مجله نخبگان علوم و مهندسی
Journal of Science and Engineering Elites
ISSN 2538-581X
جلد ۲- شماره ۵- سال ۱۳۹۶
www.ElitesJournal.ir

# نقش ایستگاه های انتقال در بخش جمع آوری و حمل و نقل پسماندهای شهری

فروغ آهنگری

**کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، کارشناس برنامه ریزی و بودجه معاونت برنامه ریزی ،پژوهش و فناوری اطلاعات شهرداری اصفهان ، ایران**

Ahangari.co@gmail.com

ارسال: مرداد ماه ۹۶ پذیرش: آبان ماه ۹۶

**چکیده**

امروزه تولید انواع زایدات جامد و بروز انواع ناسازگاری های اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی مربوط به آن ها، مدیریت خدمات و پسماندهای شهری را با مشکلات عدیده ای در زمینه جمع آوری، حمل و نقل، پردازش و دفع این گونه زایدات مواجه ساخته است. از آنجا که بیش از ۵۰ درصد کل مخارج مدیریت پسماندها، مربوط به جمع آوری است به نظر می رسد بهبود اندکی در عملیات جمع آوری، تأثیر قابل توجهی در صرفه جویی هزینه های کل داشته باشد . مطالعه حاضر ضمن جمع آوری و تحلیل داده های شبکه جمع آوری و حمل و نقل پسماند شهری، پژوهش کتابخانه ای، بررسی میدانی و مصاحبه با کارشناسان خبره بخش جمع آوری پسماند شهری شهر اصفهان، به این نتیجه دست یافت که بین ۵۶.۳ درصد تا ۸۲.۶۴ درصد از کل مسافت جمع آوری پسماند شهری شامل مسافت رفت به سکو (ایستگاه انتقال ثابت) و برگشت از آن می باشد. بنابراین روش علمی نوینی در جهت کاهش هزینه های جمع آوری زباله های شهری و کاهش مصرف سوخت سیستم جمع آوری، ضمن حفظ کیفیت ارایه خدمات جمع آوری پسماند شهری پیشنهاد گردید. مطالعه حاضر ایده به کارگیری ایستگاه انتقال پسماند موقت که قابلیت سیار بودن را دارد جهت اتصال مکانیزم های موجود در شبکه جمع آوری پسماند برای ارتباط با یکدیگر و گرفتن سرویس را مطرح نموده است. در این زمینه ایستگاه انتقال موقت پسماند، چنانچه به خوبی مکان یابی شده باشند، مدیریت پسماند را بهبود بخشیده است و جمع آوری پسماند را از محل تولید تا محل دفع ساماندهی می کند.

**کلمات کلیدی: مدیریت شهری، مدیریت پسماند، مسایل جمع آوری پسماند، پسماند شهری، ایستگاه انتقال پسماند، شهرستان اصفهان.**

## ۱. مقدمه

افزایش سریع جمعیت، توسعه صنایع، پیشرفت تکنولوژی و تمایل بشر به افزایش مواد مصرفی و در نتیجه تولید زباله بیشتر از جمله مسایلی است که اخیراً در جوامع بشری بحران های عظیم اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی را به وجود آورده است. از مهم ترین مسایل در مدیریت پسماند، به حداقل رساندن هزینه خدمات و کاهش آلودگی است. یکی از مؤلفه های تشکیل دهنده مدیریت پسماند، جمع آوری پسماند است. اصطلاح جمع آوری، نه تنها شامل جمع کردن یا برداشت پسماند از منابع مختلف می باشد، بلکه حمل این مواد به محل هایی که در آنجا محتویات وسایل جمع آوری تخلیه می شوند را نیز در بر می گیرد. تخلیه وسایل جمع آوری نیز قسمتی از عملیات جمع آوری محسوب می شود. جمع آوری و حمل پسماند بنا بر ضرورت

و امکانات به شیوه های متفاوتی انجام می گیرد که شیوه ی استفاده از ایستگاه انتقال پسماند از رایج ترین روش ها در کشور ماست [۱].

در ایستگاه های انتقال، چنانچه به خوبی مکان یابی شده باشند، مواد زاید از ماشین های کوچک به ماشین های بزرگ منتقل می شوند تا سرانجام به محل دفع اصلی حمل شوند. منظور اصلی از ساخت ایستگاه های انتقال، جمع آوری مواد از طریق تعداد زیادی از وسایل نقلیه کوچک و حمل آن ها به ایستگاه انتقال است. در این ایستگاه که معمولاً به دستگاه تراکم مجهز است، مواد فشرده و به کامیون های بزرگ تر برای حمل به محل دفع نهایی بارگیری می شوند. به علت رشد جمعیت و مهاجرت از روستا به شهر که به گسترش شهرها منجر شده است، محل های دفن مواد زاید که معمولاً برای دوره های بلندمدت طراحی می شوند، باید دور از شهر و محورهای توسعهٔ آتی باشند. به همین علت، فاصله آن ها از شهر زیاد خواهد بود. در چنین مواردی، ایستگاه انتقال مفید است .

انتقال مستقیم پسماند به محل دفن بیشترین میزان مصرف انرژی به ازای هر تن پسماند مدیریت شده را در بر دارد و کمترین مصرف انرژی مربوط به انتقال به کمک ایستگاه انتقال است. استقرار ایستگاه انتقال نقش مهمی در کاهش مصرف انرژی و آلاینده های خروجی داشته است [۲]. بنابراین مطلوب است با توجه با فاکتورهای محیط زیستی و به ویژه فاکتورهای اجتماعی به سبب تأثیر منفی چنین تأسیساتی بر محیط اطراف- ایستگاه انتقال پسماند مکان یابی و احداث شود. مناطق پیشنهادی ایستگاه انتقال، کارایی جمع آوری مواد زاید را بیشتر کرده و موجب کاهش هزینه حمل و نقل، آلودگی هوا، مصرف انرژی، عبور و مرور کامیون ها و فرسودگی جاده ها شده است .

در سال ۱۳۸۰، عمرانی و همکارانش در تهران به بررسی جنبه های زیست محیطی ایستگاه انتقال مواد زاید جامد شهری پرداختند [۳]. هدف از مطالعه آن ها بررسی جنبه های زیست محیطی ایستگاه های انتقال پسماند در خصوص وضعیت میزان سر و صدا و شیرابه در محوطه ایستگاه ها و پراکندگی بو و وضعیت سر و صدا در زمان فعالیت ایستگاه ها در مناطق مسکونی بوده است [۱].

بوویا و پاول (۲۰۰۵) به منظور مشخص کردن نقش ایستگاه های انتقال در بخش جمع آوری و انتقال پسماند شهر در کاهش بار زیست محیطی بخش حمل و نقل، رویکرد ارزیابی چرخه حیات را به کار بردند [۴]. در این پژوهش دو سناریو جهت حمل و نقل در نظر گرفته شد. سناریوی اول حمل بدون ایستگاه انتقال و سناریوی دوم حمل به کمک ایستگاه انتقال بود. مقایسه نتایج ارزیابی چرخه حیات نشان داد که به کارگیری ایستگاه انتقال ۱۶.۸ درصد در کاهش بار زیست محیطی نقش دارد [۵].

بوویا و پاول (۲۰۰۵) نشان دادند که استقرار ایستگاه های انتقال در سامانه مدیریت پسماند در مواردی که فاصله محل دفن یا سایر تأسیسات از مراکز ثقل تولید زیاد است از نقطه نظر محیط زیستی امکان پذیر می باشد[۲و۴]

به منظور مکان یابی ایستگاه های انتقال پسماند تحقیقات گسترده ای صورت گرفته است. پایلی (۲۰۰۶) در تحقیق خود به کاهش هزینه حمل و نقل بین ایستگاه های انتقال پسماند و محل دفع توجه کرده است [۶]. او عامل اصلی صرفه جویی در هزینه حمل و نقل را مکان ایستگاه انتقال پسماند نسبت به مکان دفع پسماند بیان کرده است. به همین علت کمترین هزینه حمل و نقل را عامل اصلی مکان یابی ایستگاه موقت انتقال پسماند قرار داده و بر این اساس با استفاده از برنامه ریزی خطی، مکان بهینه ایستگاه موقت انتقال پسماند را به صورت مدل ریاضی شناسایی کرده است [۱].

