DOI: 10.22100/jkh.v16i1.2614

مقاله پژوهشی

مجله دانش و تندرستی در علوم پایه پزشکی، دوره ۱۶، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شاهرود

طراحی و امکان‌سنجی فنی – اقتصادی سیستم جمع‌آوری زیرزمینی پسماندهای خانگی در شهر کرج

محمد نوری‌سپهر[۱]، علیرضا حاجی محمدعلی[۲]، امیر عرب‌اسماعیلی[۲]، جواد اسکندری[۲]، علی‌اکبر رودباری[۳]، الناز زارع‌زاده[۴*]

۱- استاد- گروه مهندسی بهداشت محیط- دانشکده بهداشت- دانشگاه علوم‌پزشکی البرز- کرج- ایران.

۲- شهرداری شاهرود- شاهرود- ایران.

۳- دانشیار- گروه مهندسی بهداشت محیط- دانشکده بهداشت- دانشگاه علوم‌پزشکی شاهرود- شاهرود- ایران.

۴- دانشجوی ارشد- گروه مهندسی بهداشت محیط- دانشکده بهداشت- دانشگاه علوم‌پزشکی البرز- کرج- ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۲۰، **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۰/۱/۱۵

چکیده

مقدمه *چالش‌های فراوان سیتم جمع‌آوری روزمینی شامل سرریزی مخازن به‌علت تعداد کم مخازن، ایجاد آلودگی بصری، عدم سازگاری مخازن با مبلمان شهری، آسیب‌پذیری مخازن دربرابر خوردگی و آتش‌سوزی و نارضایتی ساکنین، منجر به ایجاد سیستم‌های جمع‌آوری زیرزمینی شد. هدف این مطالعه، طراحی و تعیین الزامات فنی و هزینه‌های راه‌اندازی سیستم جمع‌آوری زیرزمینی پسماندهای خانگی در شهر کرج بود.*

مواد و روش‌ها: *این مطالعه یک مطالعه توصیفی- تحلیلی می‌باشد که به مدت ۶ ماه در شهر کرج و بر روی سیستم جمع‌آوری پسماند انجام می‌شود. در این مطالعه قرار است جایگزینی سیستم فعلی جمع‌آوری پسماندهای بلوار چهاربانده‌ی مهرشهر شهر کرج که در حال حاضر به‌صورت جمع‌آوری از طریق مخازن روزمینی است با سیستم جمع‌آوری زیرزمینی، از جنبه‌های فنی و اقتصادی مورد تجزیه و تحلیل و مقایسه قرار گیرد. مراحل اجرایی مطالعه عبارتند از مراجعه به معاونت خدمات شهری شهرداری کرج برای دریافت اطلاعات مخازن نصب‌شده در بلوار چهاربانده‌ی مهرشهر، طراحی سیستم جمع‌آوری زیرزمینی پسماندهای بلوار چهاربانده‌ی مهرشهر، تعیین هزینه‌های اجرای سیستم جمع‌آوری زیرزمینی دربلوار چهاربانده‌ی مهرشهر و مقایسه فنی دو سیستم جمع‌آوری فعلی (روزمینی) و زیرزمینی.*

نتایج: *نتایج مطالعه نشان داد که در سیستم جمع‌آوری روزمینی، مجموع هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه برابر با ۱۷۷۲۲۹۸۰۰۰ تومان و مجموع هزینه‌های بهره‌برداری ده ساله برابر با ۵۱۵۶۴۰۶۵۰۶ تومان است و در سیستم جمع‌آوری زیرزمینی، مجموع هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه برابر با ۱۲۶۷۲۳۶۸۰۰ تومان و مجموع هزینه‌های بهره‌برداری ده ساله برابر با ۴۰۹۵۳۰۵۲۲۶ تومان است.*

نتیجه‌گیری: *بررسی هزینه‌ها نشان می‌دهد که هم هزینه‌های سرمایه‌گذاری و هم هزینه‌های بهره‌برداری ده ساله سیستم جمع‌آوری مخزن زیرزمینی کمتر از سیستم مخازن روزمینی است. لذا تغییر الگوی جمع‌آوری زباله شهر کرج به الگوی زیرزمینی پیشنهاد می‌گردد.*

واژه‌های کلیدی: جمع‌آوری زیرزمینی، طراحی، امکان‌سنجی، فنی، اقتصادی، کرج.

***نویسنده مسئول:** دامغان، بلوار شمالی،خیابان مولوی هفتم، پلاک ۲۲، **تلفن:** ۰۹۰۲۳۶۲۸۳۸۲، **نمابر:** ۰۹۰۲۳۶۲۸۳۸۲، **Email:** zarezadehshmu@gmail.com

ارجاع: نوری‌سپهر محمد، حاجی محمدعلی علیرضا، عرب‌اسماعیلی امیر، اسکندری جواد، رودباری علی‌اکبر، زارع‌زاده الناز. طراحی و امکان‌سنجی فنی – اقتصادی سیستم جمع‌آوری زیرزمینی پسماندهای خانگی در شهر کرج. مجله دانش و تندرستی در علوم پایه پزشکی ۱۴۰۰؛۱۶(۱):۱۲-۲.

www.SID.ir

مقدمه

مرحله جمع‌آوری یکی از مهمترین و پرهزینه‌ترین مراحل مدیریت پسماند می‌باشد به‌طوری‌که بیش از ۷۵ تا ۸۰ درصد از هزینه‌های مدیریت پسماند مربوط به این مرحله می‌باشد (۱). در مرحله جمع‌آوری، زباله‌ها از درب منازل (در سیستم‌های غیرمکانیزه) یا از مخازن موجود در ابتدای معابر و خیابان‌های اصلی (در سیستم مکانیزه) جمع شده و به خارج از شهر منتقل می‌شود (۲ و ۳).

یکی از اجزای سیستم‌های مکانیزه جمع‌آوری مواد زائد جامد، مخازن جمع‌آوری می‌باشد. این مخازن با احجام مختلف در ابتدای معابر و خیابان‌های اصلی و براساس شعاع دسترسی نصب می‌شوند. حجم این مخازن براساس تراکم جمعیت و شعاع دسترسی تعیین می‌گردد و معمولاً هر مخزن، دایره‌هایی به شعاع ۹۰ تا ۱۲۰ متر را پوشش می‌دهد (۴ و ۵).

اگرچه این سیستم در بسیاری از شهرهای کشورهای توسعه‌یافته مانند هامبورگ و کپنهاک و کشورهای در حال توسعه از جمله تهران در حال اجراست اما با چالش‌های بسیار جدی رو به روست. از جمله این چالش‌ها می‌توان به سرریزی مخازن به علت تعداد کم مخازن به‌میزان پسماند تولیدی و یا تعداد کم دفعات جمع‌آوری، ایجاد آلودگی بصری مخازن به علت کثیف شدن بدنه خارجی مخازن (۶)، عدم سازگاری مخازن با مبلمان شهری بویژه در قسمت‌های پرتردد و بافت تجاری شهر (۷)، آسیب‌پذیری مخازن در برابر خوردگی و آتش سوزی، نارضایتی ساکنین (۸)، کسبه محل و عابرین از مکان قرارگیری مخزن، محفوظ نبودن مخازن به‌علت نداشتن و کنده شدن درپوش، بوی نامطلوب مساعد شده از مخازن (۹)، امکان سرقت زباله‌ها توسط بازیافت‌کنندگان غیرمجاز و در نهایت دسترسی آسان حیوانات موذی (۱۰) به آنها اشاره کرد.

