مدیریت پسماند

فصلنامه آموزشی - پژوهشی | شماره ۱۸ | زمستان ۱۳۹۹

* بهبود فرآیند کمپوست با ترکیب پسماند آلی شهری و ویناس
* مقایسه مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی در ایران و سایر کشورهای دنیا
* مدیریت پسماند دردوره همه‌گیری کووید-۱۹
* بررسی میزان رضایت شهروندان از نصب و گسترش طرح مخازن هوشمند زیر زمینی در شهر اصفهان
* بررسی انواع روش‌های تصمیم گیری چند معیاره در مدیریت پسماند
* ارزیابی کمی، کیفی و نحوه مدیریت پسماندهای مطب‌های خصوصی دندان‌پزشکی استان زنجان
* آنالیز پسماندهای شهری به منظور بازیافت پسماندهای پلاستیکی

سامانه آموزش مجازی شهر و روستا

در راستای توسعه آموزش‌های غیر حضوری برای کارکنان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور و بهره‌گیری از فضای مجازی، سامانه آموزش مجازی شهر و روستا (سام شهر) راه اندازی شده است. جهت کسب اطلاعات بیشتر به آدرس www.sam-shahr.ir مراجعه فرمایید.

وزارت کشور
سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور
مرکز مطالعات برنامه ریزی شهری و روستایی

صاحب امتیاز:
وزارت کشور، سازمان شهرداری‌ها و دهیاری های کشور

مدیرمسؤول: مهدی جمالی‌نژاد

زیرنظر: اسمعیل زیارتی نصرآبادی

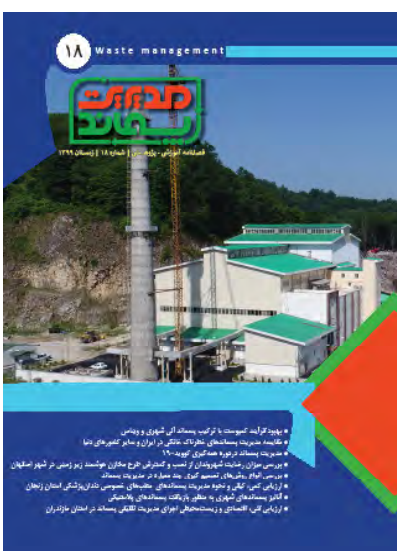
سردبیر: مسعود احمدی

هیأت تحریریه:
ساسان سامی، روح اله محمود خانی، هاشم نوروزی‌فرد، زهره ترحمی، مهیار صفا، علی اصغر حبیب‌پور، رضا نقوی، محمدطولابی

دبیر اجرایی: رضا نقوی
ویراستار: جمشید افقی
ناشر: سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور
طراح و صفحه آرا: محمد سدید شهلایی مقدم، فریده دارستانی فراهانی
چاپ: کامیاب

http://www.imo.org.ir
E.mail: wm.journal@imo.org.ir

نشانی: تهران، بلوار کشاورز، ابتدای خیابان نادری، پلاک ۱۷، مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری و روستایی
کدپستی: ۱۴۱۶۶۳۳۶۶۱
تلفن: ۳و۶۳۹۰۲۰۵۰ نمابر : ۶۳۹۰۲۰۵۲



این شماره‌ی فصلنامه مدیریت پسماند با حمایت‌های مادی و معنوی سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران تهیه شده است.

معاونت خدمات شهری
سازمان مدیریت پسماند

سخن آغازین ۲

میزگرد

- مدیریت پسماند در زمان شیوع کرونا؛ چالش‌ها و فرصت‌ها ۳

یک تجربه

- تجربیاتی از مدیریت پسماند شهر تهران ۱۰
- مدیریت پسماند متولیان زیادی دارد، اما شهرداری‌ها بار اصلی را به دوش می کشند ۱۴
- معرفی طرح کاهش پسماندها (کاپ) ۲۰

مقالات

- بهبود فرآیند کمپوست با ترکیب پسماند آلی شهری و ویناس ۲۶
- مقایسه مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی در ایران و سایر کشورهای دنیا ۳۶
- مدیریت پسماند در دوره همه گیری کووید -۱۹ ..... ۵۰
- بررسی میزان رضایت شهروندان از نصب و گسترش مخازن هوشمند زیرزمینی در شهر اصفهان ۵۶
- بررسی انواع روش‌های تصمیم گیری چند معیاره در مدیریت پسماند ۶۸
- ارزیابی کمی-کیفی و نحوه مدیریت پسماندهای مطب‌های خصوصی دندان پزشکی استان زنجان ۷۸
- آنالیز پسماندهای شهری به منظور بازیافت پسماندهای پلاستیکی (مطالعه موردی شهر شیراز) ۸۴
- ارزیابی فنی، اقتصادی و زیست محیطی اجرای مدیریت تلفیق پسماند در استان مازندران ۸۹
- Municipal solid waste management challenges and problems for cities in low-income and developing countries ۹۸

معرفی کتاب ۱۱۲

مدیریت اصولی پسماندهای تولیدی در شهرها و روستاهای کشور همواره یکی از اولویت‌های مدیران امر در سطوح ملی، استانی و محلی بوده است و طی سال‌های گذشته بر اساس مفاد قانون مدیریت پسماند مصوب سال۱۳۸۳ و آیین‌نامه اجرایی آن اقدامات زیادی توسط دستگاه‌های مسوول انجام شده است لیکن بررسی وضع موجود شهرها و روستاهای کشور نشان می‌دهد که بخش عمده‌ای از پسماندهای تولیدی به روش‌های غیر اصولی دفع می‌شود و بنابراین با معضلات و مشکلات بهداشتی و زیست محیطی، به خصوص در استان‌های ساحلی مواجه می‌باشیم.