کومیلیس (۲۰۰۸) کاهش هزینه و زمان رفت و برگشت وسایل نقلیه در آتن را اساس محاسبه ی مسیر بهینه حمل و نقل از منبع پسماند تا محل دفن قرار داده است [۷]. به این صورت که ایستگاه انتقال پسماند را عامل اصلی کاهش هزینه در نظر گرفته است. وی مدل برنامه ریزی خطی و غیرخطی را برای بهینه سازی حمل و نقل و انتقال پسماند های جامد شهری ارایه داده است [۱].

رفیعی و دیگران (۲۰۰۹) برای نخستین بار در ایران برای مقایسه روش های مختلف مدیریت پسماند در شهر مشهد رویکرد ارزیابی چرخه حیات مدل ۱ -IWM را به کار بردند به این منظور، ۳ سناریو شامل (۱) انتقال مستقیم پسماند (۲) کمپوست کردن و (۳) انتقال غیرمستقیم از راه ایستگاه های انتقال در نظر گرفته شد [۲]. سیاهه نویسی چرخه حیات به کمک مدل IWM-1صورت پذیرفت. سپس نتایج حاصل از سیاه نویسی به ۵ طبقه اثر، شامل مصرف انرژی، گازهای گلخانه ای، گازهای اسیدی، مه دود فتوشیمیایی و خروجی های سمی تخصیص داده شد. از نقطه نظر محیط زیستی، نتایج این مطالعه نشان داد که کمپوست کردن به عنوان یکی از گزینه های مدیریتی و نیز کاربرد ایستگاه های انتقال پسماند در مواردی که محل دفن و سایر تأسیسات سامانه مانند کارخانه بازیافت و کمپوست در فواصل دور از نقاط ثقل تولید قرار می گیرند، نقش مهمی در کاهش بار آلاینده ها و نیز مصرف انرژی ناشی از سامانه مدیریت پسماند دارد [۵].

زامورانو و همکارانش (۲۰۰۹) در اسپانیا با استفاده از GIS نقاط بهینه جمع آوری پسماند و مسیرهای بهینه ی خودروهای انتقال پسماند را به منظور کاهش مصرف سوخت ارایه دادند [۱و۸]

شکرریزفرد و همکاران (۱۳۸۸) در شیراز به محاسبه همزمان بهترین مسیر حمل پسماند شهری و مکانیابی بهینه ایستگاه های انتقال پسماند پرداختند. برای این منظور برنامه غیرخطی باینری تهیه کردند که تابع هدف مدل مربوطه نیز حداقل کردن مجموع هزینه های حمل پسماند به محل ایستگاه های انتقال است [۱و۹]

رفیعی و همکارانش (۲۰۱۱) نیز در تحقیق خود با نام " مکان یابی ایستگاه های انتقال پسماند جامد شهری با استفاده از آنالیزهای چندمعیارهٔ فضایی" به مکانیابی ایستگاه های انتقال پسماند با فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای وزن دهی به معیارها و تلفیق فازی آن ها پرداخته اند[۱و۱۰].

## ۲. مبانی نظری پژوهش

### ۱.۲. ایستگاه انتقال و انواع آن

ایستگاه های انتقال یا ترمینال های زباله که عموماً در شهرهای بزرگ احداث می شوند، فضاهای مسطح و حصارکشی شده ای هستند که در اصل برای بارگیری زباله ها از ماشین آلات کوچک به کامیون های بزرگ زباله کش مورد استفاده قرار می گیرد و در انواع مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. ایستگاه های انتقال در واقع صورت بهبود یافته جایگاه های موقت پسماند در شهرها به شمار می روند، با این تفاوت که جایگاه های موقت پسماند به شدت غیربهداشتی اند، اما رعایت اصول بهداشتی و ایمنی از اصول اولیه احداث ایستگاه های انتقال است .

بسته به روش بارگیری وسیله حمل و نقل، ایستگاه های انتقال را می توان به سه دسته: (۱) بارگیری مستقیم (۲) ذخیره سازی بارگیری (۳) ترکیبی از بارگیری مستقیم و ذخیره سازی بارگیری تقسیم کرد. ایستگاه های انتقال را می توان از لحاظ ظرفیت پذیرش (یعنی مقدار موادی که می توان انتقال داد و یا حمل کرد) نیز به صورت زیر تقسیم بندی نمود: کوچک، کم تر از ۱۰۰ تن در روز، بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ تن در روز و بزرگ، بیشتر از ۵۰۰ تن در روز [۱۱].

### ۲.۲. ضرورت عملیات انتقال

در صورتی که فاصله تا مراکز پردازش یا محل‌های دفع به گونه‌ای افزایش یابد که حمل مستقیم مواد از نظر اقتصادی توجیه-پذیر نباشد، عملیات انتقال به عنوان یک ضرورت مطرح می‌شود. هم‌چنین در صورت قرار گرفتن مراکز پردازش یا محل‌های دفع در مناطق دوردست و نیز عدم دسترسی مستقیم این مناطق به بزرگراه‌ها، عملیات انتقال یک امر ضروری است [۱۱].

عملیات انتقال را می‌توان برای تمام انواع وسایل جمع آوری و سیستم‌های حمل کننده، با موفقیت به کار گرفت. عواملی که استفاده از عملیات انتقال را جذاب می‌نمایند شامل: (۱) ایجاد تلنبار غیر قانونی ناشی از مسافت‌های طولانی حمل (۲) فاصله

نسبتاً زیاد محل‌های دفع از مسیرهای جمع آوری (معمولاً بیشتر از ۱۰ مایل) (۳) استفاده از وسایل جمع آوری با ظرفیت پایین (معمولا زیر ۲۰ یارد مکعب) (۴) وجود مناطق مسکونی با تراکم پایین (۵) استفاده از سیستم مخزن متحرک با ظروف نسبتاً کوچک برای جمع آوری پسماند از مناطق تجاری و (۶) استفاده از سیستم‌های جمع آوری بادی و هیدرولیکی می‌باشد.

### ۳.۲. انواع آلودگی های ناشی از مدیریت مواد زاید جامد شهری و نقش ایستگاه انتقال

آلودگی‌های ناشی از انتقال مواد زاید جامد در ایستگاه‌های انتقال یکی از مهم‌ترین مسایل و مشکلات سیستم مدیریت خدمات شهری بوده است. مطالعات قابل دسترس نشان می‌دهد که پدیدار شدن اثرات این مشکل یکی از شاخص‌ترین زمینه‌های اصلی ایجاد مسایل اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی در شهرها به شماره می‌رود. تعیین مکان‌های مناسب برای استقرار ایستگاه‌های انتقال نقش قابل توجهی در دست‌یابی به اهداف احداث این ایستگاه‌ها دارد.

در این قسمت انواع آلودگی‌های ناشی از مدیریت مواد زاید جامد شهری ارایه گردیده و نقش ایستگاه‌های انتقال در بهبود وضعیت و یا به عنوان یکی از عوامل تشدید کننده آلودگی در صورت عدم مدیریت کارآمد بیان می گردد.

لازم به ذکر است با طراحی دقیق و مدیریت خوب عملیات، می‌توان اثرات پتانسیل منفی ایستگاه‌های انتقال را تحت کنترل درآورد.

