فصلنامه علمی-پژوهشی
نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی
سال سیزدهم، شماره سوم، تابستان ۱۴۰۰

مدلسازی معیارهای موثر بر مکانیابی غرفه بازیافت پسماند خشک شهر تهران با استفاده از تلفیق روش های دلفی فازی و FAHP [1]

عبدالامیر فرضی دیری

دانشجوی دکتری مدیریت محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

حمید رضا غفارزاده [2]

استادیار گروه مدیریت محیط زیست، دکتری مطالعات توسعه شهری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

امیر حسین جاوید

استاد گروه مهندسی محیط زیست، دکتری مهندسی محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

فرهاد حسین زاده لطفی

استاد گروه ریاضی، دکتری ریاضی کاربردی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۹/۱۲

چکیده

در کلان شهر تهران، مدیریت بازیافت پسماند شهری با تولید روزانه بیش از ۶۵۰۰ تن شامل ۴۲٪ پسماند خشک، حائز اهمیت می باشد. یکی از مراکز خدمت رسانی جلب مشارکت های مردمی و تبلور عینی اجرای تفکیک پسماند خشک در جهت حفظ محیط زیست و اهداف توسعه پایدار، غرفه بازیافت است. در این پژوهش استفاده از نظرات صاحب نظران با هدف مدلسازی معیارهای موثر مکانیابی غرفه بازیافت شهر تهران با رویکرد اثر بخشی و کارایی آن مورد توجه قرار گرفته است. روش پژوهش توصیفی- تحلیلی است. به دلیل خصیصه فضایی مکانیابی و به خاطر ویژگی عدم قطعیت ذاتی مسائل شهری، جهت مشخص نمودن پارامترهای موثر بر مکان گزینی غرفه بازیافت از روش دلفی فازی و برای تعیین وزن معیارها و زیر معیارها از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان می دهد ۵ معیار اصلی و ۱۶ زیر معیار از شاخص های بارز محسوب می شوند و معیارهای «مرکزیت» ، «کارایی و همپوشانی» ، «عوامل و ویژگی های بومی» ، «سازگاری» و «ناسازگاری» و زیر معیارهای «تراکم جمعیت» ، «قابلیت دسترسی» ، «پتانسیل اقتصادی غرفه» ، «مشارکت مردمی» و «عدم همجواری با مراکز نظامی و امنیتی» به ترتیب در الویت های اول تا پنجم مولفه های موثر در مدل مکانیابی غرفه بازیافت پسماند خشک شهر تهران می باشند.

واژگان کلیدی: مدلسازی، مکانیابی، غرفه بازیافت، دلفی فازی، AHP فازی

۱- مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری آقای عبدالامیر فرضی دیری با عنوان " تدوین مدل مدیریت بازیافت پسماند خشک با مکانیابی غرفه های بازیافت و یا روش جایگزین (مطالعه موردی : مناطق غرب شهر تهران) " می باشد.

[2] نویسنده مسئول: hamid.ghaffarzadeh@gmail.com

مقدمه

جغرافیای انسانی در دهه های اخیر دستخوش تحولات مهمی گردیده که این تغییرات نه تنها در روش بلکه در کارکرد ظهور یافته است. یکی از موضوعات بالقوه قدرتمندی که در تحقیقات میدانی جغرافیا در حال نشو و نما هست بر مسائل مربوط به جغرافیای شهری، برنامه ریزی شهری و نقش آنان در سازماندهی فضایی تاکید می ورزد. گسترش شهر، شهرنشینی و افزایش تدریجی تعداد شهرهای بزرگ در جهان، به خصوص در کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران از یک طرف و رشد شهرها، تمرکز و تجمع جمعیت و افزایش بارگذاری های محیطی و اقتصادی بر بستر آن ها از طرف دیگر، ضمن توجه بیشتر به شهرها، منجر به پذیرش نقش ها و عملکردهای متعدد آن ها شده است(Kazemi et al, 2015:108). یکی از آسیب های شهر نشینی نوین، روبرو شدن انبوه انسانها با مخاطرات بهداشتی و زیست محیطی پسماند می باشد. امروزه با افزایش تولید پسماند در جوامع شهری و روستایی، سیستم مدیریت پسماند می تواند به عنوان بخشی از سیستم های جامع مدیریت به حساب آید. در کلان شهرتهران روزانه بیش از ٦٥٠٠ تن پسماند شهری تولید می شود. به منظور مدیریت این حجم عظیم پسماند و رفع مشکلات زیست محیطی ناشی از آن و مدیریت هرچه بهتر امر نظافت و رفت و روب روزانه با بهره مندی از سیستم های نوین مدیریت پسماند و خدمات شهری و به کارگیری فن آوری، تجهیزات و نیروهای متخصص می‌توان اقدامات گسترده ای در زمینه پاکیزگی شهر، جمع آوری مکانیزه پسماند، طرح تفکیک پسماند در مبدأ، کاهش تولید پسماند و افزایش ظرفیت پردازش و بازیافت پسماندهای شهری را به اجرا در آورد. آخرین آنالیز فیزیکی وشیمیائی پسماند شهر تهران که در تابستان سال ۹۸ توسط مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران انجام گردید، نشان می دهد که حدود ۵۸٪ پسماند شهری را در مبداء تولید، پسماند تر و ٤٢٪ آن را پسماند خشک (٣٤٪ خشک ارزشمند و مابقی دفنی) شامل می شود. بعبارتی با توجه به میزان پسماند تولیدی در شهر تهران، پتانسیل پسماند خشک در مبداء تولید حدود ۲۷۰۰ تن در روز برآورد می گردد که حجم آن تقریبا"دو برابر پسماند تر است(Tehran Urban Research & Planning Center, 2019: 85).

از آنجائیکه بیشترین هزینه های مدیریت مواد زائد جامد مربوط به بخش جمع آوری، حمل وانتقال پسماند می باشد، جداسازی وتفکیک پسماندهای خشک از فساد پذیر(تر) می تواند بخشی از هزینه های مذکور را تقلیل دهد.

اساسی ترین بخش در قانون پسماند، مربوط به بخشی است که در صدد ایجاد اهدافی برای کاهش پسماند در سطحی گسترده و وسیع می باشد و در این خصوص تفکیک در مبداء و بازیافت پسماندها بسیار با اهمیت است بطوریکه در بند ٤ ماده ٥٧ برنامه پنج ساله سوم توسعه شهر تهران آمده است که شهرداری تهران موظف است ضمن تهیه و اجرای برنامه جامع مدیریت پسماند، تفکیک از مبداء و بازیافت پسماندها را هر ساله به میزان ۵٪ نسبت به شاخص پایه بهبود دهد(Islamic Council of Tehran, 2019). برای دستیابی به توسعه پایدار و حفظ محیط زیست، استفاده از فناوری های مدرن که از نظر زیست محیطی پاک تر و در دسترس تر باشند، ضروری به نظر می رسد.

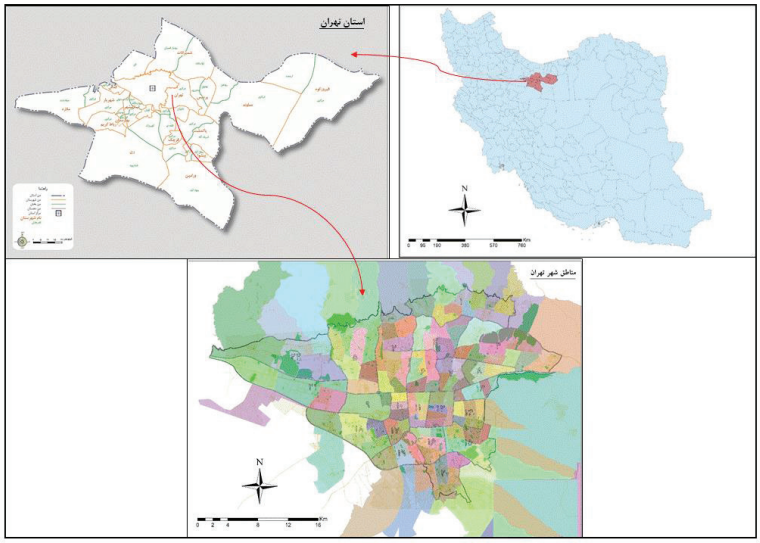
مدیریت یکپارچه پسماندها یکی از نگرش های جامع برای مدیریت منابع و محیط زیست است که از اعمال مفهوم توسعه پایدار به وجود آمده است(Geng et al, 2007:143).

محدوده مورد مطالعه در این تحقیق شهر تهران می باشد(نمودار۱) که با وسعتی بیش از ۷۰۰ کیلومتر مربع، حدود ۵٪ از وسعت استان تهران را شامل می شود و اکنون آباد ترین و پر جمعیت ترین شهر ایران محسوب می شود. از شمال به سلسله جبال البرز، از شرق به لواسانات و از غرب به کرج و از جنوب به ورامین محدود شده است و بین ۳۵ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ٤ دقیقه تا ۵۱ درجه و ٤۷ دقیقه طول شرقی واقع شده است. ارتفاع شهر در بلندترین نقاط شمال به حدود ۲۰۰۰ متر و در جنوبی‌ترین نقاط به ۱۰۵۰ متر از سطح دریا می‌رسد. منابع آب شهر تهران تحت عناوین، آبهای زیر زمینی و سدهای امیر کبیر و لتیان دسته بندی می شوند. تهران از شمال به نواحی کوهستانی، و از جنوب به نواحی کویری منتهی شده است در نتیجه در جنوب و شمال دارای آب و هوایی متفاوت است. نواحی شمالی آب و هوای سرد و خشک و نواحی جنوبی آب و هوای گرم و خشک دارند. متوسط بارش های ماهانه و مجموع بارش های سالانه ایستگاههای هواشناسی شهر تهران در بازه زمانی ۱۳٦۵–۱۳۹۵ نشان می دهد بیشترین میزان بارش ها مربوط به فصل زمستان با سهمی معادل ٤٤/٤٪ و پس از آن به ترتیب فصول پاییز با ۳۱/۳٪ و بهار با ۲۰/٦٪ از میزان بارش ها مطرح است. شهر تهران از لحاظ تقسیمات اداری به ۲۲ منطقه شهری، ۱۲۳ ناحیه و ۳۵٤ محله تقسیم گردیده است که بیشترین و کمترین مساحت به ترتیب مربوط به مناطق ٤ و ۱۰ شهرداری برابر ٦۱/۵ و ۸/۲ کیلومترمربع می باشد. متوسط سرانه فضای سبز شهری برابر ۱٦/۳ مترمربع است که مناطق ۲۲ و۱۰ شهرداری به ترتیب بیشترین و کمترین سرانه فضای سبز شهری برابر ۵۸/۷ و ۲/٦ متر مربع را به خود اختصاص داده اند.

