

دوفصلنامه علمی - پژوهشی

## «جغرافیای اجتماعی شهری»

دانشگاه شهید باهنر کرمان

سال ۵، شماره ۱، پیاپی ۱۲، بهار و تابستان ۱۳۹۷

### بررسی نقش عوامل اجتماعی، فرهنگی و کالبدی در استقرار ایستگاه‌های جمع‌آوری‌کننده پسماندهای شهری (نمونه موردی شهر مشهد)<sup>۱</sup>

دکتر رستم صابری‌فر<sup>۲</sup>

دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه پیام نور

حمید صادقی حصار

کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه پیام نور

#### چکیده

بررسی حاضر، نقش عوامل مختلف در ساماندهی ایستگاه‌های پسماند خشک در شهر مشهد را با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS مورد تحقیق قرار داد. اطلاعات مورد استفاده به صورت اسنادی و مصاحبه حضوری با کارشناسان جمع‌آوری شد؛ سپس ایستگاه‌های ثابت مبادله پسماندهای خشک، به تفکیک مناطق مختلف مشهد بر روی نقشه مشخص گردید؛ همچنین سطح درآمد ایستگاه و میزان مراجعه مردم، به عنوان شاخص موفقیت ایستگاه در جلب مشارکت‌های مردمی در نظر گرفته شد؛ سپس، لایه‌های مختلف اطلاعاتی بر مبنای شاخص‌های سطح سواد و آموزش‌های زیست‌محیطی، جمعیت، سطح توسعه‌یافتگی مناطق، نسبت پسماندهای خشک به کل پسماند، شبکه دسترسی‌ها، فعالیت بخش سنتی، فاصله ایستگاه‌های موجود از یکدیگر و همچنین تمایل مردم به امر مشارکت در اجرای این طرح ایجاد گردید و میزان تأثیرگذاری این مؤلفه‌ها در مشارکت و درآمدزایی ایستگاه‌های پسماند برای مکان‌یابی ایستگاه‌های جدید، مورد توجه قرار گرفت. نتایج این تحقیق، مناطق ۱، ۸، ۹ و ۱۱ را به عنوان مکان‌های مناسب ایجاد ایستگاه‌های جدید جمع‌آوری پسماند خشک پیشنهاد نمود؛ علاوه بر آن، مشخص گردید که از نظر کارشناسان، سواد و آموزش‌های زیست‌محیطی و سطح توسعه‌یافتگی، بالاترین تأثیرگذاری را به خود اختصاص داده است.

واژه‌های کلیدی: مشارکت، ایستگاه‌های مبادله، پسماندهای خشک، مکان‌یابی.

## مقدمه

رشد سریع جمعیت و افزایش مواد مصرفی که از نتایج پیشرفت و توسعه در سال‌های اخیر هستند، موجب ازدیاد روزافزون زباله‌های شهری شده‌است. گسترش صنایع و بسط و توسعه شهرنشینی، موضوع جمع‌آوری، دفع یا استفاده مجدد از زباله‌های شهری را به صورت مسئله‌ای بغرنج در آورده است (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۱۴). این واقعیتی غیرقابل انکار است که نظام مدیریتی مواد زائد شهری ایران، در شرایطی نسبتاً بحرانی و به دور از وضعیت مطلوب قرار دارد و با تغییر الگوی مصرف، ابعاد و زوایای گسترده‌تری پیدا نموده است (حاتمی‌منش، ۱۳۹۴: ۵۷). یکی از مطلوب‌ترین روش‌های مدیریت مواد زائد، بازیافت مواد خشک و قابل استفاده موجود در پسماندهاست که علاوه بر صرفه‌جویی در هزینه‌های تولید مجدد این مواد مصرفی و دفن آنها، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و نیز درآمدهای ناشی از بازیافت را به دنبال دارد.

در حقیقت، مدیریت و بازیافت مواد زائد جامد، به دلیل کاهش حجم و وزن زباله‌های موجود و تسهیل مراحل جمع‌آوری و دفن و امکان استفاده مجدد از مواد به شکل مفید، اهمیت بسیاری دارد (کریم‌زادگان و همکاران، ۱۳۸۳: ۹۸).

در بین روش‌های بازیافت، یکی از مفیدترین روش‌ها در زمینه استفاده مجدد از زباله‌های خشک، تفکیک از مبدأ به وسیله شهروندان است. طرح تفکیک زباله از مبدأ در شهر مشهد از سال ۱۳۷۷ آغاز گردید و روند رشد و توسعه آن در طی ۱۲ سال گذشته، تحولات بسیاری را شاهد بوده است؛ به طوری که از جمع‌آوری زباله‌های خشک شهروندان از درب منازل در سال ۱۳۷۷ آغاز گردیده و در حال حاضر، فعالیت‌هایی همچون جمع‌آوری کاغذهای باطله ادارات از طریق نصب ظروف مخصوص، ایجاد ایستگاه‌های مبادله کاغذ باطله با بن خرید کتاب و لوازم‌التحریر، ایستگاه‌های مبادله زباله خشک با کالا در مدارس، ایستگاه‌های ثابت مبادله زباله خشک در سطح شهر و ساماندهی و کنترل دوره‌گردها و بازیافت‌کنندگان سنتی را دربرمی‌گیرد (کاظمی‌خیبری، ۱۳۸۶: ۳۷). بر اساس آمار سال ۱۳۹۵ در سطح شهر مشهد، حدود دو هزار تن زباله تولید شده‌است که از این میزان، حدود ۷۵ درصد آن را زباله‌های خانگی تشکیل می‌دهد که تنها ۳ درصد از مبدأ تفکیک شده‌است (شهرداری مشهد، ۱۳۹۶: ۱۹۵). این مسئله، بر پایین بودن سطح فعالیت‌های بازیافت در سطح شهر مشهد اشاره داشته و نیاز به مدیریت بهتر پسماندهای شهری را بیش از پیش نمایان می‌سازد.

