کاربرد تکنیک‌های تصمیم‌گیری گروهی، منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مکان‌یابی ایستگاه بازیافت پسماند

دریافت مقاله:۹۰/۱۱/۷ پذیرش نهایی: ۹۱/۷/۲۱
صفحات:۲۰۴-۱۸۵

واحد دهقانی کاظمی: دانش آموخته کارشناسی‌ارشد برنامه‌ریزی، مدیریت و آموزش محیط‌زیست، دانشگاه تهران[۱]
Email: vdehghani@ut.ac.ir
حمیدرضا جعفری: دانشیار گروه برنامه‌ریزی، مدیریت و آموزش محیط‌زیست، دانشگاه تهران
Email: hjafari@ut.ac.ir
بهرام ملک محمدی: استادیار گروه مدیریت سوانح طبیعی دانشکده محیط‌زیست- دانشگاه تهران
Email: Malekb@ut.ac.ir

چکیده

در چند دهه اخیر بازیافت پسماند بعنوان یک راهکار مؤثر برای کاهش هزینه‌های مدیریت پسماند و نیز حفظ سرمایه‌های طبیعی مورد توجه اغلب کشورهای جهان قرار گرفته است. لزوم مدیریت بهتر فرآیند بازیافت و کنترل اثرات آن، سازماندهی صنایع بازیافت را ناگزیر می‌نماید. برای نیل به این مهم احداث ایستگاه بازیافت، پیشنهادی راهگشا است. باتوجه به اهمیت هزینه‌های حمل و نقل در سودآوری صنعت بازیافت، اغلب ایستگاه‌های بازیافت در مناطق شهری یا نزدیک شهر احداث می‌شوند لذا لازم است که برای اجتناب از جنبه‌های ناخوشایند آن بر محیط اطراف، محل استقرار این تأسیسات بنا بر یکسری ضوابط و اصول علمی انتخاب گردد. هدف از این تحقیق ارائه چارچوبی جهت ترکیب تکنیک‌های تصمیم‌گیری دلفی و دلفی فازی با سامانه اطلاعات مکانی، بمنظور شناسایی مکان‌های مستعد جهت احداث ایستگاه بازیافت پسماند است. همچنین کاربرد عملی رهیافت ارائه شده، در قالب یک مطالعه موردی در منطقه نه شهرداری تهران نشان داده شده است؛ بدین ترتیب که: پس از شناسایی معیارها با استفاده از تکنیک دلفی کلاسیک، حریم استاندارد هر معیارها نیز به کمک تکنیک دلفی فازی تعیین گردید؛ درنهایت با بکارگیری GIS، حریم‌های تعیین شده در منطقه مطالعاتی اعمال و مکان‌های مستعد جهت احداث ایستگاه بازیافت شناسایی شدند. تحقیق حاضر در وهله نخست منتج به شناسایی

---

۱. نویسنده مسئول: تهران- خیابان قدس- نبش کوچه آذین- دانشکده محیط زیست

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

هشت معیار موثر در مکان‌یابی ایستگاه بازیافت و تعیین حریم مجاز آن‌ها گردید. در ادامه با اعمال حریم‌ها در نرم‌افزارGIS و سپس بازدیدهای میدانی، ۵ گزینه مکانی برای استقرار ایستگاه بازیافت در منطقه مطالعاتی شناسایی گردید.

کلید واژگان: ایستگاه بازیافت پسماند، منطق فازی، دلفی، مکان‌یابی، سامانه اطلاعات مکانی

مقدمه

تولید مواد زائد جامد محصول فعالیت‌های مختلف انسان است که امروزه با تغییر شیوه زندگی، صنعتی شدن جوامع، افزایش جمعیت و رشد شهرنشینی افزایش چشمگیری در مقدار و تنوع آن رخ داده است و مشکلات ناشی از آن ابعاد وسیعی را بویژه در مراکز شهری به خود گرفته است(Mahdavi Damghani 2008, Sumathi, 2008). و این معضلات مختص یک کشور خاص نیست؛ ارائه سلسله مراتب مدیریت پسماند در سال ۱۹۷۵ توسط اتحادیه اروپا برای مقابله با مسئله پسماند نمود بارز جهانی بودن موضوع است (Ekmekçioglu 2010, Banar 2008, Larsen 2010). به عقیده اسکوردیلیس[1] (۲۰۰۴) مباحث مربوط به مواد زائد همگی یک ویژگی مشترک و پیچیده دارند؛ بدین معنا که مواد زائد نه تنها منبع آلودگی هستند بلکه بازیافت آن‌ها می تواند منبعی برای تامین مواد اولیه باشد (Skordilis, 2004).

حدود ۳۳٪ از پسماند شهری شهر تهران را مواد قابل بازیافت مانند کیسه‌های پلاستیکی، کاغذ، کارتن و مقوا، پارچه، شیشه، چوب، پلاستیک‌های نرم و ... تشکیل می‌دهد(Harati, 2007)که در حال حاضر بخش اعظم آن در مکان دفن آرادکوه در زمین دفن می‌شود(Mahdavi Damghani 2008, Abduli, 2010). فقدان برنامه مدون و منسجم برای بازیافت می‌تواند موجب شکل‌گیری کارگاه‌های کوچک و غیر استاندارد بازیافت در حواشی شهرها که نیروی کار ارزان در دسترس می‌باشد و کنترل‌های زیست محیطی و اجتماعی حداقل است گردد (پاپلی یزدی ۱۳۸۳). بنابراین ساماندهی عملیات بازیافت در قالب صنایع و کارگاه‌هایی که تحت نظارت و کنترل دقیق نهادهای مسئول باشند ضرورتی غیر قابل انکار است. یکی از راه‌کارهایی که در این زمینه از دیرباز در کشورهای پیشرفته و بتازگی در کشور ما بکار گرفته می‌شود احداث ایستگاه‌های بازیافت پسماند است. ایستگاه بازیافت پسماند محلی است که کلیه تجهیزات و

[1] . Skordilis

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

امکانات لازم برای بازیافت پسماند گرد هم آمده‌اند و عملیاتی از قبیل: جداسازی، دسته‌بندی، پردازش، بازیابی و تعدیل و تبدیل زباله در آن صورت می‌گیرد(عبدلی، ۱۳۸۵).