جمعیت شهر تهران بر اساس آمار سال ۱۳۹۵ بالغ بر ۸,٦۷۹,۹۳٦ نفر است که شامل ۲,۹۰۷,۲۳۹ خانوار و ٤,۳۱۵,۱۹٦ نفر مرد و ٤,۳٦٤,۷٤۰ نفر زن است که ٤۹/۷٪ از جمعیت شهر را مردان و ۵۰/۳٪ را زنان تشکیل می دهند. در مناطق ٤ و ۹ شهرداری به ترتیب بیشترین و کمترین جمعیت برابر ۹۱۷,۲۱٦ و ۱۷٤,۱۱۵ نفر زندگی می کنند. متوسط تراکم نسبی جمعیت شهر ۱٤۱ نفر در هر هکتار است که بیشترین و کمترین تراکم جمعیت به ترتیب در مناطق ۱۰ و ۲۲ شهرداری معادل ۳۹۹ و ۳۰ نفر در هر هکتار می باشد. منطقه ۲۲ شهرداری دارای بالاترین نرخ رشد جمعیت در بازه پنج ساله ۱۳۹۰–۱۳۹۵ بوده است و مناطق ۱۳ و ۱٦ با نرخ رشد منفی، پایین ترین نرخ رشد جمعیت را در بین مناطق ۲۲ گانه بخود اختصاص داده اند. نرخ با سوادی شهر تهران در سال ۱۳۹۵ در حدود ٪۹۵ بوده است که بالاترین نرخ با سوادی معادل ۹۸٪ متعلق به مناطق ۱، ۲، ۳ و ٦ شهرداری و کمترین نرخ با سوادی برابر۹۰٪ متعلق به مناطق ۱٦، ۱۷، ۱۸ و ۱۹ است. بررسی تراکم و توزیع فضایی جمعیت شهر تهران و مناطق ۲۲ گانه، راهگشای مدیریت پسماند شهر تهران در خصوص توزیع بهینه تاسیسات، تجهیزات و خدمات مرتبط با پسماند تولید شده واحد فضایی مورد نظر خواهد بود و از طرفی در ارتباط با سازمان فضایی شهر تهران می توان مشاهده نمود که عدم ارتباط معنی دار عناصر مهم ساختار شهری با مناطق ، تعریف محدوده فعلی آنها را به چالش

مـی کشـاند(Tehran Municipality Information and Communication Technology Organization, 2019:45-51) و(Tehran Urban Research & Planning Center, 2019).

سرانه متوسط تولید پسماند در مبداء تولید (مسکونی و غیر مسکونی) شهر تهران برابر ٦٩٤ گرم می باشد کـه منطقـه ۲۱ شهرداری بیشترین میزان سرانه (۱۵۷۰ گرم) و منطقه ۱۰ شهرداری با ٥٦۰ گرم، کمترین سرانه را در بـین منـاطق به خود اختصاص داده اند. متوسط درصد پتانسیل پسماند خشک ارزشمند شهر تهران برابر ۵۷/۷٪ است که کمتـرین و بیشترین درصد پتانسیل پسماند خشک ارزشمند بـه ترتیـب مربـوط بـه منـاطق ١٤ و ۲۱ شـهرداری برابـر ۲۷/٦٪ و٤١/٨٪ از کل پسماند می باشد. بیشترین و کمترین میزان تولید پسماند شهری بـه ترتیـب مربـوط بـه منـاطق ٤ و ۹ شهرداری برابر ۵۷۹ و ۱۱۰ تن در روز است(Tehran Urban Research & Planning Center, 2019).



نمودار۱ : محدوده مورد مطالعه – شهر تهران(مناطق ۲۲ گانه شهرداری)

Source: Authors, 2020

می توان گفت که یکی از مراکز ارائه کننده و جلب مشارکت های مردمی در امر بازیافت و تفکیک پسماند در محیط های شهری در جهت نیل به اهداف توسعه پایدار، غرفه های بازیافت است. از آنجائیکه ارتباط بسیار تنگاتنگی میـان رسالت غرفه های بازیافت و مفاهیمی چون فرهنگ زیست محیطی، مـدنیت، شهرنشـینی و شـهروندی وجـود دارد، جایگاه و موقعیت جغرافیایی یک غرفه بازیافت از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است و در صورت عدم استقرار در یک موقعیت جغرافیایی مناسب، استفاده کمتری نیز از آن به عمل خواهد آمد.

آمار روزانه جمع آوری پسماندهای خشک در سطح شهر تهران بالغ بر۸۰۰ تن می باشد که از این میـزان، حـدود ٤۰ تن پسماند خشک بصورت مستقیم از شهروندان از طریق غرفه های بازیافت مستقر در سطح شهر دریافت می گـردد (حدود ۵٪) و روزانه حدود ١٦۰ تن نیز پسـماند خشـک توسـط خودروهـا از طریـق مراجعـه بـه درب واحـدهای مسکونی، اداری و تجاری و مابقی آن (حدود ۷۵٪) با برداشت از کنار جداول خیابان هـا و بصـورت غیـر مجـاز از مخـازن مکـانیزه مسـتقردر سـطح شـهر جمـع آوری مـی شـود(Tehran Municipality Waste Management Organization, 2020:1-15).

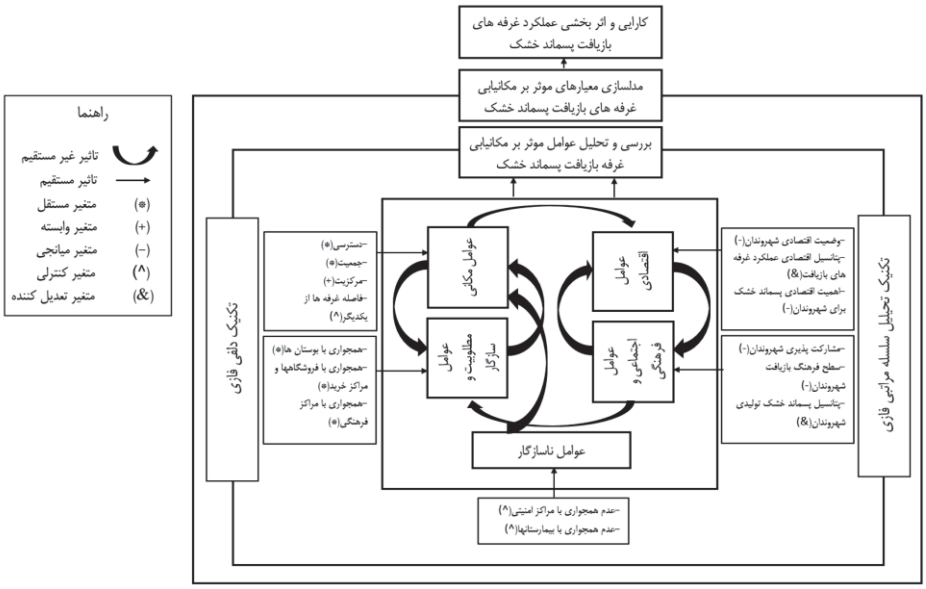
در حال حاضر درصد پایین میزان جمع آوری پسماند خشک از طریق غرفه های بازیافت و میزان مراجعه کم شهروندان و تحویل پسماند خشک ارزشمند به این جایگاه ها، موجب گردیده که هزینه های غرفه با درآمد حاصله تعدیل نگردیده و عملکرد اقتصادی آنها توجیه قابل قبولی نداشته باشد.

از طرفی در تحقیق و نظر سنجی که در منطقه ۲ شهرداری تهران صورت گرفت، نتایج نشان داد که حدود ۳۹٪ از شهروندان تمایل برای تحویل پسماندهای خشک به غرفه بازیافت را از سایر روش های مختلف دیگر از جمله تخلیه در مخازن ویژه و تحویل به عوامل پیمانکاری ترجیح می دهند(Mehrabi et al, 2010:81). با مهاجرت های شدید جمعیت روستایی به شهرها، رشد سریع جمعیت شهری ،گسترش کالبدی بی رویه ی شهرها، پیوستن روستاهای اطراف به محدوده ی شهر و پدیده اسپراول و عدم توانایی مالی و فنی در ارائه خدمات در دهه های اخیر باعث به وجود آمدن مسائل و مشکلاتی در شهرها از جمله توزیع ناعادلانه خدمات شهری شده است. یکی از اهداف کالبدی – فضایی برنامه ریزی کاربری اراضی شهری، توزیع متعادل کاربری هاست(poormohamadi, 2016:4). از سوی دیگر دسترسی یکسان به خدمات برای اقشار مختلف جامعه به طور عادلانه و یا توزیع متعادل این خدمات از اصول مهم رفاه اجتماعی است.

مکانیابی مناسب غرفه های بازیافت جهت استقرار در سطح شهر می تواند در افزایش جلب مشارکت مردمی برای انجام تفکیک پسماند و در جهت حفظ منابع ملی و سرمایه ها، کاهش آلودگی زیست محیطی (آب، خاک، هوا) و جلوگیری از دفن ضایعات ارزشمند و قابل بازیافت و ایجاد اقتصاد پایدار و جلوگیری و تقلیل از انتشارآلودگی و بیماریهای خطرناک موثر باشد.

توزیع فضایی و مکان گزینی نامناسب کاربری ها مخصوصاً کاربری های خدمات شهری باعث به وجود آمدن مسائل و مشکلاتی مثل افزایش هزینه ها، ترافیک، عدم تناسب و انسجام فضاها، افزایش آلودگی های زیست محیطی و از دست رفتن زیبایی شهر، افزایش مخاطرات بهداشتی، افزایش نابرابری اجتماعی و غیره شده است. شهرداری تهران تاکنون با استفاده از یک سلسله ویژگی های کلی مکانی شامل موقعیت های شلوغ و مرکزی و همپوشانی جمعیت اطراف، بالغ بر ٤٦٠ دستگاه غرفه بازیافت پسماند خشک را در سطح مناطق ۲۲ گانه مستقر نموده است. از جمله محدودیت های چنین ویژگی هایی، عدم توجه به اصل جلب مشارکت بیشتر شهروندان و بهره وری غرفه بازیافت است. هدف این پژوهش مدلسازی معیارهای موثر بر مکانیابی غرفه های بازیافت شهر تهران با رویکرد افزایش اثر بخشی بازیافت و کارایی غرفه می باشد و در پی دانستن آن هستیم که شاخص های موثر بر مکانیابی غرفه بازیافت شهر تهران کدامند؟ و همچنین فرضیه تحقیق با عنوان «پتانسیل اقتصادی غرفه از موثرترین شاخص مکانیابی غرفه بازیافت شهر می باشد» مورد بررسی قرار گرفته است و بدین منظور چهارچوب روابط بین عوامل و متغیرهای موثر تحقیق در قالب مدل مفهومی در نمودار۲ نشان داده شده است. برای بررسی هدف و پاسخگویی به سوال و فرضیه تحقیق از تلفیق دو تکنیک ذیل استفاده شده است:

- دلفی فازی[1] ، برای غربالگری و پیش بینی شاخص های موثر بر مکانیابی غرفه بازیافت.
- FAHP[2] ، برای تعیین اهمیت و وزن معیارها و زیر معیارهای موثر بر مکانیابی غرفه بازیافت.



