامه تحقیق و معرفی موضوعات جدید، پیشنهاد می‌گردد کلیه شاخص‌های انتخاب مکان مناسب احداث در قالب مدل مفهومی بررسی شده و پس از تائید همبستگی میان شاخص‌ها و انتخاب مکان مناسب جمع‌آوری اطلاعات صورت پذیرد. تکرار این تحقیق با سایر روش‌ها و تکنیک‌های تصمیم‌گیری و مقایسه نتایج آن با نتایج تحقیق حاضر نیز می‌تواند موضوع جالب دیگری برای محققین آتی باشد.

منابع

ایلانلو، مریم؛ بیکلریان، حسین؛ محسن سلطانی، یحیی؛ بهرامیان، محمد. (۱۳۹۸). مکان‌یابی بهینه جایگاه بازیافت پسماندهای شهری (مطالعه موردی شهرستان کلاردشت)، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۵۲، صفحه ۱۹۳-۲۰۹.

باقری، کیوان؛ نیسانی سامانی، نجمه؛ جلوخانی نیارکی، محمدرضا. (۱۳۹۸). مسیریابی وسایل نقلیه جمع‌آوری پسماند شهری با ظرفیت محدود نامتقارن و پنجره زمانی. نشریه علمی علوم و فنون نقشه‌برداری، دوره ۹، شماره ۳، صفحه ۸۵-۹۵.

بتوئی، منا؛ قیدرخلجانی، جعفر، ۱۳۹۴، بررسی و اولویت‌بندی گزینه‌های تفکیک زباله از مبدأ با استفاده از برنامه‌ریزی چند معیاره (مطالعه موردی، شهرک شهید رجایی شهر تهران- منطقه ۴)، نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست، پیاپی ۵۲، شماره ۲، صفحه ۸۷-۱۰۲.

پهلوان، رضا؛ امید، محمود؛ اکرم، اسداله؛ نظری سامانی، علی اکبر. (۱۳۹۶). مکان یابی ایستگاه بازیافت پسماندهای جامد شهری در شهرستان کرج با استفاده از GIS به کمک فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و منطق فازی. نشریه مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۴۸، شماره ۱، صفحه ۱۴۵-۱۵۳.

پهلوان، رضا؛ امید، محمود؛ اکرم، اسداله؛ نظری سامانی، علی اکبر. (۱۳۹۷). به‌کارگیری روش‌های PSO و PROMETHEEدر مکان یابی ایستگاه بازیافت پسماندهای جامد شهری در شهرستان کرج. نشریه مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۴۹، شماره ۱، صفحه ۶۱-۷۱.

جقتایی نوایی، مهدی؛ محمودیان، وحید؛ فضلی، مهدی؛ بزرگی امیری، علی. (۱۳۹۵). یک مدل چند هدفه مکان یابی - مسیر یابی برای احداث مراکز پالایش، بازیافت و دفت زباله‌های بیمارستانی، نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید، سال بیست و هفتم شماره ۲، صفحه ۲۶۱-۲۷۴.

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

جمشیدی، سمانه؛ بویرحسنی، امید. (۱۳۹۸). توسعه یک مدل ریاضی مکان یابی تسهیلات زنجیره تأمین حلقه بسته سبز با در نظر گرفتن اثر یادگیری، پژوهشنامه حمل و نقل، شماره ۱۶ (۲)، صفحه ۹۱-۱۰۵.

دریابیگی زند، علی؛ واعظی هیر، آذر. (۱۳۹۸). به کارگیری ماتریس ارزیابی اثرات سریع و مدل پایداری جهت ارزیابی اثرات محیطزیستی و بهینه‌سازی راهبری ایستگاه‌های انتقال پسماند شهر تهران. مجله سلامت و محیط زیست، دوره دوازدهم، شماره ۳، صفحه ۵۰۱-۵۱۴.

شریفی، محمد؛ بهروزنیا، لیلا؛ موسوی اول، سید هاشم. (۱۳۹۹). ارزیابی اثرات زیست محیطی تولید کمپوست از پسماند جامد شهری با رویکرد ارزیابی چرخه زندگی (مطالعه موردی: شهر رشت). مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۵۱، شماره ۱، صفحه ۷۸-۸۷.

شیخان، ناهید. (۱۳۸۷). مکان یابی سیستم زباله سوز مرکزی زباله‌های بیمارستانی شهر تهران (یادداشت پژوهشی)، نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست، پیاپی ۳۷، شماره۲، صفحه ۱۱۳-۱۲۴.

غفاری گیلانده، عطا؛ یزدانی، محمدحسن؛ غلامی، عبدالوهاب. (۱۳۹۷). تحلیل تناسب اراضی در مکان‌یابی مراکز تولید کمپوست (مطالعه موردی: استان فارس)، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دوره ۲۹، شماره ۱، شماره پیاپی ۶۹، صفحه ۱۲۷-۱۵۲.

فرجی مهیاری، خدیجه؛ رفیعی شاهین؛ کیهانی، علیرضا؛ زهرا فرجی مهیاری، زهرا. (۱۳۹۸). وضعیت آینده تولید پسماند جامد شهر تهران به روش تحلیل رگرسیونی مبتنی بر جمعیت. مجله سلامت و محیط زیست، دوره دوازدهم، شماره ۳، صفحه ۴۸۹-۵۰۰.