پر شدن سریع مکان‌های دفن، فرآیند پرهزینه احداث زباله‌سوز، آلودگی‌های زیست محیطی، هزینه‌های زیاد حمل و نقل و مواردی از این دست از جمله فاکتورهایی هستند که ساخت ایستگاه‌های بازیافت و انتقال پسماند را با اقبال زیادی مواجه ساخته است (Chang 2000, Bovea, 2007).

جریان مواد اولیه در صنایع تبدیل مواد و بازیافت با سایر صنایع متفاوت است. مواد اولیه این صنایع، برخلاف دیگر صنایع از درون شهرها تامین می‌شود و کالای تولیدی آن‌ها نیز به شهرها عودت داده می‌شود لذا نزدیکی به شهرها بمنظور کاهش هزینه‌های حمل و نقل، یکی از الزامات سودآوری صنایع بازیافت است (پاپلی یزدی، ۱۳۸۳).

استقرار ایستگاه بازیافت پسماند در مناطق شهری بدلیل اثرات مهمی که بر اکولوژی، بهداشت، منظر شهری، ترافیک، ارزش املاک و ... دارد می‌تواند یک عامل اختلال در سیستم شهر باشد لذا استقرار ایستگاه بازیافت پسماند در شهر باید با مطالعات دقیق و موشکافانه انجام شود تا از گسترش ابعاد نابسامانی‌ها و تهدیدها بویژه از جنبه زیست محیطی ممانعت گردد. فقدان معیارهایی با مقبولیت عام برای مکان‌یابی ایستگاه بازیافت پسماند، نخستین مسئله‌ای است که باید به آن پاسخ داده شود. پس از شناسایی معیارها، آزمون قابلیت بکارگیری این معیارها در تصمیم‌گیری‌ها، دیگر مسئله پیش روی این تحقیق است.

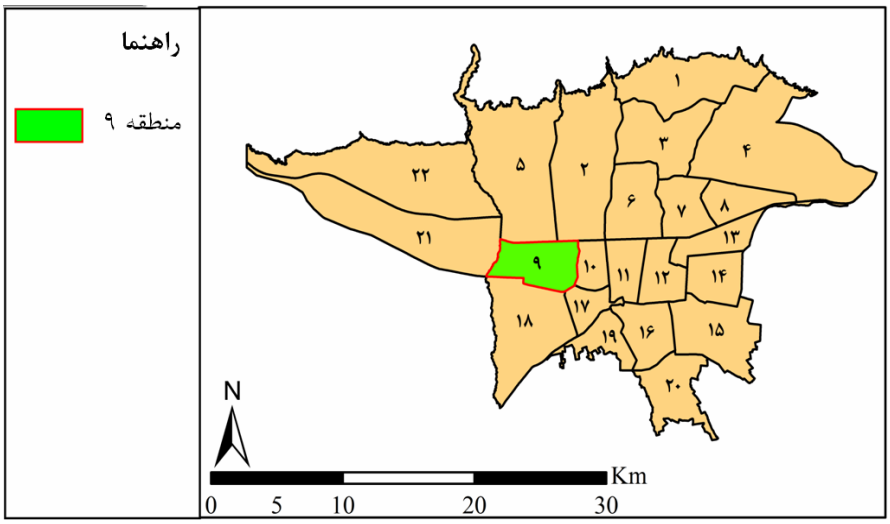
هدف از این تحقیق پیاده سازی تکنیک دلفی و دلفی فازی در تصمیم گیری و حل مسائل مکان‌مند در قالب یک مطالعه موردی در منطقه ۹ شهرداری تهران است. بدین ترتیب که ابتدا تکنیک دلفی کلاسیک برای شناسایی معیارهای مکان‌یابی ایستگاه بازیافت پسماند و تکنیک دلفی فازی برای تعیین فاصله مجاز هریک از معیارها بکار برده شد؛ در ادامه با بکارگیری نرم افزار Arc GIS و اعمال معیارها و فواصل تعیین شده آن‌ها، غربالگری مناطق مستعد جهت احداث ایستگاه بازیافت پسماند در منطقه مطالعاتی انجام و درنهایت با بررسی‌های میدانی مناسب‌ترین مکان تعیین گردید.

معرفی منطقه مطالعاتی

شهر تهران در بستر طبیعی بین ۳۵ تا ۳۶ درجه عرض شمالی و ۵۰ تا ۵۳ درجه طول شرقی قرار گرفته است و مناطق ۲۲ گانه شهر تهران در داخل این محدوده قرار گرفته‌اند. منطقه نه یکی از این مناطق ۲۲ گانه است که در غرب تهران واقع شده است. این منطقه با

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

وسعتی نزدیک به ۱۹/۶ کیلومتر مربع جمعیتی بالغ بر ۱۷۰۰۰۰ نفر را در خود جای داده است. محدوده آن از شمال به خیابان آزادی و جاده مخصوص کرج، از جنوب به بزرگراه فتح و ۴۵ متری زرند، از شرق به خیابان شهیدان، خیابان سادات و از غرب به مسیل کن منتهی می‌شود. از شاخصه‌های این منطقه می‌توان به میدان و برج آزادی و دو شریان حیاتی شهر تهران یعنی بزرگراه آیت ا... سعیدی و خیابان ۶۵ متری فتح اشاره کرد. شکل ۱موقعیت منطقه مطالعاتی را در شهر تهران نشان می‌دهد.