یکی از روش‌های تفکیک از مبدأ، ایستگاه‌های مبادله پسماندهای خشک بوده که در سال ۱۳۸۶ به وسیله سازمان مدیریت پسماندهای شهری مشهد به اجرا گذاشته شده‌است. اجرای این روش، علاوه بر ترغیب شهروندان به تفکیک پسماندهای تولیدی، امکان دریافت و استفاده مناسب از مواد فسادناپذیر پسماندهای شهری را فراهم آورده و از بازیافت غیربهداشتی این مواد به وسیله عوامل سنتی نیز جلوگیری می‌نماید. با توجه به اینکه گسترش اجرای این طرح و موفقیت آن، نیازمند مکان‌یابی دقیق ایستگاه‌های دریافت

پسماند خشک بر مبنای ویژگی‌های فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی هر منطقه است، مطالعه حاضر به ساماندهی و مکان‌یابی ایستگاه‌های مبادله پسماندهای خشک شهری در شهر مشهد با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌پردازد و قصد دارد نقش عوامل مختلف به خصوص سواد و آموزش‌های زیست‌محیطی در ساماندهی ایستگاه‌های جمع‌آوری پسماندهای خشک را مشخص نماید.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که مکان‌یابی ایستگاه‌های دریافت پسماند خشک با وجود اهمیت فراوان در امر تفکیک و بازیافت پسماندهای شهری، کمتر مورد توجه قرار گرفته است و بیشتر مطالعات انجام شده، به تعیین مکان مناسب دفن پسماندها پرداخته است. در این زمینه می‌توان به مطالعات انجام گرفته به وسیله معین‌الدینی و همکاران (۱۳۹۰)، متکان و همکاران (۱۳۸۷)، پوراحمد و همکاران (۱۳۸۶)، خورشیددوست و عادل (۱۳۸۸)، صیحانی پرشکوه و همکاران (۱۳۹۱)، نیکنامی و حافظی‌مقدس (۱۳۸۹) و علی‌اکبری و لیوانی (۱۳۹۱) در خصوص مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهرهای کرج، تبریز، بابلسر، بناب، حاجی‌آباد، گلپایگان و بهشهر اشاره نمود؛ همچنین رفیعی و همکاران (۱۳۹۲) و صابری‌فر (۱۳۹۰) نیز، مطالعاتی در زمینه تمایل و مشارکت خانوارهای شهری نسبت به تفکیک زباله از مبدأ انجام داده‌اند.

در بخش مطالعات خارجی نیز، توجه به مقوله بازیافت پسماندهای خشک بسیار زیاد بوده است؛ اما تشریح و تبیین نقش آموزش و قابلیت ایستگاه‌های جمع‌آوری پسماندهای خشک، در تفکیک این مواد چندان زیاد نیست. معدود مطالعات صورت گرفته در این حوزه عبارتند از: نوکوسکی (۲۰۱۸) و آرمینگتون و چن (۲۰۱۸). سایر مطالعات عمدتاً به تفکیک و بهره‌مندی از زباله‌های شهری، به خصوص بازیافت انرژی از آن‌ها توجه داشته‌اند که از آن میان می‌توان به ملنوسکایت و همکاران (۲۰۱۷)، جیانگ و همکاران (۲۰۱۷)، وانگ و همکاران (۲۰۱۸) و یانگ و همکاران (۲۰۱۸) اشاره نمود.

با توجه به اهمیت ایستگاه‌های دریافت پسماند خشک در جمع‌آوری مواد قابل بازیافت شهری و افزایش تعداد آنها در طی سال‌های اخیر، انتظار می‌رود انجام‌دادن این بررسی به عنوان مقدمه‌ای برای برنامه‌ریزی بهتر و مکان‌یابی دقیق‌تر ایستگاه‌های ثابت جمع‌آوری، به وسیله طرح تفکیک از مبدأ و گسترش فرهنگ تفکیک پسماندهای شهری در بین مردم راه‌گشا بوده و زمینه‌ساز تحقیقات گسترده‌تری شود.

## داده‌ها و روش‌شناسی

این مطالعه به روش توصیفی و تحلیلی و در شهر مشهد در استان خراسان رضوی انجام شده است. شهر مشهد با حدود ۳ میلیون نفر جمعیت، اگرچه از نظر سرانه تولید زباله (حدود ۷۰۰ گرم برای هر نفر)، از سطح متوسط ملّی پایین‌تر است؛ ولی در سطح بین‌الملل جایگاه مناسبی نداشته و تقریباً سرانه تولید زباله در آن، دو برابر متوسط جهانی است (رهنما و دیگران، ۱۳۹۱: ۳۰۷)؛ در واقع، روزانه بیش از دو هزار تن زباله در مشهد تولید می‌شود که این میزان در تابستان و اوج حضور زائران، به بیش از ۳ هزار تن می‌رسد و بخش

قابل ملاحظه‌ای از آن تفکیک نشده و مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. این در حالی است که حدود ۵۰ درصد (جدول ۱) از زیالیه تولیدشده در این شهر قابل تبدیل به کمپوست است (شهرداری مشهد، ۱۳۹۶: ۱۹۵).

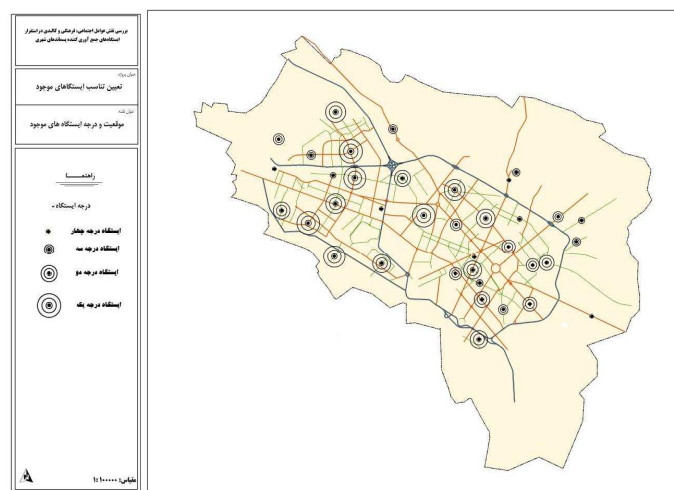
جدول ۱- درصد مواد قابل کمپوست، ارزشمند و دور ریختنی شهر مشهد

شرح	قابل کمپوست	مواد ارزشمند	دور ریختنی	شیرابه
فروردین	۵۰	۱	۴۴	۵
اردیبهشت	۵۱	۲	۴۲	۵
خرداد	۴۶	۲	۴۶	۶
تیر	۳۶	۲	۵۷	۵
مرداد	۴۸	۱	۴۵	۶
شهریور	۵۲	۲	۴۱	۵
مهر	۵۰	۳	۴۱	۶
آبان	۵۲	۳	۴۱	۵
آذر	۵۰	۳	۴۴	۳
دی	۴۹	۲	۴۶	۳
بهمن	۵۱	۲	۴۴	۳
اسفند	۵۷	۲	۳۷	۴
کل سال	۴۹	۲	۴۴	۵

(مأخذ: شهرداری مشهد، ۱۳۹۶: ۲۳)

اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق، به صورت کتابخانه‌ای و مصاحبه حضوری با ۲۳ نفر از کارشناسان طرح تفکیک مدیریت پسماند شهر مشهد که حداقل ۱۰ سال سابقه فعالیت داشتند، در سال ۱۳۹۶ جمع‌آوری شده است. در این بررسی که روزآمدشده مطالعات صابری‌فر و همکاران (۲۰۱۵)، گلریزضیایی و همکاران (۱۳۹۱) و حسین‌پور و همکاران (۱۳۹۱) است، ضمن بهره‌مندی از این یافته‌ها، سایر مطالعات مرتبط نیز مورد استفاده قرار گرفته است؛ به عنوان مثال، اطلاعات مربوط به شاخص‌های سطح سواد و جمعیت مناطق مختلف از آمارنامه شهر مشهد، سطح توسعه‌یافتگی مناطق از تحقیق انجام گرفته به وسیله شاهنوشی و همکاران (۱۳۸۵)، آنالیز فیزیکی پسماندهای خشک از سازمان بازیافت و همچنین فعالیت‌های بخش سنتی، تمایل مردم به امر مشارکت در اجرای طرح تفکیک از مبدأ، از مطالعه رفیعی و همکاران (۱۳۹۲) و صابری‌فر (۱۳۹۰) و میزان دریافت آموزش‌های زیست‌محیطی با استفاده از مصاحبه‌های اکتشافی با کارشناسان مدیریت پسماندهای شهری به دست آمده است.