- آلودگی بویایی: بوهای نامطبوع حاصل از فرآیندهای صنعتی و زباله‌های آنان و بوی پوسیدگی زباله‌های خانگی می‌توانند مردم را از زیستن در مکان‌های خاص باز دارند. حتی اگر تمرکز این بوها خیلی کم و گاه به گاه باشد. معمولاً آلودگی بویایی ایستگاه‌های انتقال موقت که در داخل شهرها قرار دارند نمود بیشتری دارد. آلودگی بویایی در تابستان به علت وجود اشعه خورشید به حداکثر می‌رسد که قابل توجه است. همچنین در طول روز بیشترین زمان آلودگی در نیمروز و شب بوده که این هم به علت وجود بیشترین گرمای آفتاب در ظهر و تابش آن بر روی زباله‌های باز در ایستگاه‌های انتقال می‌باشد. بالا بودن میزان آلودگی بویایی در شب با انباشت بیشترین زباله در شب هنگام، در مقایسه با زباله تمام روز، توجیه می‌شود. در کل می‌توان گفت که هر گونه کاستی در مدیریت این مواد که منجر به انباشت زباله به مدت طولانی گردد موجب بروز این آلودگی می‌شود و می‌تواند در یک به یک عناصر مدیریت آن اتفاق بیفتد. با توجه به اینکه پسماندهای آلی بیشترین بو را ایجاد می‌کنند، طراحی مناسب واحد ایستگاه انتقال می‌تواند به شکل چشمگیری مسایل و مشکلات مربوط به بو را کاهش دهد.
- آلودگی بصری: امروزه پدیده آلودگی بصری اهمیت زیادی در مطالعات محیطی و طراحی شهر پیدا کرده است. زیرا پژوهش‌های فراوان نشان می‌دهد که نقش مؤثری در کیفیت و جاذبه محیط شهری، رضایت شهروندان و تنش‌های روانی دارد. مدیریت مواد زاید با وسایل حمل و نقل سنگین، انبارها و زایدات فراوان به خودی خود، فضای طبیعی و چشم انداز جغرافیایی پیرامون خود را در هم می‌ریزد و با ایجاد آشفتگی، تجمع زایدات و انواع آلودگی، باعث کراهت منظر و بی-سازمانی بصری و آزار روانی می‌گردد. آنچه که در بحث مواد زاید شهر و آلودگی بصری مطرح می‌شود بیشتر جمع آوری آن است. عنصری که می‌تواند در صورت عدم توجه کافی به آلودگی بصری قابل توجه گردد. اما آلودگی بصری که به موجب مدیریت مواد زاید در شهرها به وجود می‌آید و مهم‌ترین آن وجود زایدات در سطح شهر و کنار جوی و معابر است، می‌تواند دو علت داشته باشد یکی از طرف خدمت‌دهندگان (پرسنل عامل) و دیگری از طرف خدمت گیرندگان (شهروندان). معمولاً پرسنل جمع آوری زایدات شهری به غیر از نخاله‌های ساختمانی که متفاوت است، در ساعات مشخصی که قبلاً و با ملاحظه ساعات بیرون گذاشتن زباله زمانبندی شده به جمع آوری می‌پردازند که این ساعات شاید در شهرهای مختلف و یا حتی از منطقه‌ای به منطقه دیگر متفاوت باشد. اما به هر حال این جمع آوری دارای فرکانس خاصی است که بایستی انجام گیرد. هر وقت این نظم و ترتیب فرکانسی، به هم بخورد وجود آلودگی بصری اجتناب ناپذیر

است. پس نکته مهم در این بحث اولاً ایجاد روتین جمع آوری و در مرحله دوم حفظ و تداوم و در نتیجه جلب اعتماد خدمات گیرنده برای همکاری بهتر- روتین است. ایستگاه‌های انتقال به سبب کارکرد خاصشان در داخل مناطق شهر شکل می‌گیرد. این کار عموماً با اعتراض و واکنش شهروندان که در مجاورت ایستگاه‌ها قرار می‌گیرند، مواجه می‌شود. زیرا شهروندان نگران بهداشت و زیبایی شناسی محیط اطرافشان هستند. مشکلات دیگری که می‌تواند به علت طراحی نامناسب ایستگاه انتقال یا عملکرد نادرست وسایل ایجاد شود حضور پرنده‌ها و جوندگان، پراکنده شدن پسماندها به خارج ایستگاه و آلودگی هوا می‌باشد. ایستگاه‌های انتقال موقت در شهرها با بهبود وضعیت زمانبندی جمع آوری پسماند شهری می‌تواند در کاهش آلودگی بصری نقش مؤثری داشته باشد.

- آلودگی صوتی: آلودگی صوتی را صدای ناخواسته و تحمیلی و صدایی در مکان و زمان نامتناسب تعریف کرده‌اند. مهمترین بخشی که در مدیریت مواد زاید جامد شهری در مورد آلودگی صوتی مطرح است، همانند آلودگی بصری و بویایی، در بخش جمع آوری است. به طور کلی عمده فعالیت پرسنل مربوطه در ساعت اولیه صبح و ساعات پایانی شب می‌باشد. با توجه به اینکه پروسه جمع آوری به اجبار در داخل شهر انجام می‌گیرد این زمان‌ها دقیقاً مطابق با ساعات استراحت شهروندان می‌باشد. ترافیک، ایجاد صدا عوامل مزاحمی هستند که معمولاً در اطراف ایستگاه‌های انتقال وجود دارند.
- آلودگی هوا: مطابق تعریف انجمن مشترک مهندسین آلودگی هوا و کنترل آن، آلودگی هوا یعنی وجود یک یا چند آلوده کننده مانند گرد و غبار، فیوم‌ها، گازها، بو و دوده بخارات در هوای آزاد با کمیت‌ها و ویژگی‌های زمانبند که برای زندگی انسان، گیاه و یا زندگی حیوانات خطرناک باشد. آلودگی هوا در ایستگاه انتقال بر اثر بارگیری مواد زاید خشک و غبارآلود که به ایستگاه انتقال تحویل داده می‌شود و یا دود خارج شده از کامیون‌ها و یا لودرها و دیگر تجهیزات و یا رانندگی در سطح خاکی ایجاد می‌شود. آلودگی هوا در ایستگاه‌های انتقال به علت تخلیه بار در شرایط خشک و بدون اسپری کردن آب، گرد و غبار پسماندها درهنگام تحویل دادن به ایستگاه، دود موتور کامیون‌ها، لودرها و تجهیزات دیگر و رانندگی بر روی سطوح آسفالت نشده ایجاد می‌شود. در عین حال بهره‌گیری از ایستگاه‌های انتقال موجب کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی در فرآیند جمع آوری زباله می‌گردد بنابراین می‌تواند با مدیریت صحیح نقش مؤثری در کاهش آلودگی هوا داشته باشد.

### ۴.۲. استانداردها و نیازمندی های طراحی ایستگاه انتقال

عواملی مهمی که باید در طراحی ایستگاه‌های انتقال مدنظر قرار گیرد شامل (۱) نوع عملیات انتقال مورد استفاده (۲) ظرفیت ذخیره‌سازی و طرفیت کل مورد نیاز ایستگاه (۳) تجهیزات و لوازم ضمیمه و (۴) الزامات بهسازی (زیست محیطی، بهداشت و ایمنی) می‌باشد.

در زیر به اهم استانداردها و نیازمندی‌های طراحی ایستگاه انتقال اشاره شده است:

- ظرفیت کلی ایستگاه باید به گونه‌ای باشد که وسایل جمع آوری برای تحلیه مواد، مدت‌های طولانی منتظر نمانند.
- با توجه به بالا بودن هزینه‌های تجهیزات اتصال، باید بین ظرفیت‌های ایستگاه انتقال و عملیات انتقال، شامل تجهیزات و تعداد کارگران نیز بررسی اقتصادی انجام گیرد. به عنوان نمونه در یک موقعیت خاص ممکن است افزایش ظرفیت ایستگاه و اجرای عملیات با تعداد کم‌تر وسیله نقلیه با افزودن ساعات کاری، اقتصادی‌تر از یک ایستگاه انتقال کوچکتر و خرید وسایل انتقال بیشتر باشد.
- برنامه‌ریزی طوری صورت گیرد که زباله بلافاصله بعد از ورود به ایستگاه در ماشین‌های بزرگ بارگیری شده و از ایستگاه خارج شود.

