

## مکانیابی بهینه جایگاه بازیافت پسماندهای شهری (مطالعه موردی شهرستان کلاردشت)

دریافت مقاله: ۹۶/۲/۱۸ پذیرش نهایی: ۹۷/۴/۱۶

صفحات: ۱۹۳-۲۰۹

مریم ایلانلو: گروه جغرافیا، واحد ماهشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ماهشهر، ایران<sup>۱</sup>.

Email: m.ilanlou@mhriau.ac.ir

حسین بیکلریان: کارشناسی ارشد، رشته مهندسی محیط زیست گرایش آلودگی های محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، ایران.

یحیی محسن سلطانی: دانشجوی دکتری برنامه ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی کرج، کرج، ایران.

Email: yahya.soltani@ymail.com

محمد مهدی بهرامیان: گروه برق، واحد ماهشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ماهشهر، ایران.

Email: mohammadmahdib@yahoo.com

### چکیده

مواد زاید جامد جزء جدایی ناپذیر زندگی انسان ها هستند و تولید انواع این زایدات در کمیت ها و کیفیت های مختلف از بزرگترین معضلات زیست محیطی عصر حاضر است. جهت استفاده مجدد از مواد قابل بازیافت موجود در پسماندهای عادی و بازچرخش و بکارگیری دوباره آن ها در چرخه صنعت استفاده از ابزارها و فناوری جدید برای یافتن مکان مناسب بازیافت و استقرار و مکانی که بتوان در آن اقدام به کاهش حجم مواد قابل بازیافت نمود ضروری به نظر می رسد. هدف از این پژوهش مکان یابی جایگاه بازیافت و صنایع تبدیلی آن در شهرستان کلاردشت می باشد. روش پژوهش توصیفی- تحلیلی و پیمایشی است که جهت انجام آن درگام نخست با شناسایی افراد خبره و تشکیل پنل علمی اقدام به شناسایی معیارها به روش دلفی نموده و بدین ترتیب ۵ معیار: فاصله از مناطق مسکونی و تجاری، فاصله از معابر شهری، فاصله از رودخانه، فاصله از بیمارستان و مراکز آموزشی، فاصله از هتل ها، بانک ها و ادارات انتخاب گردیدند و سپس با روش دلفی فازی فواصل مجاز برای این معیارها تعیین و با استفاده از روش مرکز ثقل فواصل قطعی تعیین، و برای تعیین وزن ها و استفاده آن ها در نقشه های رستری و تولید نقشه پهنه بندی از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP و سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS استفاده گردیده است. سپس از طریق پیمایش میدانی و براساس نقشه پهنه بندی، بهترین نقاط برای تعیین جایگاه بازیافت در شهرستان کلاردشت انتخاب شدند. بر اساس نتایج تحقیق، در نهایت ۴ سایت برای جایگاه بازیافت پسماندهای جامد قابل بازیافت مشخص شدند.

کلید واژگان: پسماند های شهری، تکنیک دلفی، مکان یابی، منطق فازی، کلاردشت.

۱. نویسنده مسئول: تهران، سئول شمالی، شهرک سئول، خیابان نسترن، پلاک ۵ طبقه اول.

## مقدمه

مدیریت پسماندهای جامد در کشورهای درحال توسعه علاوه بر نقش مؤثر آن در چرخه اقتصادی، به عنوان یکی از شاخص های مهم توسعه، در سطح کلان مطرح است. رشد روزافزون جمعیت شهری ایران، ایجاد مراکز جمعیتی جدید، عدم سیاست گذاری و ارزیابی عملکردها و فعالیت های گوناگون شهری بر اساس برنامه جامع و کلان ملی (آمایش سرزمین) و تداوم تخلیه انواع پسماندها و فاضلاب ها به محیط زیست، ازجمله عوامل بحران زایی هستند که محیط زیست طبیعی و کیفیت بهداشت و سلامتی انسان، به ویژه شهرنشینان را در معرض خطرها و زیان های گوناگونی قرار داده اند (پهلوان و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۴۶) از این رو، برنامه ریزی هدفمند در خصوص بکارگیری پسماندهای تولیدی شهروندان، تلاشی کارآمد و در راستای حفظ محیط زیست و توسعه پایدار می باشد. مباحث مربوط به مواد زائد همگی یک ویژگی مشترک و پیچیده دارند؛ بدین معناکه مواد زائد نه تنها منبع آلودگی هستند بلکه بازیافت آنها می تواند منبعی برای تامین مواد اولیه باشد (skordilis, 2004: 102). فقدان برنامه مدون و منسجم برای بازیافت می تواند موجب شکل گیری کارگاه های کوچک و غیراستاندارد بازیافت درحواشی شهرها که نیروی کار ارزان دردسترس می باشد و کنترل های زیست محیطی و اجتماعی در حداقل ممکن است، را باعث گردد (پاپلی یزدی و همکاران، ۱۳۸۳: ۳۴). بنابراین ساماندهی عملیات بازیافت در قالب صنایع و کارگاه هایی که تحت نظارت و کنترل دقیق نهادهای مسئول باشند ضرورتی انکارناپذیر است. یکی از راهکارهایی که در این زمینه از دیرباز در کشورهای پیشرفته و به تازگی در کشورما به کارگرفته می شود احداث جایگاه های بازیافت پسماند است. جایگاه بازیافت پسماند محلی است که کلیه تجهیزات و امکانات لازم برای بازیافت پسماند گردهم آمده اند و عملیاتی از قبیل جداسازی، دسته بندی، پردازش، بازیابی و تعدیل و تبدیل پسماند در آن صورت می گیرد (عبدلی، ۱۳۸۵: ۷۸). پرشدن مکان های دفن، فرآیند پرهزینه احداث زباله سوز، آلودگی های زیست محیطی، هزینه های زیاد حمل و نقل و مواردی از این دست ازجمله فاکتورهایی هستند که ساخت جایگاه های بازیافت را با اقبال زیادی مواجه ساخته است (Chang 2000: 46, Bovea, 2007: 135) امروزه کمتر از ۱۰ درصد مواد زائد شهری در کشورهای در حال توسعه بازیافت می شوند و تنها مقدار اندکی از این مواد بازیافتی از استاندارد های قابل قبولی برخوردارند. بازیافت موجب کاهش آلودگی حاصل از دستگاه های زباله سوز، زباله دانی ها و معادن می گردد. در ضمن زباله کمتری دفن و سوزانده و همینطور مواد خام کمتری از دل خاک بیرون کشیده می شود. بنابراین، بازیافت مهمترین روش برای تسکین و تخفیف مواد زائد جامد است (ضرابی و همکاران، ۱۳۹۱: ۹۲).