همان‌طور که بیان شد، در این زمینه مطالعات متعددی صورت گرفته که اغلب آنها تنها بخشی از شهر مشهد را مورد بررسی قرار داده و حتی در مواردی که تمام مناطق آن را مد نظر داشته‌اند، با ایستگاه‌های معدودی این روند را پیگیری نموده‌اند. در این مطالعه، نخست روند تغییرات ایستگاه‌های ثابت مبادله پسماندهای خشک بررسی شده و در نهایت، آخرین اطلاعات آن که مربوط به سال ۱۳۹۶ و به تعداد ۳۵ ایستگاه بوده، اخذ شده و چگونگی استقرار آنها در شهر مشهد بر روی نقشه معین گردیده‌است (نقشه ۱).



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های ثابت مبادله پسماندهای خشک (ترسیم: نگارندگان)

همچنین سطح درآمد ایستگاه و میزان مراجعه مردم، به عنوان شاخص موفقیت ایستگاه در جلب مشارکت‌های مردمی در نظر گرفته شد. برای کسب اطلاع از ارتباط بین معیارهای مورد بررسی با میزان مشارکت در تحویل پسماندهای خشک شهری به ایستگاه‌ها، لایه‌های مختلف اطلاعاتی بر مبنای شاخص‌های سطح سواد و آموزش‌های زیست‌محیطی، جمعیت، سطح توسعه‌یافتگی مناطق، نسبت پسماندهای خشک به کل پسماند (به عنوان شاخصی از سطح رفاه مردم یک منطقه)، شبکه دسترسی‌ها، فعالیت بخش سنتی، فاصله ایستگاه‌های موجود از یکدیگر و همچنین تمایل مردم به امر مشارکت در اجرای این طرح ایجاد گردید و میزان تأثیرگذاری این مؤلفه‌ها در مشارکت و درآمدزایی ایستگاه‌های پسماند برای مکان‌یابی ایستگاه‌های جدید مورد توجه قرار گرفت. فاصله ایستگاه‌ها از هم نیز، به وسیله چند ضلعی‌های تیسن در نظر گرفته شد و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، شعاع مؤثر هر ایستگاه تعیین و مکان‌یابی در فضاهای نیازمند و با تراکم کمتر مشخص گردید؛ در این خصوص، پس از تشکیل بانک اطلاعاتی و بررسی‌های به عمل آمده، کلیه شاخص‌هایی که ارتباط مستقیمی با افزایش سطح مشارکت مردم داشتند، تعیین و میزان تأثیرگذاری آنها نیز به وسیله کارشناسان خبره، وزن‌دهی شد و با استفاده از توابع تحلیلی GIS، مکان‌های مناسب برای ایجاد ایستگاه‌های جدید مشخص گردید.

**بحث**

با توجه به هدف مطالعه، در این بررسی اطلاعات متعدد و زیادی جمع‌آوری شد که برای جلوگیری از افزایش حجم مقاله، خلاصه‌ای از آن‌ها به شرح زیر ارائه می‌گردد:

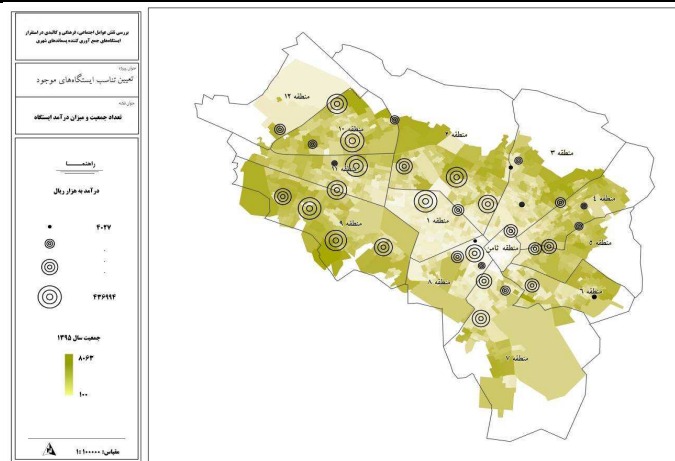
**میزان جمعیت**

با مقایسه میزان درآمد حاصل از ایستگاه‌های سطح شهر با میزان جمعیت محدوده‌های نزدیک آنها، می‌توان به این نتیجه رسید که به طور کلی با افزایش جمعیت، میزان زباله تحویلی به ایستگاه‌ها نیز افزایش می‌یابد. برای لحاظ کردن شاخص جمعیت، از لایه حوزه‌های آماری سرشماری سال ۱۳۹۵ نفوس و مسکن مرکز آمار ایران استفاده گردید.

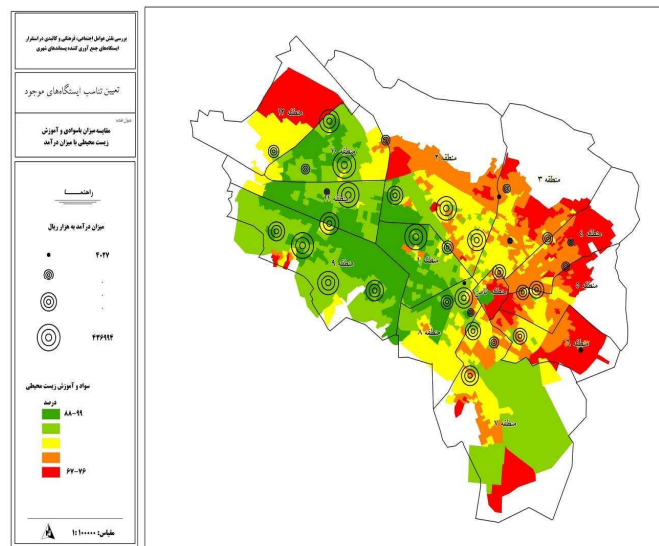
برای دسته‌بندی میزان جمعیت، از روش تفکیک‌های طبیعی با تعداد کلاس عارضه استفاده شد؛ سپس به اولین دسته که شامل بیش‌ترین جمعیت بود عدد ۵ و به کم‌ترین دسته، عدد ۱ اختصاص داده شد؛ به همین صورت، دسته ۲، ۳ و ۴ نیز امتیازدهی گردید. امتیاز کلی شاخص جمعیت در بین شاخص‌های دیگر نیز، بنا به نظر کارشناسان خبره برابر ۱۴ در نظر گرفته شد. نقشه (۲)، میزان جمعیت و موفقیت ایستگاه‌های دریافت پسماند خشک را در میزان جذب پسماند نشان می‌دهد.