شکل (۱) موقعیت منطقه مطالعاتی در تقسیمات شهری شهر تهران

استقرار چندین کارخانه صنعتی و تولیدی از قبیل شیرپاک، لبنیات می‌ماس، کفش ملی، ریسندگی و بافندگی، پارس قوطی و وجود مراکز نظامی و هواپیمایی کشوری مانند فرودگاه مهرآباد، پایگاه یکم شکاری، دانشکده هواپیمایی شهید ستاری، گروه پدافند تهران از دیگر ویژگی‌های بارز این منطقه است(وبسایت شهرداری تهران، ۱۳۹۰). لازم به ذکر است که محدوده مطالعاتی بطور تئوریک منطقه نه شهرداری تهران در نظر گرفته شده است اما از آنجا که اثرات زیست محیطی و اقتصادی-اجتماعی چنین پروژه‌هایی فارغ از مرزبندی‌های انتزاعی هستند لذا تحقیق حاضر علاوه بر منطقه نه، عملاً بخش‌هایی از مناطق همجوار را نیز در بر می‌گیرد؛ شکل ۲ شمایی از مرز تئوریک و مرز عملی را نشان می‌دهد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]



کل (۲) مرز- تئوریک و مرز عملی منطقه مطالعاتی

مواد وروش‌ها

در این تحقیق، در مرحله تعیین معیارها از روش دلفی، در مرحله تعیین فواصل مجاز معیارها از دلفی فازی و در مرحله تعیین گزینه‌های مکانی از تحلیل مکانی در کنار بازدید میدانی و نظرات کارشناسی استفاده شد. اجرای تکنیک دلفی و دلفی فازی با استفاده از پرسشنامه و تحلیل‌های مکانی و تعیین مکان‌های مستعد جهت احداث ایستگاه بازیافت با بکارگیری نرم افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام گردید.

مدل مفهومی تحقیق در شکل ۳ نشان داده شده است؛ در ادامه نیز شرح مختصری از روش-ها و تکنیک‌های مورد استفاده در تحقیق ارائه می گردد

- منطق فازی

منطق فازی در سال ۱۹۶۵ توسط پروفسور لطفی‌زاده، بعنوان یک تئوری ریاضی برای مدل نمودن ابهام و عدم قطعیت موجود در ادراک و افکار انسان ارائه گردید(Lin, 2007). بطور کلی عدم قطعیت‌ها را می‌توان در سه دسته اصلی شامل: داده‌های غیرصریح یا تقریبی، عبارت‌های زبانی و داده‌های بازه‌ای جای داد(Cheng, 2000). عدم قطعیت موجود در داده‌های این تحقیق از نوع سوم است که داده‌ها یک مقدار مشخص ندارند بلکه یک محدوده را در بر می‌گیرند.

انواع مختلفی از اعداد فازی وجود دارد که اعداد مثلثی و ذوزنقه‌ای به‌دلیل سهولت کاربرد در مدل‌سازی‌ها و تفسیر با اقبال بیشتری مواجه هستند(Petroni, 2002). در این تحقیق نیز اعداد

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

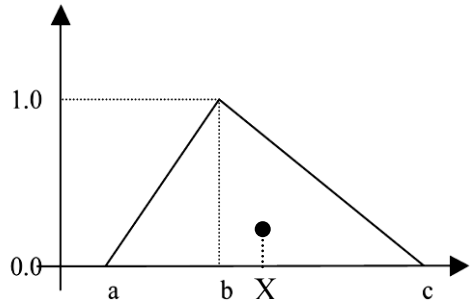
فازی مثلثی مورد استفاده قرار گرفت. بنابر شرایط تحقیق و نوع داده‌های مورد استفاده، در نهایت لازم است که خروجی فرآیند دلفی فازی که یکسری اعداد فازی مثلثی نامتقارن هستند به اعداد قطعی که قابل استفاده در تصمیم‌گیری باشد تبدیل شوند؛ روش‌هایی که بدین منظوربکار برده می‌شوند با نام عمومی روش‌های فازی زدایی[1] خوانده می‌شوند(کوره‌پزان دزفولی، ۱۳۸۷). روش فازی زدایی مورد استفاده در این تحقیق روش مرکز سطح می‌باشد؛ در این روش که بنام مرکز جرم نیز خوانده می‌شود، مرکز ثقل سطح زیر نمودار تابع عضویت فازی بعنوان ارزش قطعی عدد فازی تعیین می‌گردد. شکل ۴ یک تابع عضویت مثلثی نامتقارن با سه مولفه a ، b و c را نشان می‌دهد. برای تعیین مرکز سطح چنین تابعی، می‌توان از رابطه (۱) استفاده کرد(Gupta, 2003).



شکل(۳) مدل مفهومی تحقیق

[1]. Defuzzification methods

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]



شکل(۴) تابع عضویت فازی نامتقارن

$$X = \frac{(c-a)+(b-a)}{3} + a \qquad \text{(رابطه-۱)}$$

در این معادله: X عدد قطعی نهایی، a مرز پایین تابع عضویت، b مؤلفه دارای بیشترین درجه عضویت و c مرز بالای تابع عضویت عدد فازی مثلثی نامتقارن است.

- دلفی

تکنیک دلفی فرآیندی ساختار یافته برای کسب دانش از متخصصان یک حوزه علمی که تجربه و دانش موضوع مورد مطالعه را دارند است(Skulmoski, 2007). هدف اغلب مطالعات دلفی کشف ایده‌های خلاقانه و قابل اعتماد یا تولید اطلاعات مناسب برای تصمیم گیری است(Sookchaiya, 2010). تکنیک دلفی اولین بار در سال ۱۹۲۵ توسط ویت هد[1] در کتاب علم و دنیای مدرن مطرح گردید و در دهه ۱۹۵۰ در شرکت راند توسط دالکی[2] و هلمر[3] به کار گرفته شد(Bagley 2002, Okoli, 2004). برای اجرای فرآیند دلفی گروهی متشکل از ۱۰ الی ۳۰ نفر می‌تواند یک پانل مناسب باشد. این فرآیند تا دستیابی به اجماع ادامه می‌یابد و تشخیص زمان اجماع کاملاً به نظر محقق بستگی دارد؛ اما هرچه تعداد تکرارها بیشتر باشد اجماع قابل اتکاءتر و اعتبار نتایج بیشتر است(Fink, 1984). مکان‌یابی محدوده‌های مناسب سکونت از ترکیب دلفی و منطق بولین در محیط GIS استفاده شد. در این تحقیق وزن لایه-

[1] . Whitehead
[2] . Norman Dalkey
[3] . Olaf Halmer

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

های اطلاعاتی از طریق پیمایش دلفی تعیین گردید و در مرحله بعد این اوزان در لایه‌های GIS اعمال گردید و مکان‌های بهینه جهت سکونت شناسایی شدند (موسوی و همکاران، ۱۳۸۹).