بر این اساس با پیگیری‌های مستمر دست اندرکاران امر در وزارت کشور (سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور) و سایر دستگاه‌های ذیربط نهایتاً قانون کمک به ساماندهی پسماندهای عادی با مشارکت بخش غیر دولتی در اردیبهشت ماه سال جاری جهت اجرا ابلاغ گردید. در مفاد این قانون که با رویکرد رفع تنگناهای قانونی قبلی تدوین شده است، موضوعات مهمی از جمله تامین منابع مالی جهت اجرای پروژه‌های مدیریت پسماند و ایجاد مشوق‌های قانونی جهت ترغیب و مشارکت هرچه بیشتر بخش خصوصی پیش بینی شده است که با تصویب و ابلاغ آیین‌نامه اجرایی آن تحولی مهم در این حوزه اتفاق خواهد افتاد و لازم است از هم اکنون برنامه‌ریزی‌های لازم برای تعریف و اجرای پروژه‌های مدیریت پسماند در دستور کار مدیریت‌های اجرایی پسماند قرار گیرد.

موضوع مهم دیگری که باید به آن اشاره نمود، وضعیت مدیریت پسماند در شرایط شیوع بیماری کرونا در کشور است. گسترش این بیماری در دنیا، تاثیر مستقیمی بر فعالیت‌های در دست اقدام در این حوزه داشته است که جهت جلوگیری از گسترش این بیماری لازم است تمامی عوامل اجرایی مدیریت پسماند نسبت به رعایت دقیق پروتکل‌های بهداشتی که توسط سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور و سایر مراجع قانونی ذیربط ابلاغ شده اقدام نمایند تا با توجه به ارتباط مستقیم عوامل اجرایی با پسماندهای تولید شده توسط افراد بیمار یا ناقل بیماری، مدیریت‌های اجرایی پسماند بتوانند وظایف محوله را با کمترین آسیب و به نحو احسن به انجام رسانده و با کمترین آسیب وظایف محوله را به بهترین نحو به انجام رسانده و در این آزمون مهم، مانند تجربیات گذشته، در خدمت‌رسانی به مردم شریف کشور سربلند گردند.

مهدی جمالی‌نژاد
معاون عمران و توسعه امور شهری و روستایی وزارت کشور و
رئیس سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور

مدیریت پسماند در زمان شیوع کرونا؛ چالش‌ها و فرصت‌ها

مقدمه

زهره ترحمی

همه‌گیری کووید ۱۹ یک بحران جهانی را به وجود آورده و موجب افزایش مشکلات اقتصادی و اجتماعی در کشورهای مختلف جهان شده است که این مشکلات به موضوع مدیریت پسماند نیز سرایت کرده و مدیریت پسماندهای جامد شهری، به خصوص پردازش و دفع را تحت تأثیر قرار داده است؛ به عنوان مثال، کاهش میزان پسماند شهری و افزایش پسماندهای پزشکی و همچنین افزایش میزان پسماندهای قابل بازیافت و یکبار مصرف در بسیاری از شهرهای دنیا از پیامدهای این بیماری بوده است. برخی از کشورها، برنامه جمع‌آوری پسماندهای قابل بازیافت خود را موقتاً به تعویق انداخته‌اند و در نتیجه، میزان پسماندهای دفعی در این کشورها افزایش یافته است.

ایمنی، بهداشت و سلامت کارکنان بخش مدیریت اجرایی پسماند نیز از دیگر دغدغه‌های مرتبط با ویروس کرونا بوده است. از این‌رو با توجه به موضوعات گفته شده، در کشور ما نیز همانند سایر کشورهای جهان، دستورالعمل‌ها و پروتکل‌های بهداشتی متعددی به منظور حفظ سلامت کارکنان و پیشگیری از شیوع بیماری در جامعه، تدوین و ابلاغ شده است که یقیناً موجب بروز مشکلات اقتصادی و اجتماعی در حوزه کاری مدیران اجرایی شده است. با توجه به موضوع محوری این شماره از فصلنامه (مدیریت پسماند در زمان بحران کرونا)، میزگردی با حضور مدیران اجرایی مرتبط با موضوع تشکیل شد که نظرات کارشناسی و دیدگاه‌های تخصصی ایشان به شرح زیر ارائه می‌شود:

میهمانان ما:

۱- دکتر شهاب عبدالهی فر، مدیرداخلی بیمارستان نیکان

۲- دکترشینا انصاری، مدیرکل محیط‌زیست و توسعه پایدار شهرداری تهران

۳- مهندس علی نجفی، شهردار نیشابور

۴- مهندس سید عبدالله میرابراهیمی، مدیر عامل سازمان مدیریت پسماند شهرداری قم

؛ نقش و جایگاه دستورالعمل‌ها و شیوه‌نامه‌های تدوین و ابلاغ شده توسط دستگاه‌های مختلف دولتی(سازمان و وزارت بهداشت) را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ مهم‌ترین مشکلات و چالش‌های به‌وجود آمده در سیستم مدیریت پسماند در دوران کرونا کدامند و موجب بروز چه تغییراتی در سیستم مدیریت پسماند شده‌اند؟

انصاری: بیماری‌کرونا و مشکل به وجود آمده برای اولین بار بود که در کشور و جهان اتفاق افتاد؛ بنابراین دستورالعمل‌ها و شیوه‌نامه‌های ابلاغی، مانند دستورالعمل نحوه ضدعفونی کردن محیطها و فضاهای عمومی شهری در طول زمان به مرور تغییراتی داشت و بازنگری شد. ما پس از گذشت دو ماه، دستورالعملی در شهرداری تهران تدوین کردیم که در آن از مواد ضدعفونی‌کننده سازگار با محیطزیست استفاده شود تا مخاطرات استفاده از ضدعفونی‌کننده‌ها برای محیطزیست کاهش یابد. در مدیریت پسماند هم مطابق تصمیمات ستاد ملی کرونا، دستوراتی اجرا شد؛ به عنوان مثال، ایستگاه‌های میانی پردازش و تفکیک پسماند تعطیل شدند و این موضوع، تبعاتی را برای سیستم شهرداری به‌دنبال داشت؛ مثلاً میزان پسماند ورودی به آرادکوه افزایش یافت و همچنین تفکیک در مبدأ از طریق ایستگاه‌های دریافت اقلام بازیافتی متوقف شد؛ البته بعد از مدتی اعلام شد با رعایت برخی ضوابط، مجدداً این ایستگاه‌ها فعالیت نمایند.