شهرستان کلاردشت با ۱۸ هزار نفر جمعیت ثابت و ۳۲ هزار نفر جمعیت متغیر در تمامی فصول به ویژه نیمه نخست سال پذیرای میلیون ها مسافر و گردشگراست. طبق آمارهای به دست آمده روزانه به طور میانگین حدود ۵۰ تن زباله در این شهرستان تولید و در حاشیه منطقه جنگلی جاده کلاردشت به عباس آباد ریخته می شود. هدف از این تحقیق پیاده سازی تکنیک دلفی و دلفی فازی درتصمیم گیری وحل مسئله بازیافت زباله در شهرستان کلاردشت است. بدین ترتیب که با بکارگیری این روش ها و بکارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی و اعمال معیارها و فواصل تعیین شده آنها، در کنار پیمایش میدانی بهترین و مناسب ترین جایگاه این مکان ها

تعیین خواهد شد. بدین ترتیب سوال اصلی تحقیق عبارت است از: بهترین مکان برای ایجاد جایگاه بازیافت زباله در شهرستان کدام مناطق می باشند؟

سید مسعود منوری و همکاران (۱۳۸۷) در تحقیقی با عنوان ارزشیابی اقتصادی بازیافت پسماندهای خانگی منطقه بیست شهرداری تهران، پس از بررسی آنالیز فیزیکی پسماندهای خانگی منطقه و مطالعه طرح های تفکیک از مبدأ، نشان دادند که با توجه به منافع اقتصادی بازیافت و محاسبه ارزش خالص این منافع و کاربرد آن در تعیین نسبت سود به هزینه و بیشتر بودن این نسبت از عدد یک، بازیافت پسماندهای خانگی منطقه بیست شهرداری تهران از دیدگاه اقتصادی توجیه پذیر است. نیک نامی و همکاران (۱۳۸۹) اقدام به مکان یابی محل دفن زباله های شهری در شهر گلپایگان با استفاده از سیستم GIS نمودند. بر اساس این تحقیق و با استفاده از ۱۰ لایه اطلاعاتی به روش نرخ دهی، ۵ منطقه مناسب جهت احداث لندفیل مشخص شد که یکی از آنها در شمال شرقی و چهار منطقه دیگر در جنوب شرقی گلپایگان قرار دارد. ضرابی و همکاران (۱۳۹۲) به تحلیل مدیریت مواد زائد جامد شهری، با تأکید بر بازیافت زباله شهر بوکان پرداختند. نتایج آن ها نشان می دهد که زمینه حضور مردم در طرح ها و برنامه های مدیریت مواد زائد جامد فراهم نشده به طوری که ۷/۴۹ درصد از سرنوشت زباله ها بی اطلاع اند. ۵۸/۸ درصد از هزینه جمع آوری زباله ها اطلاع کافی ندارند. فرهنگ سازی و بهبود زیر ساخت های مربوط به بازیافت زباله ۵۶/۷ درصد ضعیف بوده است. بنابراین، به طور کلی، مشخص می شود که شهرداری بوکان در زمینه مدیریت اصولی مواد زائد جامد، به خصوص بازیافت زباله موفق نبوده است. پهلوان و همکاران (۱۳۹۶) به مکانیابی ایستگاه بازیافت پسماندهای جامد شهری در شهرستان کرج با استفاده از GIS به کمک فرایند تحلیل سلسله مراتبی و منطق فازی پرداختند. آن ها در مرحله نخست ۱۳ معیار مؤثر در مکانیابی ایستگاه بازیافت و حریم مجاز آنها را مشخص کردند. در نهایت با به کارگیری GIS و AHP حریم های تعیین شده در منطقه مطالعاتی اعمال و سه منطقه با بیشترین امتیاز به عنوان مکانهای بهینه ایستگاه بازیافت انتخاب شدند.

در این زمینه مطالعات و تحقیقات زیادی در سطح جهان صورت گرفته است که در ذیل به برخی از آن ها اشاره می کنیم. هنریکس<sup>۲</sup> (۱۹۹۲) در پژوهشی با عنوان کاربرد GIS در مکان یابی محل دفن مناسب در ایالت ورمونت امریکا، منطقه ای ۲۱۰ هکتاری را از لحاظ شاخص های فیزیکی و اقتصادی چون خاک مناسب، عمق سنگ مادر، کاربری زمین، آبهای سطحی و زیر زمینی، پهنه بندی ارتفاعی مورد ارزیابی قرار داده و مکان مناسب دفن زباله را در اطراف ناحیه MAD شناسایی کرد. واستاوا<sup>۳</sup> (۲۰۰۳) در پژوهشی با عنوان مکان یابی محل دفن زباله در اطراف شهر رانسی با استفاده از RS و GIS با در نظر گرفتن معیارهایی چون زمین شناسی، گسل ها، شیب زمین، نوع سنگ مادر و خاک، آب های سطحی و عمق آب زیرزمینی، مراکز شهری، شبکه ارتباطی موجود، فاصله از فرودگاه و ... با استفاده از این سیستم ها و وزن دهی به شاخص ها از طریق مقایسه های زوجی، ۵ محل مجزا در اندازه های مختلف را برای دفن زباله این شهر ۸۰۰ هزار نفری انتخاب کردند. جمیتزی<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۷) تحقیقی شامل سرویس دهی خدمات مواد زائد شهری با استفاده از

2 Hendrix

3 Vastava

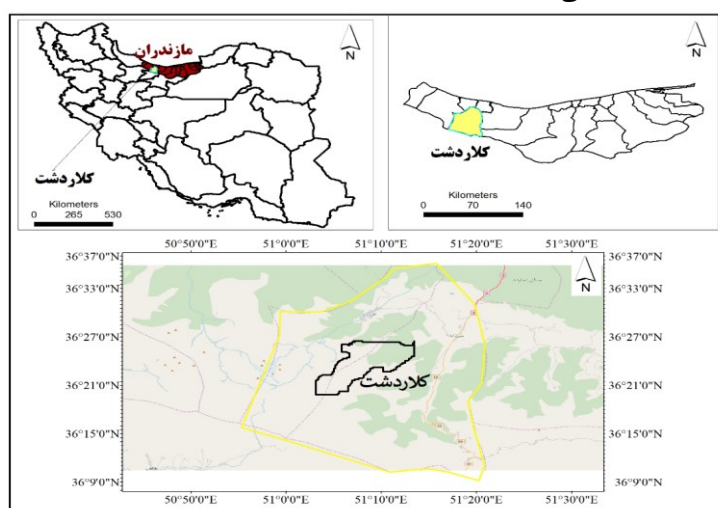
4 Gemitizi

GIS ارائه کرده است. در این تحقیق سرویس دهی و خدمات شهری شارلوت و کارولینای شمالی شامل سه قسمت عمده مجموع سرویس ها، سرویس های مخصوص و بهبود وضع کلی جامعه است و در آن GIS به عنوان ابزاری برای بررسی و خدمات رسانی برای این سه قسمت و توسعه و نگهداری طیف وسیعی از داده های جغرافیایی شامل مسیرها، نیازهای مدیریت، بررسی خدمات، روند اجرایی تجزیه و تحلیل و برنامه ریزی راهبردی و هم-چنین بررسی شناسایی قطعات زمین و مالکیت برای اجرای مقررات جاری در شهر مورد استفاده قرار گرفته است. چانگ<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۰) با تلفیق GIS و منطق فازی اقدام به مکان یابی لندفیل در مناطق با رشد جمعیتی بالا نمودند. ایکسنیا<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی چالش های بازیافت زباله های مواد غذایی در ساختمان های بلند مرتبه شهر هنگ کنگ پرداخته اند. یافته های او نشان دهنده سه چالش بالقوه برای بازیافت زباله ها در ساختمان های پرجمعیت است: (۱) فضای محدود، (۲) مسائل بهداشتی و (۳) اجرای و مدیریت.