- در صورت امکان، ایستگاه‌های انتقال باید در محلی واقع شوند که: (۱) به مرکز ثقل مناطق تولید پسماند که مورد خدمات-رسانی قرار می‌گیرند، نزدیک باشند. (۲) به آسانی به بزرگراه‌ها و مسیرهای اصلی دسترسی داشته باشند و نیز به وسایل نقلیه ثانویه یا کمی نزدیک باشند. (۳) در محلی ساخته شوند که کم‌ترین مزاحمت عمومی و زیست محیطی را داشته باشند. (۴) در محلی ساخته و بهره‌برداری شوند که اقتصادی‌ترین حالت را داشته باشند. (۵) تا حد امکان نزدیک به مراکز پر جمعیت شهر باشد با توجه به این که تمام ملاحظات بالا به ندرت می‌تواند به طور همزمان براورده شود، معمولاً اجرای یک بررسی و تحلیل اقتصادی بین گزینه‌ها ضروری است.
- عواملی که در کاهش ترافیک ناشی از ایستگاه انتقال نقش دارند: (۱) در طراحی ایستگاه انتقال باید به سفرهای جاده‌ای و پیامد آن یعنی ایجاد ترافیک توجه کرد. (۲) انتخاب جایگاهی که دسترسی مستقیم به مسیر کامیون‌ها، بزرگراه‌ها داشته باشد. (۳) تهیه فضای کافی داخل جایگاه برای ماشین‌هایی که در صف انتظار تحویل پسماند هستند. (۴) طرح ریزی مسیر رفت و آمد کامیون‌ها به ایستگاه انتقال به گونه‌ای که از مناطق پر تراکم، مناطق مسکونی، مدارس، بیمارستان‌ها و دیگر مناطق حساس دور باشد از عواملی هستند که در کاهش ترافیک نقش دارند.
- عواملی که در کاهش سر و صدا ناشی از ایستگاه انتقال نقش دارند: (۱) محدود کردن فعالیت‌های پر صدا به داخل ساختمان یا دیگر مناطق محصور شده در صورت امکان (۲) استفاده از حصار درختان و موانع بازدارنده صدا، ناحیه‌بندی جایگاه به نحوی که عبور و مرور ماشین‌ها از مجاور مناطقی که به سر و صدا حساس می‌باشند صورت نگیرد (۳) ایجاد نواحی ضربه گیر صدا که همچون سپری قسمت‌های پر صدا را از نواحی مجاور آن جدا سازد (۴) کنترل نمودن فعالیت-های که بیشترین میزان صدا را در طی روز تولید می‌کنند.
- عواملی که در کاهش آلودگی بویایی ناشی از ایستگاه انتقال نقش دارند: (۱) حمل مرتب پسماندها به مکان هدف به طوری‌که زمان نگهداری پسماندها در ایستگاه کاهش یابد (۲) حذف پسماندهای باقیمانده، جارو زدن محوطه و شستشوی سکوی دریافت پسماند در پایان عملیات در هر روز کاری (۳) تمیز کردن و ضد عفونی مداوم سطوح و تجهیزاتی که با پسماند در تماس می‌باشند (۴) استفاده از سیستم‌های بو زدایی از عواملی هستند که در کاهش آلودگی بویایی نقش دارند.
- عواملی که در کاهش تجمع پرندگان و جوندگان ناشی از ایستگاه انتقال نقش دارند: (۱) از بین بردن همه زایدات باقیمانده در منطقه در پایان هر روز کاری از طریق شستن روزانه سکوی دریافت پسماند (۲) دریافت پسماندها فقط داخل یک ساختمان محصور (۳) استفاده از از مواد بازدارنده جهت کاهش حضور پرندگان (۴) کاربرد طعمه و تله‌گذاری.
- عواملی که در کاهش پراکنده شدن پسماندها به اطراف جایگاه ایستگاه انتقال نقش دارند: (۱) نصب توری‌های سیمی در پیرامون محل (۲) استقرار ساختمان اصلی به طوری‌که که احتمال وزیدن بادهای غلب به داخل ساختمان و پراکندگی مواد زاید به خارج از ایستگاه انتقال کاهش یابد (۳) قرار دادن دستگاه‌ها در ساختمان اصلی ایستگاه به نحوی که احتمال وزش بادهای غالب در بین ساختمان‌ها و حمل پسماندها به خارج جایگاه کاهش یابد (۴) حصارکشی و ایجاد صفحات حایل در برابر باد و کاشت گیاهان آشغال‌گیر در اطراف جایگاه به طوری‌که سرعت باد را در جایگاه کاهش داده و باعث گیر افتادن پسماندها شود (۵) اطمینان از اینکه پوشش کامیون‌ها بر روی پسماندهای داخل آن محکم باشد (۶) تهیه فضای مناسب در اطراف سطوح شیبدار بارگیری (۷) حذف مرتب پسماندهایی که در ایستگاه پراکنده شده‌اند جهت جلوگیری از خروج آن‌ها از جایگاه (۸) گشت‌زنی در نزدیک جاده‌های مجاور ایستگاه جهت جمع آوری پسماندهای که از کامیون‌ها پخش می‌شوند.
- عواملی که در کاهش آلودگی هوا ناشی از ایستگاه انتقال نقش دارند: (۱) بهبود ساختار موتورها یا استفاده از سوخت تمیزتر، عبور سریع ماشین‌ها جهت کاهش نشر آلاینده‌ها از موتور (۲) اسپری کردن آب بر روی گرد و غبار پسماندها

درهنگام تخلیه بار (۳) جارو کردن خیابان‌های آسفالت نشده همراه آب جهت جلوگیری از ایجاد گرد و غبار (۴) آسفالت همه سطوحی که کامیون‌های حمل پسماند از آنجا عبور می‌نمایند (۵) استفاده از کامیون‌های چندکاره که حمل و نقل و تحویل پسماند را با هم انجام می‌دهند به جهت کاهش غیر ضروری کار کردن موتورها

- برای احداث ایستگاه انتقال، کسب مجوزهایی از قبیل مجوز مربوط به تجهیزات مورد نیاز برای مدیریت مواد زاید جامد، مجوزهای مربوط به توسعه جایگاه، تأییدیه مربوط به مکان‌یابی زیست محیطی باید مد نظر قرار گیرند.
- به منظور کاهش زمان انباشت زباله در ایستگاه و تسریع عملیات تخلیه زباله‌های جمع آوری شده به خودروهای انتقال زباله، مساحت سکوی تخلیه و بارگیری و همچنین محوطه تردد خودروها در ایستگاه خدمات شهری با فضای لازم برای تخلیه و بارگیری برای حداکثر ظرفیت حجمی زباله‌های جمع آوری شده در هر نوبت متناسب باشد.
- جهت پیشگیری از تخلیه پساب حاصل از عملیات شستشوی جایگاه تخلیه و بارگیری یا شستشوی خودروی جمع آوری و انتقال زباله به محیط شهر و ممانعت از نفوذ شیرابه حاصل از آن سفره‌های آب زیرزمینی، ایستگاه خدمات شهری دارای حداقل امکانات تصفیه و دفع پساب نظیر سپتینک، تانک و چاه‌های جاذب باشد.
- کارکنان ایستگاه خدمات شهری ملزم به استفاده یک شکل ماسک و عینک مخصوص و دستکش و کفش مخصوصی جهت حفظ سلامتی و بهداشت فردی و جامعه شوند.
- پسماند باید با حداقل هزینه انتقال یابد.
- وسایل باید برای حمل و نقل (ترافیک) در بزرگراه طراجی شده باشند.
- ظرفیت وسیله باید به گونه‌ای باشد که از محدوده وزن مجازی تجاوز نکند.
- روش‌های مورد استفاده برای تخلیه باید ساده و قابل اطمینان باشد.

مکان‌یابی ایستگاه‌های انتقال زباله و مخازن نگهداری زایدات در شهر باید به گونه‌ای باشد که با کاربری‌های شهری منطبق بوده و از بروز ضایعات زیست محیطی ناشی از تراوش شیرابه و یا سایر خصوصیات ویژه زباله‌های خطرناک جلوگیری نماید.

## ۳. بین مسأله و هدف پژوهش

عملیات جمع آوری پسماندهای شهری در شهر اصفهان با مدیریت سازمان خدمات موتوری شهرداری اصفهان و با همکاری شرکت های خدماتی در ساعات پایانی شب و اولیه صبح صورت می گیرد. به این ترتیب که هر منطقه بر اساس تجربه به دو قسمت تقسیم می گردد و هر شب جمع آوری پسماند نیمی از منطقه انجام می گیرد به صورتی که نیمی از منطقه در تاریخ های فرد و نیمی دیگر از منطقه در تاریخ های زوج پاکسازی پسماند می-گردند. بنابراین جمع آوری پسماند شهری هر شب و میانگین فاصله هر نوبت جمع آوری پسماند ۴۸ ساعت است. لازم به ذکر است که در روز سی و یکم هر ماه عملیات جمع آوری پسماند صورت نمی گیرد .

با تعیین شدن تجهیزات و نیروی کار مورد نیاز برای سیستم جمع آوری، به منظور استفاده مؤثر از جمع آوری کنندگان و تجهیزات، مسیرهای جمع آوری بر اساس یک سری سعی و خطا و به صورت ابتکاری از طرف اداره خدمات شهری شهرداری اصفهان تعیین می گردد. بنابراین در آغاز فرآیند جمع آوری پسماند شهری، چندین وسیله نقلیه بطور همزمان از انبار (پارکینگ وسایل نقلیه) جهت جمع آوری پسماند شهری در مسیرهای هر گره تولید پسماند و مسیرهای بین گره های تولید حرکت نموده و به جمع آوری پسماند می پردازند. این عمل تا آنجا ادامه پیدا می کند که ظرفیت ماشین آلات تکمیل گردد .