**سواد و آموزش‌های زیست محیطی**

سواد و آموزش‌های زیست محیطی، نقش غیرقابل انکاری در تفکیک و تحویل زباله‌های تولیدی داشته و می‌تواند بسیاری از انگیزه‌های منفی را خنثی نموده و انگیزه‌های مثبت را چند برابر سازد (صابری فر، ۱۳۹۰: ۳۷۵)؛ به همین جهت، به این عامل توجه ویژه‌ای مبذول می‌گردد. برای تهیه این لایه نیز، همانند قسمت قبل عمل شد. در مقایسه این لایه با میزان موفقیت ایستگاه‌های دریافت پسماند خشک، می‌توان به رابطه مستقیم بین آنها پی‌برد؛ بر این اساس، برای این لایه نیز، ۵ دسته در نظر گرفته شد و با توجه به رابطه مستقیم بین میزان سواد و آموزش‌های زیست محیطی با موفقیت ایستگاه‌های دریافت پسماند خشک موجود، به حوزه با بیش‌ترین نسبت باسوادی و دریافت آموزش‌های زیست محیطی، عدد ۵ اختصاص یافت؛ به همین صورت، امتیاز دسته‌های بعدی نیز، به صورت کاهشی و تا عدد ۱ مرتب شد. امتیاز کلی این شاخص نیز، در بین شاخص‌های دیگر بنا به نظر کارشناسان خبره برابر ۲۵ در نظر گرفته شد.



شکل ۲- ارتباط بین تراکم جمعیت و میزان موفقیت ایستگاه‌های دریافت پسماند (ترسیم: نگارندگان)



شکل ۳- ارتباط بین سواد و آموزش‌های زیست‌محیطی و میزان موفقیت ایستگاه‌ها (ترسیم: نگارندگان)

### فاصله ایستگاه‌های موجود از یکدیگر

بدیهی است که رعایت فاصله بین ایستگاه‌های موجود و پیشنهادی باید به گونه‌ای باشد که احداث ایستگاه جدید، تأثیر منفی بر دیگر ایستگاه‌ها نداشته باشد؛ در حقیقت، نزدیکی ایستگاه‌ها در صورت عدم توجه‌پذیری از جنبه‌های اقتصادی - زیرساختی و ...، باعث عدم کارایی ایستگاه‌ها می‌گردد. برای کاهش تأثیر این عامل در محدوده‌های پیشنهادی جدید، از دو روش استفاده شد.

در روش نخست، با بررسی فاصله بین ایستگاه‌های موجود و درآمدهای حاصله و با استفاده از نظر کارشناسان مسئول در این زمینه، ملاحظه شد که به‌طور معمول نباید ایستگاه‌ها در شعاع حداقل ۱۰۰۰ متری از هم قرار گیرند. با توجه به این عدد، لایه فاصله ایستگاه‌ها از هم با ایجاد یک حریم به شعاع ۱۰۰۰ متری از مرکز هر یک از ایستگاه‌های موجود تعریف شد. به محدوده‌های موجود در این حریم، وزنی معادل ۱ و

محدوده‌های خارج از آن نیز وزن ۲ اختصاص داده شد. امتیاز کلی شاخص فاصله ایستگاه‌ها از یکدیگر نیز، بنا به نظر کارشناسان خبره برابر ۱۲ در نظر گرفته شد.

در روش دوم، برای لحاظ کردن شاخص فاصله بین ایستگاه‌ها، از تابع شبکه‌های تیسن از مجموعه ابزارهای موجود در آرک تول باکس نرم‌افزار Arc GIS استفاده شد. این تابع برای یافتن محدوده اثر بین چندین منبع فرضی، کاربرد دارد؛ به بیان روشن‌تر، این تابع بیان می‌دارد که نزدیک‌ترین ایستگاه در محدوده مورد نظر کدام ایستگاه است. بزرگی این چند ضلعی‌ها، نشان‌دهنده کمبود ایستگاه و کوچکی آنها بیان‌کننده وجود ایستگاه‌های زیاد در فاصله کم از هم است. امتیاز کلی شاخص فاصله ایستگاه‌ها نیز در بین شاخص‌های دیگر بنا به نظر کارشناسان خبره، برابر ۱۲ در نظر گرفته شد. نقشه (۴) میزان حریم ۱۰۰۰ متری هر ایستگاه و نقشه (۵)، چند ضلعی‌های تیسن برای هر ایستگاه و موفقیت ایستگاه‌های دریافت پسماند خشک را نشان می‌دهد.

#### موقعیت قرارگیری ایستگاه‌های موجود در معابر شهری

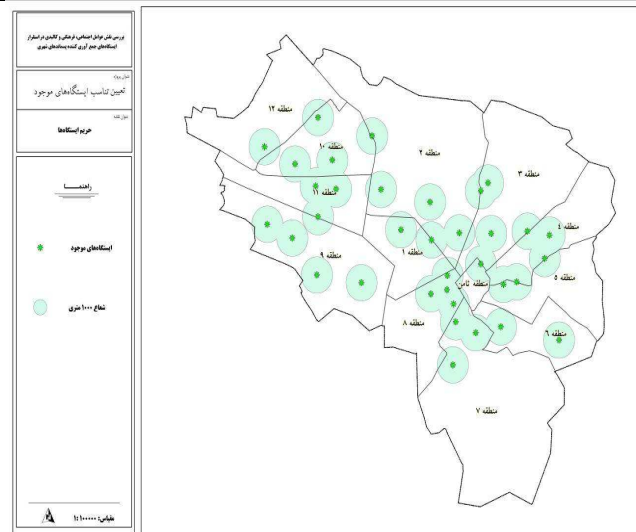
به طور معمول، مردم تمایل دارند زباله تفکیک‌شده خود را به نزدیک‌ترین ایستگاه که در موقعیت نسبتاً مناسبی قرار دارد، تحویل دهند؛ به همین دلیل، ایستگاه‌هایی که در حاشیه خیابان‌های اصلی مستقر شده‌اند، امکان دسترسی مناسب‌تری را در اختیار شهروندان قرار می‌دهند. با مقایسه مکان قرارگیری ایستگاه‌های دریافت پسماند خشک موفق در شهر مشهد، می‌توان به این نتیجه رسید که اکثر ایستگاه‌ها در خیابان‌های شریانی درجه ۲ قرار گرفته‌اند (جدول ۲).

