

مدیریت پسماندهای شهری با تاکید بر کاهش در مبداء، مبتنی بر کاهش گازهای گلخانه ای با استفاده از مدل IWM (نمونه موردی: منطقه ۱۵ تهران)

حسن هویدی - استادیار دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران
علی دریابیگی زند - استادیار دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران
مینا قنبری* - دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

Urban Waste Management with an Emphasis on Reducing Greenhouse Gas Emissions from the Source Using IWM Model (Case Study: 15th Urban District of Tehran)

Abstract

Disposal of urban waste contains pollutants whose quantity and diversity multiplies every day. This process, while requiring appropriate management, should be done in a way that minimizes greenhouse gas emissions. In this research, after considering the quantity and quality of waste in the 15th district of Tehran and its current disposal method, four scenarios were considered studying the facilities, recycling, compost, and also a reduction of 5% of waste materials from the source. Then the scenarios were analyzed in terms of the production and emission of greenhouse gases using the IWM model. The results indicate that recycling and compost facilities play a significant role in reducing the greenhouse gases. By reducing 5% of waste per year, 401.66 tons of CH₄ + NO_x and 6132.36 tons of CO₂ gas have been decreased on average in one year. In general, it can be argued that the use of facilities such as recycling and compost, as well as using the principle of reduction from the source by culture-building for the general public, can reduce environmental problems and in particular lower the greenhouse gas emissions.

Key words: waste, recycling, compost, reduction, greenhouse gas emission

چکیده

دفع پسماندهای شهری حاوی آلاینده‌هایی است که هر روز بر میزان و تنوع آنها افزوده می‌شود، این پروسه ضمن نیاز به مدیریتی اصولی، می‌بایست به روشی انجام شود که حداقل انتشار گازهای گلخانه‌ای را دارا باشد. در این پژوهش پس از بررسی کمیت و کیفیت پسماندهای منطقه ۱۵ تهران و روش دفع کنونی آن، چهار سناریو با در نظر گرفتن تسهیلات، بازیافت و کمپوست و کاهش پنج درصدی مواد زائد در مبداء در نظر گرفته شده و سپس سناریوهای نگاشته شده از نظر تولید و انتشار گازهای گلخانه‌ای با استفاده از مدل IWM مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج حاصل حاکی از این است که تسهیلات بازیافت و کمپوست نقش بسزایی در کاهش گازهای گلخانه‌ای ایفا می‌کنند و با کاهش ۵٪ مواد زائد به طور میانگین در یک سال ۴۰۱٫۶۶ تن از میزان گازهای CH₄ + NO_x و ۶۱۳۲٫۳۶ تن گاز CO₂ کاسته شده است. به طور کلی می‌توان بیان داشت که به کاربرد تسهیلاتی همچون بازیافت و کمپوست و همچنین استفاده از اصل کاهش در مبداء با استفاده از فرهنگسازی برای عموم جامع می‌تواند سبب کاهش معضلات محیط زیستی علی‌الخصوص کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای گردد.

واژگان کلیدی: پسماند، بازیافت، کمپوست، کاهش، انتشار گازهای گلخانه‌ای

مقدمه

مدیریت پسماند در شهرهای بزرگ به شیوه‌های اصولی و با رعایت مسائل زیست محیطی، یکی از مهمترین موضوعات مورد بحث در زمینه مدیریت شهری می‌باشد. یکی از مهم ترین مشکلات هزاره سوم چگونگی برخورد با پسماندهای تولید شده به وسیله بشری است که همواره در حال تغذیه از محیط پیرامون، جهت رفع نیازهای خود است. سالیانه میلیون‌ها تن پسماندهای آلی دفن و یا سوزانده می‌شود و علاوه بر اینکه هزینه‌های کلانی صرف حمل، دفن و یا سوزاندن پسماند ها میشود، مشکلات زیست محیطی فراوانی از جمله انتشار گازهای گلخانه‌ای را به همراه دارد (کامیابی و همکاران، ۱۳۹۴). از طرفی در طی چند سال اخیر به دلیل اهمیت گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی، انتشار گازهای گلخانه‌ای اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است و کشور جمهوری اسلامی ایران نیز با پذیرش پروتکل کیوتو موظف به کاهش انتشار این گازها شده است و از آنجا که مدیریت صحیح پسماند نقش قابل ملاحظه‌ای در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را داراست (صاحب محمدی و همکاران، ۱۳۸۶). در این پژوهش به بررسی این موضوع پرداخته شده است. در مدیریت پسماند شهری طبق دیدگاه کلی نگر سیاست اصلی کاهش تولید مواد زائد در مبداء می‌باشد و پس از آن استقرار یک سیستم مدیریتی مناسب جهت مواد زائد تولیدی است به نحوی که از نظر زیست محیطی موثر، از نظر اقتصادی به صرفه و از نظر اجتماعی قابل قبول باشد. در راستای دستیابی به این هدف، می‌توان از ابزارهای مدیریت زیست محیطی جهت تحلیل داده‌های مربوط استفاده کرد. (2001.Forbers and colleagues).

بدین منظور هدف اصلی در پژوهش حاضر مدیریت پسماندهای شهری با تأکید بر کاهش بر مبداء مبتنی بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است. که بدین هدف در پژوهش حاضر با استفاده از نرم افزار مدیریت پسماند IWM و سناریو سازی در خصوص پسماندهای حاصله به بررسی تاثیر کاهش از مبداء بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای پرداخته می‌شود. به طور کلی در مطالعه حاضر نیز، به منظور بررسی و پژوهش، از وضعیت حاضر سامانه مدیریت پسماند منطقه ۱۵ شهر تهران استفاده خواهد شد و با توجه به کمیت و کیفیت پسماندهای تولیدی و جمع آوری شده در منطقه مورد مطالعه چهار سناریو در جهت مدیریت پسماند با توجه به اثر کاهش در مبداء بر انتشار

گازهای گلخانه‌ای مد نظر قرار خواهد گرفت. در مرحله نهایی پس از بررسی و ارزیابی سناریوها با استفاده از نرم افزار IWM به مقایسه سناریوهای مختلف از نقطه نظر انتشار گازهای گلخانه‌ای پرداخته شده است.

پیشینه تحقیق

در پژوهشی تحت عنوان «بررسی روش‌های مختلف مدیریت پسماند اصفهان با رویکرد ارزیابی چرخه حیات» نویسندگان ۲ سناریوی مختلف، مدیریت پسماند را مورد بررسی قرار دادند. (سناریوی اول دفع مستقیم زباله و سناریوی دوم کمپوست کردن پسماند) و سپس با استفاده از نرم افزار IWM بار زیست محیطی هر سناریو را محاسبه نموده و به این نتیجه حاصل شده است که مدیریت پسماند در شهر اصفهان به شکل کمپوست بار زیست محیطی کمتری را داراست. (حسینی و همکاران، ۱۳۹۱).

در تحقیقی تحت عنوان «روش‌های مدیریت پسماندهای شهری با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات (نمونه موردی: آنکارا)» برای مقایسه روش‌های مختلف مدیریت پسماند در آنکارا روش LCA را به کار بردند. در این مطالعه ۵ سناریوی مختلف در مدیریت پسماند در نظر گرفته شد، سپس بار زیست محیطی هر سناریو، سیاهه نویسی و ارائه شد. در این مطالعه ارزیابی اثرات چرخه حیات انجام نشده است و فقط با مقایسه نتایج به دست آمده گزینه مناسب مدیریتی انتخاب و در اختیار تصمیم گیران قرار گرفت. در این پژوهش کاهش از مبداء کمترین اثرات زیست محیطی را داشته و به عنوان بهترین روش مدیریت پسماند شهری معرفی شد (Ozel, er and colleagues 2005).