## روش تحقیق

### موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

شهرستان کلاردشت در استان مازندران و ۴۸ کیلومتری شهر چالوس قرار گرفته شکل (۱). ۱۷۰ کیلومتر با تهران فاصله دارد. مرکز کلاردشت، حسن کیف و وسعت این منطقه در حدود ۱۵۰۹ کیلومتر مربع است. این ناحیه از جنوب به قله تخت سلیمان تا حدود گردنه کندوان و از شمال به دریای خزر و شهر عباس آباد، از شرق به چالوس، نوشهر و کجور و از غرب به قزوین و الموت محدود است. کلاردشت به لحاظ موقعیت جغرافیایی بین ۳۶ درجه و ۹ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۲ دقیقه طول شرقی واقع شده است (سلطانی، ۱۳۹۲: ۲۵).



شکل (۱): نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

5 Chang

6 XinXia

روش پژوهش توصیفی-تحلیلی و پیمایشی است دراین تحقیق، در مرحله تعیین معیارها از روش دلفی، در مرحله تعیین فواصل مجاز معیارها از دلفی فازی و در مرحله تعیین گزینه های مکانی از تحلیل مکانی در کنار بازدید میدانی و نظرات کارشناسی استفاده شد. اجرای تکنیک دلفی و دلفی فازی با استفاده از پرسشنامه و تحلیل مکانی و تعیین مکان های مستعد جهت احداث ایستگاه های جمع آوری پسماندهای قابل بازیافت و جایگاه بازیافت پسماند با بکارگیری نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام گردید. برای تولید نقشه های مورد نیاز برای انجام تحقیق طرح جامع کلاردشت مورد استفاده قرار گرفته است. چنانچه توضیح داده شد براساس روش دلفی کلاسیک و با نظرسنجی و بررسی آرا کارشناسان تعداد ۵ معیار برای تعیین ایستگاه جمع آوری زباله های قابل بازیافت مشخص گردید. با تعیین این معیارها، پایگاه داده مکانی منطقه مطالعاتی در GIS تشکیل و نقشه های موضوعی معیارهای شناسایی شده تهیه گردید. برای این منظور از نقشه poly line طرح جامع کلاردشت با مقیاس ۱:۱۵۰۰۰ استفاده گردید. بعد از تولید نقشه های محدودیت و حریم، وزن های محاسبه شده به وسیله روش AHP در مورد هر کدام از محدودیت های لایه های فوق در نظر گرفته شده و با ایجاد یک فیلد در جدول توصیفی بنام وزن اقدام به رستری کردن آنها نمود. به این ترتیب تعداد ۵ نقشه رستری شده برای جایگاه بازیافت مواد بدست آمد.

### تجزیه و تحلیل داده ها

#### دلفی فازی

بسیاری از مسائل و مشکلات موجود در تصمیم گیری از اطلاعات ناقص نشات می گیرد، بنابراین بهتراست داده های مورد استفاده در تصمیم گیری به روش دلفی طیفی از مقادیر را شامل شوند (برخلاف دلفی کلاسیک که داده ها مقادیر قطعی هستند). بنابراین می توان با کاربرد تئوری فازی مانند عدم دسترسی به اطلاعات دقیق، متاثر بودن اظهار نظرهای خبرگان و تصمیم گیرندگان از ذهنیات فردی و دشواری ارائه تمام دانش فرد در قالب تنها یک عدد را برطرف نمود (جعفری، ۱۳۸۷: ۲۷).

منطق فازی در سال ۱۹۶۵ توسط پروفیسور لطفعلی زاده، بعنوان یک تئوری ریاضی برای مدل نمودن ابهام وعدم قطعیت موجود در ادراک وافکار انسان ارائه گردید (lin, 2007: 141). بطور کلی عدم قطعیت ها را می توان در سه دسته اصلی شامل: داده های غیر صریح یا تقریبی، عبارت های زبانی و داده های بازه ای جای داد (cheng, 2000) عدم قطعیت موجود در داده های این تحقیق از نوع سوم است که داده ها یک مقدار مشخص ندارند بلکه یک محدوده را دربر می گیرند.

#### فازی زدایی

انواع مختلفی از اعداد فازی وجود دارد که اعداد مثلثی و ذوزنقه ای به دلیل سهولت کاربرد در مدل سازی ها وتفسیر با اقبال بیشتری مواجه هستند (petroni, 2002: 27).

### فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) تکنیکی نوین برای تصمیم گیری گروهی

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از معروفترین فنون تصمیم گیری چند منظوره است که اولین بار توسط ال. ساعتی عراقی الاصل در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید. این روش هنگامی که عمل تصمیم گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم گیری روبرو است می تواند استفاده گردد. معیارهای مطرح شده می توانند کمی و کیفی باشند. اساس این روش تصمیم گیری بر مقایسات زوجی نهفته است. تصمیم گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله مراتب تصمیم، آغاز می کند. درخت سلسله مراتب تصمیم، عوامل مورد مقایسه و گزینه های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می دهد. سپس یکسری مقایسات زوجی انجام می گیرد. این مقایسات وزن هریک از فاکتورها را در راستای گزینه های رقیب مشخص می سازد. در نهایت منطق (AHP) به گونه ای ماتریس های حاصل از مقایسات زوجی را با همدیگر تلفیق می سازد که تصمیم بهینه حاصل آید (Ching-Hsue and Yin, 2002:321).

### تکنیک دلفی

تکنیک دلفی فرآیندی ساختار یافته برای کسب دانش از متخصصان یک حوزه علمی که تجربه و دانش موضوع مورد مطالعه را دارند می باشد (skulmoski, 2007). هدف اغلب مطالعات دلفی کشف ایده های خلاقانه و قابل اعتماد یا تولید اطلاعات مناسب برای تصمیم گیری است. تکنیک دلفی اولین بار در سال ۱۹۲۵ توسط ویت هد در کتاب علم و دنیای مدرن مطرح گردید و در دهه ۱۹۵۰ در شرکت راند توسط دالکی و هلمر به کار گرفته شد. برای اجرای فرآیند دلفی؛ گروهی متشکل از ۱۰ الی ۳۰ نفر می تواند یک پانل مناسب باشد. این فرآیند تا دستیابی به اجماع ادامه می یابد و تشخیص زمان اجماع کاملاً "به نظر محقق بستگی دارد؛ اما هرچه تعداد تکرارها بیشتر باشد اجماع قابل اتکاء تر و اعتبار نتایج بیشتر است. در این تحقیق وزن لایه های اطلاعاتی از طریق مدل AHP تعیین گردیده و در مرحله بعد این اوزان در لایه های GIS اعمال گردید و مکان های بهینه برای سکونت شناسایی شدند (موسوی وهمکاران، ۱۳۸۹). بخشی از مسئله (شناسایی معیارها) که این تحقیق در صدد است با تکنیک دلفی پاسخی برای آن بیابد علاوه بر اینکه مسئله ای بین رشته ای 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 قابلیت را دارد.

### 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. به همین علت پس از مهیا نمودن شرایط برای شروع فرآیند، نظیر شناسایی و انتخاب کارشناسان، برقراری ارتباط و پرسشنامه های دلفی کلاسیک با پرسش های باز، برای آنها ارسال گردید. در این پرسشنامه ها از خبرگان خواسته شد که معیارهای موثر در مکانیابی جایگاه بازیافت پسماند را از نگاه خود ارائه نمایند. ترکیب اعضای پانل ۲۲ نفر و به شرح زیر است:

تعداد ۷ نفر از کارشناسان معاونت امور خدمات شهری، فضای سبز و مسئول واحد نقلیه.