علاوه بر آن، با بررسی بیشتر معلوم گردید که مکان اکثر ایستگاه‌ها در فاصله ۱۵۰ متری از خیابان‌های شریانی درجه ۲ یا ۵۰ متری از خیابان‌های جمع و پخش‌کننده قرار گرفته‌است؛ از این رو، با استفاده از تابع ایجاد حریم در نرم‌افزار Arc GIS، مکان‌های مناسب برای ایستگاه‌های جدید در فاصله ۱۵۰ متری از خیابان‌های شریانی درجه ۲ و ۵۰ متری از خیابان‌های جمع و پخش‌کننده ایجاد شد.

جدول ۲- میزان درآمد و وزن پسماند نسبت به موقعیت قرارگیری در معابر شهری

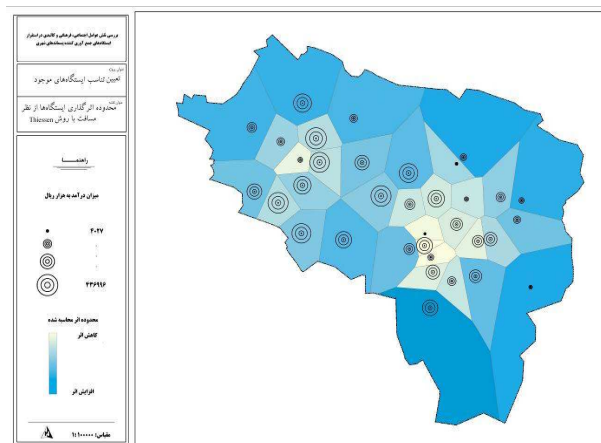
وزن پسماند		درآمد		تعداد ایستگاه		نوع معبر شهری
درصد	تن	درصد	میلیون ریال	درصد	تعداد	
۷۲٪	۲۷۹۵	۷۲٪	۲۲۰۷	۶۶٪	۲۳	شریانی درجه ۲
۲۸٪	۱۰۷۲	۲۸٪	۸۷۵	۳۴٪	۱۲	جمع و پخش‌کننده
۱۰۰٪	۳۸۶۷	۱۰۰٪	۳۰۸۲	۱۰۰٪	۳۵	جمع





شکل ۴- حریم ۱۰۰۰ متری هر ایستگاه (ترسیم: نگارندگان)

ارزش حریم خیابان‌های شریانی معادل ۲، ارزش حریم خیابان‌های جمع و پخش‌کننده نیز معادل ۱ در نظر گرفته شد. امتیاز کلی شاخص موقعیت قرارگیری ایستگاه‌ها در بین شاخص‌های دیگر بنا به نظر کارشناسان خبره، برابر ۱۵ منظور شد. نقشه (۶)، میزان موفقیت ایستگاه‌های دریافت پسماند خشک را در جذب پسماند خشک نسبت به موقعیت قرارگیری در انواع معابر شهری نشان می‌دهد.



شکل ۵- چند ضلعی‌های تیسن برای هر ایستگاه و موفقیت آنها (ترسیم: نگارندگان)

### آنالیز فیزیکی زباله خشک در مناطق

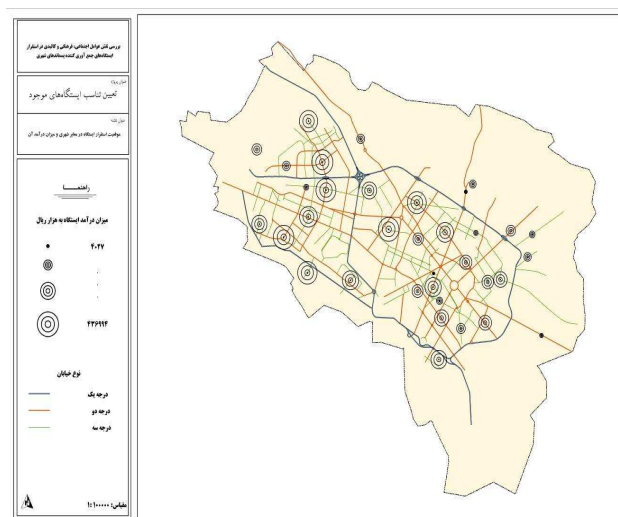
برای ایجاد ایستگاه‌های تحویل زباله خشک شهری، وجود حداقلی از زباله قابل تفکیک و بازیافت، ضرورت دارد؛ به همین دلیل، قبل از هر نوع مطالعه‌ای، باید این وضعیت به‌طور دقیق مورد بررسی قرار گیرد. در مطالعه حاضر و برای دسترسی به این هدف مهم، آنالیز فیزیکی زباله خشک در مناطق انجام شد. به این

منظور و برای تشکیل لایه پسماند خشک قابل‌بازیافت در هر منطقه، اطلاعات مربوط به آنالیز فیزیکی پسماندها به تفکیک مناطق تهیه شد.

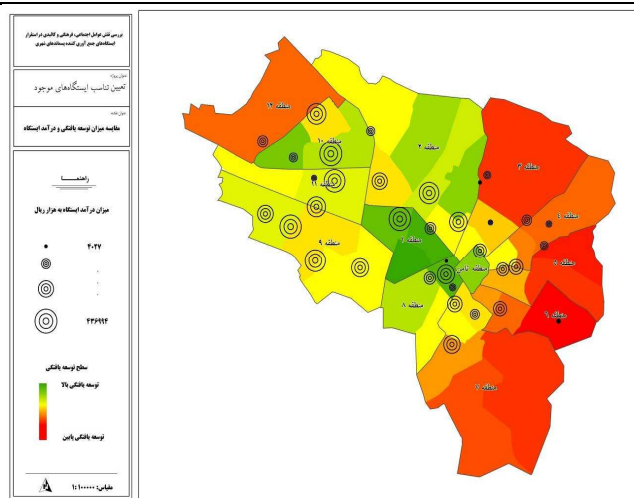
نتایج آنالیز نشان داد که مناطق ۱ و ۹ بیش‌ترین پسماند خشک قابل‌بازیافت در مبدأ را دارند. با توجه به اینکه افزایش میزان پسماند خشک قابل‌بازیافت در یک منطقه، توجیه مناسبی برای ایجاد ایستگاه جدید دریافت پسماند خشک است، به مناطق با سهم بیشتر، وزن بالاتری داده شد؛ در نهایت به مناطق ۱ و ۹ وزن ۵، مناطق ۸ و ۱۱ و ۱۲ و ۳، مناطق ۲، ۳، ۴، ۷ و ۱۰ وزن ۲ و به منطقه ۶ که کم‌ترین مقدار پسماند خشک قابل‌بازیافت را داشت، وزن ۱ نسبت داده شد. امتیاز کلی این شاخص بنا به نظر کارشناسان خبره، برابر ۱۴ در نظر گرفته شد.