از دیگر مشکلات متأثر از اپیدمی کرونا، مصرف بی‌رویه محصولات پلاستیکی و یکبار مصرف بود که به‌طرز قابل توجهی در کشور افزایش یافت. این در حالیست که با نگاهی به کشورهای توسعه یافته درگیر با کرونا می‌بینیم که استفاده از این محصولات به اندازه ایران افزایش پیدا نکرده است. از پیامدهای استفاده غیرمتعارف از ظروف یکبار مصرف و پلاستیکی، آلودگی منابع آب و خاک و تولید ریزپلاستیک‌هاست، از این‌رو، به‌نظر می‌رسد که بازنگری و اصلاح دستورالعمل‌های ابلاغی؛ با توجه به تداوم شرایط کرونا، شناخت بیشتر از ماهیت بیماری و جنبه‌های غیرمحیطزیستی برخی رفتارها و تبعات حاصل از آن، ضروری است.

عبدالهی فر: درخصوص موضوع کرونا، به دلیل اینکه پدیده‌ای جدید در دنیا و کشور ماست، در بیان برخی از واقعیت‌ها اغراق شده است؛ به عنوان مثال، لازم است بدانیم که ویروس کرونا در محیط غیر زنده و به ویژه روی ماسک‌ها، پس از ۴۸ ساعت از بین می‌رود و نیازی نیست پس از استفاده سه یا چند ساعت، آن را دور بیندازیم، بلکه کافی است که آن را به مدت دو روز در محیطی پاک قرار دهیم که دوباره قابل استفاده است. بر همین اساس، در تدوین دستورالعمل‌ها نیز اشکالاتی وجود دارد؛ مثلاً قبلاً پسماندهای بیمارستان‌ها و مراکز درمانی به دو بخش تقسیم می‌شد و شامل پسماندهای عفونی و پسماندهای عادی(غیر عفونی) بود، اما پس از شیوع کرونا و ابلاغ دستورالعمل‌ها، همه پسماندهای مراکز درمانی در یک دسته قرار گرفته و عفونی محسوب می‌شوند، از طرف دیگر، وزارت بهداشت مراکز را ملزم به بی‌خطر کردن پسماندهای عفونی کرده است؛ بنابراین هماکنون با افزایش میزان پسماند عفونی(که خود شامل عفونی و عادی است)، بار مالی بسیار زیاد شده است و از طرف دیگر، شهرداری‌های طرف قرارداد برای حمل پسماندهای عادی نیز به همین دلیل، هزینه حمل پسماندهای عادی را نیز همانند عفونی محاسبه و دریافت می‌کنند؛ درحالی‌که این پسماندها بی‌خطر شده و حاوی مواد و اقلام قابل بازیافت نیز هستند و این درحالی است که دفع این پسماندها در مقصد نیز طبق روشی متفاوت و مهندسی-بهداشتی نیست.

موضوع دیگر، افزایش میزان پسماندهای عفونی در ایران و حتی در سایر کشورها در این دوران است که شواهد و مدارک آن نیز موجود است. درنتیجه، افزایش میزان پسماند عفونی و اضافه شدن پسماندهای غیرعفونی به آن در مجموع موجب افزایش هزینه‌های مدیریت پسماند در مراکز درمانی شده است.

یکی از دلایل افزایش میزان پسماندهای مربوط به کرونا (ماسک، لوازم یکبار مصرف و...) بی‌توجهی به واقعیت‌های علمی و درنتیجه، ایجاد فوبیای بیماری کروناست؛ مثلاً اگر ما بدانیم که نیازی به تعویض ماسک به صورت ساعتی و روزانه نیست، مصرف ماسک کاهش می‌یابد و زباله کمتری تولید خواهد شد؛ به عبارت بهتر، آگاهی از حقایق علمی و اینکه چه چیزی واقعاً آلوده است و چه کاری ضرورت دارد و چه اقداماتی ضرورت ندارد، می‌تواند مشکلات را کاهش دهد. اگرچه این دستورالعمل‌ها خوب بوده‌اند، نیاز به بازنگری دارند.

نجفی: در دستورالعمل‌ها دو نقطه ضعف وجود دارد، اول شتاب‌زدگی و دوم تک بعدی بودن. مدیریت‌های اجرایی در طول این سال‌ها زحمت‌های زیادی کشیدند تا تغییر و توسعه در سیستم مدیریت پسماند ایجاد کنند؛ به عنوان مثال، در زمینه تفکیک از مبدأ سال‌ها تلاش شده و در شهرهای مختلف زیرساخت‌هایی ایجاد شده و مردم آموزش دیده و کم و بیش همکاری می‌کردند، اما هم اکنون به دلیل شیوع کرونا و دستورالعمل‌ها و توصیه‌های بهداشتی موجود، مردم تفکیک از مبدأ را کنار گذاشته و با ترس و وحشت از ابتلا به بیماری، برخوردی

مدیریت پسماند در زمان شیوع کرونا؛ چالش‌ها و فرصت‌ها

متفاوت با پسماند پیدا کرده‌اند که موجب تغییر رفتار شهروندان شده است. به‌نظر من، هر یک ماهی که از موضوع کرونا می‌گذرد، به میزان شش ماه از نظر فرهنگ تفکیک از مبدأ به عقب برمی‌گردیم؛ یعنی اگر دوماه از موضوع بگذرد، معادل یک سال از نظر فرهنگ زیست‌محیطی و همکاری اجتماعی مردم عقبگرد خواهیم داشت و لذا باید یکسال زمان بگذاریم و هزینه کنیم تا به جای اول برگردیم.