تعداد ۱۵ نفر از دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری رشته برنامه ریزی شهری و مدیریت و شهرسازی. از این میان ۲۲ کارشناس به پرسشنامه پاسخ دادند. تحلیل محتوایی پاسخ‌ها به شناسایی ۹ معیار منتهی گردید. خروجی اجرای دلفی کلاسیک در جدول (۱) خلاصه شده است. از شاخص‌های جدول (۱)، تعداد ۵ معیار برای اجرای دلفی فازی جهت تعیین جایگاه بازیافت از سوی کارشناسان انتخاب گردید. که عبارتند از: فاصله از مناطق مسکونی و تجاری، فاصله از معابر شهری، فاصله از رودخانه، فاصله از بیمارستان و مراکز آموزشی، فاصله از هتل‌ها، بانک‌ها و ادارات. جدول (۱).

جدول (۱): معیارهای ارائه شده و تعداد خبرگانی که هر معیار را ذکر کرده اند

| معیار                             | تعداد | معیار                      | تعداد | معیار                                           | تعداد |
|-----------------------------------|-------|----------------------------|-------|-------------------------------------------------|-------|
| فاصله از پارک‌ها و فضای سبز       | ۱۳    | فاصله از کاربری‌های صنعتی  | ۲۱    | فاصله از مناطق مسکونی و تجاری                   | ۲۲    |
| فاصله از هتل‌ها، بانک‌ها و ادارات | ۱۷    | فاصله از معابر شهری و جاده | ۲۲    | فاصله از بیمارستان و مراکز درمانی و مرکز آموزشی | ۱۹    |
| فاصله از اماکن مذهبی و مساجد      | ۱۸    | فاصله از اماکن ورزشی و     | ۱۲    | فاصله از رودخانه                                | ۱۷    |

پس از جمع‌آوری پرسش‌نامه‌های دور اول دلفی فازی، میانگین اعداد فازی ارائه شده توسط کارشناسان محاسبه گردید جدول (۲).

جدول (۲): جمع بندی نظرات حاصل از دور اول دلفی فازی (تعیین ایستگاه)

| معیار                             | A1    | B1    | C1    |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|
| فاصله از مناطق مسکونی و تجاری     | ۱۲    | ۱۴/۱۳ | ۱۶/۴  |
| فاصله از معابر شهری               | ۱/۲   | ۱/۹   | ۲/۵   |
| فاصله از رودخانه                  | ۱۰/۸  | ۱۳/۴۶ | ۱۶    |
| فاصله از بیمارستان و مراکز آموزشی | ۲۰/۱۳ | ۲۴/۰۶ | ۲۷/۴۶ |
| فاصله از هتل‌ها، بانک‌ها و ادارات | ۱۸/۱۳ | ۲۱/۲۶ | ۲۵/۰۶ |

نظرات تک تک کارشناسان با میانگین مقایسه شد و دور دوم دلفی فازی برای دستیابی به توافق و اجماع آغاز گردید، لذا پرسش‌نامه دوم، همراه با نتایج مرحله اول به آن‌ها عودت داده شد و از آن‌ها خواسته شد که با توجه به نتایج مرحله اول، در صورت صلاحدید در آراء خود تجدید نظر کنند. پرسشنامه‌های دور دوم گردآوری و همانند مرحله قبل تحلیل و جمع‌بندی شد. جدول (۳) نتایج این تحلیل را نشان می‌دهد.

جدول (۳): نتایج مرحله دوم دلفی فازی

| معیار                             | A2    | B2    | C2    |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|
| فاصله از مناطق مسکونی و تجاری     | ۱۱/۴۶ | ۱۳/۲۶ | ۱۵/۲۶ |
| فاصله از معابر شهری               | ۱/۰۳  | ۱/۸   | ۲/۳۶  |
| فاصله از رودخانه                  | ۱۰/۶  | ۱۳/۰۶ | ۱۵/۶۶ |
| فاصله از بیمارستان و مراکز آموزشی | ۱۹/۵۳ | ۲۳/۵۳ | ۲۷    |
| فاصله از هتل‌ها، بانک‌ها و ادارات | ۱۸/۲۶ | ۲۱    | ۲۵/۱۳ |

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. 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.

جدول (۴): جمع بندی نظرات حاصل از دور سوم دلفی فازی (تعیین ایستگاه)

| معیار                             | A3 | B3    | C3  |
|-----------------------------------|----|-------|-----|
| فاصله از مناطق مسکونی و تجاری     | ۱۱ | ۱۴    | ۱۶  |
| فاصله از معابر شهری               | ۱  | ۲     | ۲/۲ |
| فاصله از رودخانه                  | ۱۲ | ۱۳    | ۱۶  |
| فاصله از بیمارستان و مراکز آموزشی | ۲۰ | ۲۳/۹۳ | ۲۷  |
| فاصله از هتل ها، بانک ها و ادارات | ۱۷ | ۲۱    | ۲۶  |

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

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

در رابطه (۱)  $X$  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 (دهقانی کاظمی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۸۵).

جدول (۵): عدد قطعی فاصله مجاز برای مکانیابی ایستگاه جمع آوری پسماند های قابل بازیافت

| معیار                             | عدد نهایی فاصله مجاز (مرکز ثقل) |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| فاصله از مناطق مسکونی و تجاری     | ۱۳/۶۷                           |
| فاصله از معابر شهری               | ۱/۷۳                            |
| فاصله از رودخانه                  | ۱۳/۶۷                           |
| فاصله از بیمارستان و مراکز آموزشی | ۲۳/۶۴                           |
| فاصله از هتل ها، بانک ها و ادارات | ۲۱/۳۳                           |

سپس درجه عضویت هر یک از معیارها مشخص گردید. برای تعیین درجه عضویت از رابطه (۲) استفاده شد.

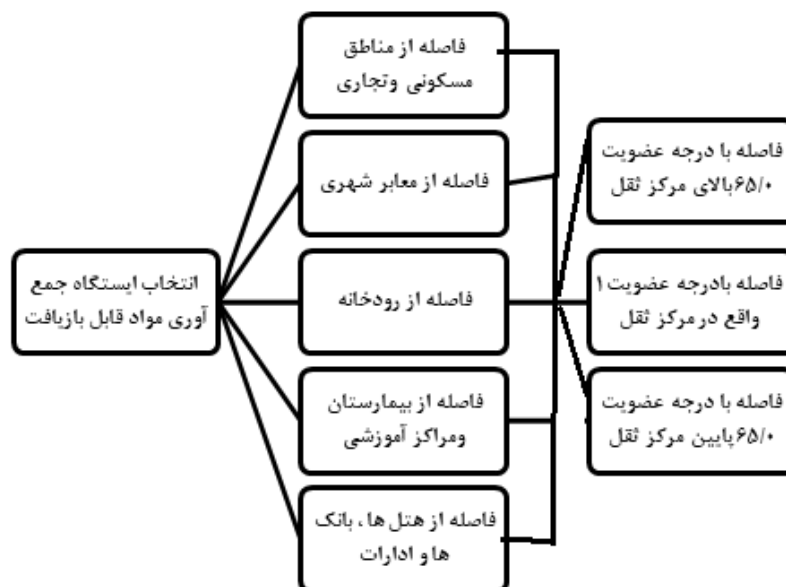
$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{if } |c-x| > \frac{b}{2} \\ 1 - \frac{2|c-x|}{b} & \text{if } |c-x| \leq \frac{b}{2} \end{cases} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در رابطه (۲) A یک مجموعه جهانی،  $\mu$  درجه عضویت، X عنصر مجموعه جهانی و b پارامتری است که پهنای مثلث (قاعده مثلث متساوی الساقین) را تعیین می‌کند. هرچه مثلث پهن تر باشد ابهام یا عدم دقت بیشتر است و هرچه باریکتر باشد دقت بیشتر است. c محوریت یا مرکز ثقل عددی را نشان می‌دهد. بدین ترتیب پس از مشخص کردن b، c می‌توان تک تک عناصر جهانی را به ترتیب در رابطه (۲) قرار داده و درجه عضویت آنها را بدست آوریم. در جدول (۶) فواصل مجاز هر ۵ معیار به کار رفته در تعیین ایستگاه‌های جمع‌آوری پسماندهای قابل بازیافت براساس درجه عضویت نشان داده شده است.