### سطح توسعه‌یافتگی نواحی

در این زمینه، از کار شهنوشی و همکاران (۱۳۸۵) برای تعیین سطح توسعه‌یافتگی نواحی شهر مشهد استفاده شد. با مقایسه بین میزان توسعه‌یافتگی نواحی با میزان موفقیت ایستگاه‌های موجود، می‌توان به وجود یک رابطه مستقیم بین این معیارها پی‌برد؛ به این معنی که با افزایش سطح توسعه‌یافتگی، میزان موفقیت ایستگاه‌ها نیز بیشتر می‌گردد؛ بنابراین، در ساخت لایه توسعه‌یافتگی، ابتدا تمام نواحی در ۵ دسته طبقه‌بندی و وزن هر کدام تعیین گردید. به نواحی با بیش‌ترین سطح توسعه‌یافتگی، وزنی معادل ۵ و به سایر طبقات، عددی بین ۴ تا ۱ اختصاص یافت. امتیاز کلی شاخص توسعه‌یافتگی در بین شاخص‌های دیگر بنا به نظر کارشناسان خبره، برابر ۲۵ در نظر گرفته شد (نقشه ۷).



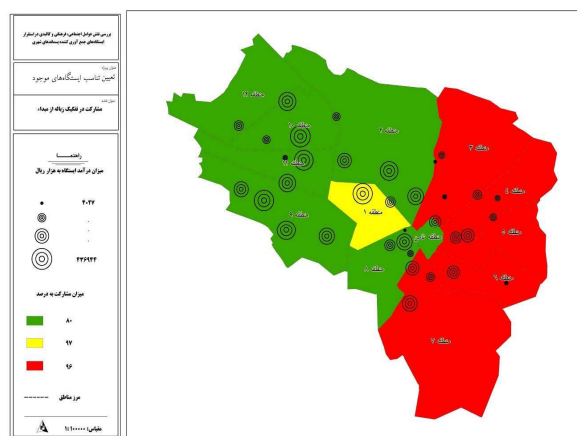
شکل ۶- موفقیت ایستگاه‌ها و موقعیت آنها در انواع معابر شهری (ترسیم: نگارندگان)



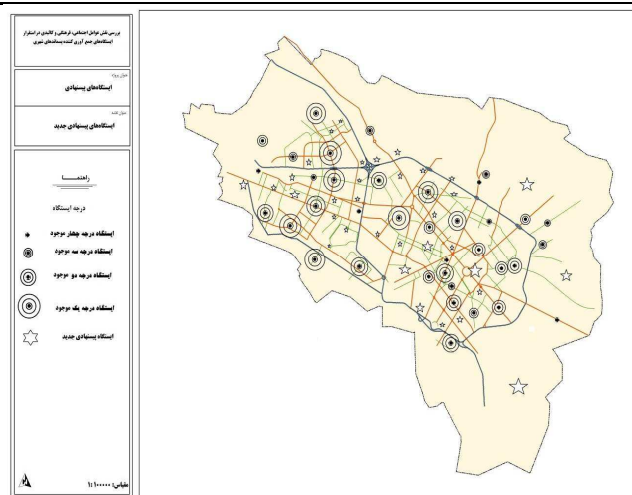
شکل ۷- میزان سطح توسعه‌یافتگی مناطق در مقایسه با میزان درآمد ایستگاه‌ها (ترسیم: نگارندگان)

### میزان مشارکت خانوارها در تفکیک زباله در سطح منطقه

با توجه به اطلاعات موجود در این زمینه، داده‌های اصلی مورد نیاز در این بخش از تحقیقات قبلی به‌دست آمد؛ به همین منظور در این زمینه، از شاخص میزان مشارکت شهروندان که به‌وسیله رفیعی و همکاران (۱۳۹۲) و همچنین مطالعه صابری‌فر (۱۳۹۰) تهیه شده بود، استفاده شد. با توجه به جمیع فاکتورهای مورد استفاده در این مطالعات و همچنین اطلاعات میدانی، نقشه‌های مورد نیاز تهیه گردید. نتایج نشان داد که برخلاف انتظار، مناطق با توسعه‌یافتگی متوسط، بیش‌ترین مشارکت را داشته‌اند؛ به همین دلیل و با توجه به سایر اطلاعات موجود، در تهیه لایه مربوط به این شاخص، بیش‌ترین وزن ۳ به مناطق با توسعه‌یافتگی متوسط اختصاص پیدا کرد و وزن محدوده‌های توسعه‌یافتگی زیاد و توسعه‌یافتگی کم نیز، به ترتیب ۲ و ۱ تعیین شد. امتیاز کلی شاخص میزان مشارکت خانوارها در بین شاخص‌های دیگر بنا به نظر کارشناسان خیره، برابر ۱۰ در نظر گرفته شد (نقشه ۸).



شکل ۸- مشارکت خانوارها در تفکیک زباله در مقایسه با میزان درآمد ایستگاه‌ها (ترسیم: نگارندگان)



شکل ۹- ایستگاه‌های پیشنهادی جدید (ترسیم: نگارندگان)

### نتیجه گیری

با وجود آنکه تعداد ایستگاه‌های ثابت مبادله پسماندهای خشک از ۳ ایستگاه در ابتدای طرح، به بیش از ۳۵ ایستگاه در حال حاضر افزایش پیدا نموده‌است، نتایج این بررسی نشانگر آن است که این تعداد باید به بیش از دو برابر افزایش پیدا کند؛ چراکه در شرایط موجود، ایستگاه‌هایی که به جمعیتی کمتر از ۵۰ هزار نفر خدمت‌رسانی می‌کنند، بالاترین راندمان را نشان داده و ایستگاه‌هایی که محدوده عملکرد آنها زیر ۵ کیلومترمربع است، موفقیت بیشتری به دست آورده‌اند؛ بر این اساس و با توجه به جمعیت ۳ میلیون نفری شهر مشهد و وسعت حدود ۳۰۰ کیلومترمربعی آن، در صورت ثابت بودن سایر شرایط، وجود ۷۰ ایستگاه در این شهر می‌تواند ایده‌آل‌ترین شرایط را برای خدمات‌رسانی فراهم آورد؛ البته همان‌طور که در بخش قبل بیان شد، تلاش در جهت ارائه آموزش‌های زیست‌محیطی و سایر مؤلفه‌های مورد اشاره، می‌تواند نیاز به ایستگاه‌ها را تا حدودی تحت‌تأثیر قرار دهد که چگونگی تأثیر و میزان اثر آنها باید در مطالعات مستقلی مورد توجه قرارگیرد؛ علاوه بر آن و با توجه به شرایط اقتصادی و اجتماعی ساکنان مناطق سیزده‌گانه شهر، ضرورت بازنگری در استقرار ایستگاه‌های موجود و دقت نظر در استقرار موارد جدید، به‌خوبی احساس می‌شود؛ در واقع، نتایج تحلیل‌های صورت‌گرفته نشانگر آن است که سطح توسعه و میزان سواد و دریافت آموزش‌های زیست‌محیطی از نظر کارشناسان در بین شاخص‌های مورد بررسی، بالاترین اهمیت را به خود اختصاص داده و بیانگر آن است که توجه به این عوامل می‌تواند بسیاری از موانع را برای ارائه پسماندهای خشک به ایستگاه‌های موجود تحت‌تأثیر قرار دهد.