این دستورالعمل به عبارتی موجب شد تا ساختار و برنامه‌های اجرایی و مشارکت مردمی را که شهرداری‌ها با هزینه‌های بسیار زیادی ایجاد کرده بودند، از بین برود. بحث دیگر، تک بعدی بودن دستورالعمل‌هاست. مجموعه دولت و وزارت کشور و سایر نهادها به شهرداری‌ها به چشم یک عابر بانک نگاه می‌کنند که باید هر دستورالعملی ابلاغ می‌شود را اجرا کنند. حالا به تبعات اقتصادی و بار مالی که ایجاد می‌کند، هیچ توجهی نمی‌شود و باز متأسفانه در کشور ما مرسوم بوده است که هیچ‌گاه به‌دنبال پیشگیری نبوده‌ایم و همواره به دنبال درمان هستیم.

در گزارشی دیدم که هزینه درمان یک بیمار کرونایی در بیمارستان از ۴۰۰ هزار الی ۲۵۰ میلیون تومان(بسته به شدت بیماری) متغیر است؛ این هزینه را دولت و مردم راحت پرداخت می‌کنند، اما از طرف دیگر، حاضر به پرداخت هزینه‌های پیشگیری نیستیم.

براساس دستورالعمل‌های موجود، تفکیک از مبدأ را تعطیل کردیم و در مقابل، شاهد افزایش جداسازی و تفکیک غیر رسمی توسط دوره‌گردان هستیم؛ به طوری که قبلاً می‌توانستیم با این عوامل برخورد کنیم، اما در شرایط فعلی نمی‌شود برخورد کرد. درواقع دولت با این دستورالعمل‌ها از یک سو هزینه‌های بهداشتی و درمانی را پرداخت می‌کند و از سویی دیگر با بیمار شدن این عوامل غیر رسمی که به صورت غیر بهداشتی و غیراصولی زباله برداشت می‌کنند، بیماران کرونایی بیشتری در جامعه تولید و پراکنده می‌کند، اما حاضر نیست برای شهرداری‌ها تسهیلاتی قائل شود تا تفکیک از مبدأ را انجام دهند.

با ابلاغ این دستورالعمل‌ها، شهرداری ناگزیر باید هزینه‌های جدید و زیادی را برای ضدعفونی، دستکش، ماسک و... متحمل شود و مسلماً شهرهای کوچکی که درآمد زیادی ندارند و از عهده هزینه‌ها برنمی‌آیند، یا حرکات نمایشی انجام خواهند داد یا اینکه اجرا نمی‌کنند که در هر دوصورت، به شیوع بیشتر بیماری و تحمیل بار درمانی بیشتر به دولت منجر خواهدشد؛ درحالی که بهتر بود که هزینه تأمین مواد و وسایل پیشگیرانه را دولت متحمل می‌شد که به مراتب کمتر از هزینه درمان بیماران کرونایی در بیمارستان است.

درخصوص تفکیک از مبدأ نیز همین‌طور است. دولت می‌توانست باکس‌های مخصوصی قرار دهد و با اطلاع رسانی به مردم آموزش می‌داد تا تفکیک را به شیوه‌ای ایمن انجام دهند(حتی اگر این مواد روانه مراکز بازیافت نمی‌شد) تا زحمات و هزینه‌های سال‌های قبل هدر نروند و عادت خوب و همکاری و مشارکت مردم که زحمت و زمان زیادی برای آن صرف شده بود، نابود نشود. درواقع دستورالعمل‌ها و تصمیمات، بسیار شتابزده تدوین و ابلاغ شدند.

میرابراهیمی:

شهر قم اولین شهر درگیر با کرونا بود و به همین دلیل، شاید ضروری بود تا تبادل تجربه‌ای با کشورهای دیگر مانند چین می‌داشتیم تا دچار سردرگمی نشویم. متأسفانه در شرایط ابتدایی این بحران در هیچ قسمتی (مدیریت پسماند، مردم، ادارات و...) دستورالعمل و راهنمایی نداشتیم و متکی به برداشت‌ها و رفتارهای مشاهده شده بودیم؛ درحالیکه از یک ماه و نیم قبل از آن در کشور چین، این موضوع وجود داشته و تجاربی کسب شده بود که می‌توانستیم از آنها استفاده کنیم. این خلأ در آن زمان وجود داشت و کماکان نیز هنوز اشکالاتی در دستورالعمل‌ها وجود دارد؛ مثلاً در دستورالعمل نوشته تمامی مراکز پردازش پسماند در شهرهای کانون بیماری تعطیل شود؛ به طوری که بیشتر شهرها کانون هستند و اگر فعالیت می‌کنند، در واقع تخلف می‌کنند.

میزان برداشت پسماندهای خشک قابل بازیافت در فروردین سال ۹۹ نسبت به ماه مشابه در سال ۹۸ به میزان ۹۲٪ کاهش داشته است و این موضوع موجب ضرر و زیان به سیستم بود. به‌دلیل آنکه نحوه جداسازی توسط مردم و بخش تجاری و بسته‌بندی و تحویل آن مشخص نشده بود و از طرفی، به‌دلیل استفاده مردم از مواد پلاستیکی و بسته‌بندی، میزان مواد قابل بازیافت ارزشمند در پسماند تولید و رها شده در معابر افزایش یافته که این امر به افزایش تعداد زباله‌گردان و افراد دوره‌گرد منجر شده است؛ به ویژه اینکه رکود اقتصادی ناشی از بیماری و افزایش افراد بیکار در جامعه به این موضوع دامن می‌زند؛ به عبارت بهتر، فعالیت رسمی شهرداری در جهت تفکیک پسماند، تعطیل شد و درعوض، فعالیت غیررسمی و غیراصولی زباله‌گردان افزایش یافت. این افراد بدون هیچ کنترل و ملاحظه‌ای، به تفکیک و برداشت زباله مبادرت می‌کنند و موجب تسری بیماری به افراد جامعه می‌شوند.

مدیریت پسماند؛ می‌دانیم که میزان تولید پسماند در دوران این اپیدمی جهانی با تغییراتی روبه‌رو بوده است؛ مثلا در کشورهایی که قرنطینه داشتند مانند ژاپن، این آمار افزایش داشته است و در برخی از شهرهای کوچک میزان پسماند غذایی با کاهش یا افزایش روبه‌رو بوده است؛ در کشور ما در شهرهای مختلف میزان تولید پسماند در دوران کرونا چه تغییراتی داشته است؟

مهندس نجفی: طبق مطالعات انجام شده، در تیرماه نسبت به ماه مشابه در سال‌های قبل به میزان ۹ الی ۱۰ درصد افزایش داشتیم.