نمودار۲- مدل مفهومی تحقیق

Source: Authors research findings, 2020

روش دلفی، فرایندی ساختار یافته برای جمع آوری و طبقه بندی دانش موجود در نزد گروهی از کارشناسان و خبرگان است که از طریق مصاحبه و توزیع پرسشنامه هایی در بین افراد و بازخورد کنترل شده پاسخ ها و نظریه های دریافتی صورت می گیرد(Adler&Ziglio, 1996). این روش را میتوان در مراحل گوناگون فرایند یک پژوهش مانند دستیابی به یک دیدگاه نظری برای پژوهش، گزینش متغیرها، تخمین مقدماتی روابط علّی میان متغیرها و تعریف سازه ها بکار برد(Okoli&Pawlowski, 2004:18). روش دلفی رویکرد یا روش سیستماتیک در تحقیق برای استخراج نظرات یک گروه از متخصصین در مورد یک موضوع یا یک پرسش است(Jon Landeta 2006:470,). با توجه به ضعف‌های روش سنتی دلفی، پژوهشگران به دنبال ارائه روشی بودند که بتواند از کارآیی بهتری برخوردار باشد. بر همین اساس اولین بار در سال ۱۹۸۸ روش دلفی فازی توسط کافمن و گوپتا معرفی شد. در روش دلفی فازی سعی شده است روش دلفی سنتی با مفاهیم تئوری فازی ترکیب شود(Kaufmann&Gupta, 1998). همچنین ایشیکاوا و همکاران در سال ۱۹۹۳ به توسعه تکنیک دلفی با اعداد فازی مثلثی پرداخت(Ishikawa et al, 1993). در حقیقت تفاوت اصلی روش دلفی فازی با روش دلفی معمولی در بخش تجزیه و تحلیل داده‌های جمع آوری شده است. در روش دلفی فازی معمولا" خبرگان نظرات خود را در قالب حداقل مقدار، ممکن ترین مقدار و حداکثر مقدار (اعداد فازی مثلثی) ارائه می دهند سپس میانگین نظرات خبرگان و میزان اختلاف نظر هر فرد خبره از میانگین محاسبه می شود. در مرحله بعد این اطلاعات برای اخذ نظرات جدید به خبرگان ارسال می شود. سپس هر فرد

1. Fuzzy Delphi
2. Fuzzy Analytical Hierarchy Process

خبره بر اساس اطلاعات حاصل از مرحله قبل، نظریه جدیدی را ارائه می دهد یا نظر قبلی خود را اصلاح مـی کنـد. این فرایند تا زمانی ادامه می یابد که میانگین اعداد فازی به اندازه کافی با ثبات شود(Azar&Faraji, 2002).

تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) یکی از انواع تصمیم گیـری بـا معیارهـای چنـد گانـه(MCDM[1]) اسـت. تکنیک AHP اولین بار در دهه ۱۹۷۰ توسط توماس ال. ساعتی معرفـی گردیـد(Saaty, 1980). یکـی از کاربردهـای اساسی تکنیک AHP تعیین اولویت و رتبه بندی مجموعه ای از معیارها و زیر معیارها می باشد. رتبـه بنـدی در ایـن تکنیک بر اساس مقایسات زوجی صورت می گیرد. در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، افـراد خبـره از شایسـتگی هـا و توانایی های ذهنی خود برای انجام مقایسات استفاده می نمایند، اما باید به این نکته توجه داشت که امکـان انعکـاس سبک تفکر انسانی بطورکامل در فرایند تحلیل سلسله مراتبی سنتی وجود نـدارد. اسـتفاده از اعـداد فـازی سـازگاری بیشتری با عبارات کلامی و گاه مبهم انسانی دارد بنابر این بهتر است که با بکارگیری اعداد فازی به تصمیم گیـری در دنیای واقعی پرداخت(Habibi et al, 2014:63). دو پژوهشگر هلندی به نام فان لارهوفن و پـدریک در سـال ۱۹۸۳ برای نخستین بار روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی پیشنهاد نمودند. این روش با جایگزینی اعداد فـازی مثلثـی در مـاتریس مقایسـه هـای زوجـی و بـر مبنـای حـداقل مجـذورات لگـاریتمی بنـا نهـاده شـده اسـت(Van Laarhoven&Pedrycz, 1983). در سال ۱۹۹٦ یونگ چانگ مدلی را ارائـه نمـود کـه ایـن مـدل آمیـزه ای از روش تحلیل سلسله مراتبی و تئوری فازی بوده و تحت عنوان روش تحلیل سلسله مراتبی فـازی نامیـده شـد. از آنجائیکـه این روش سازگاری زیادی با نحوه تفکر و فرایندهای ذهنی انسـان دارد و نیـز الگـوریتم آن بـر اسـاس یـک منطـق ریاضی بنا شده است، از کارایی بالا برخوردار می باشد و امروزه به عنوان یک روش نوین در تصـمیم گیـری مطـرح می باشد(Chang, 1996:653).

انتخاب حلقه صاحب نظران بخش بسیار مهمی از روش دلفی است. آگاهی این گروه، از موضوع مورد نظر، تضـمین خوبی برای کیفیت بالای نتایج دلفی است. بنابراین حلقه اعضای دلفی بر اساس تخصص و آگاهی شـان از موضـوع انتخاب می شوند نه بر اساس فرایند انتخاب تصادفی(Linston&Turoff, 2002). بر همین اسـاس، در ایـن پـژوهش در گام نخست برای دستیابی و شناسایی اولیه عوامل تاثیر گذار بر مکانیابی غرفه بازیافت از نظرات اسـاتید دانشـگاه به تعداد ۱۰ نفرکه در ابعاد محیط زیست، جغرافیا و برنامه ریزی شـهری، معمـاری و شهرسـازی، علـوم اقتصـادی و اجتماعی صاحب نظر بودند استفاده گردید. پس از اطلاع رسانی راجع به موضوع پژوهش و فرایند آن، افراد منتخـب برای انجام مصاحبه، زمان لازم به مدت ۱۰۰ دقیقه، در اختیار پژوهشگر قرار داده شد. گفتگو با حلقه متخصصـان بـا رویکرد و نگاه به ارتقاء مکانیابی غرفه بازیافت مورد کنکاش قرار گرفت و مهمترین شاخص ها یا اصـطلاحا" کلیـد واژه های موثر مکانیابی برای مدلسازی اولیه از نگاه متخصصان استخراج گردید. این کلید واژه ها در تناظر با کدهای مکانی مستخرج از مرور منابع قرار گرفت و بنا به نظر تیم تحقیقاتی، پنج دسته معیار اصلی و ١٤ زیر معیار در قالـب

1. Multiple-criteria decision-making

پرسشنامه، برای طی دوره پیمایشی اخذ نظرات تکمیلی تعداد بیشتری از خبرگان ملاک عمل قرار گرفت (نمـودار۳). اندازه پانل خبرگان به عواملی مانند دسترسی به افراد، زمان و هزینه گردآوری اطلاعات بستگی دارد.

کلید واژه های برآمده از مرور منابع		کلید واژه های برآمده از مصاحبه ها		معیار و زیر معیارهای دخیل جهت تهیه پرسشنامه	
				معیار	زیر معیار
مرکزیت		عملکرد غرفه ها		مرکزیت	قابلیت دسترسی
دسترسی پذیری		محله محوری			تراکم جمعیت
توزیع جمعیت		همپوشانی غرفه ها		کارایی و همپوشانی	پتانسیل تولید پسماند خشک
بعد مسافت		سازگاری			فاصله غرفه های بازیافت از یکدیگر
		دسترسی		سازگاری	همجواری با میادین میوه و تره بار
همجـواری بـا مراکـز پـر جمعیت		جمعیت			همجواری با فروشگاههای زنجیره ای و مراکز تجاری
		بررسی کاربری های اطراف			همجواری با پارکها
تجـانس کـاربری هـای همجوار		برقراری انشعابات برق و تلفن			همجـواری بـا مراکـز فرهنگـی (فرهنگسـراها و سـرای محـلات و پردیس های سینمایی)
عوامل اقتصادی		شعاع خدمات رسانی غرفه		عوامـل و ویژگیهـای بومی(محلی)	وجـود دیـدگاههای متنفـذ (دیـدگاه مقامات)
		توجه به حداقل آلودگی بصری			وضعیت اقتصادی
عوامل اجتماعی		مشارکت پذیری			وضعیت اجتماعی و فرهنگی
					مشارکت مردمی
				ناسازگاری	عدم همجواری با مراکز نظامی و امنیتی
					عدم همجواری با بیمارستانها

نمودار۳- پالایش کلید واژه های برآمده از مرور منابع و مصاحبه با متخصصان و استخراج کدهای نهایی

Source: Authors research findings, 2020

در این روش اعضاء باید متخصصانی در حوزه پژوهش باشند که به این محدودیت ها افزوده می شود. از دیگر سو، ایجاد وفاق میان اعضای یک پانل، با افزایش آنان به دشواری می گراید. بررسی ها نشان می دهد کـه تعـداد اعضـای پانل در پژوهش هایی که تاکنون با کاربرد این روش به انجام رسیده اند متغیـر بـوده اسـت(powell, 2003:379). بـا وجود این، هنگامی که میان اعضاء تجانس وجود داشته باشد، حدود ۱۰ تا ۲۰ عضو توصیه شده است(Okoli et al, Story et al, 2001:490&2004:18). معمولا" انتخاب اعضاء بصورت غیر احتمالی صورت مـی گیـرد و بـه منظـور استفاده از دانش آنان در مسئله ای خاص و بر مبنای شاخص هایی برگزیده می شوند که از ماهیت موضوع و مسـئله پژوهش سرچشمه گرفته است از این رو روش نمونه گیری هدفدار یا قضاوتی به کار می رود. این روش در صورتی کاربرد دارد که اطلاعات پژوهشگر درباره جامعه پژوهش برای گزینش اعضاء کافی باشد.