در پژوهشی تحت عنوان «مقایسه LCA در دو رویکرد با تاکیدهای مختلف در بازیابی انرژی مواد در سیستم مدیریت پسماند شهری در شهر Gipuzkoa» پژوهشگران اثرات زیست محیطی دو زیرسامانه، یکی با تاکید بر بازیافت انرژی و دیگری بازیافت مواد را با رویکرد ارزیابی چرخه حیات بررسی کردند. نتایج نشان داد در صورتی که قسمت اعظم پسماند تفکیک شده باشد، بخش اثر پتانسیل گرمایش به طور قابل توجهی بهبود خواهد یافت (Bueno and colleagues, 2015).

در پژوهشی تحت عنوان «مدل سازی مدیریت زباله جامد در یک جزیره» پژوهشگر در این تحقیق نظام جامع مدیریت پسماند جامد در یک جزیره توریستی را ارائه کرد.

با یکدیگر از نظر میزان خروج گازهای گلخانه‌ای مقایسه شده و نتایج نهایی حاصل شده است. در ادامه به بررسی منطقه مورد مطالعه، مدل استفاده شده و سایر بررسی‌های صورت گرفته پرداخته می‌شود.

سوالات تحقیق عبارتند از: ۱. آیا کاهش از مبدا سبب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود؟ ۲. آیا عملیات بازیافت، کمپوست در جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای موثر واقع می‌شوند؟

فرضیات تحقیق عبارتند از: ۱. فرضیه اول: به نظر می‌رسد مدیریت شهری با تاثیرپذیری از شرایط حاکم بر تولید پسماندهای شهری، با اجرای طرح کاهش از مبدا زباله راهکار موثری را ارائه خواهد کرد. ۲. فرضیه دوم: ظاهراً کاهش از مبدا می‌تواند تاثیر مستقیمی بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای داشته باشد.

بررسی منطقه مورد مطالعه

موقعیت جغرافیایی: شهر تهران با وسعتی حدود ۷۳۰ کیلومتر مربع بین ۵۱ درجه و ۸ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۷ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۰ دقیقه عرض شمالی واقع شده است (زیاری و همکاران، ۱۳۹۱). تهران شامل ۲۲ منطقه است که در این پژوهش، بررسی‌ها در منطقه ۱۵ تهران صورت می‌گیرد. بدلیل جمعیت نسبتاً بالا منطقه ۱۵ نسبت به مناطق دیگر شهر تهران و همچنین مهاجرت پذیری بالاتر و سطح فرهنگ و سواد پایین تر و در نتیجه تولید پسماند بالاتر این منطقه در این پژوهش مورد تحقیق و بررسی قرار گرفت که در ادامه نحوه جمع آوری و... پسماند در این منطقه ذکر می‌گردد. **جمعیت منطقه ۱۵ و تقسیمات آن:** جمعیت کلی منطقه ۱۵ بالغ بر ۷۰۴۸۵۱ نفر بوده که در میان ۲۰۳۴۵۲ خانوار توزیع گشته و بعد خانوار ۲۴/۳ و تراکم جمعیت ۲۳۷ نفر در هکتار میباشد.

در این مطالعه معیارهای مختلف مالی، فنی و اجتماعی و زیست محیطی در انتخاب نوع مدیریت پسماند مورد نظر قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که مؤثرترین روش در کاهش بار زیست محیطی و در عین حال کاهش هزینه ها، تهیه کمپوست از بخش آلی آن میباشد (Skor-,2004, dilis).

در پژوهشی تحت عنوان «مدیریت زباله در جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای با استفاده از مدل موجود چرخه حیات» که توسط Chen و همکاران مورد تحقیق قرار گرفت، در نتیجه این تحقیق مهمترین عامل تولید گازهای گلخانه‌ای در سناریوی موجود، دفع پسماند شهری در جزیره تاپیه تایلد بود، که پیشنهاد پردازش بخشی از زواید آلی به منظور استفاده به عنوان خوراک حیوانات که خود اقدامی است که جزئی از بازیافت بحساب می‌آید و راهکاری است جهت کاهش نشر گازهای گلخانه‌ای، زیرا به دلیل بهره‌گیری از سوخت‌های سنگین در استریلیزاسیون زواید آلی، انتشارات بالایی از CO₂ در مقایسه با بخش جمع آوری و حمل و واحد زباله سوز مستقر در جزیره داشته است (Lin and Chen, 2008). افراد دیگری نیز در این خصوص فعالیت داشته اند ولی در خصوص کاهش از مبدا تحقیقات بسیار محدودی صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر روش تحقیق تحلیلی توصیفی می‌باشد و با جمع آوری اطلاعات میدانی و کتابخانه‌ای در زمینه پسماند و کسب اطلاعات و آمار کمی و کیفی پسماند منطقه مورد مطالعه، به بررسی اطلاعات جمع آوری شده با استفاده از مدل IWM پرداخته می‌شود و در نهایت به تحلیل و مقایسه ی داده‌های خروجی هر سناریو از مدل توسط نرم افزار اکسل پرداخته شده و تک تک سناریوها

جدول ۱. ساختار تقسیمات منطقه (www.region15.tehran.ir-سایت شهرداری منطقه ۱۵ تهران)

ناحیه	محل	مساحت (هکتار)	جمعیت	تعداد خانوار	بعد خانوار	تراکم جمعیت (نفر در هکتار)
یک	شهید مطهری	۱۱۱,۳	۱۸۲۰۹	۵۵۰۷	۳,۳۱	۱۵۹,۱
	شوش	۴۷,۳	۱۴۷۷۷	۴۵۹۵	۳,۲۲	۳۱۶,۳
	طیب	۷۹,۱	۲۹۰۱۷	۹۱۲۹	۳,۱۸	۳۵۵,۴
	مظاهری	۶۰,۷	۱۸۲۴۲	۵۵۱۶	۳,۳۱	۲۹۵,۱
	مینایی	۷۳,۹	۲۵۹۵۱	۷۹۴۷	۳,۲۷	۳۲۳,۳
	ولیعصر - بی سیم	۵۹,۱	۱۹۳۱۱	۵۹۰۷	۳,۲۷	۳۳۰,۳
جمع	شش محله	۴۳۱	۱۲۵۵۰۷	۳۸۶۰۱	۳,۲۶	۲۹۷