در پاسخ به مشکلات روش‌های سطحی مخازن جمع‌آوری مواد زائد جامد، در سال‌های اخیر الگوی جمع‌آوری با مخازن زیرزمینی معرفی شده است. در این الگو، مخازن بزرگتری نسبت به مخازن روزمینی در زیر زمین نصب می‌شود و کامیون‌های مجهز به دستگاه جرثقیل، این مخازن را بعد از پر شدن، بر می‌دارند و از بالا وارد کامیون می‌کنند (بجای ورود از پشت در سیستم روزمینی) و سپس اقدام به فشرده‌سازی در داخل کامیون می‌گردد. البته نوع تکامل‌یافته‌تر این سیستم با عنوان AVAC (Automated Vacuum Collection) وجود دارد که تماماً زیرزمینی بوده و از نیروی پنوماتیک برای انتقال پسماند به ایستگاه مرکزی استفاده می‌کند. این سیستم نیازمند تکنولوژی‌های پیشرفته و حفاری‌های فراوان است و هزینه‌های اجرایی آن بسیار زیاد است (۱۱ و ۱۲). الگوی جمع‌آوری با مخازن زیرزمینی هم‌اکنون در بسیاری از شهرهای دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند و بسیاری از شهرها نیز در حال استفاده آزمایشی از این مخازن هستند تا در صورت موفقیت‌آمیز بودن طرح‌های پایلوت، آنها را جایگزین مخازن سنتی کنند. از جمله شهرهایی که اقدام به استفاده از مخازن زیرزمینی کرده‌اند می‌توان به ابوظبی (امارات)، پولیمائو آلگریو (پرتغال)، پیتربورو (انگلستان)، میکونوس (یونان)، جورج تان (انتریو، کانادا)، کبک (کانادا)، هلسینکی (فنلاند) و ریودوژانیرو (برزیل) اشاره کرد. بسیاری از شهرها نیز مخازن زیرزمینی را در مکان‌های خاصی متمرکز کرده‌اند (۱۳ و ۱۴). پارک‌ها، بیمارستان‌ها، مراکز خرید، سواحل و زمین‌های ورزش ازجمله این موارد هستند. در این سیستم، امکان دسترسی بازیافت‌کنندگان به اجزای داخل مخازن وجود ندارد. ضمن آنکه به دلیل نصب در زیر زمین از مزایای متعدد دیگری به شرح زیر برخوردارند:

۱- ظرفیت مخازن زیرزمینی به مراتب بیشتر از ظرفیت مخازن معمولی شهری است (۱۲). ۲- از آنجا که این مخازن در زیرزمین واقع شده‌اند و دمای زیرزمین به مراتب سردتر از فضای بالای سطح زمین است (با اختلاف ۶ تا ۸ درجه سانتیگراد)، بنابراین محیط ذخیره‌سازی پسماندها سرد بوده و رشد باکتری‌ها در حدی است که فرایند تجزیه مواد آلی به کندی در آن صورت می‌پذیرد از همین‌رو این مخازن به نسبت مخازن معمولی شهری بو و شیرابه کمتری تولید می‌کنند (۱۳). ۳- تراکم پسماندها در این مخازن بین ۱/۷ تا ۲/۷ برابر مخازن معمولی است (۱۳). ۴- صرفه‌جویی در فضا: از آنجا که بخش قابل توجهی از این مخازن در زیرزمین هستند فضای معابر و گذرگاه‌ها حفظ شده و می‌توان از فضاهای شهری برای سایر مصارف ضروری بهره برد (۱۴). ۵- ایمن از دسترسی زباله دزدها و جانوران موذی و حشرات. ۶- ایمن در برابر خطرات چون آتش سوزی‌های ناگهانی. ۷- کاهش آلودگی بصری (۱۵ و۱۶).

بلوار چهاربانده مهرشهر، یکی از مناطق بسیار پرتردد و تجاری شهر کرج است (۱۶) که اغلب پذیرای حجم زیادی از ساکنین شهر در ساعات مختلف شبانه‌روز می‌باشد. در حال حاضر برای جمع‌آوری پسماندهای این خیابان، تعداد ۶۰ عدد مخزن ثابت جمع‌آوری زباله از جنس نصب شده است و پسماندهای آن به صورت روزی یکبار جمع‌آوری و به محل دفن زباله شهر کرج منتقل می‌گردد (۱۷).

با توجه به تردد زیاد عابران پیاده در این بخش و وجود تعداد بسیار زیاد اماکن، فروشگاه‌ها و مجتمع‌های تجاری در این محدوده ،وجود مخازن روزمینی، مناظر ناپسندی را ایجاد کرده است و بوی بد منتشره از این مخازن بویژه در فصول گرم سال منجر به نارضایتی‌های ساکنین و عابرین شده است. از طرفی دیگر به‌علت آنکه این مخازن، پذیرای پسماندهای فروشگاه‌ها و مغازه‌ها و مجتمع‌های تجاری هستند روزانه حجم بسیار زیادی پسماند خشک در این مخازن تخلیه می‌شود که در حال حاضر دوره‌گردها با وسایل و تجهیزات نامناسب اقدام به بازیافت آنها می‌کنند بطوریکه تعداد دوره‌گردان و بازیافت‌کنندگان غیرمجاز زباله در این بخش، بیش از سایر بخش‌های شهر شده است .

از طرفی دیگر، این سیستم تاکنون در داخل کشور و بسیاری از کشورهای در حال توسعه اجرا نشده است لذا هدف از این مطالعه، طراحی سیستم جمع‌آوری مخزن زیرزمینی و امکان‌سنجی فنی و اقتصادی احداث این سیستم در خیابان چهاربانده کرج بود.

www.SID.ir

شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

این مطالعه یک مطالعه توصیفی- تحلیلی می‌باشد که به مدت ۶ ماه در شهر کرج و بر روی سیستم جمع‌آوری پسماند انجام شد. مراحل اجرایی مطالعه عبارتند از :

۱ -مراجعه به معاونت خدمات شهری شهرداری کرج برای دریافت اطلاعات مخازن نصب شده در بلوار چهاربانده مهرشهر: در این مرحله، اطلاعات تعداد و محل‌های نصب مخازن در این خیابان، ظرفیت و جنس مخازن و نقشه تأسیسات زیرزمینی واقع در محدوده این خیابان اخذ خواهد شد. همچنین اطلاعات مربوط به قیمت و هزینه‌های تعمیر و نگهداری مخازن فعلی و تعداد نیروی انسانی درگیر و مدت‌زمان لازم برای جمع‌آوری پسماندهای این بلوار نیز از معاونت خدمات شهری گردآوری خواهد شد .

۲ -طراحی سیستم جمع‌آوری زیرزمینی پسماندهای بلوار چهاربانده مهرشهر: در این مرحله، براساس نقشه دریافتی از محدوده بلوار چهار باندی مهرشهر، و براساس قوانین فاصله دسترسی شهروندان به نزدیک‌ترین مخازن و همچنین با در نظر گرفتن محل فعلی مسیرهای عبور تأسیسات زیرسطحی نظیر خطوط برق و گاز و آب و تلفن و فاضلاب، اقدام به جانمایی و تعیین مکان‌های نصب مخازن زیرزمینی خواهد شد. همچنین تمامی جنبه‌های فنی شامل :

۱ -تعیین تعداد مخازن موردنیاز، ۲- تعیین حجم مخازن موردنیاز، ۳- تعیین جنس مخازن موردنیاز، ۴- تعیین محل‌های نصب مخازن و فاصله آن‌ها از خیابان‌ها و کوچه‌ها و ایستگاه‌های اتوبوس و شیر آتش‌نشانی وغیره، ۵- تعیین مشخصات کامیون جمع‌آوری موردنیاز شامل ظرفیت جک و حجم مخزن، ۶-تعیین تعداد کارگر موردنیاز، ۷- تعیین تعداد دفعات جمع‌آوری موردنیاز و غیره نیز تعیین خواهد شد .

بلوار چهاربانده

۳ -تعیین هزینه‌های اجرای سیستم جمع‌آوری زیرزمینی دربلوار چهاربانده مهرشهر: در این مرحله، تمامی جنبه‌های اقتصادی راه‌اندازی سیستم جمع‌آوری زیرزمینی شامل :

الف- تعیین هزینه خرید مخازن زیرزمینی موردنیاز برای بلوار چهاربانده مهرشهر

ب-تعیین هزینه نصب مخازن زیرزمینی در بلوار چهاربانده مهرشهر

ج- تعیین هزینه خرید کامیون جمع‌آوری پسماندهای بلوار چهاربانده مهرشهر

د: تعیین هزینه کارگر موردنیاز برای جمع‌آوری پسماندهای بلوار چهاربانده مهرشهر تعیین خواهد شد. در تعیین این هزینه‌ها، هم هزینه‌های راه‌اندازی و هم هزینه‌های بهره‌برداری سالیانه تعیین و به یک مبنا تبدیل خواهند شد تا امکان مقایسه با تمامی هزینه‌های سیستم فعلی (روزمینی) فراهم گردد .

۴ -مقایسه فنی دو سیستم جمع‌آوری فعلی (روزمینی) و زیرزمینی: در این مرحله براساس اطلاعات گردآوری شده از معاونت خدمات شهری و طراحی‌های صورت‌گرفته، اقدام به مقایسه فنی دو سیستم خواهد شد. در این مرحله، اجزای مختلف هر دو سیستم شامل ظرفیت کامیون‌ها، سیستم بالابر مخازن کامیون‌ها، تعداد مخازن، جسن مخازن، ظرفیت مخازن و نحوه نصب مخازن با یکدیگر مقایسه خواهد شد. در دسترس بودن تکنولوژی با توجه به تحریم‌ها و قابلیت ساخت در کشور و منطقه، قابلیت به روزرسانی و تعمیرات در داخل کشور و منطقه، برخی از ملاک‌های مقایسه فنی این دو سیستم می‌باشد .