در این زمان هر ماشین به ایستگاه انتقال ثابت (سکوی پسماند) که در مناطق۴ و ۶ و ۱۴مستقر می باشند مراجعه نموده و با قرار گرفتن بر روی باسکول، میزان پسماند جمع آوری شده به صورت مکانیزه و یا دستی ثبت می-گردد. پس از آن هر ماشین ضمن انتقال پسماند خود به سمی تریلر، به تخلیه شیرابه خود توسط والو مخصوص اقدام می نماید تا شیرابه به لاگون منتقل گردد. هر ماشین سمی تریلر پس از تکمیل ظرفیت جهت انتقال و تخلیه پسماند به محل دفع واقع در گردنه زینل مراجعه می نماید و پس از تخلیه پسماند مجدداً جهت ادامه فعالیت به محل سکو باز می گردد. هر ماشین جمع آوری پسماند پس از تخلیه شیرابه در صورت نیاز به ادامه عملیات، در صورت باقی ماندن پسماند در آخرین گره به همان گره و در صورت جمع آوری کامل پسماندهای آخرین گره به گره بعدی رفته و مجدداً شروع به بارگیری پسماند می نماید. این فرآیند تا آنجا ادامه پیدا می کند که تمامی پسماند منطقه جمع آوری گردد.

از آنجا که جمع آوری پسماند شهری یکی از پر هزینه ترین فعالیت های شهرداری ها به ویژه شهرداری اصفهان است و با توجه به حذف یارانه های حامل های انرژی که در نتیجه آن افزایش هزینه های جمع آوری زباله را به دنبال داشته است و با در نظر گرفتن اینکه تعداد معدودی ایستگاه انتقال ثابت در شهر جاگذاری شده است پژوهش حاضر در نظر دارد به این سؤال پاسخ دهد که آیا راهکاری جهت بهسازی سیستم جمع آوری و حمل و نقل پسماند شهری با استفاده از روش های علمی قابل ارایه است یا خیر؟ به طوری که اهداف زیر قابل دستیابی باشد: (۱) کاهش مخارج سرویس های جمع آوری و حمل ونقل پسماند و صرفه جویی در هزینه ها (۲) افزایش راندمان جمع آوری پسماندها (۳) کاهش زمان خدمات دهی (۴) کاهش مصرف سوخت، کاهش آلودگی هوا (۵) کاهش استهلاک جاده های شهری (۶) به کارگیری تعداد وسایل نقلیه کمتر جهت جمع آوری زباله از گره های پسماند.

## ۴. مواد و روش ها

نوع پژوهش کاربردی و روش بررسی توصیفی – تحلیلی و جامعه مورد مطالعه شهرستان اصفهان می باشد. این شهرستان با طول جغرافیایی حداقل ۵۱:۳۳ و حداکثر ۵۱:۵۰ و عرض جغرافیایی حداقل ۳۲:۳۲ و حداکثر ۳۲:۵۱ یکی از شهرستان های استان اصفهان در مرکز ایران است. استان اصفهان از شمال به استان سمنان و استان مرکزی، از مشرق به استان های یزد و خراسان، از جنوب به استان فارس و از غرب به استان های لرستان، خوزستان و چهارمحال بختیاری محدود است [۱۲].

از آنجا که عملیات جمع آوری پسماندهای شهری شهر اصفهان با مدیریت سازمان خدمات موتوری شهرداری اصفهان و با همکاری شرکت های خدماتی صورت میگیرد، با توجه به امکان جمع آوری اطلاعات ۹ منطقه از مجموعه مناطق شهر اصفهان (مناطق ۱۴،۱۲،۱۰،۹،۸،۷،۴،۳،۲)، روش نمونه گیری غیرتصادفی هدفمند می باشد. بر اساس گزارش آخرین وضعیت، شهر اصفهان دارای ۱۵ منطقه شهری است که در سال ۱۳۹۱ منطقه ۱۵ (خوراسگان) به مجموعه مناطق شهر اصفهان افزوده شده است .

### ۱.۴. روش جمع آوری داده‌ها

جمع‌آوری اطلاعات و تحلیل آن‌ها بخش لاینفک هر روش علمی است. در پژوهش حاضر جهت جمع آوری اطلاعات گام-های زیر برداشته شد: (۱) شناسایی و تعریف مجموعه‌ای از متغیرها و ویژگی‌ها (۲) طراحی اولیه پایگاه داده (۳) طراحی اولیه پرسشنامه (۴) انتخاب محدوده‌ی آزمایشی در سطح شهر جهت جمع آوری داده‌ها و تعیین موارد قابل بهبود در طراحی پرسشنامه (۵) طراحی نهایی پرسشنامه (اشاره شده در پیوست مقاله) (۶) آموزش مأمورین تکمیل کننده پرسشنامه (۷) گردآوری اطلاعات سیستم جمع آوری پسماند (۸) بررسی اطلاعات جمع آوری شده و در صورت نیاز برداشت مجدد اطلاعات در جهت ویرایش خطاهای فرایند تکمیل پرسشنامه (۹) ثبت اطلاعات در پایگاه داده (۱۰) تحلیل و آنالیز داده‌های

جمع آوری شده لازم به ذکر است مدت زمان جمع آوری اطلاعات به مدت ۱۰۴ روز و از تاریخ ۱۵ آبان ماه ۱۳۸۹ تا ۲۷ بهمن ۱۳۸۹ صورت گرفت.

### ۲.۴. متغیرها و ویژگی‌های مسأله

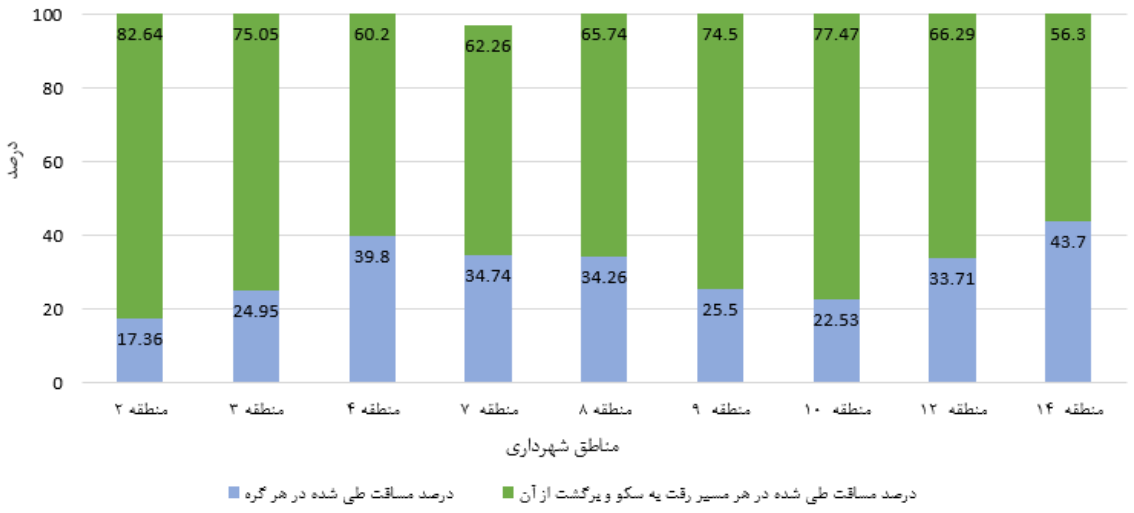
تعداد ۱۶۵ متغیر به منظور بررسی سیستم جمع آوری پسماند شهر اصفهان تعریف گردید و متغیرهای مسأله پژوهش از بین آن‌ها که ۱۷ مورد را شامل می‌شود به صورت زیر انتخاب و بررسی گردید:

(۱) تعداد کل شیفت کاری به تفکیک زوج و فرد (۲) تعداد سرویس به تفکیک شیفت کاری زوج و فرد (۳) تعداد گره به تفکیک شیفت کاری زوج و فرد (۴) فراوانی مطلق ماشین‌های جمع آوری پسماند به کارگیری شده به تفکیک نوع ماشین آلات و شیفت کاری زوج و فرد (۵) تعداد کل سرویس‌گیری سکوی منطقه به تفکیک شیفت کاری زوج و فرد (۶) مسافت کل طی شده در گره‌ها به تفکیک شیفت کاری زوج و فرد (۷) کل زمان صرف شده در گره‌ها به تفکیک شیفت کاری زوج و فرد (۸) مسافت کل طی شده در مسیر رفت به سکو و برگشت از آن به تفکیک شیفت کاری زوج و فرد (۹) کل زمان صرف شده در مسیر رفت به سکو و برگشت از آن به تفکیک شیفت کاری زوج و فرد (۱۰) جمع کل زمان انتظار در سکو به تفکیک منطقه و شیفت کاری زوج و فرد (۱۱) علت اصلی انتظار در سکو به تفکیک منطقه و شیفت کاری زوج و فرد (۱۲) علت اصلی انتظار در سکو به تفکیک سکو و شیفت کاری زوج و فرد (۱۳) زمان فرآیند سکو به تفکیک شیفت کاری زوج و فرد (۱۴) مسافت فرآیند سکو به تفکیک شیفت کاری زوج و فرد (۱۵) مسافت کل طی شده جهت جمع آوری زباله در منطقه به تفکیک شیفت کاری زوج و فرد (۱۶) کل زمان صرف شده جهت جمع آوری زباله در منطقه به تفکیک شیفت کاری زوج و فرد (۱۷) تناژ کل زباله جمع آوری شده در منطقه به تفکیک شیفت کاری زوج و فرد.

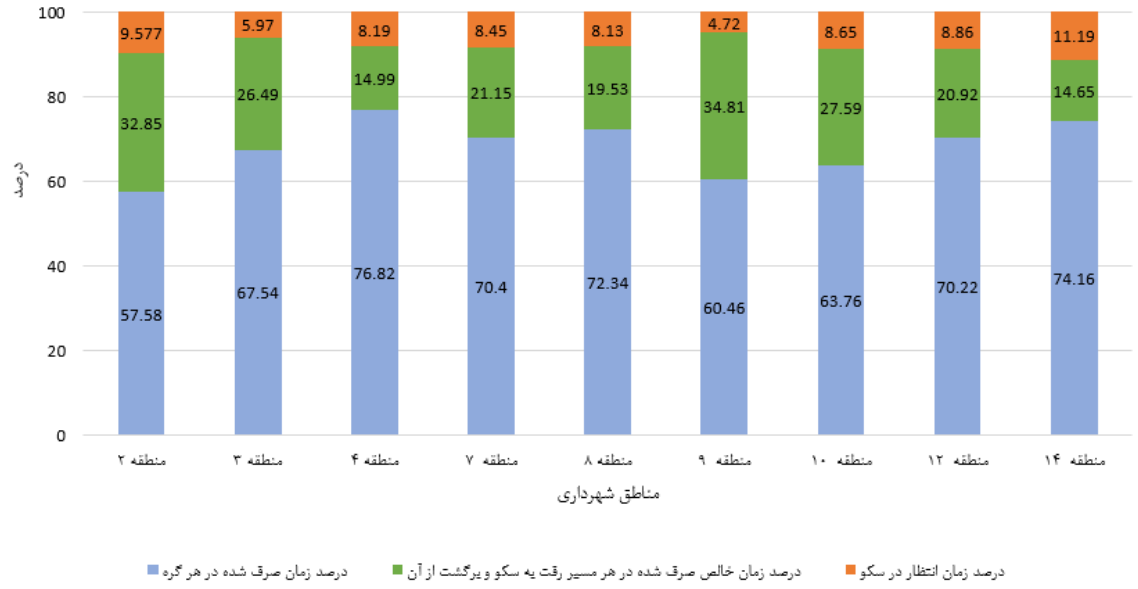
جهت کسب اطلاعات بیشتر در خصوص متغیرهای شناسایی شده سیستم جمع‌آوری پسماند شهری به پیوست (ب) مراجعه فرمایید.

## ۵. نتایج

بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که حداقل ۵۶.۳ درصد و حداکثر ۸۲.۶۴ درصد از مسافت کل شبکه جمع آوری پسماند مربوط به مسیر رفت به سکو و برگشت از آن می‌باشد که در این میان حداقل ۱۷.۳۶ درصد و حداکثر ۴۳.۷ درصد مسافت پیموده شده صرف جمع آوری پسماند شهری می‌شود. بررسی‌های دیگر نشان می‌دهد که حداقل ۱۴.۶۵ درصد و حداکثر ۳۴.۸۱ درصد از زمان جمع آوری پسماند شهری در مسیر رفت به سکو و برگشت از آن صرف می‌گردد در حالی که حداقل ۵۷.۵۸ درصد و حداکثر ۷۶.۸۲ درصد از آن در فرآیند جمع آوری پسماند از گره‌ها می‌باشد. در این میان حداقل ۵.۹۷ درصد و حداکثر ۱۱.۱۹ درصد زمان در فرآیند سکو به دلایلی همچون انتقال پسماند از ماشین‌های کوچک به ماشین‌های بزرگتر، صف سکو و عدم حضور به موقع ماشین بزرگتر صرف می‌گردد که در تمامی مناطق بیشترین علت حضور در محل سکو، صف در محل سکو اشاره شده است.




**شکل ۱. مقایسه درصد مسافت طی شده در هر مسیر رفت و برگشت از سکو و مسافت طی شده در هر گره**




**شکل ۲. مقایسه درصد زمان صرف شده در هر مسیر رفت و برگشت از سکو و زمان صرف شده در هر گره**

در حال حاضر، بدون در نظر گرفتن خروجی پروژه با یادآوری متغیرهای مسأله در پیوست مقاله، کل هزینه جمع آوری پسماند به صورت ذیل است:

$$A = im1 \times (T + TS) + (P \times D \times O) + (P \times DS \times OS) \quad (۱)$$

و کارایی فرآیند جمع آوری زباله برابر است با:

$$\text{کارایی} = \frac{im1 \times T + (P \times D \times O)}{im1 \times (T + TS) + (P \times D \times O) + (P \times DS \times OS)} \quad (۲)$$

در صورتی که بتوان $TS$ و $DS$ را کاهش داد کارایی فرآیند و پیامد آن بهره وری فرآیند جمع آوری زباله افزایش می‌یابد. بنابراین بررسی و تحلیل داده‌های حاصل از سیستم جمع‌آوری پسماند شهری شهر اصفهان جهت بررسی ایده به کارگیری ایستگاه‌های موقت انتقال پسماند در کنار نوع ثابت آن، جهت اتصال مکانیزم‌های موجود در شبکه جمع‌آوری و حمل پسماند

برای ارتباط با یکدیگر و گرفتن سرویس پیشنهاد می‌گردد. نتایج تحقیق پیشنهادی می‌بایست مواردی همچون تعداد بهینه ماشین‌های جمع‌آوری و حمل پسماند، تعداد بهینه ایستگاه‌های انتقال پسماند (ثابت و موقت)، محل استقرار ایستگاه‌های انتقال پسماند و برنامه دهی روزانه مسیرهای ماشین‌های جمع‌آوری پسماند را مشخص نماید.

## ۶. بحث و نتیجه گیری

نتایج پژوهش نشان می دهد که بیش از ۵۰ درصد مسافت طی شده در فرآیند جمع آوری پسماند شهری مربوط به مسیر رفت به ایستگاه انتقال ثابت (سکو) و برگشت از آن می باشد ضمن آنکه بیشترین زمان صرف شده در محل سکو به دلیل صف سکو می باشد. با در نظر گرفتن اینکه فاصله زمین دفن پسماند تا نزدیکترین مرکز جمعیتی ۴۵ کیلومتر و تا محدوده قانونی شهر ۴۰ کیلومتر است و با توجه به اینکه تنها ۳ ایستگاه انتقال ثابت برای مناطق شهر اصفهان جانمایی شده است و با عنایت به نتایج پژوهش، به نظر می رسد ایده به کارگیری ایستگاه انتقال موقت که قابلیت سیار بودن را داشته باشد جهت اتصال مکانیزم های موجود در شبکه جمع آوری پسماند برای ارتباط با یکدیگر و گرفتن سرویس پیشنهاد مطلوبی جهت بررسی باشد تا بدینوسیله زباله های جمع آوری شده از گره-های پسماند به وسیله خودروهای کوچک تر به ایستگاه های موقت انتقال مواد زاید شهری به صورت ایستگاه واسط منتقل گردد و پس از آن از ایستگاه انتقال موقت به خودروهای سنگین و بزرگ تر واقع در سکوی پسماند (ایستگاه انتقال ثابت) حرکت داده شود و پس از آن از ایستگاه های انتقال ثابت به مراکز دفن یا واحد تبدیل مواد زاید حمل شود. تعداد این ایستگاه ها وهمچنین مکان و نوع ایستگاه انتقال باید بر پایه اصول علمی و مهندسی و با دیدگاه کارشناسی تعیین گردد تا بدینوسیله جمع آوری پسماند را از محل تولید تا محل دفع ساماندهی کند. باید در نظر داشت انتخاب جایگاه مورد نظر برای تسهیلاتی که به نوعی به پسماند مربوط می-شود موضوع حساسی می باشد به خصوص برای افرادی که در مجاور منطقه زندگی می کنند .