ناحیه	محله	مساحت کل (هکتار)	جمعیت	تعداد خانوار	بعد خانوار	تراکم جمعیت (نفر در هکتار)
دو	ابوذر	۲۸۴.۸	۵۷۴۵۰	۱۷۴۲۸	۳.۳	۱۹۱.۱
	اتابک	۱۰۱.۲	۲۱۵۳۹	۶۵۹۸	۳.۲۶	۲۲۶.۸
	هاشم آباد	۹۰.۶	۲۷۲۸۰	۸۲۱۰	۳.۳۲	۲۹۸.۶
جمع	سه محله	۴۷۷	۱۰۶۲۶۹	۳۲۲۳۶	۳.۲۹	۲۳۹
سه	بروجردی	۷۵.۹	۱۱۷۶۶	۳۳۱۹	۳.۵۵	۱۳۵.۷
	کیان شهر جنوبی	۲۲۳.۳	۳۴۶۴۳	۱۰۰۸۷	۳.۴۳	۹۵.۶
	کیان شهر شمالی	۲۳۳.۴	۳۹۵۸۷	۱۱۴۴۷	۳.۴۶	۱۹۰.۸
جمع	سه محله	۵۳۳	۸۵۹۹۶	۲۴۸۵۳	۳.۴۸	۱۴۱
چهار	شهرک رضویه	۱۰۱.۹	۳۸۷۰۴	۱۱۴۷۶	۳.۵۲	۱۷۷.۹
	مشیریه	۶۰۷.۹	۷۲۳۰۹	۲۱۴۶۰	۳.۳۷	۱۳۴.۱
	دو محله	۷۱۰	۱۱۱۰۱۳	۳۲۹۳۶	۳.۴۴	۱۵۶
جمع	افسریه شمالی	۱۴۳.۹	۶۵۶۱۴	۲۰۸۷۱	۳.۱۴	۴۳۴.۴
پنج	افسریه جنوبی	۱۱۰.۳	۳۲۶۱۸	۱۰۱۴۴	۳.۲۲	۴۰۰.۷
	دو محله	۲۵۴	۹۸۲۳۲	۳۱۰۱۵	۳.۱۸	۴۱۸
	اسلام آباد - والفجر	۱۵۴.۵	۳۶۴۷۷	۱۱۰۵۸	۳.۳	۲۱۵.۹
شش	مسعودیه	۲۲۳.۴	۷۱۱۰۷	۲۱۴۲۰	۳.۳۴	۱۹۸.۷
	مسگر آباد	۴۶.۱	۳۲۵۰	۱۰۰۰	۳.۲۵	۷۰.۵
	سه محله	۴۲۴	۱۱۰۸۳۴	۳۳۴۷۸	۳.۲۹	۱۶۲
جمع	قیامدشت	۳۲۸	۴۰۰۰۰	۱۳۳۳	۳	۱۷۰.۹
هفت	خاورشهر	۱۳۷	۲۷۰۰۰	۹۰۰۰	۳	۳۱۳.۶
هشت	جمع کل در منطقه	۳۲۹۴.۱	۷۰۴۸۵۱	۲۰۳۴۵۲	۳.۲۴	۲۳۷

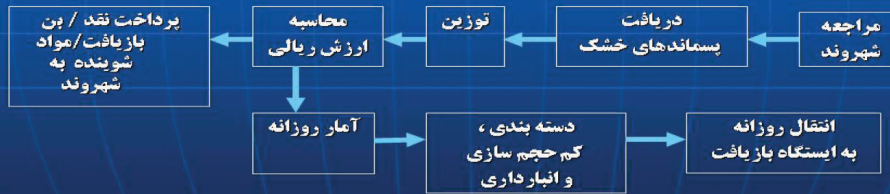
روش‌های جمع‌آوری پسماند خشک در سطح منطقه ۱۵: ۱. استفاده از واحدهای سیار و جمع‌آوری از درب منازل؛ ۲. استفاده از غرفه‌های جمع‌آوری در سطح منطقه



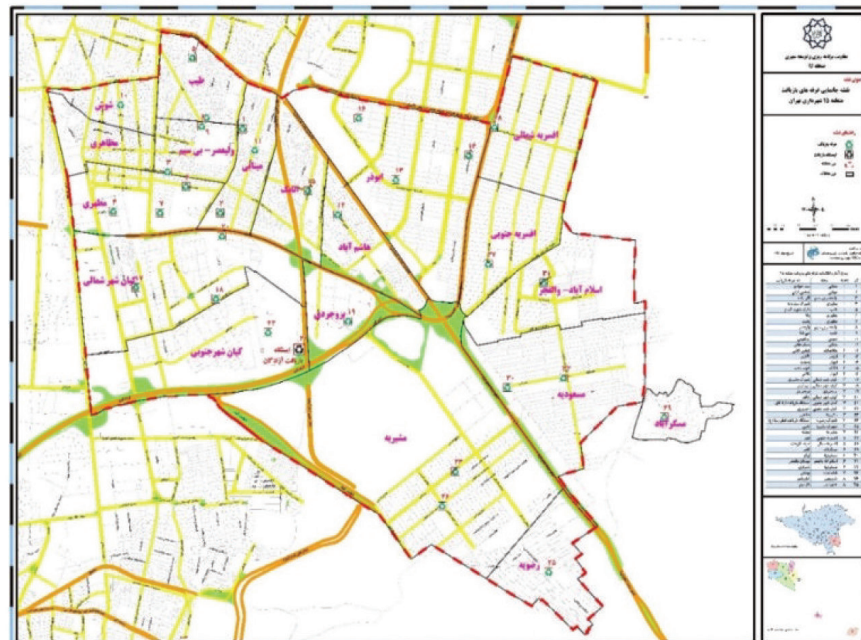
تصویر ۱. فرایند کار جمع‌آوری پسماند خشک از درب منازل؛ ماخذ: اداره آمار و اطلاعات پسماند منطقه ۱۵ تهران، ۱۳۹۶



فرایند کار در غرفه های بازیافت



تصویر ۲. فرایند کار در غرفه های بازیافت؛ ماخذ: اداره آمار و اطلاعات پسماند منطقه ۱۵ تهران، ۱۳۹۶



تصویر ۳. ایستگاه های غرفه بازیافت در سطح منطقه ۱۵ تهران (www.region15.tehran.ir)

تمامی زباله های منطقه ۱۵ تهران اعم از خشک و تر در ایستگاه میانی که به ایستگاه میانی آزادگان شهرت دارد و در بزرگراه آزادگان، پشت آپارتمان های سعیدیه و حمیدیه و جنب پارک شهدای غزه واقع شده است جمع آوری شده و بخشی از آن ها از جمله پت و پلاستیک ها و کاغذ و... در این ایستگاه میانی تفکیک شده و در نهایت به محل ذخیره و دفن پسماندهای شهری تهران در کهریزک انتقال

می یابد و در کهریزک بخشی از زباله، دفن و بخشی از آن بازیافت و به کارخانه های مختلف منتقل می شود (اداره آمار و اطلاعات پسماند منطقه ۱۵ تهران، ۱۳۹۶).