۵- مقایسه اقتصادی دو سیستم جمع‌آوری فعلی (روزمینی) و زیرزمینی: در این محله براساس اطلاعات گردآوری شده از معاونت خدمات شهری و طراحی‌های صورت‌گرفته و همچنین اطلاعات قیمت اخذشده از سازندگان سیستم و کامیون‌های جمع‌آوری زیرزمینی، اقدام به مقایسه اقتصادی دو سیستم خواهد شد. در این مرحله، هزینه‌های راه‌اندازی اولیه

www.SID.ir

و نیز هزینه‌های راهبری سالیانه هر سیستم باید تبدیل به یک هزینه شود ارزش فعلی هزینه‌های سالیانه تا قابل جمع شدن باشد و سپس مجموع این دو هزینه در هر دو سیستم با یکدیگر مقایسه خواهد شد. فرمول مورد استفاده برای تبدیل هزینه‌های سالیانه به هزینه‌های فعلی عبارتست از :

$$Pn=Po\times (1+r)n$$

Pn= ارزش فعلی هزینه‌های سالیانه، P0= هزینه سالیانه، r= نرخ تورم سالیانه، n= تعداد سال

هزینه کامیون، هزینه مخازن، هزینه نصب مخازن، هزینه استهلاک خودور، هزینه دستمزد کارگران و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری، بخشی از هزینه‌های قابل مقایسه دو سیستم از لحاظ اقتصادی خواهند بود .

نتایج

سیستم فعلی جمع‌آوری پسماند خیابان چهاربانده مهرشهر، از نوع مخازن ثابت می‌باشد و تمام پسماندها بصورت مخلوط توسط یک مخزن جمع‌آوری و به‌صورت روزانه جمع‌آوری می‌شود. در این خیابان ۴٫۸ کیلومتری، ۸۴ مخزن در سمت شمالی و ۷۷ مخزن در سمت جنوبی نصب شده است که از این تعداد، ۵۱ مخزن از نوع ۴۵۰ لیتری، ۴۱ مخزن از نوع ۶۰۰ لیتری و ۶۹ مخزن از نوع ۵۰۰ لیتری می‌باشد. جنس تمام مخازن، گالوانیزه و سطح زیرین آن از نوع محدب می‌باشد. تراکم جمعیت در این منطقه، ۶۰۰ نفر در هکتار، بعد خانوار ۳ نفر و حداقل تعداد طبقات ساختمان‌ها در آن ۴ طبقه می‌باشد. طول و عرض هر قطعه زمین در این منطقه، ۱۰ متر در ۲۰ متر (۲۰۰ متر مربع) می‌باشد. تعداد کوچه منشعب از بلوار، ۱۵۸ کوچه، تعداد کوچه در سمت شمالی بلوار ۸۶ کوچه و در سمت جنوبی ۷۲ کوچه است. عمق نصب خطوط تأسیسات زیرسطحی شهری عبارتند از:

آب: ۱/۲ متر، گاز: ۱/۴ متر، فاضلاب: ۴/۹ متر. ظرفیت مخازن نصب‌شده عبارتند از: مخزن ۴۵۰ لیتری= ۵۱ عدد، مخزن ۶۰۰ لیتری=۴۱ عدد و مخزن ۵۰۰ لیتری= ۶۹ عدد.

همچنین براساس اطلاعات به‌دست آمده از معاونت خدمات شهری شهرداری کرج، سرانه تولید پسماند براساس تجزیه و تحلیلهای صورت گرفته در سال ۱۳۹۸، ۸۰۳ گرم و دانیسته زباله مخلوط ۲۴۵/۷۹ کیلوگرم بر مترمکعب تعیین شده است.

ب: نتایج طراحی سیستم جمع‌آوری مخزن روزمینی برای منطقه مورد مطالعه

برای آنکه بتوانیم مقایسه صحیحی از سیستم جمع‌آوری روزمینی با سیستم جمع‌آوری زیرزمینی داشته باشیم ابتدا باید تعداد صحیح مخازن روزمینی و همینطور تعداد صحیح مخازن زیرزمینی موردنیاز برای این منطقه را تعیین کنیم. براساس گفتگوهای صورت گرفته با مسئولین خدمات شهری شهرداری کرج و همینطور مشاهدات میدانی، مخازن فعلی نصب شده چه از نظر تعداد و چه از نظر ابعاد، با استانداردها مطابقت ندارد و قادر به ارائه خدمات مناسب به خانوارها نیست.

لذا ابتدا تعداد و حجم مخازن موردنیاز برای هر کوچه را در الگوی روزمینی و سپس در الگوی زیرزمینی محاسبه می‌کنیم.

حجم مخزن موردنیاز برای هر کوچه تابعی از وزن پسماندهای تولیدی هر نفر، تعداد جمعیت در آن کوچه، تناوب جمع‌آوری پسماند، دانسیته پسماند و درصد فشردگی پسماند در مخازن خواهد بود. تعداد جمعیت در هر کوچه از حاصل‌ضرب مساحت هر کوچه در تراکم جمعیت کوچه بدست می‌آید. درصد فشردگی پسماند نیز براساس مطالعات انجام شده توسط سازمان جهانی بهداشت برای مخازن با حجم کمتر از ۱۲۰۰ لیتر، ۱۰ درصد می‌باشد. با توجه به اینکه دانسیته پسماند، ۲۴۵/۷۹ کیلوگرم بر مترمکعب و وزن سرانه زباله هر نفر ۸٫۳ گرم تعیین شد لذا حجم زباله تولیدی هر نفر در روز برابر با ۰٫۰۰۳۲ مترمکعب و با احتساب ۱۰ درصد فشردگی، برابر با ۰/۰۰۲۹۷۱ مترمکعب خواهد شد. بنابراین هر مخزن ۴۵۰ لیتری، پسماند روزانه ۱۵۰ نفر را در خود جای خواهد داد. حال برهمین‌اساس، حجم مخازن موردنیاز را برای تمام کوچه‌ها محاسبه می‌کنیم. جدول شماره یک، حجم مخازن موردنیاز برای کوچه‌های منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۱- حجم مخازن موردنیاز برای کوچه‌های منطقه مورد مطالعه

شماره کوچه	مساحت کوچه (هکتار)	جمعیت کوچه	حجم مخزن (لیتر)	شماره کوچه	مساحت کوچه (هکتار)	جمعیت کوچه	حجم مخزن (لیتر)
۱	۰/۲۵	۱۵۱	۴۵۰	۸۲	۰/۳۴	۲۱۹	۶۰۰
۲	۰/۲۷۸	۱۶۸	۵۰۰	۸۳	۰/۲۷۷	۱۷۰	۵۰۰
۳	۰/۲۴۱	۱۵۰	۴۵۰	۸۴	۰/۲۷۲	۱۶۲	۵۰۰
۴	۰/۳۲۱	۲۰۰	۶۰۰	۸۵	۰/۲۷۸	۱۶۸	۵۰۰
۵	۰/۲۷۸	۱۶۸	۵۰۰	۸۶	۰/۳۴	۲۱۴	۶۰۰
۶	۰/۲۷۷	۱۶۷	۵۰۰	۸۷	۰/۳۴	۲۱۳	۶۰۰
۷	۰/۲۶۰	۱۵۲	۴۵۰	۸۸	۰/۳۴	۲۱۳	۶۰۰
۸	۰/۳۲۲	۲۰۱	۶۰۰	۸۹	۰/۳۵	۲۱۵	۶۰۰
۹	۰/۲۷۹	۱۶۹	۵۰۰	۹۰	۰/۲۷	۱۶۶	۵۰۰
۱۰	۰/۲۵	۱۵۱	۴۵۰	۹۱	۰/۲۷	۱۶۲	۵۰۰