پژوهش حاضر پیشنهاد می کند علاوه بر به کارگیری مدل های مطرح در تحقیق در عملیات و سایر مدل های مرتبط با موضوع پژوهش در رشته مهندسی صنایع، مدل IWM-۱ نیز جهت بررسی سناریوی پیشنهادی به کارگیری گردد تا بدینوسیله آثار زیست محیطی آن نیز بررسی گردد.

## ۱۲. مراجع


۱. عشور نژاد، غدیر و دیگران (۱۳۹۲) ؛ « به کارگیری فرایند تحلیل شبکه ای فازی در شناسایی مکان بهینه ایستگاه های انتقال پسماند شهرستان اصفهان»، محیط شناسی، سال سی و نهم، شماره ۳: صفحه ۱۷۷-۱۶۵

۲. رفیعی، رضا و دیگران (۱۳۸۸) ؛ «ارزیابی محیط زیستی چرخه حیات سامانه مدیریت پسماند شهری»، علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دوره ۱۶، شماره (ویژه نامه ۲): صفحه ۲۲۰-۲۰۸

۳. عمرانی، قاسمعلی و دیگران (۱۳۸۰) ؛ «بررسی جنبه های زیست محیطی ایستگاه انتقال مواد زاید جامد در شهر تهران»، محیط شناسی، دوره ۲۷، شماره ۲۸: صفحه ۳۹-۳۱

4. Bovea, M.D, and Powell, J.C. (2005);« Alternative scenario to meet the demands of sustainable waste management», Environmental Management, 79: 115-132

۵. حسنی، محسن و دیگران (۱۳۹۴/۰۲/۱۲) ؛ بررسی روش‌های مختلف مدیریت پسماند اصفهان با رویکرد ارزیابی چرخه حیات؛ www.civilica.com

6. Paily P. ( 2006);« Optimal siting of solid waste transfer stations for minimizing haul costs», Journal of Joint International Conference on Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering:14-16.

7. Komilis, D. P. (2008);« Conceptual modeling to optimize the haul and transfer of municipal solid waste», Journal of Waste Management. Vol 28: 2355–2365.

8. Zamoranoa, M., E. et al. (2009);« A planning scenario for the application of geographical information systems in municipal waste collection: A case of Churriana de la Vega (Granada, Spain)» ; Journal of Resources, Conservation and Recycling. Vol. 54: 123–133.

۹. شکرریزفرد مریم و دیگران (۱۳۹۳/۱۲/۲۴) ؛ روشی برای محاسبه همزمان بهترین مسیر حمل پسماند شهری و مکان یابی بهینه ایستگاه‌های انتقال پسماند به روش Nonlinear Integer Programming؛ www.civilica.com.

10. Rafiee, R., et al . (2011);« Siting transfer stations for municipal solid waste using a spatial multi-criteria analysis», Journal of Environmental & Engineering Geoscience, Vol. XVII, No. 2:143–154.

۱۱. چوبانگلوس، جورج و دیگران (۱۳۹۱) ؛ مدیریت جامع پسماند: اصول مهندسی و مسایل مدیریتی، جعفرزاده‌حقیقی‌فرد و دیگران، جلد اول و دوم. تهران: انتشارات خانیزان.

۱۲. هنرفر، لطف اله (۱۳۷۲) ؛ آشنایی با شهر تاریخی اصفهان، تهران، نتشارات گلها.

۱۳. محسن زاده هریس، بلال (۱۳۹۳/۱۱/۱۲)؛ آلودگی‌های آنی حاصل از مدیریت مواد زاید جامد شهری و اصول کلی نحوه کنترل آن؛ www.pasmand.tehran.ir

۱۴. بیگدلی، سهراب و دیگران (۱۳۹۳/۱۱/۲۴)؛ اتخاذ مدیریت واحد در جمع آوری و حمل و نقل پسماندهای عادی روستاهای شهرستان تیران و کرون؛ www.civilica.com

۱۵. معاونت برنامه ریزی، پژوهش و فناوری اطلاعات شهرداری اصفهان (۱۳۸۸) ؛ آمارنامه شهر اصفهان- سال ۱۳۸۷، اصفهان: روابط عمومی شهرداری اصفهان.

۱۶. معاونت برنامه ریزی، پژوهش و فناوری اطلاعات شهرداری اصفهان (۱۳۹۳) ؛ آمارنامه شهر اصفهان- سال ۱۳۹۲، اصفهان: روابط عمومی شهرداری اصفهان.

۱۷. اسکندی نوده، محمد و دیگران (۱۳۸۶) ؛ «بررسی و تحلیل وابستگی های مکانی تولید زباله در شهر تهران»، فصلنامه علوم پایه، شماره ۸: صفحه ۲۱۸-۲۰۶

۱۸. معاونت آموزشی جهاد دانشگاهی (۱۳۸۷) ؛ راهنمای جامع مدیریت شهری: مجموعهٔ اصول، قوانین و مفاهیم موردنیاز شهرداران، تهران: جهاد دانشگاهی واحد تهران.

۱۹. سعیدنیا، احمد (۱۳۷۸) ؛ کتاب سبز شهرداری: مواد زاید جامد شهری، جلد هفتم. تهران: سازمان شهرداری‌های کشور.

۲۰. سعیدنیا، احمد (۱۳۸۲) ؛ کتاب سبز شهرداری: مواد زاید جامد شهری، تهران: سازمان شهرداری های کشور.

۲۱. عبدلی، محمد علی (۱۳۷۹) ؛ مدیریت مواد زاید جامد شهری، جلد اول. تهران: دفتر برنامه ریزی مرکز مطالعات برنامه ریزی شهری، انتشارات سازمان شهرداری های کشور.

۲۲. مهندسان مشاور فرنهاد (۱۳۸۳) ؛ معیارها و ضوابط ساماندهی صنایع و خدمات شهری، تهران: سازمان شهرداری های کشور.

## پیوست‌ها

(الف) پرسشنامه

همکار گرامی

فرم پیش رو در جهت جمع آوری اطلاعات مسیرهای حمل پسماند عادی تهیه و تنظیم شده‌است. بنابراین خواهشمند است ضمن مطالعه دستورالعمل نحوه تکمیل پرسشنامه، نسبت به درج اطلاعات با نهایت دقت اقدام فرمایید. قبلاً از همکاری جنابعالی سپاسگزاریم.

| در این قسمت اطلاعات مربوط به تکمیل کننده فرم و شیفت کاری وارد می گردد. | | |
|---|---|---|
| نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم: | | نام و نام خانوادگی راننده: |
| نام منطقه: | تاریخ تکمیل فرم: | نوع شیفت:<br>شیفت شب- زوج ☐<br>شیفت شب- فرد ☐ |

| در این قسمت اطلاعات مربوط به خودرو و مالک خودرو وارد گردد. | | |
|---|---|---|
| کد خودرو: | پلاک خودرو: | نوع ماشین: نیسان☐ مینی پک ☐ ایسوزو پرس ☐ هیوندا پرس☐ |
| مالک خودرو: سازمان وابسته به شهرداری☐ شرکت خدماتی☐ نام شرکت خدماتی: | | |
| آدرس شرکت خدماتی-دفتر خدمات منطقه: | | |

| در این قسمت اطلاعات مربوط در هنگام آغاز شیفت کاری وارد گردد. | |
|---|---|
| زمان خروج از پارکینگ سازمان وابسته به شهرداری: | |
| زمان ورود به پارکینگ شرکت خدماتی: | زمان خروج از پارکینگ شرکت خدماتی: |

| در این قسمت اطلاعات مربوط در هنگام اتمام شیفت کاری وارد گردد. | |
|---|---|
| زمان ورود به پارکینگ شرکت خدماتی: | زمان ورود به پارکینگ سازمان وابسته به شهرداری: |

در صورتی که در شیفت جمع آوری پسماند، مناسبت خاصی در آن منطقه بوده‌است، لطفا ذکر فرمایید.