تعیین مشخصات کمی و کیفی پسماند منطقه ۱۵ تهران

جدول ۲. آمار تناژ جمع آوری شده پسماند در منطقه ۱۵ در سال ۱۳۹۵ بر حسب کیلوگرم؛ ماخذ: اداره آمار و اطلاعات پسماند منطقه ۱۵ تهران، ۱۳۹۶

نواحی	کل پسماند	پسماند تر	پسماند تفکیک خشک (مجاز پسماند خشک و غیر مجاز)	تفکیک
ناحیه ۱	۳۷,۲۸۷,۳۳۹	۳۲,۳۳۹,۳۳۰	۴,۹۴۸,۰۰۹	۱۳,۳
ناحیه ۲	۲۹,۳۸۵,۵۲۶	۲۴,۳۰۴,۸۸۰	۵,۰۸۰,۶۴۶	۱۷,۳
ناحیه ۳	۲۵,۷۰۴,۱۱۶	۲۰,۸۱۴,۸۶۰	۴,۸۱۹,۲۵۶	۱۸,۷
ناحیه ۴	۳۰,۶۴۴,۲۵۹	۲۵,۳۹۲,۲۳۱	۵,۲۵۲,۰۲۸	۱۷,۱
ناحیه ۵	۲۸,۰۶۶,۸۷۴	۲۳,۲۸۵,۵۱۸	۴,۷۸۱,۳۵۶	۱۷
ناحیه ۶	۲۶,۳۸۴,۶۲۳	۲۱,۲۱۷,۲۳۱	۵,۱۶۷,۳۹۲	۱۹,۶
ناحیه ۷	۱۳,۷۶۰,۸۵۸	۱۱,۳۴۳,۳۹۰	۲,۴۱۷,۴۶۸	۱۷,۶
ناحیه ۸	۵,۰۸۹,۸۶۱	۳,۸۱۹,۴۹۵	۱,۲۰۰,۳۶۶	۲۳,۶
مجموع	۱۹۶,۳۲۳,۴۵۶	۱۶۲,۶۵۶,۹۳۵	۳۳,۶۶۶,۵۲۱	۱۷,۱

جدول ۳. پسماند خشک جمع آوری شده ورودی به ایستگاه بازیافت سال ۱۳۹۵؛ ماخذ: اداره آمار و اطلاعات پسماند منطقه ۱۵ تهران، ۱۳۹۶

نوع پسماند	جمع سال
نان خشک	۷۲۸۵,۶۳
پلاستیک	۷۱۴۰
مشمع	۴۶۸۱
کاغذ و مقوا	۴۰۱۱
آهن سبک	۱۴۱۶
آهن سنگین	۳۴۰۰
فلزات رنگی (مس، روی، آلومینیوم، برنج و ...)	۲۹۰
پسماند الکترونیک	۱۷,۱۸۴
پت	۳۳۳۴
شیشه	۷۱۹
پسماند حجیم	۲۶۱,۴۴۵
منسوجات (گونی)	۵۶۴,۸۵۵
پسماند دفنی	۵۴۶,۴۰۶

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۵۰ بهار ۱۳۹۷
No.50 Spring 2018

۳۴۲

مدل IWM

و دانشگاه واترلو کانادا، بر پایه ارزیابی چرخه حیات مدیریت پسماند شهری طرح ریزی و ارائه شده است. این مدل از دو زیر مدل اقتصادی و محیط زیستی تشکیل شده است. در زیر مدل محیط زیستی چرخه حیات، جریان پسماند شهری از نقطه تولید تا دفع

مدلی است که با کمک آن میتوان سناریوهای مختلف را تعریف و سپس آثار زیست محیطی همه سناریوها را با هم مقایسه و ارزیابی کرد. این مدل در سال ۱۹۹۶ توسط شورای محیط زیست و صنعت پلاستیک

دامنه وسیعی از جریان‌های مواد زائد را مورد توجه قرار می‌دهد و لیستی از گزینه‌های مختلف مدیریت مواد زائد را ارائه می‌دهد. جدول زیر مواد زائد در گردش سیستم مدیریتی را نشان می‌دهد. این مواد می‌توانند به وسیله مدل آنالیز زیست محیطی مورد ارزیابی قرار گیرند.

قبل از سال ۱۹۵۰ میلادی در بیشتر نقاط جهان، پسماند شهری به طور عمد در گودال‌های روباز دفع می‌شد. اما امروزه مدیریت پسماند شهری شامل فن‌آوری‌های پیشرفته است که سلامت اجتماع و محیط زیست را بیشتر تامین می‌کند. مدیریت جامع مواد زائد جامد (IWM) راهکار اصلی در برخورد با پسماند شهری است. برای مثال در مورد سناریو سازی با استفاده از روش‌های ذکر شده می‌توان به پژوهش: (هانت و همکاران، ۱۹۹۲) و (اوزلر و همکاران، ۲۰۰۵) اشاره کرد (نادری، ۱۳۹۴).

نهایی دنبال میشود؛ و آثار زیست محیطی هر مرحله توسط مدل فهرست نویسی میشود. این مدل ۱۲ پنجره یا کادر گفتگو برای ورود داده‌ها دارد، که پاسخ به پرسش‌های ارائه شده وضعیت سامانه مدیریت مورد بررسی را مشخص میکند. داده‌های مورد نیاز برای سیاهه نویسی‌ها از گزارش‌های سازمان بازیافت و تبدیل مواد، شهرداری‌ها و طرح‌ها و مطالعات انجام شده و نیز کار صحرایی و تهیه پرسش‌نامه و تکمیل آن به کمک مسئولان سازمان بازیافت و نیز مصاحبه حضوری با پرسنل خدمات شهری به دست می‌آید. با استفاده از داده‌های تعریف شده استاندارد موجود در مدل IWM میتوان میزان مواد آلاینده ناشی از هر کدام از سناریوها و نیز انرژی مصرفی در آنها را به دست آورد. این داده‌ها به طور کلی برآوردی عمومی از وضعیت مصرف انرژی و تولید آلاینده‌ها را نشان میدهند که برای ارزیابی تخصصی تر این موارد، لازم است در شرایط محلی دوباره به اندازه گیری آنها

جدول ۴. مواد زائد سیستم مدیریتی مورد ارزیابی توسط مدل (Integrated solid waste management tools: 2000)

مواد	بازیافت	تولید کمپوست	کاربری اراضی	استحصال انرژی	دفن مواد زائد
کاغذ	*	*		*	*
شیشه	*			*	*
فلزات آهنی	*			*	*
آلومینیوم	*			*	*
پلاستیک‌ها	*			*	*
زائدات غذایی		*		*	*
زائدات باغبانی		*	*	*	*
سایر زائدات				*	*

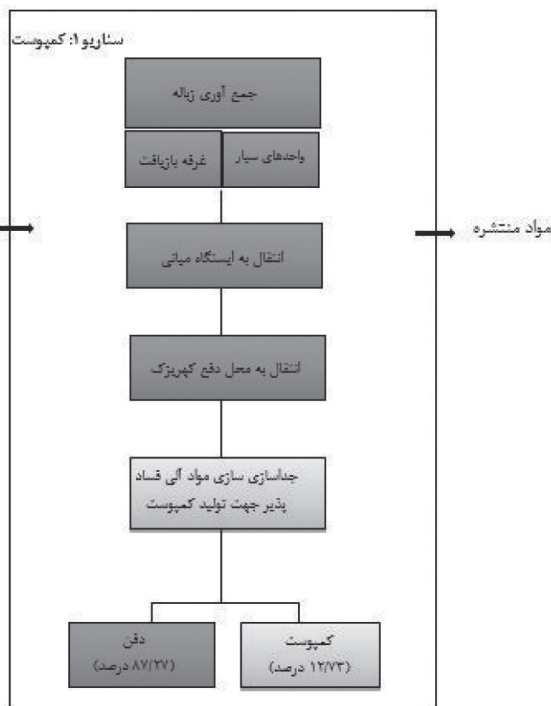
تجزیه و تحلیل داده‌ها

سناریوهای پسماند تولیدی در منطقه ۱۵ تهران: در راستای دستیابی به سیستم بهینه مدیریت پسماند در منطقه مورد مطالعه در این پژوهش ۴ سناریو مدیریتی مطرح شده است که در ادامه به توضیح هر یک از سناریوها پرداخته می‌شود.