www.SID.ir

۱۱	۰/۲۴۶	۱۵۰	۴۵۰	۹۲	۰/۲۷	۱۶۰	۵۰۰
۱۲	۰/۳۲	۲۰۰	۶۰۰	۹۳	۰/۲۵۱	۱۵۰	۴۵۰
۱۳	۰/۲۶	۱۵۲	۴۵۰	۹۴	۰/۲۵۸	۱۵۰	۴۵۰
۱۴	۰/۲۵	۱۵۱	۴۵۰	۹۵	۰/۲۵۳	۱۵۸	۴۵۰
۱۵	۰/۲۵	۱۵۱	۴۵۰	۹۶	۰/۲۷۸	۱۶۴	۵۰۰
۱۶	۰/۳۲	۲۰۰	۶۰۰	۹۷	۰/۳۲۴	۲۰۷	۶۰۰
۱۷	۰/۲۷۶	۱۶۷	۵۰۰	۹۸	۰/۲۷۶	۱۶۵	۵۰۰
۱۸	۰/۲۶	۱۵۲	۴۵۰	۹۹	۰/۲۷	۱۶۰	۵۰۰
۱۹	۰/۲۷۸	۱۶۸	۵۰۰	۱۰۰	۰/۲۶	۱۵۸	۴۵۰
۲۰	۰/۲۵	۱۵۱	۴۵۰	۱۰۱	۰/۲۶	۱۵۹	۴۵۰
۲۱	۰/۲۷	۱۵۳	۴۵۰	۱۰۲	۰/۲۷۷	۱۶۲	۵۰۰
۲۲	۰/۳۲	۲۰۰	۶۰۰	۱۰۳	۰/۲۷	۱۶۰	۵۰۰
۲۳	۰/۲۷۷	۱۶۸	۵۰۰	۱۰۴	۰/۲۵	۱۵۱	۴۵۰
۲۴	۰/۲۶	۱۵۲	۴۵۰	۱۰۵	۰/۳۲۵	۲۱۰	۶۰۰
۲۵	۰/۳۲	۲۰۰	۶۰۰	۱۰۶	۰/۲۷	۱۶۰	۵۰۰
۲۶	۰/۲۷۶	۱۶۷	۵۰۰	۱۰۷	۰/۲۵۸	۱۵۰	۴۵۰
۲۷	۰/۳۲	۲۰۰	۶۰۰	۱۰۸	۰/۲۷۳	۱۶۲	۵۰۰
۲۸	۰/۲۵۱	۱۵۱	۴۵۰	۱۰۹	۰/۲۷	۱۶۰	۵۰۰
۲۹	۰/۲۵	۱۵۰	۴۵۰	۱۱۰	۰/۳۲۷	۲۱۲	۶۰۰
۳۰	۰/۲۵۲	۱۵۲	۴۵۰	۱۱۱	۰/۲۵	۱۵۵	۴۵۰
۳۱	۰/۲۷۷	۱۶۷	۵۰۰	۱۱۲	۰/۲۷	۱۶۰	۵۰۰
۳۲	۰/۲۵	۱۵۰	۴۵۰	۱۱۳	۰/۲۷۶	۱۶۸	۵۰۰
۳۳	۰/۲۷۸	۱۶۸	۵۰۰	۱۱۴	۰/۲۶۱	۱۵۶	۴۵۰
۳۴	۰/۲۴۱	۱۵۱	۴۵۰	۱۱۵	۰/۳۲۶	۲۱۲	۶۰۰
۳۵	۰/۳۲۲	۲۰۰	۶۰۰	۱۱۶	۰/۲۷	۱۶۲	۵۰۰
۳۶	۰/۲۷۷	۱۶۷	۵۰۰	۱۱۷	۰/۲۸	۱۶۸	۵۰۰
۳۷	۰/۲۷۸	۱۶۸	۵۰۰	۱۱۸	۰,۲۷۴	۱۶۲	۵۰۰
۳۸	۰/۲۷۸	۱۶۸	۵۰۰	۱۱۹	۰/۲۵۱	۱۵۲	۴۵۰
۳۹	۰/۲۴۱	۱۵۰	۴۵۰	۱۲۰	۰/۲۷۶	۱۶۸	۵۰۰
۴۰	۰/۲۴۶	۱۵۰	۴۵۰	۱۲۱	۰/۲۷	۱۶۰	۵۰۰
۴۱	۰/۳۲	۲۰۰	۶۰۰	۱۲۲	۰/۳۲	۲۰۲	۶۰۰
۴۲	۰/۳۲۲	۲۰۱	۶۰۰	۱۲۳	۰/۲۷۶	۱۶۰	۵۰۰
۴۳	۰/۳۲۳	۲۰۲	۶۰۰	۱۲۴	۰/۲۵	۱۵۱	۴۵۰
۴۴	۰/۲۷۶	۱۶۷	۵۰۰	۱۲۵	۰/۲۷	۱۶۰	۵۰۰
۴۵	۰/۲۷۸	۱۶۸	۵۰۰	۱۲۶	۰/۲۴	۱۵۱	۴۵۰
۴۶	۰/۲۷۶	۱۶۷	۵۰۰	۱۲۷	۰/۳۳	۲۱۰	۶۰۰
۴۷	۰/۲۶۱	۱۵۲	۴۵۰	۱۲۸	۰/۳۲۵	۲۰۲	۶۰۰
۴۸	۰/۲۵	۱۵۱	۴۵۰	۱۲۹	۰/۲۵۴	۱۵۰	۴۵۰
۴۹	۰/۳۲	۲۰۰	۶۰۰	۱۳۰	۰/۲۶۵	۱۶۸	۵۰۰
۵۰	۰/۳۲	۲۰۰	۶۰۰	۱۳۱	۰/۲۴	۱۵۷	۴۵۰
۵۱	۰/۲۷۶	۱۶۷	۵۰۰	۱۳۲	۰/۳۴	۲۰۰	۶۰۰
۵۲	۰/۲۷۸	۱۶۸	۵۰۰	۱۳۳	۰/۲۶	۱۶۳	۵۰۰
۵۳	۰/۳۲۲	۲۰۱	۶۰۰	۱۳۴	۰/۲۶	۱۶۶	۵۰۰
۵۴	۰/۳۲۴	۲۰۲	۶۰۰	۱۳۵	۰/۲۵	۱۵۱	۴۵۰
۵۵	۰/۲۵	۱۵۴	۴۵۰	۱۳۶	۰/۲۷	۱۶۶	۵۰۰
۵۶	۰/۲۵	۱۵۱	۴۵۰	۱۳۷	۰/۲۷	۱۶۰	۵۰۰
۵۷	۰/۲۷۳	۱۶۵	۵۰۰	۱۳۸	۰/۲۴۱	۱۵۰	۴۵۰

www.SID.ir

۵۸	۰/۲۷	۱۶۲	۵۰۰	۱۳۹	۰/۲۷۶	۱۶۱	۵۰۰
۵۹	۰/۲۸	۱۶۸	۵۰۰	۱۴۰	۰/۲۷۱	۱۶۱	۵۰۰
۶۰	۰/۲۷۲	۱۶۴	۵۰۰	۱۴۱	۰/۲۴۰	۱۵۸	۴۵۰
۶۱	۰/۲۵۲	۱۵۶	۴۵۰	۱۴۲	۰/۳۳۹	۲۰۹	۶۰۰
۶۲	۰/۳۲۸	۲۰۴	۶۰۰	۱۴۳	۰/۲۷۱	۱۶۰	۵۰۰
۶۳	۰/۳۲	۲۰۰	۶۰۰	۱۴۴	۰/۲۵۳	۱۵۲	۴۵۰
۶۴	۰/۳۲۹	۲۰۸	۶۰۰	۱۴۵	۰/۳۲۱	۲۱۴	۶۰۰
۶۵	۰/۲۶	۱۵۲	۴۵۰	۱۴۶	۰/۲۷۶	۱۶۱	۵۰۰
۶۶	۰/۲۵۷	۱۵۰	۴۵۰	۱۴۷	۰/۲۴۷	۱۵۰	۴۵۰
۶۷	۰/۲۶۶	۱۵۸	۴۵۰	۱۴۸	۰/۳۴۱	۲۰۷	۶۰۰
۶۸	۰/۳۳۱	۲۱۰	۶۰۰	۱۴۹	۰/۲۷۳	۱۶۰	۵۰۰
۶۹	۰/۳۴	۲۱۸	۶۰۰	۱۵۰	۰/۲۴۴	۱۵۶	۴۵۰
۷۰	۰/۲۷	۱۶۲	۵۰۰	۱۵۱	۰/۲۷	۱۶۰	۵۰۰
۷۱	۰/۲۶۷	۱۶۰	۵۰۰	۱۵۲	۰/۳۳۷	۲۰۶	۶۰۰
۷۲	۰/۲۷	۱۶۰	۵۰۰	۱۵۳	۰/۲۵۱	۱۵۰	۴۵۰
۷۳	۰/۲۷۷	۱۶۸	۵۰۰	۱۵۴	۰/۲۵۶	۱۵۸	۴۵۰
۷۴	۰/۲۷	۱۶۱	۵۰۰	۱۵۵	۰/۲۵۲	۱۵۲	۴۵۰
۷۵	۰/۲۸	۱۶۸	۵۰۰	۱۵۶	۰/۲۷۴	۱۶۶	۵۰۰
۷۶	۰/۲۸	۱۷۰	۵۰۰	۱۵۷	۰/۲۷	۱۶۰	۵۰۰
۷۷	۰/۲۷	۱۶۸	۵۰۰	۱۵۸	۰/۲۷۲	۱۶۰	۵۰۰
۷۸	۰/۳۲	۲۰۶	۶۰۰	۱۵۹	۰/۲۷۶	۱۶۱	۵۰۰
۷۹	۰/۳۲۱	۲۰۹	۶۰۰	۱۶۰	۰/۲۷۹	۱۶۸	۵۰۰
۸۰	۰/۳۳	۲۱۴	۶۰۰	۱۶۱	۰/۲۵۱	۱۵۲	۴۵۰
۸۱	۰/۳۳	۲۱۰	۶۰۰				