جدول۱ - ترکیب اعضاء خبره

گروه	شرح گروه	مدرک تحصیلی	رشته/گرایش	تعداد(نفر)
اول	اعضاء هیئت علمی دانشگاهها	دکتری تخصصی	مهندسی عمران (محیط زیست) - مهندسی محیط زیست(مواد زائد و جامد) -جغرافیا و برنامه ریزی شهری- مدیریت محیط زیست(برنامه ریزی محیط زیست) - شهرسازی(طراحی شهری) - علوم اقتصادی (اقتصاد شهری و منطقه ای)- علوم اجتماعی (جامعه شناسی)	۸
دوم	کارشناسان عالی شهرداری تهران	دکتری تخصصی/کارشناسی ارشد	مهندسی محیط زیست(مواد زائد و جامد) - جغرافیا و برنامه ریزی شهری- مدیریت محیط زیست(برنامه ریزی محیط زیست)- علوم اجتماعی(جامعه شناسی)- علوم اقتصادی(توسعه اقتصادی و برنامه ریزی)	۱۱
سوم	کارشناسان عالی سازمان حفاظت محیط زیست	دکتری تخصصی/کارشناسی ارشد	مدیریت محیط زیست(برنامه ریزی محیط زیست) - مهندسی عمران (محیط زیست)-جغرافیا و برنامه ریزی شهری(محیط زیست شهری) - معماری	۱۰
چهارم	صاحبان مشاغل و کار (پیمانکاران بازیافت)	کارشناسی/ فوق دیپلم	مدیریت صنعتی-امور فرهنگی - اقتصاد کار و بهره وری	۳
پنجم	شهروندان (مشترکان غرفه بازیافت)	کارشناسی/ فوق دیپلم	مهندسی بهداشت محیط- مهندسی شهرسازی-تکنولوژی محیط زیست	۳
جمع				۳۵

Source: Authors research findings, 2020

در اینجا از نمونه گیری هدفمند برای انتخاب اعضاء استفاده شده است و اندازه و گزینش اعضای پانل برای اصلاح و تکمیل پرسشنامه با توجه به گروههای متخصص و دست اندرکار برابر ۳۵ نفر انتخاب گردید(جدول۱). سپس کدهای ١٤ گانه (زیر معیار) در دسته بندی معیارها بصورت پرسشنامه الکترونیکی (از طریق سرویس گوگل فرم) با استفاده از طیف لیکرت هفت درجه کلامی از معرض نظر متخصصان منتخب طی دو دور گذشت.

پیشینه

بحث درباره ضرورت ها و سازوکارهای مطرح در فازهای مختلف از نظام مدیریت پسماندهای شهری، سر منشاء تحقیقات و پژوهش های عدیده ای محسوب می شود که مراجعه به آنها می تواند در غنای نظری پایه های تئوریکی مرتبط با موضوع تحقیق، نقش برجسته ای داشته باشد. با وجود این، مرور ادبیات تحقیق نشان داد که فقر ادبیات پژوهش پیرامون مدلسازی معیارهای مکانیابی غرفه بازیافت پسماند خشک محسوس می باشد و در واقع حلقه ارتباط تحقیقات مرتبط با مدیریت پسماندهای شهری در عرصه مکانیابی ایستگاههای خدمات شهری و محل دفن پسماند شهری و یا سایر کاربری های خدمات شهری نمود یافته است و مطالعه اندکی در خصوص مکانیابی غرفه بازیافت شده است که از آن جمله میتوان به موارد ذیل اشاره کرد:

میرزایی و همکار (۱۳۹۷) اولویت بندی عوامل موثر بر جانمایی غرف بازیافت در منطقه ۵ تهران را با استفاده از نرم افزار اطلاعات مکانی GIS[1] و فرایند تحلیل سلسله مراتبی[2](AHP) بررسی و تحقیق نمود و فقط معیارهای تراکم خانوار، شعاع همپوشانی، دسترسی و وجود هر غرفه در هر محله از اولویت های جانمایی تعیین گردید و پس از تهیه و ارزش گذاری و ترکیب لایه های اطلاعاتی معیارهای مذکور با استفاده از GIS، نقشه مکانیابی بهینه غرف به تعداد ۹ مکان روی نقشه پیاده شده است(Mirzaei&Cheraghalikhani, 2018).

ارغان (۱۳۹۵)، مطلوبیت موقعیت مکانی مراکز مدیریت بحران(مراکز اضطراری، سوله ها و پایگاههای آتش نشانی) در راستای دستیابی به یک مدل راهبردی را با استفاده از روش دلفی فازی برای شناسایی معیارها و زیر معیارها با اعمال ۸ شاخص و بکارگیری از مدل AHP و سیستم اطلاعات جغرافیایی در سطح منطقه ۸ شهر تهران بررسی نمود و از نتایج مشخص گردید که پایگاههای مدیریت بحران در آن منطقه به لحاظ مکان گزینی در سطح مناسب و خیلی مناسب قرار دارند(Arghan, 2016: 170-186).

هادیانی و همکاران (۱۳۹۱)، مکانیابی مراکز دفن پسماندهای شهری شهر زنجان را مورد بررسی قرار دادند. برای مکان یابی دفن پسماند محدوده مطالعاتی ۱۰ پارامتر (شیب، توپوگرافی، خطوط گسل، فاصله از سکونتگاه ها و مراکز جمعیتی، فاصله از منابع آبهای سطحی و زیر زمینی، فاصله از جاده های دسترسی، نوع خاک و سنگها، کاربری و قابلیت اراضی منطقه) را با ضوابط زیست محیطی تعریف کردند و برای تعیین ارزش و وزن معیارهای مختلف موثر از منطق فازی در محیط GIS استفاده نمودند. پس از تهیه و همپوشانی لایه های وزن دهی شده، گزینه مناسب محل دفن در ۳۵ کیلومتری شمال غربی زنجان تعیین و انتخاب گردید(Hadiani et al, 2012:116-133).

فرهودی و همکاران (۱۳۸٤) با در نظر گرفتن ۱۹ معیار مختلف در مکانیابی محل دفن زباله های سنندج، زمینه های استفاده کاربردی از محاسبات فازی در محیط GIS را بررسی کرده اند. در این تحقیق ضمن مرور کاربرد روش های مختلفی چون منطق همپوشانی، ضریب همبستگی، منطق فازی و شبکه های عصبی مصنوعی در فرایند تلفیق لایه ها و معیارها، در نهایت محاسبات فازی به منزله روش مورد استفاده در تلفیق متغیرهای مطرح در فاز مکانیابی در نظر گرفته شده است. از مزایای پژوهش این است که وضعیت مناطق اولویت دار حاصل از تحقیق به تفکیک معیارها، بررسی و به نوعی اعتبار نتایج حاصل از تحقیق مستند سازی شده است(Farhoudi et al, 2005:15-24).

در جمع بندی سوابق پژوهشی مورد مراجعه می توان به این نتیجه رسید که تحقیق حاضر به منزله گامی در جهت پر کردن خلاء پژوهش در حوزه مکانیابی غرفه بازیافت شهر تهران می باشد و بطور کلی چهار تفاوت اصلی این پژوهش با پژوهش های مورد اشاره و پیشین عبارت است از : ۱- شناسایی و بومی سازی معیارهای موثر بر مکانیابی غرفه بازیافت شهر تهران با رویکرد افزایش بهره وری عملکرد غرفه ها ۲- توجه به سایر مولفه های تاثیر گذار برای مکان استقرار غرفه بازیافت علاوه بر ویژگیهای جغرافیایی ۳- استفاده از دیدگاه و اجماع نظر خبرگان،

---

[1]. Geographic Information System

2. Analytic Hierarchy Process

صاحبنظران و ذینفعان مرتبط با موضوع تحقیق در تعیین و اهمیت معیارها ٤- بکارگیری و تلفیق دو تکنیک دلفی فازی و FAHP به منظور لحاظ مناسبتر قضاوت ترجیحی خبرگان و افزایش همگرایی نظرات.

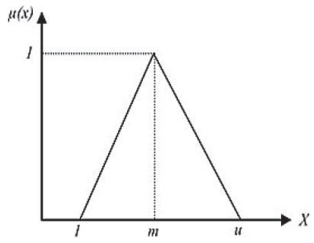
یافته های تحقیق

در این پژوهش، برای پیش گیری از ابهام ناشی از عدم قطعیت در تصمیم گیری در همه مراحل از اعداد فازی مثلثی ارائه و استفاده شده است. یک عدد فازی مثلثی به صورت $\tilde{A} = (l.m.u)$ نمایش داده می‌شود و پارامترهای l ، m و u به ترتیب نشانگر کمترین، محتمل ترین و بیشترین ارزش ممکن یک رویداد فازی را توضیح می دهند. در نمودار(٤) یک عدد فازی مثلثی نشان داده شده است. برای تعیین میزان اهمیت شاخص ها و غربال مهمترین شاخص های شناسایی شده از تکنیک دلفی با رویکرد فازی استفاده گردید. بکارگیری تکنیک دلفی فازی برای غربالگری در یک دور قابل انجام است اما برای پیش بینی باید چندین دور ادامه پیدا کند تا توافق حاصل شود. در الگوریتم اجرای تکنیک دلفی فازی برای غربالگری نخست باید طیف فازی مناسب برای فازی سازی عبارات کلامی پاسخ دهندگان را توسعه داد(Deng, 1999:220) و (Habibi et al, 2014:63). برای این منظور از طیف فازی مثلثی متناظر(جدول۲) ارائه شده توسط بوزون و همکاران استفاده شد(Bouzon et al, 2016:188).