پرداخت شود. در مرحله فهرست نویسی چرخه حیات کمیت همه مواد ورودی (مواد و منابع انرژی مصرفی) و همه (خروجی‌های سیستم) آلاینده‌های منتشر شده و محصولات مفید تعیین و شناسایی می‌گردند (حسنی و همکاران، ۱۳۹۱). مدیریت یکپارچه مواد زائد IWM

سناریو ۱

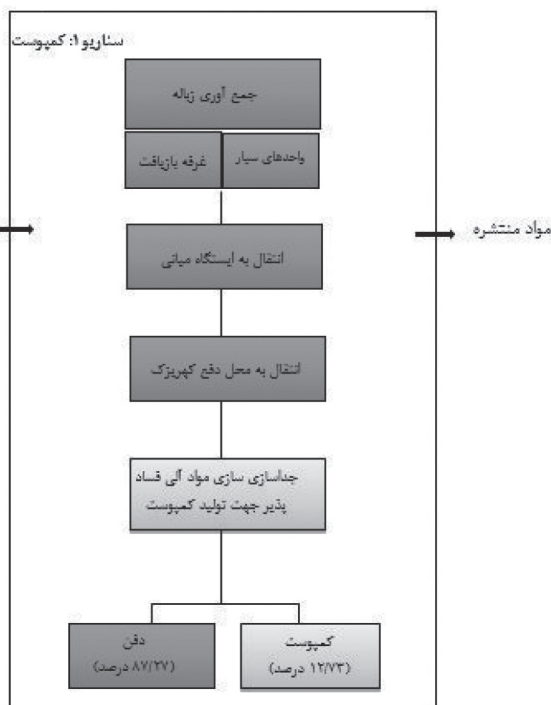
در منطقه مورد مطالعه ۴/۵ از پسماند حاصله پسماند تر و فساد پذیر است این پسماند قابلیت تبدیل به کمپوست را دارا می باشد در این سناریو ۱۲/۷۳ درصد از کل پسماند پس از تفکیک در آرادکوه به کارخانه کمپوست انتقال میابد و مابقی ۸۷/۲۷ درصد برای دفن به محل دفن برده می شود. در این پژوهش میبایست برای مقایسه سناریوها درصدهای پردازشها یکی در نظر گرفته شود در نتیجه در تمامی سناریوها میزان درصد مواد زائد که برای کمپوست و بازیافت فرستاده می شود با توجه به میزان درصدی از مواد زائد که قابلیت بازیافت و کمپوست را دارا می باشند و قبلا در اداره بازیافت منطقه ۱۵ مورد تحلیل قرار گرفته اند تعیین شده است.



نمودار ۱. سناریو ۱- کمپوست؛ ماخذ: نگارندگان.

سناریو ۲

طبق آمار سازمان پسماند منطقه ۱۵ تهران پس از جمع آوری زائدات شهری، قسمتی از پسماندهای خشک همچون پت و ... در ایستگاه میانی آزادگان تفکیک شده و کاهش حجم می یابند تا انتقال به ایستگاه دفع اصلی راحتتر صورت گیرد سپس در ایستگاه نهایی تفکیک و جهت بازیافت هر یک از مواد بر حسب نوع (کاغذ، فلزات، الومینیوم و...) به کارخانجات درون و برون تهران جهت بازیافت فرستاده می شود.



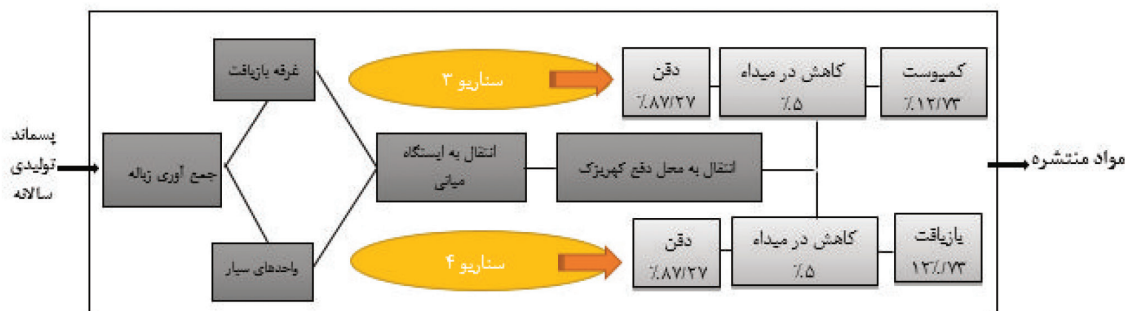
نمودار ۲. سناریو ۲- بازیافت؛ ماخذ: نگارندگان.

سناریو ۳ و ۴

سناریو ۳: لندفیل ۸۷/۲۷٪، کمپوست ۱۲/۷۳٪، (۵٪ کاهش در مبداء)

سناریو ۴: لندفیل ۸۷/۲۷٪، بازیافت ۱۲/۷۳٪، (۵٪ کاهش در مبداء)

در سناریو سوم و چهارم به بررسی پردازش‌های مختلف با در نظر گرفتن تاثیر هم زمان کاهش ۵ درصدی مواد زائد از مبداء پرداخته می‌شود. با کاهش ۵ درصدی مواد زائد در مبداء از حجم زباله ورودی به سیستم کاسته و در نتیجه با بررسی این سناریوها در مقایسه با دو سناریوی قبل می‌توان تاثیر اجرای همزمان دو فرایند بر روی انتشار گازهای گلخانه‌ای را دریافت.



نمودار ۳. سناریو ۳ و ۴؛ ماخذ: نگارندگان.

را در مورد مقدار مواد زائد مدیریت شده، انرژی صرف شده در هر سناریو، گازهای گلخانه‌ای انتشار یافته حاصل از انجام این سناریو، گازهای اسیدی، مواد ایجادکننده مه دود فتوشیمیایی، فلزات سنگین انتشار یافته به داخل آب و هوا، مواد زائد باقی مانده در اختیار ما قرار می‌دهد. با مطالعه نتایج آنالیز هر کدام از سناریوها می‌توان به نتایج ارزشمندی دست یافت که ما را در تصمیم‌گیری‌ها یاری می‌رسانند اما راهی که ما را به انتخاب مطلوب‌ترین روش سوق می‌دهد، مقایسه نتایج آنالیز سناریوها با یکدیگر و سپس ارزیابی اثرات گازهای گلخانه‌ای منتشره از هر یک از سناریوها بر محیط زیست می‌باشد.

مدل سازی سناریوهای انتخابی با مدل IWM

مدل IWM برای هر یک از سناریوهای ذکر شده و بر اساس داده‌های جمع آوری شده اجرا شد. نتایج این شبیه سازی توسط مدل، اطلاعاتی در مورد جنبه‌های زیست محیطی سناریوها را روشن می‌سازد. در این پژوهش، تنها جنبه زیست محیطی کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای سناریوها مورد مقایسه قرار گرفته است. در ادامه نتایج آنالیزهای انجام شده بر روی هر سناریو را به تفکیک مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهیم و در نهایت به تجزیه و تحلیل این سناریوها در خصوص انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌پردازیم. جداول زیر نتایج آنالیزها را برای هر سناریو به تفکیک نشان می‌دهد. هر جدول، اطلاعاتی

جدول ۵. نتایج آنالیزهای سناریوهای ۱ از مدل IWM؛ ماخذ: نگارندگان.