میرابراهیمی: در قم به طور میانگین به میزان ۹ درصد افزایش پسماند داشتیم. باید توجه داشته باشیم که قبل از شیوع کرونا، میزان تولید پسماند نسبت به سال‌های قبل، کاهش یافته بود و در دوران کرونا با اندکی افزایش مواجه شدیم.

؛ آیا آنالیز پسماند انجام شده است تا مشخص شود این افزایش وزنی یا حجمی پسماند مربوط به موادغذایی است یا اقلام بهداشتی پیشگیرانه مانند دستکش و ماسک؟

نجفی: آنالیزی انجام نشده است، اما آنچه در ترکیب زباله مشخص است، مسلماً نشان‌دهنده آنست که مصرف موادغذایی در دوران خانه‌نشینی افزایش داشته و همچنین بخشی از زباله نیز مربوط به ماسک، دستکش و... است.

عبدالهی‌فر: قبلاً ۶۰ الی ۶۵ درصد پسماندهای بیمارستانی غیرعفونی، ۲۵ درصد عفونی و ۶ درصد هم تیز و برنده بودند، اما اکنون این نسبت برعکس شده است؛ یعنی ۶۰ درصد پسماند عفونی داریم و حجم پسماندهای درمانی نیز در کشورهایی مانند اندونزی و هند ۴ تا ۵ برابر شده است که بخش عمده آن را مواد یکبار مصرف، ماسک و ... تشکیل می‌دهد و در ایران نیز افزایش ۴۰۰ الی ۵۰۰ درصدی را شاهد هستیم.

انصاری: قبلاً میزان پسماند عفونی ورودی به مرکز دفن شهرداری تهران ۷۰ الی ۸۰ تن بود، اما اکنون طبق آمار موجود، این رقم به ۱۲۰ تن در روز رسیده است که افزایش دو برابری را نشان می‌دهد.

میرابراهیمی: در قم آمار جالبی داریم؛ به طوری که افزایش میزان پسماند عفونی در اسفند ماه ۹۸ به میزان ۷۰درصد افزایش داشته، در فروردین به ۱۶۷درصد، در اردیبهشت به ۱۲۲درصد و از زمان اجرای دستورالعمل‌ها نیز به ۱۰۲ درصد رسیده است، اما در پسماندهای عادی رشد حجمی داشتیم که به دلیل وجود مواد یکبار مصرف، ماسک و.. است که حجم را افزایش می‌دهند، اما وزن را کمتر تحت تأثیر قرار می‌دهند.

؛ آیا فکر می‌کنید علاوه بر مشکلات به‌وجود آمده در دوران کرونا، فرصت یا فرصت‌هایی وجود دارد که مدیریت اجرایی پسماند بتواند از آنها استفاده کند؟ به عنوان مثال، آیا در این زمان می‌توان جداسازی پسماندهای ویژه خانگی را مدیریت و برنامه‌ریزی کرد و توقع داشت که مردم همکاری لازم را در جهت جمع‌آوری جداگانه آن داشته باشند؟ آیا می‌توان این تهدید را به فرصتی برای آموزش عمومی و تغییر عادات مردم تبدیل کرد؟

نجفی: بنده فکر می‌کنم آموزش‌پذیری افراد، ظرفیت مشخصی دارد؛ درست همانند پارچه‌ای که به میزان مشخصی آب را جذب می‌کند و اشباع می‌شود. مردم هم همین‌طورند و ظرفیت جذب موضوعات آموزشی آنها مشخص است. باورهای اجتماعی و عاداتی قبل از کرونا وجود داشت که اکنون از بین رفته‌اند، مانند دست دادن که شاید دوباره به میان مردم بازنگردد. متأسفانه آنقدر حجم و تنوع اطلاعات مربوط به پیشگیری کرونا زیاد بوده است که هم اکنون ظرفیت آموزشی و فرهنگی مردم در زمینه بحران کرونا به حد اشباع رسیده است و هرگونه اطلاعاتی که به آنها می‌دهید، دیگر جذابیت ماه‌های ابتدایی همه‌گیری را ندارد. به‌نظر من، فرصتی وجود داشت، اما از دست رفت. باید در همان اوایل کار، شهرداری‌ها را نیز در تدوین دستورالعمل‌ها، دخیل و از نظراتشان استفاده می‌کردند. همان زمان که جو روانی وجود داشت و ذهن مردم آماده بود، بهترین وقت برای تغییر رفتارها و آموزش بود که انجام نشد.

انصاری: آنچه حائز اهمیت است، باورهایی است که در این زمینه وجود دارد که به بروز رفتارهایی منجر می‌شود؛ مانند مصرف بی‌رویه پلاستیک و بسته‌بندی‌های اضافی که شاید ضرورت نداشته باشد، اما کم‌کم به عادت تبدیل خواهد شد و از نظر محیط‌زیست، دغدغه‌ای جدی است که وجود دارد.

میرابراهیمی: موضوع کرونا، خانواده مدیریت پسماند و مجموعه را واقعاً زمین‌گیر کرده است و عوامل اجرایی متحمل فشار زیادی شده‌اند. تغییرات زیادی در فعالیت‌های مدیریت پسماند ایجاد شده است، اما کنار این چالش‌ها، نقاط قوتی هم وجود داشته است؛ مثلاً مردم و عوامل اجرایی، بهداشت محورتر شده‌اند و توجهشان به مسائل بهداشتی بیشتر شده است و برخی رفتارهای بهداشتی نیز نهادینه شده‌اند. دوم اینکه زیرساخت‌هایی مانند فضای مجازی ما نیز توسعه و ارتقاء پیدا کرده است؛ مثلاً خدماتی که قبلاً شهرداری و ادارات،حضوری انجام می‌دادند یا اینکه کاربران خدمات مجازی ادارات کم بودند، اکنون این نوع خدمات غیرحضوری شده و افزایش یافته است. سوم اینکه تمام تجهیزات و عوامل اجرایی که وجود داشت و تصور می‌شد که کافی است، متوجه شدیم که کافی نیست و باید بهبود پیدا کند. ما در این دوران، کیفیت ابزار و روش‌های خود را در جهت بهداشت و محیط‌زیست ارتقاء دادیم.