جدول ۲-متغیر زبانی و اعداد متناظر فازی

متغیر های زبانی	اعداد فازی
خیلی کم اهمیت	(۰/۱ ، ۰ ، ۰)
کم اهمیت	(۰/۳ ، ۰/۱ ، ۰)
نسبتا" کم اهمیت	(۰/۵ ، ۰/۳ ، ۰/۱)
اهمیت متوسط	(۰/۷ ، ۰/۵ ، ۰/۳)
اهمیت نسبتا" زیاد	(۰/۹ ، ۰/۷ ، ۰/۵)
اهمیت زیاد	(۱ ، ۰/۹ ، ۰/۷)
اهمیت خیلی زیاد	(۱ ، ۱ ، ۰/۹)

Source: Bouzon et al, 2016



نمودار٤- عدد فازی مثلثی

Source: Habibi et al, 2014

پس از جمع آوری نظرات خبرگان توسط پرسشنامه کلامی و با استفاده از طیف فازی متناظر، تبدیل نظرات به اعداد فازی مثلثی صورت پذیرفت. درگام بعدی با استفاده از نظرات فازی کلیه خبرگان، ارزش فازی هر یک از سوالات (شاخص ها) بر اساس توابع عضویت به روش مثلثی تعریف و تعیین گردید.

ارزش فازی هر یک از شاخص ها در حدهای پایین، وسط و بالا با استفاده از روابط (۱) ، (۲) و (۳) محاسبه گردید و درگام بعدی، میزان اهمیت آنها تعیین شد. بدین منظور ارزش فازی هر شاخص را با استفاده از رابطه (٤) دی

فازی[1] (قطعی) گردید و سپس آنرا با حد آستانه (میانگین قطعی شده شاخص ها) که از رابطه (۵) محاسبه میگردد مقایسه نمودیم. کلیه محاسبات برای تعیین ارزش فازی، فازی زدایی و اهمیت شاخص ها با استفاده از فرمول نویسی در نرم افزار Excel انجام گرفت(Weng-Kun, 2013:313).

W_{ij} : عدد فازی ، میزان اهمیت شاخص j ام که توسط خبره i ام برای هر شاخص ارائه شده است

l_{ij} : عدد فازی حد پایین شاخص j ام

m_{ij} : عدد فازی حد وسط شاخص j ام

u_{ij} : عدد فازی حد بالای شاخص j ام

W_i : ارزش فازی شاخص j ام

S_i : مقدار دی فازی شده (قطعی) شاخص

r : حد آستانه (میانگین حسابی ارزش فازی شاخص ها)

$$W_{ij} = (l_{ij} .m_{ij} .u_{ij})$$
$$W_i = (l_i .m_i .u_i)$$
$$l_j = Min(l_{ij}) \ . \ i = 1.2.\dots.n; \ j = 1.2.\dots.m \qquad (۱)$$

$$m_j = \left(\prod_{i=1,j=1}^{n.m} m_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} \ . \ i = 1.2.\dots.n; \ j = 1.2.\dots.m \qquad (۲)$$

$$u_j = Max(u_{ij}) \ . \ i = 1.2.\dots.n; \ j = 1.2.\dots \qquad (۳)$$

$$S_i = \frac{l_i + 2*m_i + u_i}{4} \qquad (۴)$$

$$r = \frac{[\sum_{i=1}^{n} l_i + \sum_{1=1}^{n} m_i + \sum_{1=1}^{n} u_i]}{n} \qquad (۵)$$

اگر $S_{j_{u_j}} \geq r$ باشد یعنی شاخص j، با اهمیت شناسایی شده و مورد تایید می باشد و چنانچه $S_j < r$ باشد یعنی شاخص j، با اهمیت نبوده و بایستی از مجموعه شاخص های پژوهش حذف گردد(Chang&Hsu, 2011:135). در دور اول روش دلفی فازی از ١٤ زیر معیار اولیه، تعداد ۱۳ شاخص مورد تایید قرار گرفت و زیر معیار وجود دیدگاه های متنفذ با توجه به اهمیت کم آن(کمتر بودن ارزش دی فازی شده از حد آستانه و درصد اجماع پایین) از لیست شاخص ها حذف گردید.

در دور دوم تکنیک دلفی فازی سه شاخص پتانسیل اقتصادی غرفه، همجواری با هتل ها و اماکن توریستی و همجواری با پایانه های حمل و نقل مسافرتی به زیر معیارهای قبلی منتخب در دور اول اضافه شد و در این مرحله بدلیل بالاتر بودن امتیاز شاخص ها از حد آستانه، عدم ارائه شاخص جدید و ٨٤٪ اجماع قابل قبول توسط خبرگان، ادامه انجام فرایند دلفی فازی متوقف شد و در نهایت ١٦شاخص در مدلسازی عوامل موثر بر مکانیابی غرفه بازیافت شناسایی و تعیین گردید که در جدول (۳) ارائه شده است. درصد اجماع، حاصل نسبت درصد بیشترین تعداد پاسخ در طیف پرسشنامه به تعداد خبرگان می باشد.

1. Defuzzyfication

جدول ۳- معیارهای موثر بر مکانیابی غرفه بازیافت-تکنیک دلفی فازی

ردیف	معیار	ردیف	زیر معیار	طیف پرسشنامه							تعداد خبرگان (B)	ارزش فازی هر یک از سوالات			مقدار دی فازی شده هر سوال	وضعیت هر سوال	درصد اجماع (A*100/B)
				خیلی کم	کم	نسبتا کم	متوسط	نسبتا زیاد	زیاد (A)	خیلی زیاد		L	M	U			
۱	مرکزیت	۱	قابلیت دسترسی					۳	۲۸	٤	۳۵	۰/۵	۰/۸۹	۱	۰/۸۲	تایید شده	۸۰/۰۰
		۲	تراکم جمعیت				۱	۱	۲۹	٤	۳۵	۰/۳	۰/۸۹	۱	۰/۷۷		۸۲/۸٦
۲	کارایی و همپوشانی	۳	پتانسیل اقتصادی غرفه				۳		۳۱	۱	۳۵	۰/۳	۰/۸٦	۱	۰/۷۵		۸۸/۵۷
		٤	پتانسیل تولید پسماند خشک				۲	۱	۲۹	۳	۳۵	۰/۳	۰/۸۷	۱	۰/۷٦		۸۲/۸٦
		۵	فاصله غرفه های بازیافت از یکدیگر					۳	۲۹	۳	۳۵	۰/۵	۰/۸۹	۱	۰/۸۲		۸۲/۸٦
۳	سازگاری	٦	همجواری با میادین میوه و تره بار				۱	۱	۳۱	۲	۳۵	۰/۳	۰/۸۸	۱	۰/۷۷		۸۸/۵۷
		۷	همجواری با فروشگاههای زنجیره ای و مراکز تجاری				۲	۱	۲۸	٤	۳۵	۰/۳	۰/۸۷	۱	۰/۷٦		۸۰/۰۰
		۸	همجواری با پارکها				۳		۳۰	۲	۳۵	۰/۳	۰/۸٦	۱	۰/۷٦		۸۸/۵۷
		۹	همجواری با مراکز فرهنگی (فرهنگسراها و سرای محلات و پردیس های سینمایی)				۳		۳۲		۳۵	۰/۳	۰/۸٦	۱	۰/۷۵		۹۱/٤۳
		۱۰	همجواری با هتل ها و اماکن توریستی				۳	۲	۳۰		۳۵	۰/۳	۰/۸٤	۱	۰/۷۵		۸۵/۷۱
		۱۱	همجواری با پایانه های حمل و نقل مسافرتی				۳	۱	۳۱		۳۵	۰/۳	۰/۸۵	۱	۰/۷۵		۸۸/۵۷
٤	عوامل و ویژگیهای بومی(محلی)	۱۲	وضعیت اقتصادی				۱	۲	۲۸	٤	۳۵	۰/۳	۰/۸۸	۱	۰/۷۷		۸۰/۰۰
		۱۳	وضعیت اجتماعی و فرهنگی				۱	۱	۳۰	۳	۳۵	۰/۳	۰/۸۹	۱	۰/۷۷		۸۵/۷۱
		۱٤	مشارکت مردمی					۱	۲۹	۵	۳۵	۰/۵	۰/۹۱	۱	۰/۸۳		۸۲/۸٦
۵	ناسازگاری	۱۵	عدم همجواری با مراکز نظامی و امنیتی				۳	۳	۲۹		۳۵	۰/۳	۰/۸٤	۱	۰/۷٤		۸۲/۸٦
		۱٦	عدم همجواری با بیمارستانها				۳	۳	۲۸	۱	۳۵	۰/۳	۰/۸٤	۱	۰/۷۵		۸۰/۰۰
میانگین												**۰/۳٤**	**۰/۸۷**	**۱**	**۰/۷۷**		**۸٤/۲۹**
حد آستانه													**۰/۷٤**				

Source: Authors research findings, 2020

پس از مشخص شدن معیارها با روش دلفی فازی، هفت مرحله زیر برای تعیین وزن معیارهای مورد نظر با استفاده از آنالیز سلسله مراتبی فازی انجام گرفت(Chang, 1996:650).

۱- تعیین عبارت های کلامی و اعداد متناظر فازی مثلثی بر اساس جدول (٤) (kahraman, 2008:72).

۲- اخذ نظرات خبرگان (۱۰ نفر) در خصوص مقایسات زوجی معیارها و زیر معیارها با استفاده از پرسشنامه طیف شش درجه کلامی.

۳- تشکیل ماتریس مقایسات زوجی معیارها و زیر معیارها طبق رابطه (۳-۱) با بکارگیری اعداد فازی مثلثی برای هر خبره و تشکیل ماتریس فازی میانگین نظرات خبرگان.

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & 1 & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \qquad (۳-۱)$$

درایه های ماتریس مقایسه زوجی جامع (نظرات خبرگان)، یک عدد فازی مثلثی است کـه مولفـه هـای حـد پـایین ، وسط و بالای آن از رابطه (۳-۲) محاسبه شده اند(Mikhailov. L, 2003:372).

F_{AGR} : میانگین نظرات خبرگان (میانگین هندسی هر یک از سه عدد فازی حد پایین ، وسط و بالا)

$$F_{AGR} = (\prod(l).\prod(m).\prod(u)) \qquad (۳-۲)$$

٤- محاسبه S_i برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی با استفاده از روابط(٤-۱)، (٤-۲) ، (٤-۳) و (٤-٤).

S_i : یک عدد فازی مثلثی

i شماره سطر و j شماره ستون می باشد

M_{gi}^{j}: اعداد فازی مثلثی ماتریس های مقایسه زوجی

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} \qquad (٤-۱)$$

$$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left[\sum_{j=1}^{n} l_j . \sum_{j=1}^{n} m_j . \sum_{j=1}^{n} u_j\right] \qquad (٤-۲)$$

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left[\sum_{i=1}^{n} l_i . \sum_{i=1}^{n} m_i . \sum_{i=1}^{n} u_i\right] \qquad (۴-۳)$$

$$\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} = \left[\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i} . \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i} . \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i}\right] \qquad (۴-۴)$$

۵- محاسبه درجه بزرگی S_i ها نسبت به همدیگر با استفاده از روابط (۵-۱) و (۵-۲).