	Recycling	Composting	EFW	AD	Landfill	Total Waste Management System	Virgin Material Displacement Credit	Reprocessing of Recycled Materials	Net Life Cycle Inventory
Tonnes Managed (***)	0	24,991	0	0	171,332	196,323			
Energy Consumed (GJ)	0	5,307	0	0	10,546	15,853	0	0	15,853
Greenhouse Gases									
- CO2 (tonnes)	0	313	0	0	755	1,068	0	0	1,068
- CH4 + NOx (tonnes)	0.0	1.63	0.0	0	8,234	8,236	0.0	0.0	8,236
- CO2 Equivalents (tonnes)	0	582	0	0	174,860	175,442	0	0	175,442

	Recycling	Composting	EFW	AD	Landfill	Total Waste Management System	Virgin Material Displacement Credit	Reprocessing of Recycled Materials	Net Life Cycle Inventory
Acid Gases									
- NOx (tonnes)	0.00	0.811	0.0	0.00	4.09	4.90	0.0	0.0	4.9
- SOx (tonnes)	0.00	1.096	0.0	0.00	2.16	3.26	0	0.0	3.3
- HCl (tonnes)	0.000	0.002	0.00	0.00	0.747	0.75	0.0	0.00	0.7
Smog Precursors									
- NOx (tonnes)	0.00	0.811	0.0	0.0	4.09	4.9	0.0	0.0	4.9
- PM (tonnes)	0.00	4.2	0.00	0.0	47.3	51.6	0.0	0.0	51.6
- VOCs (tonnes)	0.00	0.90	0.00	0.0	26.8	27.7	0.0	0.0	27.7
Heavy Metals & Organics									
- Air									
Pb (kg)	0.000	0.063	0.0	0.0	0.16	0.2	0.00	0.00	0.2
Hg (kg)	0.000	0.002	0.00	0.00	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd (kg)	0.000	0.006	0.00	0.00	0.076	0.08	0.00	0.00	0.08
Dioxins (TEQ) (g)	0.0000	0.00000	0.000	0.000	0.004	0.004	n/a	0.0000	0.004
- Water									
Pb (kg)	0.000	0.229	0.000	0.00	3.66	3.88	0.0	0.0	3.88
Hg (kg)	0.0000	0.00033	0.000	0.000	0.080	0.080	0.00	0.00	0.080
Cd (kg)	0.000	0.004	0.000	0.00	4.77	4.77	0.0	0.00	4.774
BOD (kg)	0.00	0.085	0.000	0	37,001	37,001	0	0	37,001
Dioxins (TEQ) (g)	n/a	n/a	n/a	0.0000	0.00037	0.0004	n/a	n/a	0.00037
Residual Waste (tonnes)	0	1,250	0	0	171,332	172,582	0	0	172,582



فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۵۰ بهار ۱۳۹۷
No.50 Spring 2018

جدول ۶. نتایج آنالیزهای سناریوهای ۲ از مدل IWM؛ ماخذ: نگارندگان.

۳۴۶

	Recycling	Composting	EFW	AD	Landfill	Total Waste Management System	Virgin Material Displacement Credit	Reprocessing of Recycled Materials	Net Life Cycle Inventory
Tonnes Managed (***)	24,991	0	0	0	171,332	196,323			
Energy Consumed (GJ)	13,648	0	0	0	8,473	22,121	-1,299,581	207,841	-1,069,619
Greenhouse Gases									
- CO2 (tonnes)	892	0	0	0	610	1,502	-39,677	7,634	-30,542
- CH4 + NOx (tonnes)	6.7	0.00	0.0	0	9,437	9,444	-453.6	13.6	9,004
- CO2 Equivalent (tonnes)	2,501	0	0	0	199,585	202,086	-88,377	11,857	125,565
Acid Gases									
- NOx (tonnes)	5.08	0.000	0.0	0.00	2.77	7.85	-135.6	13.6	-114.1
- SOx (tonnes)	2.32	0.000	0.0	0.00	1.87	4.18	-165	18.4	-142.5
- HCl (tonnes)	0.005	0.000	0.00	0.00	0.855	0.86	-887.2	1.17	-885.2
Smog Precursors									
- NOx (tonnes)	5.08	0.000	0.0	0.0	2.77	7.9	-135.6	13.6	-114.1
- PM (tonnes)	0.91	0.0	0.00	0.0	48.0	48.9	-48.3	12.0	12.6
- VOCs (tonnes)	2.13	0.00	0.00	0.0	29.9	32.1	-119.9	18.3	-69.6

	Recycling	Composting	EFW	AD	Landfill	Total Waste Management System	Virgin Material Displacement Credit	Reprocessing of Recycled Materials	Net Life Cycle Inventory
<i>Heavy Metals & Organics</i>									
- Air									
Pb (kg)	0.096	0.000	0.0	0.0	0.16	0.3	-5.81	0.98	-4.6
Hg (kg)	0.003	0.000	0.00	0.00	0.003	0.01	-0.41	0.00	-0.40
Cd (kg)	0.012	0.000	0.00	0.00	0.084	0.10	-0.18	0.00	-0.09
Dioxins (TEQ) (g)	0.0001	0.00000	0.000	0.000	0.004	0.005	n/a	0.0000	0.005
- Water									
Pb (kg)	0.348	0.000	0.000	0.00	3.70	4.05	-135.7	111.0	-20.65
Hg (kg)	0.0005	0.00000	0.000	0.000	0.081	0.082	-0.02	0.07	0.132
Cd (kg)	0.013	0.000	0.000	0.00	4.86	4.87	-0.9	1.12	5.041
BOD (kg)	0.73	0.000	0.000	0	37,713	37,714	-16,254	38,968	60,428
Dioxins (TEQ) (g)	n/a	n/a	n/a	0.0000	0.00038	0.0004	n/a	n/a	0.00038
Residual Waste (tonnes)	1,250	0	0	0	171,332	172,582	-3,578	3,324	172,328

جدول ۷. نتایج آنالیزهای سناریو های ۳ از مدل IWM؛ ماخذ: نگارندگان.