جدول (۶): فواصل مجاز برای معیارهای تعیین ایستگاه جمع‌آوری پسماندهای قابل بازیافت براساس درجه عضویت

| معیار                             | فاصله با درجه عضویت ۰/۶۵ پایین مرکز ثقل | فاصله با درجه عضویت ۱ واقع در مرکز ثقل | فاصله با درجه عضویت ۰/۶۵ بالای مرکز ثقل |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|
| فاصله از مناطق مسکونی و تجاری     | ۱۲/۷۹۵                                  | ۱۳/۶۷                                  | ۱۴/۵۴۵                                  |
| فاصله از معابر شهری               | ۱/۵۲                                    | ۱/۷۳                                   | ۱/۹۴                                    |
| فاصله از رودخانه                  | ۱۲/۹۷                                   | ۱۳/۶۷                                  | ۱۴/۳۷                                   |
| فاصله از بیمارستان و مراکز آموزشی | ۲۲/۴۱۵                                  | ۲۳/۶۴                                  | ۲۴/۸۶۵                                  |
| فاصله از هتل‌ها، بانک‌ها و ادارات | ۱۹/۷۵۵                                  | ۲۱/۳۳                                  | ۲۲/۹۰۵                                  |

در نهایت برای تعیین مکان مناسب برای ایستگاه بازیافت پسماندها از روش AHP استفاده گردید. بدین منظور درخت سلسله‌مراتبی برای ایستگاه جمع‌آوری مواد قابل بازیافت ترسیم گردید (شکل (۲)).



شکل (۲): درخت سلسله‌مراتبی انتخاب ایستگاه جمع‌آوری مواد قابل بازیافت در شهرستان کلاردشت (ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۷)

بعد از ایجاد ساختار سلسله مراتبی، اولویت عناصر در هر سطح تعیین می گردد. برای این کار، می توان از یک روش استاندارد ارائه شده توسط ساعتی استفاده کرد. روش کار به این ترتیب است که، به هر مقایسه ی دودویی، یک عدد از ۱ تا ۹ نسبت داده می شود. اگر اهمیت دو معیار برابر باشد وزن ۱ داده می شود اگر خیلی ارجحیت داشته باشد وزن ۵ و اگر اهمیت مطلق داشته باشد عدد ۹ داده می شود: Kundu et al, 2017: (104). بعد از تعیین ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارها، ضریب اهمیت گزینه ها را باید تعیین کرد. در این مرحله، ارجحیت هر یک از گزینه ها در ارتباط با هر یک از زیرمعیارها و اگر معیاری، زیرمعیار نداشته باشد مستقیماً با خود آن معیار، مورد قضاوت و داوری قرار می گیرد. در این حالت، قضاوت ها بر مبنای مقایسه دودویی و بر اساس مقیاس ۹ کمیتی ساعتی صورت پذیرفته و نتیجه در ماتریس مقایسه دودویی معیارها، یا گزینه ها ثبت می شود و از طریق نرمالیزه کردن میانگین هندسی ردیف های این ماتریس ها، ضرایب اهمیت مورد نظر به دست می آید. جدول (۷) وزن نهائی معیارها بر حسب عضویت آنها را نشان می دهد.

جدول (۷): وزن های محاسبه شده برای زیرمعیارهای تعیین ایستگاه جمع آوری پسماندهای قابل بازیافت

| هتل ها، ادارات و بانک ها | بیمارستان، مدارس و مراکز آموزشی | رودخانه | معیار شهری | مسکونی و تجاری | درجه عضویت                             |
|--------------------------|---------------------------------|---------|------------|----------------|----------------------------------------|
| ۰/۰۷۳۳                   | ۰/۰۶۷۳                          | ۰/۰۸۰۴  | ۰/۰۸۳۹     | ۰/۱۰۱۴         | فاصله با درجه عضویت ۶۵، بالای مرکز ثقل |
| ۰/۱۹۹۲                   | ۰/۱۷۷۱                          | ۰/۲۰۶۲  | ۰/۲۲۷۹     | ۰/۱۹۸۷         | فاصله با درجه عضویت ۶۵، پایین مرکز ثقل |
| ۰/۷۲۷۵                   | ۰/۷۵۵۶                          | ۰/۷۱۳۴  | ۰/۶۸۸۲     | ۰/۶۹۹۹         | فاصله با درجه عضویت ۱ واقع در مرکز ثقل |

جدول (۸) وزن های محاسبه شده معیارها را برای تعیین ایستگاه جمع آوری پسماندهای قابل بازیافت در شهرستان گلاردشت نشان می دهد. بدین ترتیب بیشترین وزن متعلق به معیار فاصله از بیمارستان های، مدارس و مراکز آموزشی می باشد. کمترین وزن نیز متعلق به معیار فاصله از رودخانه می باشد.

جدول (۸): وزن های محاسبه شده برای معیارهای تعیین ایستگاه جمع آوری پسماندهای قابل بازیافت

| هتل ها، ادارات و بانک ها | بیمارستان، مدارس و مراکز آموزشی | رودخانه | معیار شهری | مسکونی و تجاری | معیار |
|--------------------------|---------------------------------|---------|------------|----------------|-------|
| ۰/۰۸۵۱                   | ۰/۴۵۷۸                          | ۰/۰۴۹۲  | ۰/۱۵۷۸     | ۰/۲۵۰۱         | وزن   |

از ضرب نظیر به نظیر سطرهای جدول وزن زیرمعیارها در سطر جدول وزن معیارها در دو ۷ و ۸ اخیر بهترین فاصله برای ایستگاه جمع آوری پسماندهای قابل بازیافت بدست می آید جدول (۹).