جدول ۲- محل نصب مخازن در منطقه مورد مطالعه

شماره مخزن	محل نصب مخزن	شماره مخزن	محل نصب مخزن
۱	بین کوچه‌های ۱ تا ۳	۳۴	بین کوچه‌های ۸۰ تا ۸۱
۲	بین کوچه‌های ۴ تا ۵	۳۵	بین کوچه‌های ۸۲ تا ۸۳
۳	بین کوچه‌های ۶ تا ۸	۳۶	بین کوچه‌های ۸۴ تا ۸۵
۴	بین کوچه‌های ۹ تا ۱۰	۳۷	بین کوچه‌های ۸۶ تا ۸۷
۵	بین کوچه‌های ۱۱ تا ۱۳	۳۸	بین کوچه‌های ۸۸ تا ۸۹
۶	بین کوچه‌های ۱۴ تا ۱۶	۳۹	بین کوچه‌های ۹۰ تا ۹۱
۷	بین کوچه‌های ۱۷ تا ۱۸	۴۰	بین کوچه‌های ۹۲ تا ۹۴
۸	بین کوچه‌های ۱۹ تا ۲۱	۴۱	بین کوچه‌های ۹۵ تا ۹۶
۹	بین کوچه‌های ۲۲ تا ۲۳	۴۲	بین کوچه‌های ۹۷ تا ۹۹
۱۰	بین کوچه‌های ۲۴ تا ۲۵	۴۳	بین کوچه‌های ۱۰۰ تا ۱۰۱
۱۱	بین کوچه‌های ۲۶ تا ۲۷	۴۴	بین کوچه‌های ۱۰۲ تا ۱۰۴
۱۲	بین کوچه‌های ۲۸ تا ۳۰	۴۵	بین کوچه‌های ۱۰۵ تا ۱۰۶
۱۳	بین کوچه‌های ۳۱ تا ۳۳	۴۶	بین کوچه‌های ۱۰۷ تا ۱۰۹
۱۴	بین کوچه‌های ۳۴ تا ۳۵	۴۷	بین کوچه‌های ۱۱۰ تا ۱۱۱
۱۵	بین کوچه‌های ۳۶ تا ۳۷	۴۸	بین کوچه‌های ۱۱۲ تا ۱۱۳
۱۶	بین کوچه‌های ۳۸ تا ۴۰	۴۹	بین کوچه‌های ۱۱۴ تا ۱۱۶
۱۷	بین کوچه‌های ۴۱ تا ۴۲	۵۰	بین کوچه‌های ۱۱۷ تا ۱۱۸
۱۸	بین کوچه‌های ۴۳ تا ۴۴	۵۱	بین کوچه‌های ۱۱۹ تا ۱۲۱
۱۹	بین کوچه‌های ۴۵ تا ۴۷	۵۲	بین کوچه‌های ۱۲۲ تا ۱۲۳

www.SID.ir

۲۰	بین کوچه‌های ۴۸ تا ۴۹	۵۳	بین کوچه‌های ۱۲۴ تا ۱۲۵
۲۱	بین کوچه‌های ۵۰ تا ۵۱	۵۴	بین کوچه‌های ۱۲۶ تا ۱۲۸
۲۲	بین کوچه‌های ۵۳ تا ۵۴	۵۵	بین کوچه‌های ۱۲۹ تا ۱۳۰
۲۳	بین کوچه‌های ۵۵ تا ۵۶	۵۶	بین کوچه‌های ۱۳۱ تا ۱۳۲
۲۴	بین کوچه‌های ۵۷ تا ۵۸	۵۷	بین کوچه‌های ۱۳۳ تا ۱۳۵
۲۵	بین کوچه‌های ۵۹ تا ۶۱	۵۸	بین کوچه‌های ۱۳۶ تا ۱۳۸
۲۶	بین کوچه‌های ۶۲ تا ۶۳	۵۹	بین کوچه‌های ۱۳۹ تا ۱۴۰
۲۷	بین کوچه‌های ۶۴ تا ۶۵	۶۰	بین کوچه‌های ۱۴۱ تا ۱۴۳
۲۸	بین کوچه‌های ۶۶ تا ۶۸	۶۱	بین کوچه‌های ۱۴۴ تا ۱۴۵
۲۹	بین کوچه‌های ۶۹ تا ۷۰	۶۲	بین کوچه‌های ۱۴۶ تا ۱۴۸
۳۰	بین کوچه‌های ۷۱ تا ۷۲	۶۳	بین کوچه‌های ۱۴۹ تا ۱۵۰
۳۱	بین کوچه‌های ۷۳ تا ۷۵	۶۴	بین کوچه‌های ۱۵۱ تا ۱۵۲
۳۲	بین کوچه‌های ۷۶ تا ۷۸	۶۵	بین کوچه‌های ۱۵۳ تا ۱۵۴
۳۳	بین کوچه‌های ۷۹ تا ۸۰	۶۶	بین کوچه‌های ۱۵۵ تا ۱۵۶

ج: نتایج محاسبات سیستم جمع‌آوری مخازن زیرزمینی

براساس محاسبات انجام شده به ۶۶ مخزن برای این منطقه نیاز خواهد بود. محل نصب مخازن نیز براساس جدول شماره ۲ خواهد بود.

د: مقایسه هزینه‌های سیستم‌های جمع‌آوری

هر سیستم جمع‌آوری دارای دو دسته هزینه می‌باشد که عبارتند از:

۱- هزینه‌های سرمایه‌گذاری شامل هزینه خرید مخازن + هزینه خرید کامیون جمع‌آوری + هزینه نصب مخازن

۲- هزینه‌های جاری شامل هزینه نیروی انسانی + هزینه تعمیرات مخازن + هزینه تعمیرات کامیون جمع‌آوری

۱- هزینه‌های سیستم فعلی جمع‌آوری مخزن روزمینی

۱-۱ هزینه‌های سرمایه گذاری

الف: هزینه خرید مخازن

براساس محاسبات صورت گرفته، به ۵۱ مخزن ۴۵۰ لیتری، ۶۹ مخزن ۵۰۰ لیتری و ۴۱ مخزن ۶۰۰ لیتری نیاز است.

مجموع هزینه‌های خرید مخازن براساس قیمت‌های اخذشده از سازندگان معتبر داخلی، خواهد شد: ۵۷۱۲۰۰۰۰ + ۹۲۴۶۰۰۰۰ + ۶۶۰۱۰۰۰۰ = ۲۱۵۵۹۰۰۰۰ تومان

ب: هزینه خرید کامیون جمع‌آوری

قیمت یک کامیون جمع‌آوری زباله با ظرفیت ده تن، براساس استعلام قیمت صورت گرفته از شرکت‌های سازنده داخلی و واردکنندگان، ۱،۵۲۰،۰۰۰،۰۰۰ تومان است.

ج: هزینه نصب مخازن

براساس محاسبات انجام شده، هزینه‌های نصب مخازن، ۳۶۷۰۸۰۰۰ تومان خواهد شد.