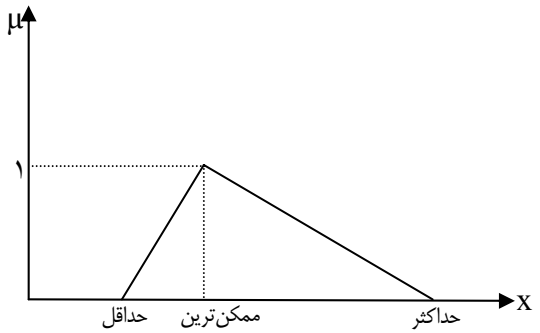
بخشی از مسئله(شناسایی معیارها) که این تحقیق درصدد است با تکنیک دلفی پاسخی برای آن بیابد علاوه بر اینکه مسئله‌ای بین رشته‌ای است، موضوعی است که دانش موجود برای حل آن ناکافی است و دستیابی به پاسخی درخور برای آن مستلزم تولید دانش است که تکنیک دلفی این قابلیت‌ها را دارد.

- دلفی فازی

بسیاری از مسائل و مشکلات موجود در تصمیم‌گیری از اطلاعات نادقیق و ناقص نشأت می-گیرد؛ بنابراین بهتر است داده‌های مورد استفاده در تصمیم‌گیری به روش دلفی طیفی از مقادیر را شامل شوند (برخلاف دلفی کلاسیک که داده‌ها مقادیر قطعی هستند). بنابراین می‌توان با کاربرد تئوری فازی نقائصی مانند عدم دسترسی به اطلاعات دقیق، متأثر بودن اظهار نظرهای خبرگان و تصمیم گیرندگان از ذهنیات فردی و دشواری ارائه تمام دانش فرد در قالب تنها یک عدد را مرتفع نمود(جعفری، ۱۳۸۷). ترکیب روش دلفی و منطق فازی نخستین بار توسط کافمنگام نخست: از افراد خبره خواسته می‌شود که نظرات خود را در قالب حداقل مقدار، ممکن‌ترین مقدار و حداکثر مقدار، همانند رابطه (۲) و شکل ۵ ارائه دهند.

$$(A_1^{(i)} , B_1^{(i)} , C_1^{(i)}) , i= 1, 2, \dots , n \qquad \text{(رابطه-۲)}$$

در این رابطه i بیانگر فرد خبره i م و عدد ۱ نشانگر اولین پیش‌بینی دلفی است.



شکل (۵) پیش بینی در قالب مقادیر حداقل، ممکن ترین و حداکثر مقدار

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

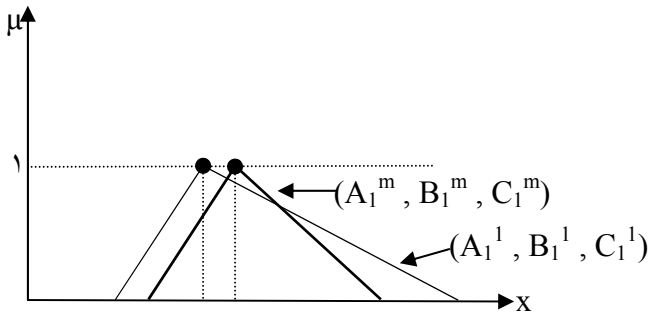
گام دوم: پاسخ‌های n فرد دسته‌ای را تشکیل می‌دهند. میانگین این دسته که خود یک عدد فازی مثلثی است محاسبه می‌شود:

$$(A_1^m , B_1^m , C_1^m)$$ (رابطه-۳)

کام سوم: برای هر فرد خبره، میزان اختلاف از میانگین دسته بصورت رابطه (۴) محاسبه می‌شود. نمونه‌ای از مقایسه نظر یک فرد خبره با میانگین نظرات خبرگان در شکل۶ نشان داده شده است.

$$(A_1^m - A_1^{(i)} , B_1^m - B_1^{(i)} , C_1^m - C_1^{(i)})$$ (رابطه-۴)

و گوپتا[1] در دهه ۱۹۸۰ ابداع گردید(Ching-Hsue, 2002). مراحل انجام دلفی فازی با استفاده از اعداد فازی مثلثی را می‌توان به ترتیب زیر تشریح کرد (آذر، ۱۳۸۷):



شکل (۶) نمایشی از مقایسه نظرات فرد خبره با میانگین نظرات

این اختلاف می‌تواند مثبت، منفی یا تهی باشد. این اطلاعات برای خبرگانی که این فاصله در مورد آن‌ها زیاد است ارسال می‌گردد تا در صورت صلاحدید نظرات خود را اصلاح کنند.

در این مرحله هر فرد بر اساس اطلاعات و نتایج تحلیل آماری بدست آمده از مرحله قبل، یک پیش بینی جدید مانند رابطه (۵)ارائه می دهد.

$$(A_2^{(i)} , B_2^{(i)} , C_2^{(i)}) , i= 1, 2, \dots , n$$ (رابطه-۵)

این فرآیند تا دستیابی به انحراف معیار مناسب یا تا زمانیکه تکرار فرآیند تغییری در نتایج ایجاد نکند(بر اساس نظر محقق) ادامه می‌یابد.

[1] . Kaufman and Gupta

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

بحث و نتایج

بدلیل فقدان اطلاعات در استانداردها و منابع و مراجع(یکی از شرایط استفاده از روش دلفی) درمورد معیارهای مکانیابی ایستگاه بازیافت، همچنین مشخص نبودن حرائم و فواصلی که باید برای هر معیار رعایت شود، به ترتیب تکنیک دلفی و دلفی فازی بکار گرفته شد. پس از مهیا نمودن شرایط برای شروع فرآیند، نظیر شناسایی و انتخاب کارشناسان، برقراری ارتباط و ... پرسشنامه دلفی کلاسیک با پرسش‌های باز، برای آن‌ها ارسال گردید. در این پرسشنامه پس از معرفی منطقه مطالعاتی، از خبرگان خواسته شد که معیارهای موثر در مکانیابی ایستگاه بازیافت در این منطقه را از نگاه خود ارائه نمایند. ترکیب اعضای پانل شامل ۵۸ نفر و به‌شرح زیر است: ۷ نفر از کارکنان و کارشناسان معاونت امور شهری و فضای‌سبز، معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران- ۹ نفر از دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری رشته مدیریت پسماند- ۱۳ نفر از دانشجویان کارشناسی ارشد رشته‌های برنامه ریزی شهری، شهرسازی، معماری، مهندسی عمران گرایش‌های حمل و نقل و راه و ترابری، مدیریت شهری- ۲۲ نفر از اساتید دانشگاه رشته‌های عمران، برنامه ریزی‌شهری، محیط زیست، مواد زائد و ۷ نفر از کارشناسان سازمان مدیریت پسماند شهرداری همدان. از این میان ۳۲ کارشناس به پرسشنامه پاسخ دادند. تحلیل محتوایی پاسخ‌ها به شناسایی ۲۴ معیار منتهی گردید. خروجی اجرای دلفی کلاسیک در جدول ۱خلاصه شده است.