	Recycling	Composting	EFW	AD	Landfill	Total Waste Management System	Virgin Material Displacement Credit	Reprocessing of Recycled Materials	Net Life Cycle Inventory
Tonnes Managed (***)	0	23,742	0	0	162,765	186,507			
Energy Consumed (GJ)	0	5,042	0	0	9,994	15,036	0	0	15,036
<i>Greenhouse Gases</i>									
- CO2 (tonnes)	0	298	0	0	715	1,013	0	0	1,013
- CH4 + NOx (tonnes)	0.0	1.55	0.0	0	7,833	7,834	0.0	0.0	7,834
- CO2 Equivalents (tonnes)	0	553	0	0	166,324	166,877	0	0	166,877
<i>Acid Gases</i>									
- NOx (tonnes)	0.00	0.771	0.0	0.00	3.87	4.64	0.0	0.0	4.6
- SOx (tonnes)	0.00	1.041	0.0	0.00	2.05	3.09	0	0.0	3.1
- HCl (tonnes)	0.000	0.002	0.00	0.00	0.711	0.71	0.0	0.00	0.7
<i>Smog Precursors</i>									
- NOx (tonnes)	0.00	0.771	0.0	0.0	3.87	4.6	0.0	0.0	4.6
- PM (tonnes)	0.00	4.0	0.00	0.0	45.0	49.0	0.0	0.0	49.0
- VOCs (tonnes)	0.00	0.85	0.00	0.0	25.5	26.4	0.0	0.0	26.4
<i>Heavy Metals & Organics</i>									
- Air									
Pb (kg)	0.000	0.060	0.0	0.0	0.15	0.2	0.00	0.00	0.2
Hg (kg)	0.000	0.001	0.00	0.00	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd (kg)	0.000	0.006	0.00	0.00	0.072	0.08	0.00	0.00	0.08
Dioxins (TEQ) (g)	0.0000	0.00000	0.000	0.000	0.004	0.004	n/a	0.0000	0.004
- Water									
Pb (kg)	0.000	0.217	0.000	0.00	3.47	3.69	0.0	0.0	3.69
Hg (kg)	0.0000	0.00031	0.000	0.000	0.076	0.076	0.00	0.00	0.076
Cd (kg)	0.000	0.004	0.000	0.00	4.53	4.54	0.0	0.00	4.535
BOD (kg)	0.00	0.081	0.000	0	35,150	35,151	0	0	35,151
Dioxins (TEQ) (g)	n/a	n/a	n/a	0.0000	0.00035	0.0004	n/a	n/a	0.00035
Residual Waste (tonnes)	0	1,187	0	0	162,765	163,952	0	0	163,952



جدول ۸. نتایج آنالیزهای سناریوهای ۴ از مدل IWM؛ ماخذ: نگارندگان.

	Recycling	Composting	EFW	AD	Landfill	Total Waste Management System	Virgin Material Displacement Credit	Reprocessing of Recycled Materials	Net Life Cycle Inventory
Tonnes Managed (***)	23,742	0	0	0	162,765	186,507			
Energy Consumed (GJ)	12,943	0	0	0	8,025	20,968	-1,240,715	196,317	-1,023,430
Greenhouse Gases									
- CO ₂ (tonnes)	846	0	0	0	577	1,423	-37,788	7,256	-29,109
- CH ₄ + NO _x (tonnes)	6.3	0.00	0.0	0	8,981	8,988	-434.3	12.9	8,566
- CO ₂ Equivalents (tonnes)	2,370	0	0	0	189,941	192,311	-84,125	11,247	119,433
Acid Gases									
- NO _x (tonnes)	4.81	0.000	0.0	0.00	2.62	7.43	-128.8	12.9	-108.5
- SO _x (tonnes)	2.20	0.000	0.0	0.00	1.77	3.97	-156	17.5	-134.7
- HCl (tonnes)	0.004	0.000	0.00	0.00	0.814	0.82	-842.6	1.11	-840.7
Smog Precursors									
- NO _x (tonnes)	4.81	0.000	0.0	0.0	2.62	7.4	-128.8	12.9	-108.5
- PM (tonnes)	0.86	0.0	0.00	0.0	45.6	46.5	-45.7	11.2	11.9
- VOCs (tonnes)	2.02	0.00	0.00	0.0	28.5	30.5	-114.3	17.0	-66.8
Heavy Metals & Organics									
- Air									
Pb (kg)	0.091	0.000	0.0	0.0	0.15	0.2	-5.47	0.91	-4.3
Hg (kg)	0.002	0.000	0.00	0.00	0.003	0.01	-0.39	0.00	-0.39
Cd (kg)	0.012	0.000	0.00	0.00	0.080	0.09	-0.18	0.00	-0.08
Dioxins (TEQ) (g)	0.0001	0.00000	0.000	0.000	0.004	0.004	n/a	0.0000	0.004
- Water									
Pb (kg)	0.331	0.000	0.000	0.00	3.52	3.85	-127.6	104.1	-19.59
Hg (kg)	0.0005	0.00000	0.000	0.000	0.077	0.078	-0.02	0.07	0.126
Cd (kg)	0.012	0.000	0.000	0.00	4.62	4.63	-0.9	1.06	4.795
BOD (kg)	0.69	0.000	0.000	0	35,827	35,828	-15,203	37,073	57,698
Dioxins (TEQ) (g)	n/a	n/a	n/a	0.0000	0.00036	0.0004	n/a	n/a	0.00036
Residual Waste (tonnes)	1,187	0	0	0	162,765	163,952	-3,413	3,157	163,696

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۵۰ بهار ۱۳۹۷
No.50 Spring 2018

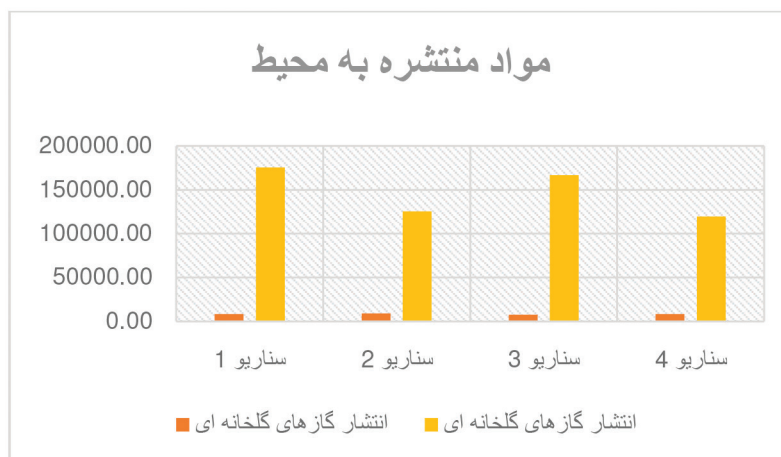
۳۴۸

جدول ۸. نتایج آنالیزهای سناریوهای ۴ از مدل IWM؛ ماخذ: نگارندگان.

مقایسه سناریوها از نظر میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای: جداول ارائه شده، نتایج حاصل از تحلیل داده‌های مربوطه به مواد زائد جامد برای هر سناریو به صورت جداگانه می‌باشند. برای هر سناریو، میزان گازهای گلخانه‌ای منتشر شده به تن بیان شده است.

مواد منتشره به محیط	سناریو ۱	سناریو ۲	سناریو ۳	سناریو ۴
انتشار CH ₄ + NO _x (tonnes)	۸۲۳۶,۱	۹۰۰۳,۶۳	۷۸۳۴,۴۴	۸۵۶۶,۲۶
گازهای گلخانه‌ای CO ₂ Equivalents (tonnes)	۱۷۵۴۴۲,۳۸	۱۲۵۵۶۵,۳۳	۱۶۶۸۷۷,۱۳	۱۱۹۴۳۲,۹۷

مواد منتشره به محیط



نمودار ۴. مقایسه میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در سناریوهای ۱ تا ۴؛ ماخذ: نگارندگان.