جدول (۹): بهترین فاصله برای ایستگاه جمع آوری پسماندهای قابل بازیافت

|        |                                        |
|--------|----------------------------------------|
| ۰/۰۷۹۶ | فاصله با درجه عضویت ۶۵، بالای مرکز ثقل |
| ۰/۱۹۳۹ | فاصله با درجه عضویت ۶۵، پایین مرکز ثقل |
| ۰/۷۲۶۵ | فاصله با درجه عضویت ۱ واقع در مرکز ثقل |

پس از تعیین وزن‌ها نرخ سازگاری هر معیار با استفاده از رابطه (۳) محاسبه گردید. یکی از مزیت‌های فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام شده برای تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارهاست. مکانیزمی که ساعتی برای بررسی سازگاری در قضاوت‌ها در نظر گرفته است، محاسبه‌ی ضریبی به نام ضریب ناسازگاری است. که از تقسیم شاخص ناسازگاری (I.I.) به شاخص تصادفی بودن (R.I.) حاصل می‌شود. چنانچه این ضریب کوچکتر یا مساوی ۰/۱ باشد. سازگاری در قضاوت‌ها مورد قبول است وگرنه باید در قضاوت‌ها تجدیدنظر شود (Saaty, 1980). شاخص ناسازگاری (I.I.) به صورت رابطه (۳) تعریف می‌گردد:

$$I. I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad \text{رابطه (۳)}$$

$\lambda_{\max}$  بزرگترین مقدار ویژه ماتریس،  $n$  طول ماتریس و I.I شاخص ناسازگاری است. شاخص تصادفی (I.I.) به صورت رابطه (۴) تعریف می‌گردد

رابطه (۴)

$$I \cdot R = \frac{CI}{RI}$$

مقادیر این شاخص برای ماتریس‌های  $n$  بعدی مطابق جدول (۱۰) است (Kundu et al, 2017: 105).

جدول (۱۰): شاخص ناسازگاری برای ماتریس‌های تصادفی (R.I.) برای ماتریس مقایسه با ابعاد  $n$

| N    | ۱ | ۲ | ۳    | ۴   | ۵    | ۶    | ۷    | ۸    | ۹    | ۱۰   |
|------|---|---|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| R.I. | ۰ | ۰ | ۰/۵۸ | ۰/۹ | ۱/۱۲ | ۱/۲۴ | ۱/۳۲ | ۱/۴۱ | ۱/۴۵ | ۱/۴۹ |

(Kundu et al, 2017: 105)

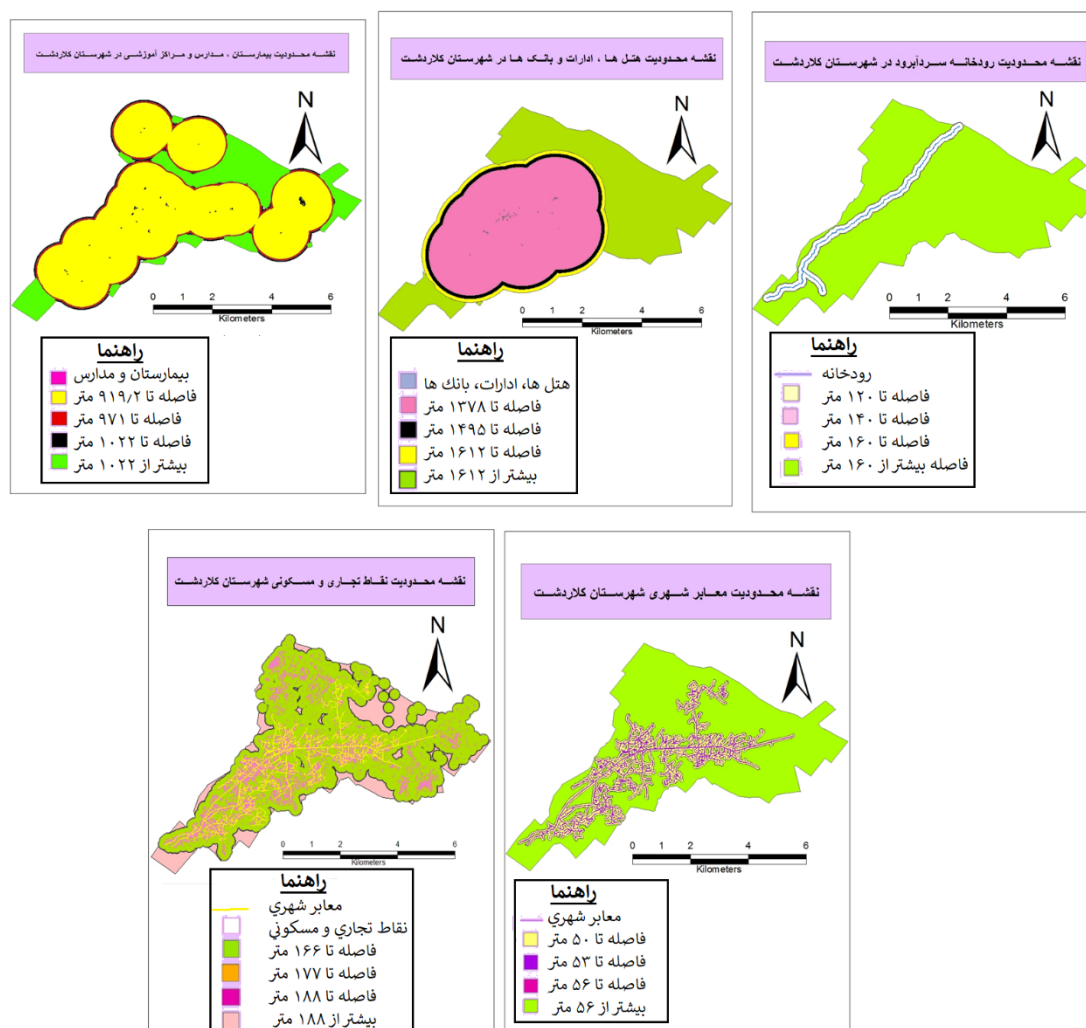
بر همین اساس مقدار نرخ سازگاری بعنوان معیار تشخیص این موضوع همانند روند فوق تعیین گردیده و به میزان ۰/۰۸۱۵ محاسبه گردیده است جدول (۱۱)، که این مقدار نشان از قضاوت درست در این مورد دارد چون کمتر از ۰/۱۰ می‌باشد.

جدول (۱۱): مقدار نرخ سازگاری برای معیارهای تعیین ایستگاه جمع‌آوری پسماندهای قابل بازیافت

| معیار       | مسکونی و تجاری | معیار شهری | رودخانه | بیمارستان، مدارس و مراکز آموزشی | هتل‌ها، ادارات و مراکز آموزشی |
|-------------|----------------|------------|---------|---------------------------------|-------------------------------|
| نرخ سازگاری | ۰/۱۳۸          | ۰/۰۴۷      | ۰/۰۰۷۹  | ۰/۰۹۴۵                          | ۰/۰۴۰۷                        |

این محاسبه نشان می‌دهد که فاصله از مرکز ثقل با درجه عضویت ۱ بهترین فاصله برای معیارهای مختلف تعیین ایستگاه جمع‌آوری پسماندهای قابل بازیافت می‌باشد. به این ترتیب مراحل مختلف AHP گروهی برای ایستگاه جمع‌آوری پسماندهای قابل بازیافت به پایان می‌رسد.