از ۲۴ معیار ارائه شده، معیارهایی که ۱۷ کارشناس (یا بیشتر) به آن‌ها اشاره کرده بودند انتخاب و وارد مرحله اجرای تکنیک دلفی فازی شدند. در پرسشنامه اول دلفی فازی از خبرگان خواسته شد که فواصل و حریم‌هایی که باید در مورد هر یک از معیارها رعایت گردد را در قالب اعداد فازی مثلثی بیان نمایند. پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌های دور اول دلفی فازی، میانگین اعداد فازی ارائه شده توسط کارشناسان محاسبه و در جدول ۲ گردید.

نظرات تک تک کارشناسان با میانگین مقایسه شد و دور دوم دلفی فازی برای دستیابی به وفاق و اجماع آغاز گردید، لذا پرسشنامه دوم، همراه با نتایج مرحله اول به آن ها عودت داده شد و از آن ها خواسته شد که با توجه به نتایج مرحله اول، درصورت صلاح‌دید در آراء خود تجدید نظر کنند. پرسشنامه های دور دوم گردآوری و همانند مرحله قبل تحلیل و جمع بندی شد. جدول ۳ نتایج این تحلیل را نشان می دهد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

جدول (۱) معیارهای ارائه شده و تعداد خبرگانی که هر معیار را ذکر کرده‌اند

معیار	تعداد آراء
فاصله از مناطق مسکونی،مراکز آموزشی و بهداشتی درمانی	۳۰
فاصله از رودخانه ها و مسیل ها	۲۲
فاصله از جاده ها و بزرگراه ها	۲۹
فاصله از مراکز ثقل تولید پسماند	۱۶
فاصله از راه آهن	۱۳
فاصله از پارک ها و بوستان های شهری	۱۹
قرار نگرفتن در مسیر وزش باد غالب	۱۲
قیمت زمین	۱۳
فاصله از کاربری های صنعتی	۲۱
فاصله از اماکن فرهنگی مذهبی	۲۰
فاصله از چاه ها و قنوات	۱۲
فاصله ازاماکن تفریحی ورزشی	۱۹
فاصله از خطوط انتقال نیرو	۱۳
فاصله ازشبکه های آب و فاضلاب	۱۲
فاصله از سایر ایستگاه های بازیافت	۱۵
جنس خاک ونفوذپذیری آن	۱۴
در مسیر سیل های با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله نباشد	۱۰
فاصله از معادن	۹
فاصله از فرودگاه	۲۷
کاربری زمین	۱۳
در امتداد جهت توسعه شهرنباشد	۱۳
عمق آب زیر زمینی	۹
عرض جاده ها در نزدیکی ایستگاه	۱۳
قابلیت توسعه آتی	۱۴

جدول (۲) جمع بندی نظرات خبرگان در دور اول دلفی فازی

معیار	A_1^m	B_1^m	C_1^m
فاصله از مناطق مسکونی،مراکز آموزشی و بهداشتی درمانی	**۱۱۳/۵**	**۱۵۰**	**۱۷۳**
فاصله از رودخانه ها و مسیل ها	**۶۳**	**۷۱**	**۹۸/۶**
فاصله از جاده ها و بزرگراه ها	**۴۷/۰۷**	**۷۵/۰۳**	**۱۰۳/۶**
فاصله از پارک ها و بوستان های شهری	**۷۷/۴**	**۸۶**	**۹۹/۸۳**
فاصله از اماکن فرهنگی مذهبی	**۸۴/۰۶**	**۱۰۱**	**۱۱۶**
فاصله از کاربری های صنعتی	**۷۰**	**۸۸/۴**	**۱۰۹/۱**
فاصله از اماکن تفریحی ورزشی	**۷۵/۷**	**۹۸/۳**	**۱۰۷/۱**
فاصله از فرودگاه	**۴۴۰/۸**	**۵۷۹/۳**	**۶۱۱**

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

جدول (۳) نتایج مرحله دوم دلفی فازی

معیار	A_2^m	B_2^m	C_2^m
فاصله از مناطق مسکونی،مراکز آموزشی و بهداشتی درمانی	۱۱۰/۶	۱۵۰	۱۷۷
فاصله از رودخانه ها و مسیل ها	۶۶	۷۰/۴	۱۰۰
فاصله از جاده ها و بزرگراه ها	۵۰/۳	۷۵	۱۰۴
فاصله از پارک ها و بوستان های شهری	۶۵/۷	۷۹/۳	۱۰۱
فاصله از اماکن فرهنگی مذهبی	۸۵	۱۰۰/۴۵	۱۱۵
فاصله از کاربری های صنعتی	۷۰	۸۶/۳	۱۰۳/۲
فاصله از اماکن تفریحی ورزشی	۷۵/۲	۹۶/۱	۱۰۸/۳
فاصله از فرودگاه	۴۰۹/۱	۵۵۳	۶۰۰

برای اطمینان از اجماع میان خبرگان و ایجاد ثبات در میانگین، دور سوم دلفی فازی نیز انجام شد. نتایج این مرحله نیز در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول (۴) نتایج دور سوم دلفی فازی