عبدالهی‌فر: به نظر من سیاست‌گذاری در کشور با مشکلاتی روبه‌روست، مثلاً قانون مدیریت پسماند که از سال ۱۳۸۳ ابلاغ شده است، تاکنون چقدر اجرا و تا چه اندازه اصلاح شده است؟ در دنیا به دلیل آنکه هر پنج سال یکبار، علم افزایش و ارتقاء می‌یابد، قوانین و سیاست‌ها نیز اصلاح می‌شوند و تغییر می‌کنند، اما قانون مدیریت پسماند ما هنوز همان است که حتی کامل هم قابل اجرا نیست. چرا؟ چونکه سیاست‌ها و قوانین باید مبتنی بر شواهد و مطالعه‌محور باشند و با استناد به شواهد عینی و بررسی‌های میدانی تدوین شوند. سیاست‌گذاران باید اطلاعات خود را افزایش دهند و با توجه به امکانات مردم و زیرساخت‌های جامعه، دستورالعمل و قانون بنویسند. تدوین قوانین در کشور ما شتابزده است و مبتنی بر شواهد نیست و اهداف نیز براساس واقعیت جامعه و کشور و توان دستگاه‌ها و زیرساخت‌ها تعیین نمی‌شوند که درنتیجه، اجرایی هم نیستند. به‌نظر من باید این شواهد و اطلاعات را به سیاستگذاران رساند و واقعیت‌ها را بیان کرد تا براساس آن تصمیم بگیرند.

مدیریت پسماند در زمان شیوع کرونا؛ چالش‌ها و فرصت‌ها

میرابراهیمی: به‌نظر من، قوانین و دستورالعمل‌ها باید با درنظرگرفتن تمامی ذینفعان تدوین شوند؛ نه اینکه مثلاً من که متولی امر هستم، به مجلس یا دولت بروم و یک قانون یا دستورالعمل بنویسم و مردم را به عنوان تولیدکننده اصلی پسماند نادیده بگیرم. چون هر یک از ذینفعان صحبت‌ها و دغدغه‌هایی دارند که باید آنها را شنید. یکی از چالش‌های مهم شهرداری‌ها، عدم مشارکت مردم در تفکیک از مبدأ است، اما وقتی بررسی می‌کنیم، می‌بینیم که عدم مشارکت مردم به دلیل این بوده است که من به عنوان مدیر اجرایی پسماند و شهرداری می‌خواهم با یک برنامه که فقط منافع خودم را درنظر گرفته‌ام و بدون توجه به نظر مردم، طرحی را اجرا می‌کنم تا مواد قابل بازیافت را بدون دردسر از مردم تحویل بگیرم و انتظار دارم مردم هم مشارکت کنند؛ در حالی‌که باید با مردم درباره نگرانی‌هایشان دراین‌خصوص صحبت کرد و ایده و نظر آنان و درخواست‌های منطقی ایشان را در طرح لحاظ نمود. واقعیت این است که قوانین و دستورالعمل‌های ما بدون اجماع ذینفعان تدوین می‌شود و به همین دلیل، اجرای آنها با مشکل روبه‌روست. درخصوص کووید ۱۹ نیز در ماه‌های ابتدای شیوع بیماری، هیچ مورد ابتلا در بین عوامل اجرایی مدیریت پسماند نداشتیم که اکنون داریم.

دغدغه پسماند؛ چه راهکارها و روش‌هایی برای افزایش ضریب ایمنی جامعه در ارتباط با مخاطرات مدیریت پسماند پیشنهاد می‌دهید؟ آیا هم اکنون راه حل‌ها یا پیشنهادهایی دارید که به دولت یا ستاد کرونا اعلام شود تا در ادامه مسیر به کار گیرند؟

انصاری: از نظر محیط‌زیستی، با توجه به طولانی شدن دوره همه‌گیری در کشور، لازم است برخی دستورالعمل‌ها مورد بازنگری و اصلاح قرار گیرند. من با نظر دکتر عبدالهی‌فر موافقم که در بیان برخی واقعیات اغراق شده است. البته در موضوعاتی نظیر درنظرگرفتن پسماندهای شبه خانگی در بیمارستان‌ها به عنوان پسماند ویژه و مدیریت و برخورد خاص با آنها، شهرداری تهران تابع نظرات و تصمیمات ابلاغی ستاد ملی مقابله با کرونا است. دغدغه مهم زیست‌محیطی، افزایش تولید پسماندهای خانگی طی مدت شیوع بیماری و دیگری مصرف غیرمنطقی محصولات پلاستیکی یکبار مصرف است. در سال گذشته، با پیگیری انجام شده، شهردار تهران بخشنامه‌ای را به واحدهای زیرمجموعه ابلاغ کرد که مصرف ظروف یکبار مصرف را در شهرداری تهران ممنوع می‌کرد، ولی الآن به‌نظر می‌رسد که در کل کشور، شاهد یک عقبگرد اساسی از همان قدم‌های طی شده برای کاهش مصرف پلاستیک‌ها هستیم و در واقع، سر خانه اول برگشته‌ایم.

پیشنهاد بعدی این است که با توجه به تداوم شرایط بیماری در کشور، لازم است برای مردم برنامه‌های آموزشی تهیه شود و رفتارهای مؤثر زیست‌محیطی را ترویج کنیم؛ مثلاً سال‌ها تبلیغ شده بود که مردم تهران زباله‌ها را رأس ساعت ۹ شب بیرون بگذارند و کلی برای این موضوع هزینه شد، اما پس از آن با تصمیمات مدیران وقت و گذاشتن مخازن، مردم مخیّر شدند در هر ساعتی از شبانه‌روز زباله‌های خانگی خود را بیرون بگذارند و رفتار عادت شده قبلی از بین رفت که نتیجه آن، تبدیل مخازن زباله به کانون آلودگی و تجمع جوندگان موذی و حشرات و معضل زباله‌گردی شد.