M_1 و M_2 : دو عدد فازی مثلثی

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_1}(d) = \begin{cases} 1 & \text{if } m_2 > m_1 \\ 0 & \text{if } l_2 \geq l_1 \\ \dfrac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{otherwise} \end{cases} \qquad (۵-۱)$$

$$V(M \geq M_1.M_2.\ldots.M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ and } (M \geq M_2) \text{ and} \ldots \text{and } (M \geq M_k)] = Min\, V(M \geq M_i) \qquad (۵-۲)$$

٦- محاسبه وزن معیارها و زیر معیارها (نرمالیزه نشده) در ماتریس های مقایسات زوجی با استفاده از روابط (٦-۱) و (٦-۲).

$$k = 1.2.3.\ldots.n \;.\; k \neq i$$

$$\acute{d}(A_i) = Min\, V(S_i \geq S_k) \qquad (۶-۱)$$

$$W' = (\acute{d}(A_1).\acute{d}(A_2).\ldots.\acute{d}(A_n))^T \qquad (۶-۲)$$

$A_i \quad i = 1.2.3.\ldots.n$

W': بردار وزن نرمالیزه نشده

۷- نرمال سازی بردار وزن محاسبه شده.

برای محاسبه بردار وزن نهایی، بردار وزن محاسبه شده در مرحله قبل را نرمالیزه نمودیم بعبارتی وزن نرمال نشده هر معیار را به مجموع اوزان نرمال نشده معیارها تقسیم گردید. بردار وزن نرمالیزه شده بصورت رابطه (۷) نشان داده شده است.

$$W = (d(A_1).d(A_2).\dots .d(A_n))^T \quad ()^{V}$$

تمامی محاسبات به منظور تعیین وزن معیارها و زیر معیارها با استفاده از برنامه نویسی در نرم افزار Matlab صورت پذیرفت. نتایج مربوط به اوزان و درصد وزنی معیارها و زیر معیارها در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول٤-متغیر زبانی و اعداد متناظر فازی

متغیر های زبانی	اعداد فازی
اهمیت دقیقا" برابر	(۱ و ۱ و ۱)
اهمیت تقریبا" برابر	(۱/۵ ، ۱ ، ۰/۵)
اهمیت کم	(۲ ، ۱/۵ ، ۱)
اهمیت زیاد	(۲/۵ ، ۲ ، ۱/۵)
اهمیت خیلی زیاد	(۳ ، ۲/۵ ، ۲)
اهمیت مطلق (کامل)	(۳/۵ ، ۳ ، ۲/۵)

Source: kahraman, 2008

جدول ۵- وزن نهایی معیارها و زیر معیارها

معیار	وزن معیار(A)	درصد وزنی معیار(B)	زیر معیار	وزن نسبی زیر معیار(C)	درصد وزنی نسبی زیر معیار	وزن نهایی زیر معیار(A*C)	درصد وزن نهایی زیر معیار
مرکزیت	۰/۲٤٦۷	٪۲۵	قابلیت دسترسی	۰/۳۸۱٤	٪۳۸	۰/۰۹٤۱	٪۹/٤
			تراکم جمعیت	۰/٦۱۸٦	٪٦۲	۰/۱۵۲٦	٪۱۵/۳
کارایی و همپوشانی	۰/۲۰۹۸	٪۲۱	پتانسیل اقتصادی غرفه	۰/٤۳۸۷	٪٤٤	۰/۰۹۲۱	٪۹/۲
			پتانسیل تولید پسماند خشک	۰/۳۳۳۲	٪۳۳	۰/۰٦۹۹	٪۷/۰
			فاصله غرفه های بازیافت از یکدیگر	۰/۲۲۸۱	٪۲۳	۰/۰٤۷۹	٪٤/۸
سازگاری	۰/۱۸٦٦	٪۱۹	همجواری با میادین میوه و تره بار	۰/۲٤۱۳	٪۲٤	۰/۰٤۵۰	٪٤/۵
			همجواری با فروشگاههای زنجیره ای و مراکز تجاری	۰/۲۲۱۸	٪۲۲	۰/۰٤۱٤	٪٤/۱
			همجواری با پارکها	۰/۱۸۰۹	٪۱۸	۰/۰۳۳۸	٪۳/٤
			همجواری با مراکز فرهنگی (فرهنگسراها و سرای محلات و پردیس های سینمایی)	۰/۱۵۷۷	٪۱٦	۰/۰۲۹٤	٪۲/۹
			همجواری با هتل ها و اماکن توریستی	۰/۱۰۲۷	٪۱۰	۰/۰۱۹۲	٪۱/۹
			همجواری با پایانه های حمل و نقل مسافرتی	۰/۰۹۵٦	٪۱۰	۰/۰۱۷۸	٪۱/۸
عوامل و ویژگیهای بومی(محلی)	۰/۲۰۲٦	٪۲۰	وضعیت اقتصادی	۰/۲۹۲۰	٪۲۹	۰/۰۵۹۲	٪۵/۹
			وضعیت اجتماعی و فرهنگی	۰/۲۹۷۸	٪۳۰	۰/۰٦۰۳	٪٦/۰
			مشارکت مردمی	۰/٤۱۰۲	٪٤۱	۰/۰۸۳۱	٪۸/۳
ناسازگاری	۰/۱۵٤۲	٪۱۵	عدم همجواری با مراکز نظامی و امنیتی	۰/۵۱۵٦	٪۵۲	۰/۰۷۹۵	٪۸/۰
			عدم همجواری با بیمارستانها	۰/٤۸٤٤	٪٤۸	۰/۰۷٤۷	٪۷/۵

Source: Authors research findings, 2020

روایی و پایایی ابزار جمع آوری داده ها

روایی یا اعتبار به درجه ای از اندازه گیری گفته می شود که پژوهشگر آنچه را می خواسته بسنجد، سنجیده باشد. از آنجا که پرسشنامه مورد استفاده بر پایه عوامل شناسایی شده در مرور منابع و دیدگاه استادان و صاحب نظران فراهم گردیده است، اعتبار پرسشنامه مورد تایید می باشد. یکی دیگر از ویژگی های فنی ابزار جمع آوری داده ها (پرسشنامه)، پایایی است. مفهوم ذکر شده بدین معناست که ابزار جمع آوری داده ها در شرایط یکسان تا چه اندازه نتایج یکسانی به دست می آورد(Devon et al, 2007:157). در این تحقیق، جهت تعیین قابلیت اعتماد پرسشنامه مربوط به شناسایی و غربالگری شاخص ها، از نرم افزار SPSS و آزمون ضریب آلفای کرونباخ استفاده شده است که مقدار ضریب ۰/۹۸۲ (نزدیک به یک) به دست آمد که نشان دهنده پایایی بالای پرسشنامه مورد استفاده در روش دلفی فازی است.

در تکنیک AHP از نرخ سازگاری[1] برای اطمینان از درستی پاسخ ها استفاده می گردد. نرخ سازگاری نشان می دهد تا چه اندازه می توان به داده های گردآوری شده از دیدگاه هر کارشناس اعتماد کرد. اساس محاسبات فرایند تحلیل سلسله مراتبی بر قضاوت اولیه تصمیم گیرنده در مقایسه زوجی عناصر استوار است بنابر این هر گونه خطا و ناسازگاری در مقایسه عناصر، نتیجه نهایی به دست آمده از محاسبات را تحت تاثیر قرار می دهد. اگر میزان سازگاری مقایسه های زوجی بیشتر از ۰/۱ باشد بهتر است در مقایسه ها تجدید نظر گردد(Habibi et al, 2014:55).

برای تعیین نرخ سازگاری یا بعبارتی پایایی پرسشنامه مقایسات زوجی از تکنیک ارائه شده توسط گوس و بوچر (۱۹۹۸) از پنج مرحله زیر استفاده گردید(Gogus&Boucher, 1998:137).

۱- تبدیل ماتریس فازی مثلثی به دو ماتریس :

۱-۱-ماتریس با درایه های عدد فازی میانی $A^m = [a_{ijm}]$

۱-۲-ماتریس با درایه های میانگین هندسی اعداد فازی بالا و پایین

$$A^g = \sqrt{a_{iju} * a_{ijl}}$$

۲- محاسبه بردار وزن ها برای هر ماتریس با استفاده از روابط (۲-۱) و (۲-۲).

$$W_i^m = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} \frac{a_{ijm}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ijm}} \quad (۲\text{-}۱)$$

$W^m = [W_i^m] \ldots$

$$W_i^g = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} \frac{\sqrt{a_{iju} * a_{ijl}}}{\sum_{i=1}^{n} \sqrt{a_{iju} * a_{ijl}}} \quad (۲\text{-}۲)$$

$W^g = [W_i^g] \ldots$

۳- محاسبه بزرگترین مقدار ویژه برای هر ماتریس با استفاده از روابط (۳-۱) و (۳-۲).

1. Consistency Ratio

$$\lambda_{max}^{m}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}a_{ijm}\left(\frac{W_j^m}{W_i^m}\right) \quad (۳\text{-}۱) \qquad \lambda_{max}^{g}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sqrt{a_{iju}*a_{iji}}\left(\frac{W_j^g}{W_i^g}\right) \quad (۳\text{-}۲)$$

٤- محاسبه شاخص سازگاری با استفاده از روابط (٤-١) و (٤-٢).

$$CI^m=\frac{(\lambda_{max}^m-n)}{n-1} \quad (۴\text{-}۱) \qquad CI^g=\frac{(\lambda_{max}^g-n)}{n-1} \quad (۴\text{-}۲)$$

٥- محاسبه نرخ سازگاری با استفاده از روابط (٥-١) و (٥-٢) و جدول (٦).

$$CR^m=\frac{CI^m}{RI^m} \quad (۵\text{-}۱) \qquad CR^g=\frac{CI^g}{RI^g} \quad (۵\text{-}۲)$$

جدول ٦-شاخص تصادفی بودن[1]

RI^g	RI^m	تعداد عناصر جدول مقایسه زوجی(n)	RI^g	RI^m	تعداد عناصر جدول مقایسه زوجی(n)
۰/٤۳٤۸	۱/۳۷۹۳	۹	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۱
۰/٤٤٥٥	۱/٤۰۹٥	۱۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۲
۰/٤٥۳٦	۱/٤۱۸۱	۱۱	۰/۱۷۹٦	۰/٤۸۹۰	۳
۰/٤۷۷٦	۱/٤٤٦۲	۱۲	۰/۲٦۲۷	۰/۷۹۳۷	٤
۰/٤٦۹۱	۱/٤٥٥٥	۱۳	۰/۳٥۹۷	۱/۰۷۲۰	٥
۰/٤۸۰٤	۱/٤۹۱۳	۱٤	۰/۳۸۱۸	۱/۱۹۹٦	٦
۰/٤۸۸۰	۱/٤۹۸٦	۱٥	۰/٤۰۹۰	۱/۲۸۷٤	۷
			۰/٤۱٦٤	۱/۳٤۱۰	۸

Source: Gogus & Boucher, 1998

محاسبات تعیین نرخ سازگاری با استفاده از فرمول نویسی در نرم افزار Excel انجام گرفت کـه نتـایج آن در جـدول (۷) ارائه شده است. با توجه به اینکه نرخ سازگاری معیارها و زیر معیارها کمتر از ۰/۱ می باشد، داده های گردآوری شده پرسشنامه از اعتماد و پایایی لازم برخوردار می باشد.