معیار	A_3^m	B_3^m	C_3^m
فاصله از مناطق مسکونی،مراکز آموزشی و بهداشتی درمانی	۱۱۰	۱۵۰	۱۷۷
فاصله از رودخانه ها و مسیل ها	۶۵/۵	۷۰	۱۰۰
فاصله از جاده ها و بزرگراه ها	۵۰	۷۵	۱۰۳
فاصله از پارک ها و بوستان های شهری	۶۵	۸۰	۱۰۰
فاصله از اماکن فرهنگی مذهبی	۸۵	۱۰۰	۱۱۵
فاصله از کاربری های صنعتی	۷۰	۸۵	۱۰۳
فاصله از اماکن تفریحی ورزشی	۷۵	۹۶	۱۰۸/۲
فاصله از فرودگاه	۴۰۵/۱	۵۵۰/۰۸	۶۰۰

در این مرحله اغلب کارشناسان نظرات قبلی خود را بدون تغییر ارجاع دادند. بدین ترتیب اعداد این مرحله بعنوان نتایج نهایی تلقی گردیده و وارد مرحله فازی زدایی گردیدند.

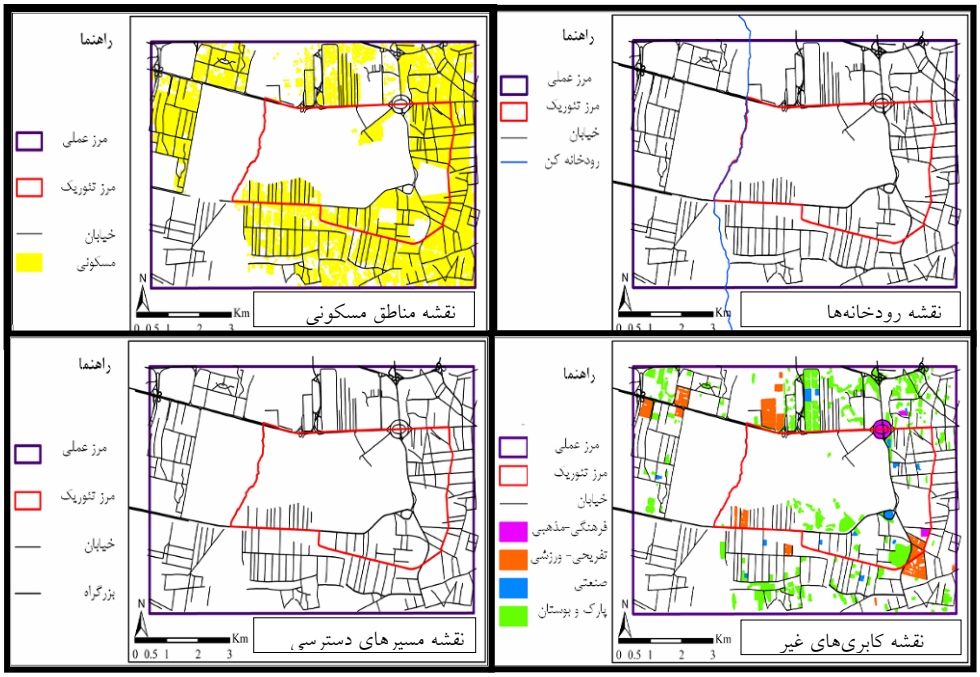
در نهایت با بکارگیری رابطه (۱)، فازی زدایی انجام و یک عدد قطعی بعنوان فاصله مجاز برای هر یک از معیارها مشخص گردید. نتیجه محاسبات این مرحله در جدول ۵ نمایش داده شده است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

جدول (۵) عدد نهایی فاصله استاندارد برای معیارهای مکانیابی ایستگاه بازیافت پسماند

عدد نهایی فاصله	معیار
۱۴۵/۶۷	فاصله از مناطق مسکونی،مراکز آموزشی و بهداشتی درمانی
۷۸/۵۰	فاصله از رودخانه ها و مسیل ها
۷۶	فاصله از جاده ها و بزرگراه ها
۸۱/۶۷	فاصله از پارک ها و بوستان های شهری
۱۰۰	فاصله از اماکن فرهنگی مذهبی
۸۶	فاصله از کاربری های صنعتی
۹۳/۰۶	فاصله از اماکن تفریحی ورزشی
۵۱۸/۴	فاصله از فرودگاه

اعداد حاصل، در مرحله سوم تحقیق بمنظور تعیین گزینه‌های مکانی، در GIS مورد استفاده قرار می گیرند. در سومین و آخرین مرحله تحقیق، پایگاه داده مکانی‌منطقه مطالعاتی در GIS تشکیل و شکل های موضوعی[1] معیارهای شناسایی شده تهیه گردید. در شکل ۷ تعدادی از این اشکال نشان داده شده است.



شکل (۷) تصویر موضوعی برخی از معیارها

[1] . Thematic Map

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

در ادامه ضمن اعمال فواصل استاندارد تعیین شده در مرحله دوم تحقیق، نقشه محدودیت[1] منطقه مطالعاتی تهیه گردید؛ شکل ۸ این را نشان می‌دهد.

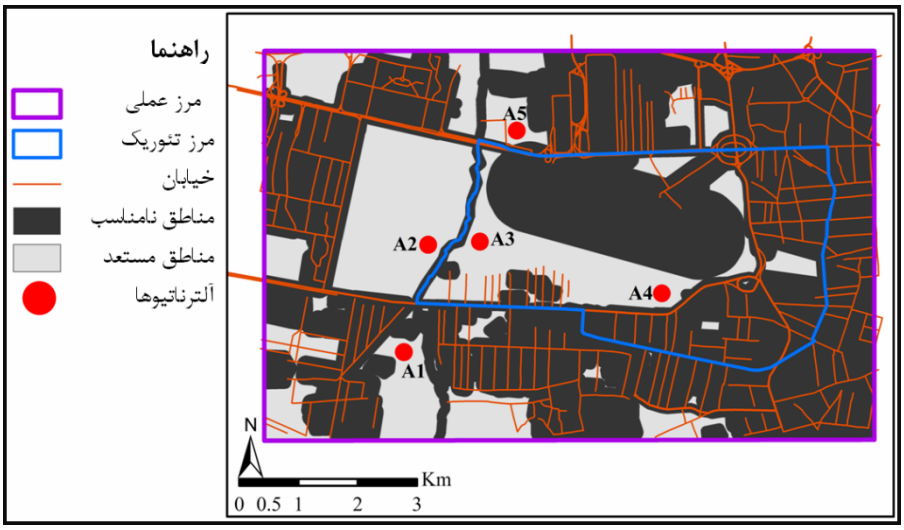


شکل (۸)تصویر محدودیت منطقه مطالعاتی

بدین ترتیب مناطق دارای قابلیت‌های لازم جهت احداث ایستگاه بازیافت از مناطق فاقد توان تفکیک شدند. در نهایت ضمن بازدید از مناطق مستعد پنج گزینه مکانی برای احداث ایستگاه بازیافت تعیین گردید. موقعیت مکانی این گزینه‌ها در شکل۹ و بارزترین شرایط محیطی آن‌ها در جدول ۷ نشان داده شده است.