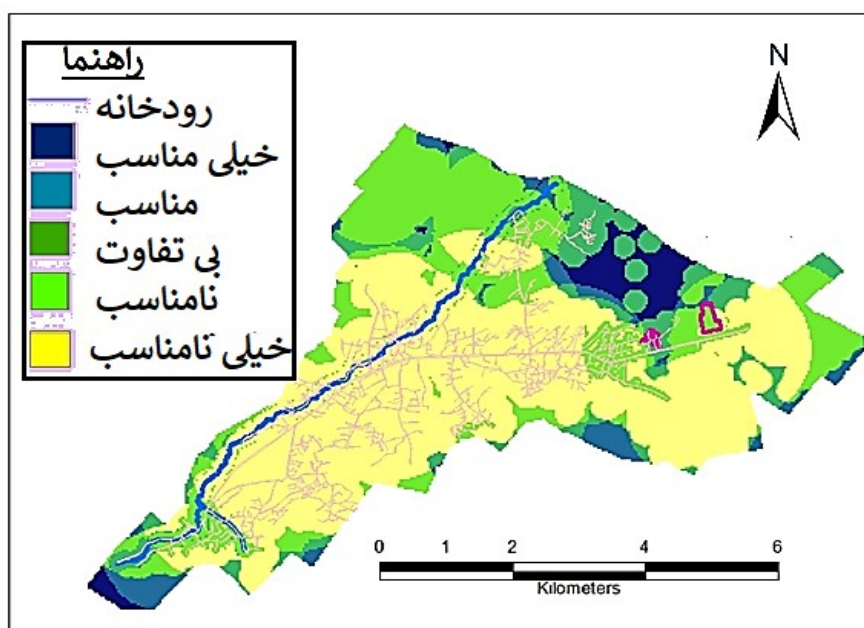
در مرحله آخر برای تهیه نقشه پهنه بندی تعیین جایگاه بازیافت پسماندها، نقشه های موضوعی هر یک از معیارها در محیط Arc/Map 10.2 به صورت رستری تهیه گردید و با توجه به محدودیت های در نظر گرفته شده برای تک تک معیارها در تعیین جایگاه بازیافت مواد اقدام به اعمال این محدودیت ها در لایه های مذکور نموده تا با اعمال این فواصل حریم آنها تولید گردد شکل (۳).



شکل (۳): نقشه تعیین محدوده معیارهای به کار رفته در تعیین جایگاه بازیافت پسماندها در کلاردشت  
( ترسیم: نگارندگان: ۱۳۹۶ )

بعد از تولید نقشه های محدودیت به شرح شکل (۳)، وزن های محاسبه شده به وسیله مدل AHP گروهی درمورد هر کدام از محدودیت های لایه های فوق در نظر گرفته شده و با ایجاد یک فیلد در جدول توصیفی (Attribute table) بنام وزن اقدام به رستری کردن آنها نمود. به این ترتیب تعداد ۵ نقشه رستری شده برای

جایگاه بازیافت پسماندها بدست می‌آید. با تلفیق و رویهم گذاری نقشه های رستری با اعمال وزن های بدست آمده از مدل AHP گروهی اقدام به Calculate raster آنها نموده که نتیجه آن به همراه پیمایش میدانی در شکل (۴)، ارائه شد.



شکل (۴). نقشه پهنه بندی استقرار جایگاه بازیافت در شهرستان کلاردشت (یافته های تحقیق: نگارندگان، ۱۳۹۶)

جدول (۱۲) مساحت پهنه های استقرار جایگاه بازیافت در شهرستان کلاردشت را نشان می دهد.

جدول (۱۲): مساحت پهنه های استقرار جایگاه بازیافت در شهرستان کلاردشت

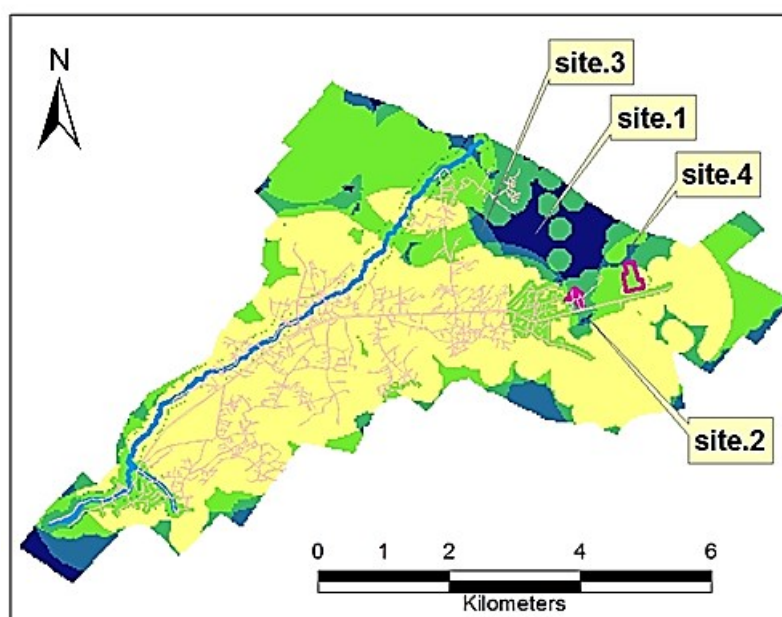
| خیلی مناسب | مناسب | بی تفاوت | نامناسب | خیلی نامناسب |                     |
|------------|-------|----------|---------|--------------|---------------------|
| ۱۷۰        | ۱۲۰   | ۲۲۰      | ۲۸۰     | ۷۴۰          | وسعت (کیلومتر مربع) |

با بررسی های علمی انجام شده با توجه به معیارهای دخیل در امر تعیین جایگاه بازیافت پسماندها مشاهده می شود که موقعیت برای ایجاد ایستگاه در سطح شهر وجود ندارد. از میان ۱۸ گزینه انتخابی استقرار ایستگاه جمع آوری مواد قابل بازیافت چهار ایستگاه مناسب تر از بقیه ایستگاه ها می باشند که در جدول (۱۳) به جایگاه آن ها اشاره شده است و در شکل (۵) نشان داده شده اند.

جدول (۱۳): آدرس بهترین نقاط استقرار جایگاه بازیافت و استقرار صنایع تبدیلی در شهرستان کلاردشت

|         |                                                                         |
|---------|-------------------------------------------------------------------------|
| Site.12 | محدوده شمالی پشت کارخانه آرمان ماسک - سمت چپ جاده کلاردشت به چالوس      |
| Site.9  | محدوده جنوبی روبروی کارخانه آرمان ماسک - سمت راست جاده کلاردشت به چالوس |
| Site.2  | محدوده شمالی انتهای خیابان ورزش - جنب site.1                            |
| Site.18 | محدوده شمالی جنب پست توزیع وانتقال برق - سمت چپ جاده کلاردشت به چالوس   |

(یافته های تحقیق: نگارندگان، ۱۳۹۶)



شکل (۵). نقشه جانمایی بهترین مناطق استقرار جایگاه بازیافت پسماندها در شهرستان کلاردشت