جدول الف و ب در ابتدای خدمات رسانی تکمیل می گردد.

| جدول الف: در صورتی که مالک خودرو سازمان وابسته به شهرداری می باشد در این قسمت، مسیر حرکت از سازمان به شرکت خدماتی را درج نمایید. |
| --- |
| |

| جدول ب: در این قسمت مسیر رفت از شرکت تا منطقه را درج نمایید. |
| --- |
| |

جدول ج و د در انتهای خدمات رسانی تکمیل می گردد.

| جدول ج: در این قسمت مسیر رفت از آخرین سکو مربوط به آخرین سرویس کاری به سمت شرکت را درج نمایید. |
| --- |
| |

| جدول د: در صورتی که مالک خودرو سازمان وابسته به شهرداری می باشد مسیر حرکت از شرکت به سازمان را در این قسمت درج نمایید. |
| --- |
| |

| |
|---|
| شماره کد فرم |
| شماره سرویس: |

| شماره گره | مسیر حرکت | زمان شروع | کیلومتر شمار شروع | زمان پایان | کیلومتر شمار پایان | میزان تقریبی زباله ( کیلوگرم ) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

| | |
|---|---|
| مسیر رفت به سکو: | محل سکو |
| | |

| | | |
|---|---|---|
| اطلاعات مربوط به ورود به سکو | زمان در هنگام ورود به محل سکو: | کیلومتر شمار در هنگام ورود به محل سکو: |
| اطلاعات مربوط به انتظار از سکو | علت تاخیر: صف سکو☐ حاضر نبودن تریلر ☐ سایر موارد: | |
| | مدت زمان انتظار در صف سکو: | تعداد ماشین در صف: |
| | مدت زمان انتظار به علت حاضر نبودن تریلر: | |
| اطلاعات مربوط تناژ زباله | تناژ ثبت شده در باسکول: | |
| اطلاعات مربوط به خروج از سکو | زمان در هنگام خروج از محل سکو: | کیلومتر شمار در هنگام خروج از محل سکو: |
| وضعیت | ادامه ارائه خدمت☐ اتمام کار و عزیمت به محل پارکینگ☐ | |

| | |
|---|---|
| مسیر برگشت از سکو: | |

(ب) متغیرهای شناسایی شده سیستم جمع آوری پسماند شهری

جدول (۱) – متغیرهای سیستم جمع آوری پسماند شهری شناسایی شده کلیدی

| نماد پارامتر | عنوان پارامتر |
|---|---|
| ***ti*** | زمان صرف شده درون هر گره تولید جمع آوری پسماند |
| ***T*** | کل زمان صرف شده بین گره های تولید جمع آوری پسماند |
| ***thi*** | زمان صرف شده از هر گره تولید به هر هاب و برگشت |
| ***TH*** | کل زمان صرف شده از گره‌های تولید به هاب‌ها و برگشت |
| ***thfi*** | زمان صرف شده از هر هاب به کارخانه کمپوست |
| ***THF*** | کل زمان صرف شده از هاب به کارخانه کمپوست |
| ***tsi*** | زمان صرف شده از هر گره تولید به هر سکو و برگشت |
| ***TS*** | کل زمان صرف شده از گره‌های تولید به سکوها و برگشت |
| ***tsfi*** | زمان صرف شده از هر سکو به کارخانه کمپوست |
| ***TSF*** | کل زمان صرف شده از سکوها به کارخانه کمپوست |
| ***di*** | مسافت طی شده درون هر گره تولید جمع آوری پسماند |
| ***D*** | کل مسافت طی شده بین گره های تولید جمع آوری پسماند |
| ***dhi*** | مسافت طی شده از هر گره تولید به هر هاب و برگشت |
| ***DH*** | کل مسافت طی شده از گره‌های تولید به هاب‌ها و برگشت |
| ***dhfi*** | مسافت طی شده از هر هاب به کارخانه کمپوست |
| ***DHF*** | کل مسافت طی شده از هاب به کارخانه کمپوست |
| ***dsi*** | مسافت طی شده از هر گره تولید به هر سکو و برگشت |
| ***DS*** | کل مسافت طی شده شده از گره‌های تولید به سکوها و برگشت |
| ***dsfi*** | مسافت طی شده از هر سکو به کارخانه کمپوست |
| ***DSF*** | کل مسافت طی شده از سکوها به کارخانه کمپوست |
| ***im1*** | متوسط هزینه هر ساعت پرسنل ماشین‌های حمل پسماند در یک ماه |
| ***im2*** | متوسط هزینه هر ساعت پرسنل ماشین‌های هاب در یک ماه |
| ***Im3*** | متوسط هزینه هر ساعت پرسنل سکو در یک ماه |
| ***Im4*** | متوسط هزینه هر ساعت پرسنل سمی تریلر در یک ماه |
| ***it1*** | متوسط هزینه تعمیرات ماشین آلات حمل پسماند در یک ماه |
| ***it2*** | متوسط هزینه تعمیرات ماشین آلات هاب در یک ماه |
| ***It4*** | متوسط هزینه تعمیرات ماشین آلات سمی تریلر در یک ماه |
| ***ib1*** | متوسط هزینه بالاسری ماشین آلات حمل پسماند در یک ماه |
| ***ib2*** | متوسط هزینه بالاسری ماشین آلات هاب در یک ماه |
| ***Ib4*** | متوسط هزینه بالاسری ماشین آلات سمی تریلر در یک ماه |
| ***N1*** | تعداد کل گره های تولید پسماند |
| ***N2*** | تعداد کل سرویس پسماند |
| ***ki*** | میزان حجم زباله در هر گره |
| ***ci*** | ظرفیت هر ماشین جمع آوری پسماند |
| ***chi*** | ظرفیت هر ماشین هاب |
| ***cfi*** | ظرفیت هر سمی تریلر سکو |
| ***J*** | هزینه سرمایه گذاری جهت اضافه کردن یک ماشین حمل پسماند |
| ***JH*** | هزینه سرمایه گذاری جهت اضافه کردن یک ماشین هاب |
| ***G*** | نرخ جذاب سرمایه گذاری برای شهرداری اصفهان |
| ***O*** | متوسط لیتر مصرفی به ازای هر کیلومتر حرکت ماشین های حمل پسماند جهت حمل پسماند از گره های تولید |
| ***OH*** | متوسط لیتر مصرفی به ازای هر کیلومتر حرکت ماشین های جمع آوری پسماند جهت انتقال زباله به هر هاب |

| نماد پارامتر | عنوان پارامتر |
|---|---|
| ***OS*** | متوسط لیتر مصرفی به ازای هر کیلومتر حرکت ماشین‌های جمع آوری پسماند به سکوی تخلیه و بازگشت |
| ***OHF*** | متوسط لیتر مصرفی به ازای هر کیلومتر حرکت ماشین‌های هاب به کارخانه کمپوست |
| ***OSF*** | متوسط لیتر مصرفی به ازای هر کیلومتر حرکت سمی تریلر به کارخانه کمپوست |
| ***P*** | بهای سوخت |
| ***M1*** | ماتریس مسافت گره‌های تولید پسماند |
| ***M2*** | ماتریس زمان گره‌های تولید پسماند |
| ***M3*** | ماتریس مسافت از گره‌های تولید به هاب‌ها |
| ***M4*** | ماتریس زمان از گره‌های تولید به هاب‌ها |
| ***M5*** | ماتریس مسافت از گره‌های تولید به سکوها |
| ***M6*** | ماتریس زمان از گره‌های تولید به سکوها |
| ***M7*** | ماتریس مسافت از هاب‌ها به کارخانه کمپوست |
| ***M8*** | ماتریس زمان از هاب‌ها به کارخانه کمپوست |
| ***M9*** | ماتریس مسافت از سکوها به کارخانه کمپوست |
| ***M10*** | ماتریس زمان از سکوها به کارخانه کمپوست |