[1] . Constraint Map

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]



شکل (۹) موقعیت گزینه‌های مکانی در منطقه مطالعاتی

جدول(۷) شرایط محیطی حاکم بر گزینه‌های مکانی

A_1	در جنوب غربی منطقه مطالعاتی و در محدوده ای واقع شده است که در ۴ جهت آن مراکز سکونتی با تراکم کم قرار دارد. در مجاورت این گزینه چندین کارخانه و صنعت جای گرفته اند
A_2	در مجاورت رودخانه کن و در سمت غربی آن قرار گرفته است و بیشترین فاصله را از مراکز جمعیتی دارد. بزرگراه فتح با کمی فاصله در سمت جنوبی این سایت واقع است اما مسیر دسترسی فرعی آماده از بزرگراه به آن وجود ندارد.
A_3	در سمت شرق رودخانه کن واقع شده است. اگرچه نسبت به گزینه ۲ فاصله بیشتری از بزرگراه فتح دارد اما دسترسی فرعی به آن از طریق جاده های متعلق به کارخانه های مجاور امکان‌پذیر است.
A_4	در نزدیکی کارخانه کفش ملی واقع شده است. از لحاظ فاصله نسبت به مراکز جمعیتی، در مجاورت مرکز ثقل جمعیت منطقه مطالعاتی جای گرفته است. نسبت به گزینه های ۲و ۳ فاصله بسیار کمتری از بزرگراه فتح دارد
A_5	در سمت شمالی جاده مخصوص کرج و شرق رودخانه کن واقع شده است و فاصله اش از هر دو به یک اندازه است. در مجاورت این سایت، صنایع هواپیمایی ایران قرار دارد و کاربری اراضی قسمت شرقی آن مسکونی است.

نتیجه‌گیری

برای یافتن پاسخی مناسب برای مسائلی که دانش موجود در پاسخگویی به آن‌ها کافی نیست کاربرد تکنیک دلفی رهیافتی کارآمد است؛ استفاده از این تکنیک در تحقیقات متعدد

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

شاهدی بر این مدعاست. از دیگر سو در تحقیقات دلفی که درپی رسیدن به پاسخ‌های کمی برای مسأله تحقیق هستند این نقص مشهود است که خبرگان ملزم به ارائه نظر و پاسخ خود در قالب یک عدد قطعی هستند. در اینحالت فرد خبره باید تمامی دانش و تجربه خود را در ارتباط با موضوع تحقیق تنها در یک عدد یا معادل کلامی آن (مانند آنچه در طیف لیکرت انجام می گیرد) خلاصه کند. بنابراین چنین اظهار نظری نمی‌تواند مبین نظر واقعی فرد خبره باشد. ترکیب منطق فازی با تکنیک دلفی را می‌توان بعنوان یک راهکار مؤثر برای مرتفع نمودن این نقص پیشنهاد کرد. در این تحقیق برای شناسایی معیارهای مکان‌یابی ایستگاه بازیافت و تعیین حریم مجاز هریک از معیارها به ترتیب از تکنیک دلفی و دلفی فازی استفاده شد. کاربرد تکنیک دلفی برای شناسایی معیارها امکان بهره‌مندی از نظرات کارشناسان رشته‌های مختلف را فراهم می‌کند، لذا مسئله شناسایی معیار تنها متمرکز بر نظرات کارشناسان یک رشته خاص نخواهد شد و زمینه شمول دغدغه‌های متخصصین علوم مختلف در تعیین معیارها و متعاقب آن فرآیند تصمیم‌گیری را فراهم می‌کند. از دیگر سو، اصول و روش‌های اجرایی این تکنیک بگونه‌ای است که موانع جغرافیایی، زمانی و هزینه را از پیش پای محقق برمی‌دارد و یا تا حدود زیادی تسهیل می‌کند و در این حالت دستیابی به دانش خبرگان با زمان و هزینه کمتری صورت می‌پذیرد.

همچنین تلفیق تکنیک دلفی و منطق فازی به خبرگان این امکان را می‌دهد که با فراغ بال بیشتری به اظهار نظر در مورد موضوع بپردازند و نظرات خود را نه فقط بصورت یک ارزش یا مقدار صریح بلکه بصورت بازه‌ای از مقادیر بیان کنند که در این حالت کارشناس مجبور به ارائه تمامی دانش خود در قالب یک مقدار عددی نخواهد بود و برای دخیل نمودن جنبه‌های مختلف دانش خود و لحاظ نمودن تردیدهایی که در این زمینه دارد می‌تواند محدوده‌ای از مقادیر را ارائه دهد. بنابراین فازی سازی فرآیند دلفی امکان دستیابی به پاسخ‌های اطمینان بخش‌تر را فراهم می‌کند.

تلفیق تکنیک‌های تصمیم‌گیری گروهی و نرم‌افزارهای دارای قابلیت تحلیل مکانی جنبه‌ای دیگر از این تحقیق است که تعیین محدوده‌های دارای قابلیت‌های لازم جهت استقرار ایستگاه بازیافت و انتخاب ۵ گزینه مکانی، نمود عملی آن است. اگرچه تکرار تحقیق با پانل دلفی متفاوت، ممکن است نتایجی را ارائه کند که دقیقاً منطبق بر نتایج این تحقیق نباشند اما ارائه رهیافتی نظام‌مند برای دستیابی به پاسخ درخور برای مسائلی که ماهیت بین بخشی داشته و در مرور منابع، تحقیق منسجمی در مورد آن وجود ندارد یکی از دستاوردهای تحقیق است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

تشکر و قدردانی

در نهایت بر خود لازم می‌دانیم که نهایت تقدیر و سپاس خویش را از کلیه بزرگوارانی که در انجام این تحقیق، علی‌الخصوص تکمیل پرسش‌نامه‌ها یاری رساندند ابراز داریم.