### نتیجه گیری

استقرار جایگاه بازیافت پسماند در مناطق شهری بدلیل اثرات مهمی که بر اکولوژی، بهداشت، منظر شهری، ترافیک، ارزش املاک و ... دارد می تواند یک عامل اختلال در سیستم شهر باشد لذا استقرار جایگاه بازیافت پسماندهای قابل بازیافت در شهر باید با مطالعات دقیق و موشکافانه انجام شود تا از گسترش ابعاد نابسامانی ها و تهدیدها بویژه از جنبه های زیست محیطی ممانعت گردد. این پژوهش در پی آن است تا بهترین و مناسب ترین مکان ها را شناسایی نموده تا با جانمایی دقیق از بروز مشکلات و معضلات پیش رو بکاهد. این صنایع بدلیل تبعات اجتماعی در نتیجه ایجاد آلودگی های زیست محیطی و ایجاد سرو صدا در صورتی که بدون مطالعه در هر مکانی استقرار یابند علاوه بر اینکه تبعات منفی را بدنبال دارند در صورت انتقال آنها به مکان های نادرست هزینه های بسیار زیادی را به صاحبان آنها تحمیل می نمایند. از این رو قبل از هرگونه فعالیتی با استفاده از نظر کارشناسان و بکارگیری تکنیک های کارآمد می بایست نسبت به برنامه ریزی دقیق در این خصوص اقدام گردد تا بهترین استراتژی فرایند انجام کار تدوین و اجرایی گردد. استفاده از تکنیک دلفی و دلفی فازی پاسخی

مناسب برای مسائلی است که دانش موجود بدلیل عدم اطلاعات کافی قادر به پاسخگویی به آنها نیست. درموردی که خبرگان رشته‌های گوناگون قادر به به ارائه پاسخ‌های قطعی نیستند کارشناسان می‌توانند با انعطاف بیشتر و به روش دلفی فازی و به صورت‌های مختلف نظرات خود را اعلام نمایند که روشی بسیار کارگشاست. کاربرد تکنیک دلفی برای شناسایی معیارها امکان بهره‌مندی از نظرات کارشناسان رشته‌های مختلف را فراهم نموده و موانع پیش‌رو از جمله اختلاف مسافت، مسئله زمان و هزینه را از میان برمی‌دارد. همچنین اعلام نظرات به صورت بازه‌ای و نه به صورت صریح و قطعی این امکان را برای کارشناسان فراهم می‌آورد، تا با فراغ‌بال و بدون تردید به اظهار نظر بپردازند که در پی آن نتایج قریب به یقین‌تر و قابل‌استنادتری حاصل می‌گردد. بنابراین فازی‌سازی فرآیند دلفی پاسخ‌های اطمینان‌بخش‌تری را موجب می‌گردد. استفاده از این تکنیک‌ها به همراه نرم‌افزارهای تحلیل مکانی نمود عملی و موثری از این تحقیق به شمار می‌رود. همچنین بازیافت امروزه در مدیریت نوین پسماند از عناصر موظف خارج شده است و به عنوان مهمترین اصل مدیریت یکپارچه پسماند در جهان مطرح می‌باشد. در کشورهای توسعه‌یافته بازیافت از شاخص‌های اساسی توسعه یافتگی شهرها محسوب می‌شود و اهمیت و جایگاه خاصی در مدیریت پسماند دارا می‌باشد. اهمیت بازیافت در شهرستان کلاردشت با توجه به شرایط خاص ناشی از عوامل ژئومورفولوژی و حضور جمعیت شناور ناشی از حضور گردشگران از اهمیت مضاعفی برخوردار می‌باشد که ضرورت اجرای طرح‌های بازیافت را صدچندان نمایان می‌سازد به عبارتی دیگر اجرای طرح‌های کلیدی مانند تفکیک از مبدا در راستای توسعه پایدار و حفظ محیط زیست این شهرها از اولویت‌های مدیریت شهری می‌باشد که نه به عنوان راهی انتخابی بلکه ضرورتی حتمی مطرح است.

### پیشنهادهای

- اختصاص صنایع تبدیلی بازیافت به وزارت صنایع (تصویب طرح، حمایت مالی و..).
- تهیه الگوهای خاص دفن بهداشتی زیاله مناسب با شرایط خاص مناطق ده گانه کشور با حمایت وزارت کشور و نظارت سازمان محیط زیست و وزارت بهداشت
- ایجاد رشته خاص مهندسی بازیافت در دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی کشور
- توجه خاص به فرهنگ مردمی و حمایت بی‌دریغ انجمن‌های غیردولتی در سطح کشور
- تثبیت پست معاونت خدمات شهری بویژه مسئولین سازمان بازیافت شهرداری‌ها به‌هنگام تعویض شهردار و شوراهای شهر تا حدود امکان

## منابع

- پاپلی یزدی، محمد حسین، وثوقی فاطمه، (۱۳۸۳)، ساماندهی صنایع بازیافت مواد زائد جامد در شهر مشهد لزوم ایجاد شهرک بازیافت. جغرافیا و توسعه، ۱۶۶: ۷-۱۴۳
- پهلوان، رضا، امید، محمود، اکرم، اسداله، نظری سامانی، علی اکبر، (۱۳۹۶)، مکانیابی ایستگاه بازیافت پسماندهای جامد شهری در شهرستان کرج با استفاده از GIS به کمک فرایند تحلیل سلسله مراتبی و منطق فازی، مهندسی بیوسیستم ایران، ۴۸(۱): ۱۴۵-۱۵۳.
- جعفری نیلوفر، منتظر غلامعلی، (۱۳۸۷)، استفاده از دلفی فازی برای تعیین سیاست های مالیاتی کشور. فصلنامه پژوهش های اقتصادی، ۸(۱): ۹۱-۱۴۴.
- ضرابی، اصغر، محمدی، جمال، آهنگری، شورش، (۱۳۹۱)، تحلیل مدیریت مواد زائد جامد شهری، با تأکید بر بازیافت زباله (مطالعه موردی: شهر بوکان)، نشریه جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۲۳(۴): ۹۱-۱۰۸.
- عبدلی، محمدعلی، (۱۳۷۰)، مدیریت مواد زائد جامد، تهران، انتشارات سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران.
- عبدلی، محمد علی، (۱۳۸۵)، طرح جامع زباله استان گیلان، تهران، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.
- موسوی میرنجف، سعیدآبادی رشید، فهر رسول، (۱۳۸۹)، مدل سازی 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 پژوهش های شهری و منطقه ای، ۲(۶): ۳۵-۵۴.
- نیک نامی، م، حافظی مقدسی، ن. (۱۳۸۹). مکان یابی محل دفن زباله های شهری در شهر گلپایگان با استفاده از سیستم GIS. فصلنامه زمین شناسی کاربردی، ۶(۱): ۶۶-۵۷.
- 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), **Development of a fuzzy multi-criteria decision support system for municipal solid waste management**. regina: a thesis in graduate, 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.
- Lin, F. and H. Ying, (2007), **Decision making in fuzzy discrete event systems**. Information Sciences, 177, 3749-3763
- Hendrix, W, (1992). **Use of GIS for selection of sites for land application of sewage waste**, J of soil and Water Conservation.3 (1): 44-51.
- Morgan, R.(2017), **An investigation of constraints upon fisheries diversification using the Analytic Hierarchy Process (AHP)**. Journal Marine Policy, (86), 24–30.
- petroni A. and A. Rizzi, (2002), **Fuzzy logic based methodology to rank shop floor dispatching rules**. International Journal of Production Economics, 76, 99- 108.
- Satty, T. 1980, **The Analytical Hierarchy Process, Planning Priority, Resiurce Allocation** TWS Publications, USA

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

Vastava, Sh. (2003). **Selection of potential waste disposal sites around Ranchi urban complex using remote sensing and GIS techniques**, urban planning map Asia conference.

XinXiao, Jia. MichaelSiu, Kin Wai.2018, **Challenges in food waste recycling in high-rise buildings and public design for sustainability: A case in Hong Kong**, Resources, Conservation and Recycling. **131**, 172-180