مجموع هزینه‌های سرمایه‌گذاری سیستم فعلی جمع‌آوری مخزن روزمینی

هزینه‌های سرمایه‌گذاری= هزینه‌های خرید مخازن + هزینه‌های خرید کامیون جمع‌آوری + هزینه‌های نصب مخازن

هزینه‌های سرمایه‌گذاری= ۲۱۵۵۹۰۰۰۰ + ۱۵۲۰۰۰۰۰۰۰ + ۳۶۷۰۸۰۰۰ تومان

هزینه‌های سرمایه‌گذاری= ۱۷۷۲۲۹۸۰۰۰ تومان

۱-۲ هزینه بهره‌برداری سالیانه (هزینه‌های جاری)

الف: هزینه نیروی انسانی

هزینه یک راننده و دو کارگر= ۳ × ۵۰۰۰۰۰۰ تومان (حق الزحمه ماهیانه با احتساب بیمه و مالیات) × ۱۲ ماه = ۱۸۰۰۰۰۰۰۰ تومان (برای یک سال)

ب: هزینه استهلاک خودرو

براساس تجزیه و تحلیلهای اقتصادی، هزینه استهلاک خودرو، معادل ۵ درصد قیمت خودرو در همان سال است لذا هزینه استهلاک و تعمیرات کامیون جمع‌آوری در یک سال (سال اول) خواهد شد:

۱۵۲۰۰۰۰۰۰۰ تومان (قیمت کامیون) × ۵ ÷ ۱۰۰ = ۷۶ میلیون تومان

ج: هزینه تعمیرات مخازن

براساس اطلاعات حاصله از معاونت خدمات شهری شهرداری کرج، هزینه تعمیرات مخازن ۱۴۹۲۳۳۲۶ تومان است.

مجموع هزینه‌های بهره‌برداری (سالیانه)

برای تعیین مجموع هزینه‌های بهره‌برداری، مدت زمان مقایسه را ۱۰ سال در نظر می‌گیریم. همچنین نرخ تورم سالیانه را ۱۲،۵ درصد بر مبنای اطلاعات رسمی مرکز ملی آمار ایران در نظر می‌گیریم. حال ابتدا هزینه‌های بهره‌برداری سال اول را تعیین می‌کنیم و سپس طبق فرمول زیر، هزینه بهره‌برداری سال‌های مختلف دوره طرح را محاسبه می‌نمائیم.

www.SID.ir

مجموع هزینه‌های بهره‌برداری برای سال اول = ۷۶۰۰۰۰۰۰ + ۱۲۵۵۸۰۰۰ + ۱۸۰۰۰۰۰۰ + ۱۴۹۲۳۳۲۶ = ۲۸۳۴۸۱۳۲۶ تومان

هزینه‌های بهره‌برداری سیستم جمع‌آوری مخزن روزمینی برای این منطقه در طی یک دوره ده ساله با استفاده از فرمول ارائه شده در قسمت مواد و روش‌ها به شرح جدول زیر خواهد بود:

۲- هزینه‌های سیستم جمع‌آوری مخزن زیرزمینی

۲-۱ هزینه‌های سرمایه‌گذاری

الف: هزینه خرید مخازن

براساس محاسبات، به ۶۶ مخزن ۳ مترمکعبی برای جمع‌آوری پسماندها به روش مخزن زیرزمینی نیاز است. هزینه خرید ۶۶ مخزن براساس قیمت‌های اخذشده از سازندگان معتبر جهانی، ۱،۱۸۸،۰۰۰،۰۰۰ تومان خواهد شد:

ب: هزینه خرید کامیون جمع‌آوری

با توجه به اینکه زباله‌ها در این روش به صورت دو روز یکبار جمع‌آوری می‌شود لذا در سرجمع کامیون‌های موردنیاز برای جمع‌آوری زباله شهر کرج، به نصف کامیون موردنیاز در روش فعلی جمع‌آوری نیاز است. لذا ابتدا قیمت کامیون جمع‌آوری به روش زیرزمینی را تعیین و سپس به دلیل اینکه این کامیون، یک روز در این بلوار و یک روز دیگر در قسمت دیگر شهر استفاده می‌شود قیمت‌اش را تقسیم بر دو می‌کنیم.

براساس استعلام قیمت صورت گرفته از شرکت‌های تولیدکننده و واردکننده ماشین‌آلات خدمات شهری بویژه شرکت مبارز و سپاهان سازه، قیمت یک کامیون پرس‌دار جمع‌آوری پسماند مجهز به جک فوقانی، ۱۹۹۰۰۰۰۰۰۰ تومان است. لذا هزینه‌اش برای این بلوار معادل نصف قیمت یک کامیون یعنی ۹۹۵۰۰۰۰۰۰ تومان است.

ج: هزینه نصب مخازن

برای نصب این مخازن نیاز به سه عملیات خاکبرداری + بتن‌ریزی + شاسی‌کشی می‌باشد.

براساس محاسبات صورت‌گرفته، هزینه خاکبرداری ۲۹۷۰۰۰۰ تومان، هزینه بتن‌ریزی ۱۰۲۱۶۸۰۰ تومان و هزینه شاسی‌کشی ۵۶۱۰۰۰۰۰ تومان می‌باشد. لذا مجموع هزینه نصب مخازن، ۶۹۲۸۶۸۰۰ خواهد شد.

لذا هزینه سرمایه‌گذاری سیستم جمع‌آوری زیرزمینی متداول، برابر با ۱۱۸۸۰۰۰۰۰۰ + ۹۹۵۰۰۰۰۰۰ + ۶۹۲۸۶۸۰۰ = ۲۲۵۲۲۸۶۸۰۰ تومان خواهد شد.

۲-۲ هزینه‌های بهره‌برداری سالیانه (هزینه‌های جاری)

الف: هزینه نیروی انسانی

برای جمع‌آوری پسماندها در این روش به یک راننده و یک کارگر نیاز است. همچنین این دو نفر بصورت هر دو روز یکبار فعالیت خواهند کرد زیرا قرار است زباله‌های این مخازن به صورت هر دو روز یکبار جمع‌آوری شود. بنابراین ابتدا هزینه سالیانه آن‌ها را محاسبه و سپس تقسیم بر دو می‌کنیم.

هزینه سالیانه یک کارگر و یک راننده = ۲ × ۵۰۰۰۰۰۰ تومان

(حق‌الزحمه ماهیانه + بیمه و مالیات) × ۱۲ ماه = ۱۲۰۰۰۰۰۰۰ تومان

ب: هزینه تعمیرات کامیون جمع‌آوری

براساس تجزیه و تحلیلهای اقتصادی، هزینه استهلاک خودرو معادل ۵ درصد قیمت خودرو در هر سال است لذا هزینه تعمیرات کامیون در سال خواهد بود:

۹۹۵۰۰۰۰۰ × ۵ ÷ ۱۰۰ = ۴۹۷۵۰۰۰۰ تومان

ج: هزینه تعمیرات مخازن

براساس مستندات ارائه شده توسط شرکت‌های سازنده، هزینه‌های تعمیرات سالیانه این مخازن حداکثر ۳ درصد قیمت خرید آنها می‌باشد. همچنین باتوجه به اینکه هیچ نمونه مشابه اجراشده‌ای در داخل کشور وجود ندارد که بتوان هزینه‌های واقعی آن را جویا شد لذا باید براساس مستندات ارائه شده توسط شرکت‌های سازنده عمل کرد. همچنین بررسی گزارشات شهرداری آلگارو پوتروی پرتقال که دارای سیستم جمع‌آوری زیرزمینی است نشان می‌دهد که هزینه‌های تعمیرات مخازن در طی سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۷ (۵ سال) برای هر مخزن ۶۰ پوند اعلام شده است که با توجه به قیمت اولیه این مخازن، حدود ۵ درصد قیمت خرید مخزن می‌باشد.

بنابراین مجموع هزینه‌های بهره‌برداری سالیانه (جاری) در سال اول خواهد شد=

۱۲۰۰۰۰۰۰۰ + ۷۱۲۸۰۰۰۰ + ۴۹۷۵۰۰۰۰ = ۲۴۱،۰۳۰،۰۰۰ تومان

هزینه‌های بهره‌برداری سیستم جمع‌آوری مخزن روزمینی برای این منطقه در طی یک دوره ده‌ساله براساس فرمول ارائه شده در قسمت مواد و روش‌ها به شرح جدول شماره چهار خواهد بود:

جدول ۳- هزینه‌های بهره‌برداری سیستم جمع‌آوری مخزن روزمینی در منطقه مورد مطالعه درطی یک‌دوره ده‌ساله (تومان)

سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم	سال پنجم	سال ششم	سال هفتم	سال هشتم	سال نهم	سال دهم
۳۰۳،۴۸۱،۳۲۶	۳۴۱،۴۵۹،۲۸۳	۳۸۴۱۸۹۸۳۹	۴۳۲۲۶۷۷۳۹	۴۸۶۳۶۲۱۵۷	۵۴۷۲۲۶۰۰۳	۶۱۵۷۰۶۴۱۲	۶۹۲۷۵۶۵۲۸	۷۷۹۴۴۸۷۷۳	۸۷۶۹۵۸۷۷۲