منابع و مآخذ

۱. آذر عادل، حجت فرجی (۱۳۸۷) **علم مدیریت فازی**. تهران، انتشارات مرکز مطالعات مدیریت و بهره‌وری ایران.

۲. پاپلی یزدی محمدحسین، فاطمه وثوقی (۱۳۸۳) **ساماندهی صنایع بازیافت مواد زائد جامد در شهر مشهد لزوم ایجاد شهرک بازیافت**. جغرافیا و توسعه, شماره ۳،۱۶۶-۱۴۷.

۳. جعفری نیلوفر، غلامعلی منتظر (۱۳۸۷) **استفاده از دلفی فازی برای تعیین سیاست-های مالیاتی کشور**. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، سال هشتم شماره اول، ۱۱۴-۹۱ .

۴. عبدلی محمدعلی (۱۳۸۵) **بازیافت مواد زائد جامد شهری (کاهش، استفاده مجدد و بازچرخش)**. تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

۵. کوره پزان دزفولی امین (۱۳۸۷) **اصول تئوری مجموعه‌های فازی و کاربردهای‌آن در مدل‌سازی مسائل مهندسی آب**. تهران، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

۶. موسوی میرنجف، رشید سعیدآبادی، رسول فهر (۱۳۸۹) **مدل‌سازی توسعه کالبدی و تعیین مکان بهینه برای اسکان جمعیت شهری سردشت تا افق ۱۴۰۰ به روش دلفی و منطق بولین در محیط GIS** . مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای, سال دوم شماره ششم، ۵۴-۳۵.

۷. وبسایت شهرداری تهران،(۱۳۹۰) **طرح تفصیلی مناطق شهر تهران**
http://www.tehran.ir/portals/0/other/detailed_plan/detailed_plan.html.

Abduli, M. A., A. Naghib, M. Yonesi and A. Akbari, (2010) ***Life cycle assessment (LCA) of solid waste management strategies in Tehran: landfill and composting plus landfill.***Environmental Monitoring and Assessment, 178**,** 487-498.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

Bagley, c.,A. Thompson and J. Schaffer, (2002) ***Minimum data set development: air transport time-related terms.***International Journal of Medical Informatics, 65, 121–133.

Banar, M., Z. Cokaygil and A. Ozkan, (2008) ***Life cycle assessment of solid waste management options for Eskisehir Turkey.***Waste Management,29, 54–62.

Bovea, M.D.,J.C. Powell, A. Gallardo and S.F. Capuz-Rizo, (2007) ***The role played by environmental factors in the integration of a transfer station in a municipal solid waste management system.***Waste Management, 27, 545- 553.

Chang, N.B. and Y.L. Wei, (2000) ***Siting recycling drop-off stations in urban area by genetic algorithm-based fuzzy multiobjective nonlinear integer programming modeling.***Fuzzy Sets and Systems, 114, 133-149.

cheng, s. k.,(2000)***Developement of a fuzzy multi-criteria decision support system for muncipial solid waste management. regina:*** a thesis in garduate studies and research university of regina.

Ching-Hsue,Ch. and L. Yin, (2002) ***Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation***. European Journal of Operational Research,142, 174-186.

Ekmekçioglu,M., T. Kaya and C. Kahraman, (2010) ***Fuzzy multicriteria disposal method and site selection for municipal solid waste.***Waste Management, 30, 1729-1736.

Fink, A., (1984) ***Consensus methods: characteristics and guidelines for use***. American Journal of Public Health, 74(9), 979- 983

Gupta, S.M., K.V. Sagar and P.K. Kishore, (2003) ***Evaluation of production facilities in a closed-loopsupply chain: A fuzzy TOPSIS approach.***Proceedings of the SPIE International Conference on Environmentally Conscious ManufacturingIII, Providence, Rhode Island, 125-138, October 29-30.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

Harati, S.A.N., R.J. Jamshidi, and A. Abdollahi Nasab, (2007) ***Landf ill gas extraction potential from conventional landfills -case study of Kahrizak landfills.***Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium (Sardinia, Italy).

Larsen,A.W., H. M., J. Møller and T.H. Christensen, (2010) ***Waste collection systems for recyclables: An environmental and economic assessment for the municipality of Aarhus (Denmark).***Waste Management,30**,** 744–754.

Lin, F. and H. Ying, (2007) ***Decision making in fuzzy discrete event systems.*** Information Sciences, 177, 3749-3763.

Mahdavi Damghani, A., G. Savarypour, E. Zand and R. Deihimfard (2008) ***Municipal solid waste manage-ment in Tehran: Current practices, opportunities and challenges.***Waste Management, 28, 929-934.

Okoli, C. and S.D. Pawlowski, (2004) ***The Delphi Method as a research tool: an example, design considerations and application.***Information and Management. 42, 15-29.

Petroni A. and A.Rizzi, (2002) ***Fuzzy logic based methodology to rank shop floor dispatching rules.***International Journal of Production Economics, 76, 99-108.

Skordilis, A., (2004) ***Modelling of integrated solid waste management systems in an island.***Resources, Conservation and Recycling, 41, 243–254.

Skulmoski,G.J.,F.T. Hartman and J. Krahn, (2007) ***The Delphi Method for Graduate Research.***Journal of Information Technology Education, 6, 376–382.

Sookchaiya, T., V. Monyakul and S. Thepa, (2010) ***Assessment of the thermal environment effects on human comfort and health for the development of novel air conditioning system in tropical regions.***Energy and Buildings**,**42, 1692–1702.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

Sumathi,V.R., U. Natesan and C. Sarkar, (2008) ***GIS-based approach for optimized siting of municipal solid waste landfill.***Waste Management, 28, 2146–2160.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]