فیروزی، محمدعلی؛ امانپور، سعید؛ محمدی، عباس. (۱۳۹۰). مکان یابی محل دفن پسماندهای شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS): نمونه موردی شهر لامرد. زمین شناسی کاربردی پیشرفته ۱ (۱)، صفحه ۱۰۴-۱۱۲.

گرمابکی، حبیب اله؛ حسن زاده، رضا؛ صحرائیان، رضا؛ خسروی دیز، محمدباقر؛ راشد کرانی، احسان. (۱۳۹۶). حل مسئله مسیریابی وسایل نقلیه و مکان یابی با متغیرهای ریسک سفر با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی. نشریه علمی مدیریت زنجیره تأمین, ۱۹ (۵۶)، صفحه ۶۷-۷۷.

واعظی هیر، آذر؛ دریابیگی زند، علی؛ هویدی، حسن. (۱۳۹۸). مدیریت محیطزیستی ایستگاه‌های انتقال پسماند شهری با تأکید بر کنترل آلاینده‌ها (مطالعه موردی: ایستگاه انتقال پسماند دارآباد تهران). مدیریت شهری، شماره ۵۴، صفحه ۲۴۹-۲۶۰.

یزدانی، محمدحسن؛ غفاری، گیلانده؛ عطا، غلامی، عبدالوهاب. (۱۳۹۴). مدل‌سازی چیدمان مکانی-فضایی واحدهای بازیافت پلاستیک (مطالعه موردی: استان فارس)، نشریه فضای جغرافیایی، جلد ۱۵ شماره ۵۱، صفحه ۲۰۹-۲۳۹.

Ali, Y., Saad, T.B., Sabir, M., Muhammad, N., Salman, A. and Zeb, K. (2020), "Integration of green supply chain management practices in construction supply chain of CPEC", Management of Environmental Quality, Vol. 31 No. 1, pp. 185-200.

Bhalaji, R. K. A., Bathrinath, S., Ponnambalam, S. G., & Saravanasankar, S. (2019). A Fuzzy Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory approach to analyse risk factors related to environmental health and safety aspects in the healthcare industry. Sādhanā,

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

44(3), 55.

Kharat, M. G., Kamble, S. J., Raut, R. D., Kamble, S. S., & Dhume, S. M. (2016). Modeling landfill site selection using an integrated fuzzy MCDM approach. Modeling Earth Systems and Environment, 2(2), 53.

Mwanza, B. G., & Mbohwa, C. (2017). Drivers to sustainable plastic solid waste recycling: a review. Procedia Manufacturing, 8, 649-656.

Paschoalin Filho, J.A., Bezerra, C.M.d.S. and Guerner Dias, A.J. (2020), "Environmental indicators proposal for construction solid waste management plans assessment", Management of Environmental Quality, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print.

Pham, T. Y., Ma, H. M., & Yeo, G. T. (2017). Application of Fuzzy Delphi TOPSIS to locate logistics centers in Vietnam: The Logisticians' perspective. The Asian Journal of Shipping and Logistics, 33(4), 211-219.

Saroha, M., Garg, D. and Luthra, S. (2020), "Pressures in implementation of circular supply chain management for sustainability: An analysis from Indian industries perspective", Management of Environmental Quality, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print.

Tesfaye, W. and Kitaw, D. (2020), "Conceptualizing reverse logistics to plastics recycling system", Social Responsibility Journal, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print.

Wu, J., Zhang, W. and Zhou, Z. (2019), "Construction resource allocation for industrial solid waste treatment centers in cities of Anhui Province, China", Management of Environmental Quality, Vol. 30 No. 5, pp. 1190-1202.

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]

Evaluation and Ranking of Construction Sites for Solid Waste Recycling Centers Using Multi Mora Technique (Case Study: The Solid Waste Recycling Centers of District 22 of Tehran Municipality)

Samei, M. A., MA., Department of Industrial Engineering & Management, Shahrood University of Technology
Sheikh, R., Department of Industrial Engineering & Management, Shahrood University of Technology
Hosseini*, S. M. H., Department of Industrial Engineering & Management, Shahrood University of Technology

Abstract

Objective: This study investigated the criteria influential in determining the construction site of the urban solid waste recycling centers and then determined the importance of each of these indicators. Then, in order to evaluate and rank the candidate locations, a new method based on the Multi Mora technique was introduced.

Methodology: This descriptive survey is an applied study in terms of its purpose. As such, the required data were collected through a questionnaire. In the first phase, the potential indicators were identified in a library research. Moreover, to determine the weight of the indicators and score the items, the opinions of 14 experts in the field including the relevant executive managers and university instructors were sought.

Results: The results of the study revealed that the three indicators of construction cost, current land cover, and soil cover were the most important ones playing a key role in determining the location of the recycling centers. After the potential locations were evaluated in District 22 of Tehran Municipality as a case study, three places which scored the highest were identified as the optimal recycling stations.

Conclusion: The criteria for locating waste recycling centers are dynamic in nature, and both their nature and weight along with the importance of each of them change over time. To this end, for each new case, relevant managers and officials should consider new indicators, including costs and other new issues, when deciding on a construction site for recycling centers.

Keywords: Waste Recycling Management, Location, Delphi Method, Entropy Shannon, Multi Mora

[Downloaded from somjournal.ir on 2026-06-10]