1. Random Index

جدول ۷- تعیین نرخ سازگاری معیارها و زیر معیارها

معیار	نرخ سازگاری ماتریس میانی	نرخ سازگاری ماتریس هندسی	نرخ سازگاری (کمتر از ۰/۱)	زیر معیار	نرخ سازگاری ماتریس میانی	نرخ سازگاری ماتریس هندسی	نرخ سازگاری (کمتر از ۰/۱)
مرکزیت	۰/۰۱۰۸	۰/۰۵۴۷	اعتماد به داده های گردآوری شده	قابلیت دسترسی	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	اعتماد به داده های گردآوری شده
				تراکم جمعیت			
کارایی و همپوشانی				پتانسیل اقتصادی غرفه	۰/۰۰۱۱	۰/۰۱۸۷	
				پتانسیل تولید پسماند خشک			
				فاصله غرفه های بازیافت از یکدیگر			
سازگاری				همجواری با میادین میوه و تره بار	۰/۰۰۲۲	۰/۰۱۹۱	
				همجواری با فروشگاههای زنجیره ای و مراکز تجاری			
				همجواری با پارکها			
				همجواری با مراکز فرهنگی (فرهنگسراها و سرای محلات و پردیس های سینمایی)			
				همجواری با هتل ها و اماکن توریستی			
				همجواری با پایانه های حمل و نقل مسافرتی			
عوامل و ویژگیهای بومی(محلی)				وضعیت اقتصادی	۰/۰۰۳۵	۰/۰۱۶۷	
				وضعیت اجتماعی و فرهنگی			
				مشارکت مردمی			
ناسازگاری				عدم همجواری با مراکز نظامی و امنیتی	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	
				عدم همجواری با بیمارستانها			

Source: Authors research findings, 2020

نتیجه گیری و دستاوردهای علمی و پژوهشی

امروزه مدیریت پسماند و اجرای تفکیک پسماند در مبداء بعنوان یکی از اهداف مدیران خدمات شهری در کلانشهرها جهت دستیابی به توسعه پایدار شهری می باشد و غرفه بازیافت یکی از مراکز جلب مشارکت مردمی در امر بازیافت و تفکیک پسماند در محیط های شهری محسوب می گردد. پیچیدگی های ناشی از مسائل مکانیابی کاربری خدمات غرفه بازیافت از یک سو و زیاد بودن عوامل و معیارهای دخیل در امر مکان گزینی آن با جلب مشارکت حداکثری از سوی دیگر، ضرورت بکارگیری و اعمال نظرات متخصصان و استفاده از اطلاعات جغرافیایی و مدل های تصمیم گیری چند معیاره را ایجاب می کند و از طرفی بدلیل خصیصه فضایی مکانیابی و تعدد عوامل موثر بر این امر و همچنین به خاطر ویژگی عدم قطعیت ذاتی مسائل شهری، استفاده از روش های غیر تعینی مثل روش های فازی ضروری است. غرفه بازیافت پسماند خشک به عنوان یکی از اجزاء مبلمان شهری جهت استفاده عموم و به منظور رفع نیازهای زیست محیطی در سطح خیابان ها و فضای شهری مستقر می گردند و در طراحی و مکانیابی مناسب این گونه تجهیزات شهری بایستی علاوه بر دوام، ایمنی و اقتصادی بودن آنها به سه ویژگی نیاز عملکردی، بصری و هویتی شهروندان نیز بطور همزمان توجه شود.

در تحقیق قبلی توسط میرزایی و همکار (۱۳۹۷)، اولویت بندی عوامل موثر بر جانمایی غرف بازیافت در منطقه ۵ شهرداری تهران با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی بررسی شده است و فقط ٤ معیار: تراکم خانوار، شعاع همپوشانی، دسترسی و وجود هر غرفه در هر محله، از اولویت های جانمایی تعیین گردیده است. محقق در این

پژوهش فقط معیارهای جغرافیایی مکان گزینی را ملاحظه نموده است و در شناسایی و وزن دهی به شاخص های موثر بر مکانیابی غرفه بازیافت از منطق کلاسیک و از شیوه استدلال قطعی با اخذ دیدگاه و اتفاق نظر پاسخ دهندگان برای تصمیم گیری استفاده نموده است. عدم توجه به شناسایی و اهمیت سایر مولفه های مکانیابی غرفه های بازیافت در ابعاد مختلف تاثیر گذار به هنگام استقرار آنها، تمامی تلاشهای بعدی در زمینه ارتقاء سطح خدمات و جلب مشارکت حداکثری شهروندان را بی ثمر خواهد ساخت. لذا به منظور دستیابی و شناسایی اکثریت عوامل موثر بر مکانیابی غرفه بازیافت در جنبه های مختلف اجتماعی و فرهنگی، اقتصادی، زیست محیطی و جغرافیایی، اجماع و توافق نظرات اساتید و کارشناسان با تخصص در ابعاد محیط زیست، جغرافیا و برنامه ریزی شهری، معماری و شهرسازی، علوم اقتصادی و اجتماعی در پنج گروه طی دو دور پیمایشی با بکارگیری روش دلفی فازی مورد تحلیل قرار گرفت و در نهایت ۵ معیار و ۱۶ زیر معیار بعنوان شاخص شناسایی و با روش آنالیز سلسله مراتبی فازی وزن دهی گردید. درصد اجماع ۸۴٪ خبرگان در شناسایی شاخص های موثر مکانیابی و میزان نرخ سازگاری کمتر از ۰/۱ معیارها و زیر معیارها، اعتماد به داده های گردآوری شده را تایید می کند. نتیجه بررسی ها و تجزیه تحلیل های انجام شده تحقیق نشان داد:

الف-تاثیر گذاری معیارهای اصلی در مدل مکانیابی غرفه بازیافت پسماند خشک شهر تهران بر اساس میزان سهم و اولویت به شرح زیر می باشد:

۱-مرکزیت با درصد وزنی ۲۵٪ در اولویت اول ۲-کارایی و همپوشانی با درصد وزنی ۲۱٪ در اولویت دوم ۳-عوامل و ویژگی های بومی(محلی) با درصد وزنی ۲۰٪ در اولویت سوم ۴-سازگاری با درصد وزنی ۱۹٪ در اولویت چهارم ۵-ناسازگاری با درصد وزنی ۱۵٪ در اولویت پنجم

ب- در مدل، اولویت بندی تاثیر گذاری زیر معیارها به ترتیب زیر تعیین گردید:

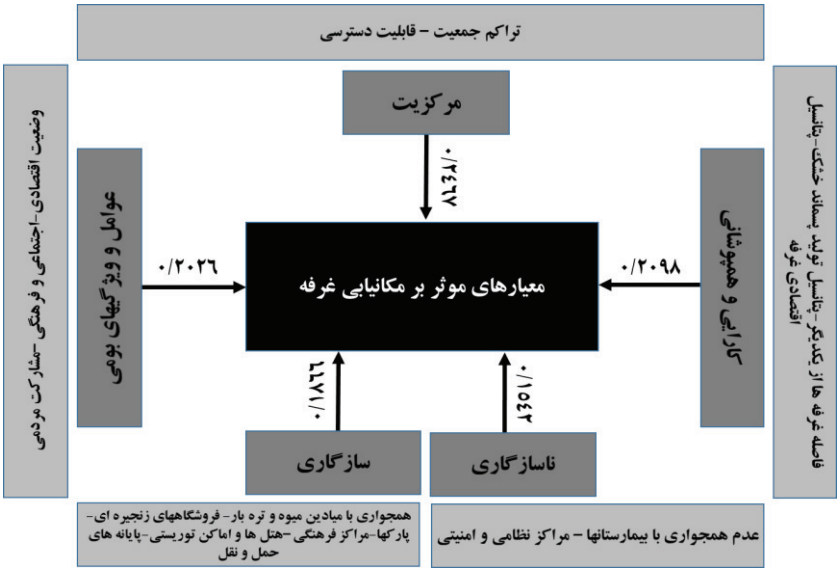
۱-تراکم جمعیت ۲-قابلیت دسترسی ۳-پتانسیل اقتصادی غرفه ۴-مشارکت مردمی ۵-عدم همجواری با مراکز نظامی و امنیتی ۶-عدم همجواری با بیمارستانها ۷-پتانسیل تولید پسماند خشک

۸-وضعیت اجتماعی و فرهنگی شهروندان ۹-وضعیت اقتصادی شهروندان ۱۰-فاصله غرفه های بازیافت از یکدیگر ۱۱-همجواری با میادین میوه و تره بار ۱۲-همجواری با فروشگاههای زنجیره ای و مراکز تجاری ۱۳-همجواری با پارکها ۱۴-همجواری با مراکز فرهنگی (فرهنگسراها و سرای محلات و پردیس های سینمایی) ۱۵-همجواری با هتل ها و اماکن توریستی ۱۶-همجواری با پایانه های حمل و نقل مسافرتی.

ج- با تعیین مدل نهایی معیارهای موثر بر مکانیابی غرفه بازیافت (ارائه شده درنمودار۵)، سوال تحقیق با عنوان"شاخص های موثر بر مکانیابی غرفه بازیافت شهر تهران کدامند؟" پاسخ داده شد.