جدول ٤- هزینه‌های بهره‌برداری سیستم جمع‌آوری مخزن زیرزمینی متداول در منطقه مورد مطالعه درطی یک‌دوره ده‌ساله (تومان)

سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم	سال پنجم	سال ششم	سال هفتم	سال هشتم	سال نهم	سال دهم
۲۴۱،۰۳۰،۰۰۰	۲۷۱۱۹۲۷۳۵	۳۰۵۱۳۰۰۶۵	۳۴۳۳۱۴۳۴۷	۳۸۶۲۷۷۰۴۸	۴۳۴۶۱۶۱۴۴	۴۸۹۰۰۴۴۴۲	۵۵۰۱۹۸۹۴۷	۶۱۹۰۵۱۳۹۴	۶۹۶۵۲۰۱۰۴

www.SID.ir

بحث

براساس نتایج به‌دست‌آمده، در سیستم جمع‌آوری روزمینی، مجموع هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه برابر با ۱۷۷۲۲۹۸۰۰۰ تومان و مجموع هزینه‌های بهره‌برداری ده‌ساله برابر با ۵۱۵۶۴۰۶۵۰۶ تومان است و در سیستم جمع‌آوری زیرزمینی، مجموع هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه برابر با ۱۲۶۷۲۳۶۸۰۰ تومان و مجموع هزینه‌های بهره‌برداری ده‌ساله برابر با ۴۰۹۵۳۰۵۲۲۶ تومان است.

در سرمایه‌گذاری اولیه، هزینه‌های سیستم جمع‌آوری زیرزمینی به جز خرید ماشین آلات، بیشتر از سیستم روزمینی است اما در مرحله بهره‌برداری، این هزینه‌ها به طور قابل‌توجهی جبران می‌شوند به‌طوری‌که در سیستم زیرزمینی، هزینه پرسنل حدود ۳۳٪ کمتر و هزینه استهلاک حدود ۳۴٪ کمتر از سیستم روزمینی است. در مجموع این امر باعث کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری در سیستم زیرزمینی می‌شود.

سیستم جمع‌آوری زیرزمینی مزایای دیگری نیز دارد که ناشی از عدم دسترسی دوره‌گردها به زباله‌ها است. این امر حتی در دراز مدت ممکن است تأثیر بیشتری بر کارایی و اقتصاد سیستم زیرزمینی داشته باشد. چراکه در سیستم جمع‌آوری روزمینی، سطل‌ها (ظروف) گاهی توسط افراد دزدیده یا به آتش گرفته می‌شوند که باید آن را در هزینه تعمیر و جایگزینی سطل‌ها (ظروف) منظور نمود.

مطالعات بر روی سیستم‌های جمع‌آوری زیرزمینی، به ویژه سیستم‌هایی مانند سیستم جمع‌آوری خودکار تحت خلاء (AVAC) مزایای فراوانی را برای جمع‌آوری زباله‌های زیرزمینی نشان داده است به‌طوری‌که در بسیاری از کشورها جایگزینی این سیستم با سیستم‌های روزمینی به‌طور جدی مدنظر قرار گرفته است.

بیجار وهمکاران در مطالعه‌ای میزان مصرف انرژی سیستم AVAC را محاسبه و اعلام کردند که کاهش گازهای گلخانه‌ای، یکی دیگر از مزایای این سیستم است (۱۹). همچنین مطالعات دیگر نشان داده است که سیستم‌های AVAC فناوری‌های مناسبی برای کاهش مصرف انرژی و سازگاری بیشتر با محیط زیست هستند (۲۰).

در مطالعه هیدالگو و همکاران، علاوه‌براینکه فناوری AVAC از نظر زیست‌محیطی بررسی و اعلام شد که ۹۰ درصد میزان دی‌اکسیدکربن را کاهش می‌دهد از دیدگاه اقتصادی نیز بررسی و هزینه‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری سالیانه آن نیز مورد آنالیز دقیق قرار گرفت و بر به‌صرفه بودن سیستم‌های زیرزمینی تأکید شد (۲۱).

در مطالعه هیدالگو نشان داده شده است که هزینه‌های سرمایه‌گذاری سیستم جمع‌آوری زیرزمینی با وجود حفاری، از سیستم‌های روزمینی کمتر است. همچنین هزینه‌های عملیاتی نیز در سیستم‌های زیرزمینی به‌طور قابل توجهی کمتر از سیستم جمع‌آوری روزمینی است (۷).

در سیستم پیشنهادی در مطالعه حاضر، مسئله‌ای که می‌تواند قابل‌توجه باشد و هزینه‌های سرمایه‌گذاری را تا حد زیادی کاهش دهد، استفاده مجدد از کامیون‌ها در سیستم زمینی است که با تغییر مکانیکی و قرار دادن جک بر روی کامیون‌های موجود می‌تواند هزینه‌های خرید ماشین‌آلات و به‌این‌ترتیب سرمایه‌گذاری اولیه را کاهش دهد.

همچنین در این سیستم در مقایسه با سایر سیستم‌های زیرزمینی نظیر AVAC، به حفاری بسیار کمتری نیاز است زیرا فقط ذخیره‌سازی پسماند به صورت زیرزمینی در نظر گرفته می‌شود و انتقال و لوله‌کشی زیرزمینی در آن وجود ندارد. این امر می‌تواند مشکلات و هزینه‌های سیستم‌های AVWC را حل کند.

در مطالعه دیگری از مخازن زیرزمینی دارای بازوی کمپرسور مکانیکی استفاده شد که می‌تواند باعث افزایش حجم مخزن و گنجایش پسماند گردد ودر نتیجه، با کاهش حجم ظروف مورد نیاز، هزینه‌های خرید را کاهش می‌دهد و درنهایت باعث کمتر شدن هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه گردد. براساس مطالعات، استفاد از بازوی کمپرسور مکانیکی می‌تواند ظرفیت مخزن را تا ۱۵۰ لیتر افزایش دهد (۲۲).

همچنین مقایسه هزینه‌های استفاده از بازوی کمپرسور مکانیکی نیز نشان داد که اگرچه هزینه سرمایه‌گذاری سیستم زیرزمینی بیشتر از سیستم روزمینی است، اما هزینه‌های عملیاتی ۲۰ ساله‌اش نیمی از هزینه‌های عملیاتی سیستم روزمینی است (۲۲). همچنین در مطالعه فوق هزینه کل سرمایه‌گذاری، بهره‌برداری و پرسنل سیستم زیرزمینی یک سوم سیستم روزمینی به‌دست آمد که با مطالعه حاضر همخوانی دارد.

براساس محاسبات صورت‌گرفته، به ۵۱ مخزن ۴۵۰ لیتری، ۶۹ مخزن ۵۰۰ لیتری و ۴۱ مخزن ۶۰۰ لیتری برای سیستم جمع‌آوری با مخازن روزمینی نیاز است. همچنین به ۶۶ مخزن ۳ مترمکعبی برای جمع‌آوری پسماندها به روش مخزن زیرزمینی نیاز است. از طرفی دیگر، براساس نتایج مطالعه، مجموع هزینه‌ها در سیستم جمع‌آوری روزمینی شامل ۱۷۷۲۲۹۸۰۰۰ تومان هزینه سرمایه‌گذاری اولیه و ۵۱۵۶۴۰۶۵۰۶ تومان هزینه بهره‌برداری سالیانه خواهد بود. همچنین مجموع هزینه‌ها در سیستم جمع‌آوری زیرزمینی شامل ۱۲۶۷۲۳۶۸۰۰ تومان هزینه سرمایه‌گذاری اولیه و ۴۰۹۵۳۰۵۲۲۶ تومان هزینه بهره‌برداری سالیانه خواهد بود. لذا بررسی هزینه‌ها نیز نشان می‌دهد که هم هزینه‌های سرمایه‌گذاری و هم هزینه‌های بهره‌برداری ده‌ساله سیستم جمع‌آوری مخزن زیرزمینی کمتر از سیستم مخازن روزمینی است. براساس نتایج این مطالعه، اجرای سیستم جمع‌آوری با مخازن زیرزمینی برای بلوار چهاربانده کرج دارای توجیه فنی و اقتصادی می‌باشد.

www.SID.ir

به منظور یکپارچه‌سازی اجرای سیستم جمع‌آوری زیرزمینی، پیشنهاد می‌شود مطالعه جامعی برای تمام شهر کرج انجام گیرد و امکان‌سنجی فنی و اقتصادی اجرای این سیستم مورد بررسی کامل قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله برخود وظیفه می‌دانند از زحمات و همکاری‌های معاونت خدمات شهری شهرداری کرج تشکر و قدردانی نمایند.