شش ماهه تمامی اطلاعات لازم جهت بررسی مواد زائد جامد تولیدی منطقه از طریق مرور منابع، بررسی اطلاعات و گزارش‌های موجود و مطالعات میدانی جمع‌آوری شد. سپس با توجه به روش‌های مدیریتی موجود و برنامه‌های آتی سازمان مدیریت پسماند جهت ارتقا سیستم پردازش پسماند، سناریوهایی با استفاده از داده‌های کسب شده از مدیریت پسماند منطقه ۱۵ تدوین شد. این سناریوها در قالب مدل IWM مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه سناریوها از نظر خروجی گازهای گلخانه‌ای صورت گرفت و نتایج حاصل گشت. در جدول (۹) مقایسه سناریو از لحاظ میزان انتشار گازهای $CH_4 + NO_x$ و CO_2 نشان می‌دهد که در خصوص انتشار گاز CO_2 تاثیر تسهیلات بازیافت بیشتر از کمپوست بوده است و در سناریو دوم که تسهیلات بازیافت در مدیریت پسماند به کار برده شده 49877 تن بیشتر از سناریو اول کاهش داشته است و هم چنین با کاهش ۵ درصدی مواد زائد نیز سناریو ۴ نسبت به سناریو ۳ میزان $47444,16$ تن بیشتر کاهش در انتشار گاز گلخانه‌ای کربن دی‌اکسید داشته است. ولی در خصوص انتشار گازهای $CH_4 + NO_x$ فرایند کمپوست تاثیر بیشتری نسبت به بازیافت داشته و طبق سناریو اول میزان $767,53$ تن بیشتر موجب کاهش انتشار این گازها شده است و از طرفی طبق سناریو سوم که فرایند کمپوست به همراه کاهش ۵ درصدی مواد زائد آنالیز شده است میزان $731,82$ تن نسبت به سناریو چهارم بیشتر کاهش انتشار این گازهای گلخانه‌ای مشاهده می‌گردد. نتایج حاصل حاکی از این است که تسهیلات بازیافت و کمپوست نقش بسزایی در کاهش گازهای

در جدول فوق مقایسه سناریو از لحاظ میزان انتشار گازهای $CH_4 + NO_x$ و CO_2 صورت گرفته است که در ادامه نتایج حاصله ارائه می‌گردد.

نتیجه گیری و جمع‌بندی

در راستای توجه به کیفیت هوا در مقیاس ملی، تعهدات جهانی ایجاب می‌کند تا نسبت به آلاینده‌هایی که اثرات مخرب فراملی دارند توجه لازم مبذول گردد. کنوانسیون تغییر آب و هوای ملل متحد به هدف کنترل گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر تا سطحی غیر خطرناک، کشورهای عضو را متعهد به ارائه موجودی انتشار گازهای گلخانه‌ای به دبیرخانه کنوانسیون و همچنین حذف تدریجی گازهای گلخانه‌ای نموده است. در کنوانسیون مذکور سه گاز گلخانه‌ای عمده یعنی دی‌اکسید کربن (CO_2) و متان (CH_4) و اکسید نیتروژن (NO_x) مورد توجه قرار گرفته است. از طرفی صنایع مدیریت مواد زائد نقش قابل توجهی در کاهش اثرات مدیریت پسماند در محیط زیست به واسطه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را نشان می‌دهد. فعالیت‌های مربوطه به مدیریت پسماند یکی از پارامترهای مهم در انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد، در نتیجه در تحقیق حاضر با نگاهی جامع‌نگر به بررسی راه کارهای مدیریت پسماند منطقه ۱۵ شهر تهران پرداخته شده است. در این پژوهش تاکید بر ارائه سیستم مدیریت پسماند با توجه به کاهش از مبداء پسماند، مد نظر است. واحد عملکردی در این تحقیق، مقدار کل مواد زائد تولیدی در منطقه ۱۵ شهر تهران در یک سال در نظر گرفته شده است. بر این اساس در ابتدا طی یک دوره

گلخانه‌ای ایفا می‌کنند و با کاهش ۵٪ مواد زائد به طور میانگین در یک سال ۴۰۱,۶۶ تن از میزان گازهای CH₄ + NO_x و ۶۱۳۲,۳۶ تن گاز CO₂ کاسته شده است. در نهایت می‌توان به این نتیجه رسید که همانند نتایج پژوهش Ozeler و همکارانش در خصوص مدیریت پسماند که مشخص گرداند، فرایند کاهش از مبداء به همراه بازیافت مواد تفکیک شده باعث کاهش بار زیست محیطی و گرمایش جهانی می‌شود در تحقیق حاضر نیز مشخص گردید فرایندهای کمپوست و بازیافت به همراه کاهش از مبداء به صورت توأمان سهم به سزایی در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای خواهند داشت و استفاده از هر یک از این تسهیلات تاثیر بسزایی در کاهش بار زیست محیطی و انتشار گازهای گلخانه‌ای خواهد داشت در نتیجه ما می‌توانیم با فرهنگ سازی در خصوص طرح کاهش از مبداء و تفکیک زباله‌های تر و خشک برای تسهیل در امر کمپوست و بازیافت در این زمینه نقش بسزایی در کاهش آلودگی هوا و گرمایش جهانی داشته باشیم.

منابع و ماخذ

7. Bueno G, Latasa I, Lozano P. (2015). Comparative LCA of two approaches with different emphasis on energy or material recovery for a municipal solid waste management system in Gipuzkoa. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51:449
8. Chen, T.C. and C.F., Lin. (2008). Greenhouse Gases Emissions from Waste Management Practices Using Life Cycle Inventory Model, *Journal of Hazardous Materials*, 155: 23-31.
9. EPIC & CSR, 2000. Integrated solid waste management tools: user guidance document, Environmental Analysis Model.
10. Forbes R McDougall, Peter R White, Mariana Franke and Peter Hindle. 2001. integrated solid waste management : a life cycle inventory . Blackwell Science. second edition
11. Ozeler, D., Yetis, U., and Demirer, G.N. (2005). Life cycle assessment of MSW management methods: Ankara case study. *Environment International*, pp: 405-411.
12. Skordilis, A. (2004). Modeling of integrated solid waste management systems in an island. *Resources, Conservation and Recycling*, 41: 243-254.6.
13. سایت شهرداری منطقه 15/tehran.ir/15 (تهران)

۱. آمار و اطلاعات سازمان پسماند منطقه ۱۵ تهران، ۱۳۹۶
۲. حسینی، م؛ مرادی، ح؛ جمالی نژاد، م و خدانشناس، م؛ (۱۳۹۱) بررسی روش‌های مختلف مدیریت پسماند اصفهان با رویکرد ارزیابی چرخه حیات؛ کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست
۳. زیاری، ک؛ واحدیان، ل و پرنون، ز. (۱۳۹۱) تحلیلی بر بحران زیست محیطی و توزیع مکانی فضای سبز شهر تهران سال چهارم، شماره چهاردهم
۴. صاحب محمدی، ع؛ محمد خانی، ر؛ (۱۳۸۶) بررسی نقش مدیریت پسماند بر انتشار گازهای گلخانه‌ای، سومین همایش مدیریت پسماند

شهری، ۱۵ص
۵. کامیابی، س؛ نوروزی فرد، ه؛ (۱۳۹۴) بررسی روش‌های رایج تولید کمپوست از پسماندهای عالی؛ کنفرانس مدیریت کلانشهرها با رویکرد محیط زیست
۶. نادری، م؛ شهریور (۱۳۹۴) ارزیابی چرخه حیات استراتژی‌های مدیریت پسماند شهر ماهدشت قسمت اول؛ مرکز پژوهش و فناوری علم و توسعه-دانشگاه علم و صنعت ایران.