با وجود این، ساکنان این مناطق در کنار توجه به ارزش‌های زیست‌محیطی، به صرفه‌جویی‌های مربوط به زمان و ... نیز تأکید نموده و در صورتی که به این عوامل توجه نشود، انگیزه‌های آنها برای تحویل پسماندهای خشک، تحت‌تأثیر قرار خواهد گرفت. یافته‌های این بررسی نشانگر آن است که در حال حاضر، بیش‌ترین

تراکم ایستگاه‌ها در مناطق کمتر توسعه‌یافته بوده و مشوق‌های مادی، بالاترین اثر را در موفقیت ایستگاه‌ها داشته‌است؛ به همین منظور، ضروری است تا ایستگاه‌های جدیدی در نقاطی که کم‌ترین پوشش را از ایستگاه‌های موجود دریافت می‌کنند، مکان‌یابی شوند. برای مشخص کردن این مناطق، پس از تهیه لایه‌های مورد نیاز در محیط نرم‌افزار ArcGIS و تعیین وزن هر یک از آنها، با استفاده از تابع یگانگی در مجموعه ابزار آرک تول باکس و روی هم‌گذاری تمامی لایه‌ها، یک لایه واحد و یکپارچه که تمامی شاخص‌های مورد نظر را دربرمی‌گرفت، تهیه شد.

با توجه به وزن‌های کلی هر لایه، ارزش نهایی هر واحد که از مجموع ضرب وزن‌های کلی هر لایه در زیر لایه‌های آن به دست می‌آید، محاسبه شد؛ به عنوان مثال، در لایه شاخص موقعیت قرارگیری ایستگاه‌های موجود در معابر شهری، دو زیرلایه قرار دارد: ارزش محدوده‌های واقع در حریم خیابان‌های شریانی درجه دو که معادل عدد ۲ بود و ارزش محدوده‌های واقع در حریم خیابان‌های جمع و پخش‌کننده نیز معادل ۱ در نظر گرفته شد. وزن کلی این لایه نیز، ۱۵ تعیین گردید؛ بنابراین، از ضرب زیرمعیارها در وزن کلی، ارزش نهایی لایه فوق محاسبه شد که برای خیابان‌های شریانی درجه دو ۳۰ و برای خیابان‌های جمع و پخش‌کننده نیز ۱۵ محاسبه شد.

مقادیر به دست آمده، در ۷ گروه طبقه‌بندی شدند. در این طبقه‌بندی نیز، از روش شکست‌های طبیعی واقع در قسمت نمادگذاری لایه‌ها استفاده شد. در نقشه (۹)، مکان‌های مناسب برای قرارگیری ایستگاه‌های جدید در ۷ اولویت پیشنهاد شده‌است. در این نقشه، ستاره‌های بزرگ‌تر در اولویت‌های بالاتر قرار دارند.

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته و تحلیل مؤلفه‌های مؤثر در مشارکت مردم در طرح ایستگاه‌های ثابت مبادله، مناسب‌ترین فضاها برای مکان‌یابی و احداث ایستگاه‌ها با در نظر گرفتن شرایط موجود، مناطق ۹، ۱۱، ۱ و ۸ است. از آنجاکه این محل‌ها در مناطق مرکزی و غرب مشهد متمرکز هستند؛ بنابراین برای توسعه یکنواخت و کارایی بیشتر این مراکز، موارد ذیل پیشنهاد می‌گردد:

با توجه به تأثیر مستقیم سطح سواد و میزان آموزش‌های زیست‌محیطی با میزان مشارکت، پیشنهاد می‌گردد برای همکاری افراد با سطح سواد پایین‌تر که در مناطق ضعیف‌تر از لحاظ همکاری سکونت دارند، تبلیغات و آموزش‌های چهره به چهره بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد.

توجه بیشتر به مشارکت کودکان و آموزش آنها در این زمینه بسیار ضروری است؛ به این منظور، باید ضمن آموزش‌های لازم، زمینه تشویق و ترغیب آنها را از طریق تنوع محصولات اهدایی متناسب با گروه سنی مانند عروسک و ... فراهم آورد.

با توجه به این که در مناطق ۴، ۵ و ۶ برخلاف جمعیت زیاد، به دلیل عدم زمینه‌های فرهنگی و اجتماعی، کم‌ترین مشارکت در تفکیک، جداسازی و تحویل زباله به ایستگاه‌ها مشاهده می‌شود، باید ضمن ارائه

آموزش‌های لازم، سیاست‌های تشویقی مؤثری مانند افزایش میزان هدایا در ازای همکاری بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

از آنجاکه برای تشویق و ترغیب گروه‌های باسواد و درآمد بالا، انگیزه‌های مادی تأثیر چندانی در تفکیک و تحویل پسماندهای خشک ندارد، بهتر است تقویت سایر انگیزه‌ها از جمله دسترسی سریع‌تر و مناسب‌تر و ... در دستور کار قرار گیرد.

ضروری است که با توجه به تنوع و گوناگونی جمعیت هدف، نسبت به انجام نیازسنجی آموزشی ساکنان اقدام شده و به هر گروه، متناسب با شرایط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی آنها، آموزش‌های لازم ارائه شود و شیوه‌های ارائه این آموزش‌ها نیز متناسب با ضرورت‌های موجود تعیین گردد.