د- زیر معیار پتانسیل اقتصادی غرفه با درصد وزنی (۹/۲٪)، جزء موثرترین شاخص با اولویت سوم در مدل شناسایی گردید لذا فرضیه تحقیق با عنوان" پتانسیل اقتصادی غرفه از موثرترین شاخص مکانیابی غرفه بازیافت می باشد" مورد تایید قرار گرفت.

ه- کارایی بهتر، کاهش احتمال حذف نظرات، لحاظ مناسبتر قضاوت ترجیحی و افزایش همگرایی با استفاده از نظرات خبرگان برای تعیین عوامل موثر بر مکانیابی غرفه بازیافت شهر تهران در جنبه های مختلف اجتماعی و فرهنگی، اقتصادی و زیست محیطی از ملاحظات بکارگیری ترکیب دو تکنیک دلفی فازی و FAHP در فرایند تحقیق به حساب می آید.



نمودار۵- مدل نهایی معیارهای موثر بر مکانیابی غرفه بازیافت شهر تهران

Source: Authors research findings, 2020

تفکیک و بازیافت پسماند اولین مرحله از کل چرخه مدیریت پسماند محسوب می شود و از آنجا که بطور مستقیم به رفتارها و تصمیم فرد و خانوار بر می گردد تا حدود بسیار زیادی بار اجتماعی، فرهنگی و زیست محیطی دارد و موفقیت آن منوط به اصلاح ساختارهای فرهنگی هدایتگر تصویر ذهنی شهروند و به تبع آن تصمیمات وی است که خود به معنی اصلاحات اجتماعی است. لذا با توجه به رشد جمعیت و افزایش میزان پسماند تولیدی در کلان شهرهای ایران، لزوم فرهنگ سازی بعنوان پیش نیاز مدیریت پسماندها با احداث و ایجاد تجهیزات و تسهیلات جدید و مناسب برای جمع آوری، ذخیره سازی و پردازش پسماندهای خشک توسط شهرداری نیز امری اجتناب ناپذیر و مورد نیاز می باشد و پیشنهاد می گردد در تهیه و تدوین طرح جامع مدیریت پسماند، بکارگیری و استقرار غرفه های بازیافت در کنار سایر گزینه های دیگر از جمله دستگاههای خود دریافت و ایجاد جایگاه مخازن سطحی و زیر زمینی ذخیره سازی موقت پسماند خشک برای بهینه سازی اجرای تفکیک پسماند در مبداء مورد توجه قرار گیرد و جهت بالابردن دقت و صحت کار در توزیع فضایی و مکان گزینی اینگونه کاربری تجهیزات خدمات شهری، ضمن اهتمام به تمامی معیارهای تاثیر گذار، تنها به یک مدل و تکنیک تصمیم گیری بسنده نگردد.

Refrences

Adler, M., & Ziglio, E. 1996. Gazing into the Oracle: The Delphi method and its application to social policy and public health. London: Kingsley Publishers: 3-33.

Arghan, A. 2016. Investigating the desirability and location of crisis management centers in order to achieve a strategic model (Case study: District 8 of Tehran), Journal of New Attitudes in Human Geography, Ninth year, first issue: 170-186.

Azar, A., Faraji, H. 2002. Fuzzy Management Science, Iran Center for Management and Productivity Studies, First Edition. 308p.

Bouzon, M. Govindan, K, Rodriguez, CMT & Campos, Lucila MS. 2016. Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP, ElSEVIER: Resources, Conservation and Recycling, Volume 108: 182-197.

Chang, Da-Yong. 1996. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP, European Journal of Operational Research: 649-655.

Chang, P, Hsu, Cw. 2011. Fuzzy Delphi Approach for Evaluating Hydrogen Fuel Cell Applications, 2nd International Conference on Education and Management Technology IPEDR vol.13: 133-138.

Deng, H. 1999. Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparison, International journal of approximate reasoning, 21(3): 215-231.

Devon HA, Block ME, Moyle Wright P, Ernst DM, Hayden SJ, Lazzara DJ. 2007. A psychometric toolbox for testing validity and reliability. J Nursing Scholarship, 39(2): 155-164.

Farhoudi, R., Habibi, K., Zandi Bakhtiari, P. 2005. Location of urban solid waste landfill using Fuzzy Logic in GIS environment (Case study: Sanandaj city), Journal of Fine Arts, No. 23: 15-24.

Geng, Y., Zhu, Q., & Haight, M. 2007. Planning for integrated solid waste management at the industrial Park level: A case of Tianjin, China. Waste Management, 27(1): 141-150.

Gogus, O & Boucher, T.O. 1998. Strong transitivity, rationality and weak monotonicity in fuzzy pairwise comparisons. Fuzzy Sets and Systems, 94(1): 133-144.

Habibi, A., Izadiar, S., Sarafrazi, A. 2014. Multi-Fuzzy Criteria Decision Making, Rasht Publications, Gil Inscription. 171p.

Hadiani, Z., Ahadnejad Rooshti, M., Kazemizad, Sh., Shah Ali, A. 2012. Location of landfills for solid urban waste using fuzzy logic in GIS environment (Case study: Zanjan city), Journal of Geographical Space, Vol. 12, No. 40: 116-133.

Ishikawa, A., Amagasa, M., Shiga, T., Tomizawa, G., Tatsuta, R., &Mieno, H. 1993. The max–min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy integration, Fuzzy Sets and Systems, 55: 241–253.

Islamic Council of Tehran. 2019. Decision of the third Five-Year Plan of the City of Tehran, Meeting 113 to 118, Identification Decree 2520, Classification 2/118/2019/5.

Jon Landeta. 2006. Current validity of the Delphi method in social science, Technological Forecasting and Social Change journal, Volume 73, Issue 5: 467-482.

Kahraman, Cengiz. 2008. Fuzzy multi-criteria decision making: theory and applications with recent developments, springer optimization and its applications,Volume 16, 590p.

Kaufmann, A. and Gupta, M.M. 1988. Fuzzy Mathematical Models in Engineering and Management Science. Elsevier Science Pub-lishers, North-Holland, Amsterdam, N.Y. 338p.

Kazemi, M., Esfandiar, M., Najarian, H. 2015. Introducing a new multi-objective model for locating relief distribution centers in fuzzy conditions, Journal of New Attitudes in Human Geography, Seventh year, second issue: 108-125

Keeney, S., McKenna, H.,. 2000. Research guidelines for the Delphi survey technique, Journal of Advanced Nursing, Volume 32, Issue 4: 1008-1015.

Linstone, H .A. & Murray Turoff. 2002. The Delphi Method: Techniques and Applications. 618p.

Mehrabi, M., Arjmandi, R., Manouri, S. 2010. A Study of Integrated Waste Collection Management in Tehran (Case Study: District 2 of Tehran Municipality), M.Sc. Thesis in Environmental Management, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran. 133p.

Mikhailov, L.,. 2003. Deriving priorities from fuzzy pairwise comparison judgements, Fuzzy Sets and Systems,Volume 134, Issue 3: 365-385.

Mirzaei, S., Cheraghalikhani, S. 2018. Investigating and prioritizing the factors affecting the location of recycling booths and their location using GIS spatial information software and AHP hierarchical analysis process (case study of municipal services in District 5 of Tehran Municipality), 3rd National Conference on Agricultural Sciences, Natural Resources and Environment of Iran, Tehran.

Okoli, Chitu and Pawlowski, Suzanne D. 2004. The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications, Information & Management, 42 (1):15-29.

Poormohamadi, M. 2016. Urban land use planning, Samt Publications, 12 edition, Iran, tehran. 166p.

Powell, C. 2003. The Delphi Technique: Myths and Realities. Journal of Advanced Nursing, 41(4): 376-382.

Saaty, T.L. 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York. 331p.

Story, VM, Hurdley, L, Smith, IG, Saker, JM. 2001. Methodological and Practical Implications of the Delphi Technique in Marketing Decision-Making:A Re-Assessment, The Marketing Review, 1(4): 487-504.

Tehran Municipality Information and Communication Technology Organization, 2019. Statistical Yearbook of Tehran. 430p. (data.tehran.ir).

Tehran Municipality Waste Management Organization. 2020. December Report on the Performance Statistics of the Organization: 1-15.

Tehran Urban Research & Planning Center. 2019. Comprehensive waste management plan, Report of the first round of physical analysis of waste in Tehran. 140p & The first step of the report "Collecting and Futuristic Analysis of Basic Information". 886p.

Van Laarhoven, P.J.M. and Pedrycz, W. 1983. A fuzzy extension of Saaty’s priority theory, Fuzzy Sets and Systems, 11: 229-241.

Weng-Kun Liu. 2013. Application of the Fuzzy Delphi Method and the Fuzzy Analytic Hierarchy Process for the Managerial Competence of Multinational Corporation Executives, International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning, Vol(3), No.4: 313-317.

Quarterly of New Attitudes in Human Geography (Summer) 2021, Vol. 13. No 3

Modeling of Criteria Affecting in Locating Dry Waste Recycling Booth in Tehran Using a Mixture of Fuzzy Delphi and FAHP Methods

Abdolamir Farzi Dayeri
PhD student in Environmental Management, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.
Hamidreza Ghaffarzadeh*
Assistant Professor, PhD in Urban Development Studies, Department of Environmental Management, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.
Amirhossein Javid
Professor, PhD in Environmental Engineering, Department of Environmental Engineering, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran .
Farhad Hosseinzadeh Lotfi
Professor, PhD in Applied Mathematics, Department of Mathematics, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

Abstract
In the metropolis of Tehran, municipal waste recycling management with produce more than 6500 tonnes per day, consisting of 42% of dry waste, is important. One of the centers pertaining to waste separation is recycling booth. An attempt is made in the present article to use the view points of the concerned experts with the aim of the modeling the criterions affecting the location of recycling booth through effectiveness and usefulness approach. The method used in the article is analytical -descriptive. Due to the spatial characteristic of locating process, and the Inherent uncertainty of urban issues, in order to determine the parameters affecting the location of recycling booth Fuzzy Delphi method, and to calculate weight of criteria, the Fuzzy Analytic Hierarchy Process is used. The results indicate that five main criteria and 16 sub-criteria are considered as prominent characteristic, such criteria like "centrality", "efficiency and overlap", "native characteristics and factors", "adoptability", "inadaptability", and sub-criteria like "population density", "accessibility", "economic Potential of the booth", "public participation" and "lack of neighborhood with military and security centers" are considered as the first to fifth priorities of components effective in the model of locating recycling booth in Tehran city.

Keywords: Modeling, Locating, Recycling Booth, Fuzzy Delphi, FAHP

* (Corresponding Author) hamid.ghaffarzadeh@gmail.com