هم اکنون طرح کاهش پسماند شهرداری تهران (طرح کاپ) سعی دارد که در یک برنامه زمانی مشخص، مخازن از سطح شهر جمع‌آوری شود. برنامه این است که مخازن جدید در داخل مجتمع‌های مسکونی قرار گیرند و تفکیک شده باشند. مخازن پسماند تر به صورت روزانه تخلیه می‌شوند که این فوریت برای پسماندهای خشک وجود نخواهد داشت. این شیوه جدید به صورت تدریجی انجام خواهد شد و ابتدا از ساختمان‌های بزرگ و ادارات آغاز می‌شود و طبق برنامه در چند سال آینده، بیشتر مخازن بزرگ از سطح شهر جمع‌آوری خواهند شد.

دغدغه پسماند؛ به موضوع خوبی اشاره کردید. هم اکنون که شهرداری قصد جمع‌آوری مخازن و این منابع آلوده‌کننده محیط را دارد، آیا کرونا نمی‌تواند به عنوان فرصتی دیده شود و این تهدید را به فرصتی تبدیل کرد و به مردم آموزش داد تا به منظور پیشگیری از شیوع بیماری کووید ۱۹ پسماند را به طریقه خاصی ذخیره‌سازی کنند و رأس ساعات و مکان مشخصی، بیرون قراردهند و به این ترتیب مخازن از سطح شهر جمع شوند؟

انصاری: ما در این طرح به دنبال راه‌هایی هستیم که اولاً پسماند کمتر تولید شود و در مرحله بعد تا جای ممکن دفن نشود و بازیافت پسماند از مبدأ آغاز شود. البته اینکه آیا اکنون این بحران و بیماری می‌تواند فرصتی برای اجرای بهتر این طرح باشد یا نه، ممکن است در برخی بخش‌ها همزمانی اجرای این طرح و شرایط اپیدمی بیماری بتواند تهدید موجود را به فرصت جلب مشارکت مردم برای همکاری در این طرح فراهم کند.

نجفی: ما تجربه‌ای در شهر نیشابور داشتیم که دوست دارم بیان کنم. ما طرحی را با همکاری دانشگاه علوم پزشکی اجرا کردیم؛ بدین شکل که فهرست افراد مبتلا به کرونا را گرفتیم و منازل را شناسایی کردیم، سپس به آنها کیسه رنگی تحویل دادیم و خواستیم که پسماند خود را در آن ذخیره کنند و تحویل مأمور جمع‌آوری جداگانه پسماند عفونی دهند، اما طرح فقط دو هفته اجرا و سپس متوقف شد؛ زیرا رفتار مردم و همسایه‌ها با این خانواده‌ها تغییر کرده بود و از آنها دوری می‌کردند و در نتیجه، خانواده‌ها همکاری نکردند.

دغدغه پسماند؛ لطفاً درباره اهمیت برنامه‌ریزی مناسب و سیاست‌گذاری درست در سطح ملی در شرایط فعلی کشور توضیح دهید.

میرابراهیمی: جداسازی و جمع‌آوری جزء ویژه پسماندهای عادی را قبل از شیوع کرونا شروع کرده بودیم، می‌توانیم پسماندهای کرونایی را نیز در آن دسته قرار دهیم و جمع‌آوری کنیم، اما با توجه به نگاه و ترس مردم به کرونا، این کار را اجرا نکردیم؛ زیرا ممکن بود جداسازی جزء ویژه پسماند خانگی نیز با مشکل روبه‌رو شود. ما معتقدیم مردم زمانی می‌توانند همکاری خوبی داشته باشند که با پسماند دوست باشند.

ما از ستاد کرونا می‌خواهیم که جامعه و مردم را آگاه کند و آموزش لازم را به مردم بدهد تا از ترس‌های بی‌مورد و فرار از موضوع، اجتناب کنند و براساس شواهد علمی و مستند، به مقابله و پیشگیری بپردازند. در این‌باره اگر مکان‌ها یا موارد و موقعیت‌هایی وجود دارند که سبب آلودگی و انتقال بیماری نمی‌شوند، به مردم اطلاع‌رسانی کنیم و نگرانی‌های بی‌مورد را از بین ببریم.

عبدالهی‌فر: من فکر می‌کنم باید واقع‌بین باشیم و بدبین یا خوشبین نباشیم. در اینجا لازم می‌دانم یک تجربه اجرایی را برایتان بازگو کنم. درسال۱۳۸۲ در یکی از شهرهای پاکستان اردو زده بودیم و من مسئول اردوگاه بودم. حدود ده هزار نفر ساکن داشتیم. کمی از احداث اردوگاه ما گذشته بود که یکی از سازمان‌های امدادی آمد و جشنی برای بچه های زیر ۱۵ سال برگزار کرد. در آن جشن، شیرینی‌های رنگی در اشکال مختلف بین بچه‌ها پخش کردند و آمار گرفتند تا ببینند بچه ها کدام رنگ و شکل را بیشتر دوست دارند. روز بعد به شهر رفتند و صابون‌های رنگی و قالب‌هایی به همان شکل و رنگ شیرینی‌های روز قبل خریدند و با آنها صابون درست کردند و مجدداً جشن برگزار شد و بچه‌ها را با صابون آشنا کردند و دوباره آمار گرفتند که بچه‌ها بیشتر چه صابونی را انتخاب می‌کنند. سپس به این نتیجه رسیدند که مثلاً بیشتر بچه‌ها صابون قلبی قرمز را دوست دارند و برهمین اساس به کارخانه صابون‌سازی، تولید مثلاً هزار قالب صابون قرمز قلبی شکل را سفارش دادند.سپس همان صابون‌ها را بین بچه‌ها توزیع کردند. چون عادت استفاده از صابون در بین بچه‌ها وجود نداشت، هرچقدر هم آموزش می‌دادند، نتیجه‌ای برای رعایت بهداشت و شستن دست‌ها نمی‌گرفتند؛ بنابراین اگر ما دنبال روش‌هایی باشیم که در باور مردم نگنجد و مورد پذیرش مردم قرار نگیرد، هرچقدر هم که متخصص باشیم و علمی کار کنیم، بازهم نخواهیم توانست همکاری مردم را جلب کنیم.