## فهرست منابع

- ۱- پوراحمد، احمد؛ حبیبی، کیومرث؛ زهرایی، محمد؛ نظری عدلی، سجاد؛ نظری عدلی، سعید؛ (۱۳۸۶). استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS برای مکان‌یابی بهینه تجهیزات شهری (مورد مطالعه: شهر بابلسر). محیط‌شناسی، شماره ۴۲، صص ۳۱-۴۲.
- ۲- حاتمی‌منش، حسین؛ میرزایی، محمد؛ غلامی، فرهاد؛ (۱۳۹۴). ارزیابی میزان سرب، روی و کروم در مراکز دفن زباله‌های پزشکی. مجله سلامت و محیط، شماره ۱، صص ۵۷-۶۶.
- ۳- حسین‌پور، علی؛ عباس‌زاده، غلامرضا؛ نجفی، محدثه؛ کریمی، سمانه؛ (۱۳۹۱). ارزیابی انواع ساختمان‌های مسکونی با خطر بالا. چاپ ۱، مشهد: ششمین کنفرانس ملی مدیریت پسماند، صص ۲۴۸.
- ۴- خورشیددوست، علی؛ عادل، زهرا؛ (۱۳۸۸). کاربرد فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی برای یافتن مکان بهینه برای دفن مواد زاید (شهر بناب). اکولوژی دانشگاه آزاد، شماره ۵۰، صص ۲۷-۳۲.
- ۵- رفیعی، هادی؛ شاهنوشی، ناصر؛ رهنما، محمدرحیم؛ (۱۳۹۲). بررسی و رتبه‌بندی مناطق شهری از نظر مشارکت شهروندان در تفکیک از مبدأ زباله با استفاده از برنامه‌ریزی چند معیاره (مطالعه موردی: شهر مشهد). فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱۰۹، صص ۲۱۴-۱۹۵.
- ۶- رهنما، محمدرحیم؛ کاظمی، کریم؛ (۱۳۹۱). ارزیابی انواع ساختمان‌های بلند مرتبه از طریق تأثیر آن‌ها بر منظر و سیمای شهر. مدیریت شهری، شماره ۳، صص ۳۱۹-۳۰۷.
- ۷- شاهنوشی، ناصر؛ گلریزیایی، زهرا؛ باقری، حمیدرضا؛ (۱۳۸۵). تعیین سطح توسعه مناطق در مشهد. چاپ ۱، مشهد: اولین کنفرانس ملی برنامه‌ریزی و مدیریت شهری، صص ۳۷۵.
- ۸- شهرداری مشهد؛ (۱۳۹۶). کتاب سال شهرداری مشهد. چاپ ۱، مشهد، شهرداری مشهد، صص ۱۹۵.
- ۹- صابری‌فر، رستم؛ (۱۳۹۰). عوامل اثرگذار بر تفکیک زباله‌های شهری از مبدأ در مشهد. چاپ ۱، مشهد: اولین کنفرانس ملی مدیریت پسماند، صص ۳۷۵.
- ۱۰- صیحانی‌پرشکوه، راضیه؛ دهقانی، محسن؛ قادری، حیدر؛ (۱۳۹۱). مکان‌یابی دفن بهداشتی زباله‌های شهر حاجی‌آباد. جغرافیای کاربردی، شماره ۴، صص ۷۴-۶۳.
- ۱۱- علی‌اکبری، اسماعیل؛ لیوانی، جمال؛ (۱۳۹۱). مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خشک شهری با استفاده از روش AHP (نمونه موردی: بهشهر). مجله جغرافیا، شماره ۳۰، صص ۹۵-۱۱۱.
- ۱۲- کاظمی‌خیبری، خلیل‌الله؛ (۱۳۸۶). تفکیک از مبدأ مواد قابل بازیافت با نگرشی بر الگوی مدیریتی و اجرایی مورد استفاده در شهر مشهد. مدیریت پسماند، شماره ۸، صص ۳۷-۳۰.
- ۱۳- کریم‌زادگان، حسن؛ شیدایی، محمد؛ امین‌افشار، نگین؛ (۱۳۸۳). ارزیابی اقتصادی چرخه بازیافت شهری. محیط‌شناسی، شماره ۳۵، صص ۹۸-۸۹.

- ۱۴- گلریزیایی، ضیا؛ انتظاری، علی؛ صادقی حصار، حسین؛ فاطمی، جعفر؛ (۱۳۹۱). ارزیابی اقتصادی بازیافت زباله‌های شهری با استفاده از سیستم‌های بیومغناطیسی (نمونه موردی: منطقه ۱۱ شهر مشهد). چاپ ۱، مشهد: ششمین کنفرانس ملی مدیریت پسماند، صص ۲۴۸.
- ۱۵- متکان، علی‌اکبر؛ شکیبا، مریم؛ پورعلی، سید حسن؛ (۱۳۸۷). مکان‌یابی مناطق مناسب جهت دفن پسماند با استفاده از GIS (شهر تبریز). علوم محیطی، شماره ۲، صص ۱۳۱-۱۲۱.
- ۱۶- معین‌الدین، مظاهر؛ خراسانی، نعمت‌الله؛ دانه‌کار، افشین؛ درویش‌صفت، علی‌اصغر؛ (۱۳۹۰). مکان‌یابی محل دفن پسماند شهر کرج با استفاده از تاپسیس فازی و مدل سلسله‌مراتبی. محیط زیست طبیعی، شماره ۲، صص ۱۶۷-۱۵۵.
- ۱۷- نیکنامی، مرضیه؛ حافظی‌مقدس، ناصر؛ (۱۳۸۹). مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری در شهر گلپایگان با استفاده از GIS. جغرافیای کاربردی، شماره ۱، صص ۶۶-۵۷.
- 18- Armington, W., Chen, R., (2018). **Houshold Food Waste Collection: Building Service Networks through Neighborhood Expasion**. Waste Management, In Press.
- 19- Jang, Y., Van Der Werf, E., Van Ierland, E., Keesman, K., (2017). **The Potential Role of Waste Biomass in the Future Urban Electricity system**. Biomass and Bioenergy. Vol.107, No.25, pp: 182-190.
- 20- Malinauskaite, J., Jouhara, H., Czajczynnska, D., Stancher, P., Spencer, N., (2017). **Municipal Solid Waste Management and Waste to Energy Recycling in Europe**. Energy. No.141, pp: 2013-2044.
- 21- Nowakowski, P., (2018). **Toward Sustainable WEE Collection and Transportation Methods in Circular and Urban Settlements**. Resources, Conservation and Recycling. No.135, pp: 93-107.
- 22- Saberifar, R., Sadeghihesar, H., Safarian, M., Ghabol, R., (2015). **Locating Exchange Stations of Dry Municipal Solid Waste in Urban Areas Case study: City of Mashhad**. Indian Journal of Natural Sciences. No.6, pp: 41-49.
- 23- Wang, H., Wang, Z., Song, J., Wang, S., Liu, X., (2018). **Uncovering Regional Energy and Environmental Benefits of Urban Waste Utilization: A Physical Input-Output Analysis for a city Case**. Journal of Cleaner Production. No.189, pp: 922-932.
- 24- Yang, D., Lu, L., Gao, X., Huang, N., (2018). **Inventories and Reduction Scenarios of Urban Waste Related Greenhouse Gas Emissions for Mngement Potential**. Science of the Total Environment. No.626, pp: 727-736.