References

1. Richter A, Ng KTW, Karimi N. The role of compactness distribution on the development of regionalized waste management systems. Journal of Cleaner Production 2021;296. doi:10.1016/j.jclepro.2021.126594

2. Krecl P, de Lima CH, Dal Bosco TC, Targino AC, Hashimoto EM, Oukawa GY. Open waste burning causes fast and sharp changes in particulate concentrations in peripheral neighborhoods. Scienceof Total Environment 2021;765. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.142736

3. Edjabou ME, Takou V, Boldrin A, Petersen C, Astrup TF. The influence of recycling schemes on the composition and generation of municipal solid waste. Journal of Cleaner Production 2021;295. doi:10.1016/j.jclepro.2021.126439

4. Letelier C, Blazquez C, Paredes-Belmar G. Solving the bin location–allocation problem for household and recycle waste generated in the commune of Renca in Santiago, Chile. Waste Management Research 2021. doi:10.1177/0734242X20986610

5. Ferronato N, Portugal Alarcón GP, Guisbert Lizarazu EG, Torretta V. Assessment of municipal solid waste collection in Bolivia: Perspectives for avoiding uncontrolled disposal and boosting waste recycling options. Resources Conservation & Recycling 2021;167. doi:10.1016/j.resconrec.2020.105234

6. Akbarpour N, Salehi-Amiri A, Hajiaghaei-Keshteli M, Oliva D. An innovative waste management system in a smart city under stochastic optimization using vehicle routing problem. Soft Computing 2021;25:1-21. doi:10.1007/s00500-021-05669-6

7. Hidalgo D, Martín-Marroquín J.M, Corona F, Juaristi JL. Sustainable vacuum waste collection systems in areas of difficult access. Tunneling and Underground Space Technology 2018;81:221-7. doi:10.1016/j.tust.2018.07.026

8. Garcia-Herrero I, Oliveira-Leao S, Margallo M, Laso J, Bala A, Fullana P, Raugei M, Irabien A, Aldaco R. Life cycle energy assessment of pneumatic waste collection static systems: A case study of energy balance for decision-making process. Chemical Engineering Transactions 2018;70:1699-704. doi:10.3303/CET1870284

9. Nakou D, Benardos A, Kaliampakos D. Assessing the financial and environmental performance of underground automated vacuum waste collection systems. Tunneling and Underground Space Technology 2014;41:263-71. doi:10.1016/j.tust.2013.12.005

10. Mangialardi G, Trullo G, Valerio F, Corallo A. Sustainability of pneumatic refuse system in metropolitan area: a case study in southern Apulia region. Procedia- Social and Behavioral sciences 2016;223:799-804. doi:10.1016/j.sbspro.2016.05.273

11. Acero L. Solid Waste Management in Hotels, Lodging Houses and Restaurants in Sabang Wharf: Gateway to Puerto Princesa Underground River-Philippines. IOP Conference Series: Earth Environ Sci 2020. doi:10.1088/1755-1315/563/1/012001

12. Prelikova EA, Zotov VV, Karjakina PM. Solid Municipal Waste Management through Social and Environmental Mapping. IOP Conf Seri: Environmental Earth Sciences 2021;666. doi:10.1088/1755-1315/666/2/022008

13. Desnanjaya IGMN, Nugraha IMA. Portable waste capacity detection system based on microcontroller and website. Journal of Physics: Conference Series 2021;1810. doi:10.1088/1742-6596/1810/1/012001

14- Wei F, Zhu Q, Pourhejazy P, Liu C. Contract vs. recruitment: Integrating an informal waste merchant to a formal collector for collection of municipal solid waste. Journal of Cleaner Productions 2021;287. doi:10.1016/j.jclepro.2020.125004

15. Fasano F, Addante AS, Valenzano B, Scannicchio G. Variables influencing per capita production, separate collection, and costs of municipal solid waste in the Apulia Region (Italy): An experience of deep learning. International Journal of Environmental Research and Public Health 2021;28:1-23. doi:10.3390/ijerph18020752

16. Pinha ACH, Sagawa JK. A system dynamics modelling approach for municipal solid waste management and financial analysis. Journalof Cleaner Productin 2020;269. doi:10.1016/j.jclepro.2020.122350

17. Karami MA, Farzadkia M, Karimaee M, Jonidi A, Gohari MR, Nabizadeh R. Quantitative and qualitative investigation of industrial solid waste in industrial plants located between Tehran and Karaj. Iran Occupational Health 2011;8:14-23.

18. Koushki B, Nasrabadi T, Amiri MJ. Effective factors in municipal solid waste minimization and recovery by making use of citizens' participation; case study of a district in Tehran City. Pollution 2020;6:367-75. doi:10.22059/POLL.2020.293405.721

19. Fan X, Yu B, Chu Z, Chu X, Huang WC, Zhang L. A stochastic frontier analysis of the efficiency of municipal solid waste collection services in China. Sciences of Total Environment 2020;743. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.140707

20. Nasar W, Karlsen AT, Hameed IA, Dwivedi SE. An Optimized IoT-Based Waste Collection and Transportation Solution: A Case Study of a Norwegian Municipality. Communications in Computer and Information Science 2021;1382:78-90. doi:10.3390/jsan8010005

21. Ramson SR, Moni DJ, Vishnu S, Anagnostopoulos T, Kirubaraj AA, Fan X. An IoT-based bin level monitoring system for solid waste management. Journal of Materials Cycle and Waste Management 2021;23:516-25. doi:10.3390/smartcities4030053

22. Jabar H, Hassan R, Sadeq AS. A New Smart Waste Managing System. Proceedings of the 2020 International Conference on Computer Science and Software Engineering, CSASE 2020;9142068:209-14. doi:10.1109/CSASE48920.2020.9142068

www.SID.ir

Journal of Knowledge & Health
in Basic Medical Sciences 2021; Vol 16, No 1

DOI: 10.22100/jkh.v16i1.2614

Original Article

Designing and Technico- Economic Feasibility Study of Underground Solid Wastes Collection System in Karaj City

Mohammad Nourisepehr (Ph.D.)[1], Alireza Hajimohammadali (Ph.D.)[2], Amir Arabesmaiili (Ph.D.)[2], Javad Eskandari (Ph.D.)[2], Aliakbar Roudbari (Ph.D.)[3], Elnaz Zarezadeh (Student Ph.D.)[4*]

1- Dept. of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran.
2- Shahroud Municipality, Shahroud, Iran.
3- Dept. of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Shahroud University of Medical Sciences, Shahroud, Iran.
4- Dept. of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran.

Received: 9 Junuary 2021**, Accepted:** 4 April 2021

Abstract:

Introduction*: Various challenges of aboveground waste bins including the overflow caused by the few numbers of reservoirs, visual pollution, incompatibility of the bins with the urban furniture, vulnerability of the bins to corrosion and fire, and the residents' dissatisfaction led to creation of underground collection systems. This study aimed to determine the technical requirements and the implementation costs of underground systems for the collection of household wastes in Karaj.*

Methods: *The present research is a descriptive-analytical study investigating the waste collection systems of Karaj for six months. The research goal is to analyze and compare the current aboveground waste collection system of Chahrbandi Boulevard in Mehrshahr (Karaj) with the underground collection system in terms of the technical and economic aspects. The research stages include the following: referring to the urban service department of Karaj municipality to get the information of the bins located in Chahrbandi Boulevard, designing the underground waste collection system for Chahrbandi Boulevard, estimating the operational costs of the underground waste collection system, and comparing the current (aboveground) system with the underground system in terms of technical aspects.*

Results*: According to the results, in the aboveground waste collection system, the total costs of the initial investment are equal to 1772298000 Tomans, and the total costs of the ten-year operation period are equal to 5156406506 Tomans. In the underground waste collection system, the total costs of the initial investment are equal to 1267236800 Tomans, and the total costs of the ten-year operation period are equal to 4095305226 Tomans.*

Conclusion*: The cost analysis suggests that both the initial investment cost and the ten-year operation cost of the underground waste collection system are lower than those of the aboveground system. Therefore, it is recommended to change the solid wastes collection system of Karaj city to underground one.*

Keyword: Underground collection, Feasibility, Technical, Economic, Karaj.

Conflict of Interest: No

***Corresponding author:** E. Zarezadeh, **Email**: zarezadehshmu@gmail.com*

Citation: Nourisepehr M, Hajimohammadali A, Arabesmaiili A, Eskandari J, Roudbari A, Zarezadeh E. Designing and technico- economic feasibility study of underground solid wastes collection system in Karaj city. Journal of Knowledge & Health in Basic Medical Sciences 2021;16(1):2-12.

www.SID.ir