ما در تصمیم‌سازی‌ها و سیاست‌گذاری‌هایمان نیازمند حضور جامعه شناس و رفتارشناسی جامعه هستیم و باید برای موفقیت برنامه‌های خود از کارشناسان علوم انسانی در تدوین سیاست‌ها کمک بگیریم. تصمیمات ما باید مبتنی بر شواهد جامعه شناسی و رفتارشناسی باشد؛ مثلاً مهندس میرابراهیمی فرمودند مردم بهداشتی‌تر شده‌اند و روزی چندبار دست خود را می‌شویند یا الکل می‌زنند؛ درحالی‌که شستن زیادی و بدون دلیل دست‌ها و ضدعفونی زیاد با الکل هم ضرر دارد؛ زیرا شوینده‌ها باعث از بین رفتن باکتری‌های مفید می‌شوند و یک سری از باکتری‌های مضری که قبلاً فرصت رشد و تکثیر نداشتند، در نبودن آنها شروع به فعالیت کنند و در نتیجه با دسته‌ای از بیماری‌های نوپدید مواجه خواهیم شد که مشکل جدیدی را در جامعه به وجود خواهند آورد.

تجویز بی‌رویه و بی‌دلیل آنتی‌بیوتیک‌ها و شوینده‌های اضافی، مشکلات جدیدی را به‌وجود خواهند آورد که قبلاً وجود نداشتند؛ بنابراین باید رفتارسنجی و دقت ویژه‌ای در تصمیم‌گیری باشد. تصمیمات باید قابل اجرا و میسر باشند.

روش‌ها و رویه‌هایی که بدون مطالعه و تحقیق علمی رایج شده‌اند، خود موجب بروز دردسر و مشکل می‌شوند؛ به عنوان مثال، ماسک‌ها حتی اگر حاوی ویروس کووید ۱۹ هم باشند، بعد از ۴۸ ساعت ویروس آن از بین می‌رود، اما بدون اینکه آزمایشی روی ماسک‌های آلوده یا سطوح و...انجام شده باشد می‌گویند همه آنها آلوده هستند و نباید دست زد یا جداگانه و به همراه پسماند عفونی دفع شوند که ممکن است با واقعیت منطبق نباشد.

در مقاله‌ای نوشته شده است مقدار ویروس کرونایی که در فاضلاب لندن وجود دارد، خیلی بیشتر از مقدار ویروس کرونا در پسماند شهر لندن است. درحالی‌که ما هنوز تحقیق نکرده‌ایم ببینیم آیا در فاضلاب تهران و پسماند، ویروس کرونا وجود دارد یا نه.

نجفی: من معتقدم باید یک سری رفتارهای هنجار را که می‌شود با اطلاع‌رسانی و آموزش ترویج کرد، جا بیندازیم و ناهنجارهای رفتاری را از بین ببریم یا تغییر دهیم؛ مثلاً باید از طریق آگاهی دهی و اطلاع‌رسانی، نگرش منفی افراد جامعه را نسبت به جمع‌آوری جداگانه پسماند آلوده از منازل بیمار کرونایی تغییر دهیم تا نگرانی‌ها و ترس مردم از همزیستی با خانواده‌های مبتلا به کرونا از بین برود. حتی باید قهرمان‌پروری شود و افرادی که بعد از ابتلا به بیماری، آن را پنهان نکرده و اعلام می‌کنند و با رعایت ضوابط بهداشتی لازم، سبب جلوگیری از آلوده شدن دیگران می‌شوند، مورد تشویق قرار گیرند تا این رفتار در جامعه به یک ارزش و عمل مثبت و متمدنانه تبدیل شود.

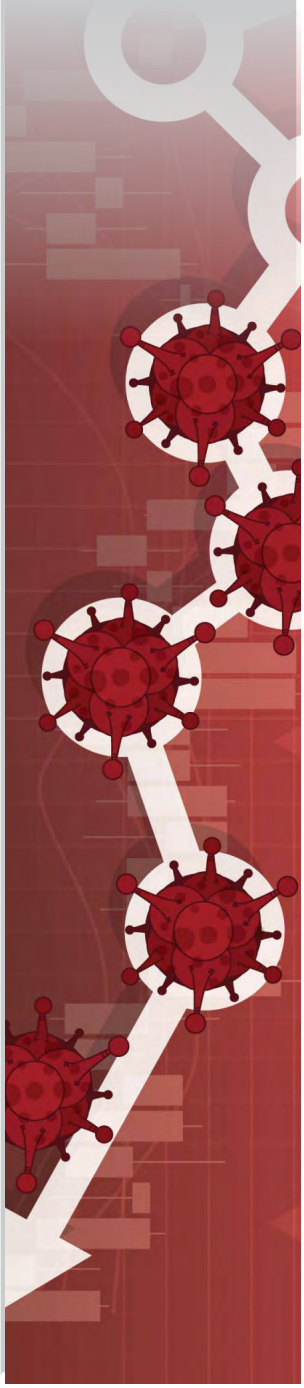
مدیریت پسماند؛ از اساتید گرامی تشکر و قدردانی می‌کنیم.

با زباله‌های بیمار کرونایی چی کار کنیم؟
۱
دستکش و ماسک فرد کرونایی را مستقیم در هیچ سطلی نیندازید
۲
پیش از انداختن در سطل آنها را داخل یک کیسه پلاستیکی دربسته بگذارید
۳
بعد از بسته بندی پسماند، آن را با وایتکس ضدعفونی کنید
٤
روی کیسه‌های زباله برای ماموران شهرداری عنوان «زباله کرونایی» را قید کنید
۵
پس از جابه جایی کیسه زباله حتما دستانتان را خوب بشویید
٦
شهرداری بعضی مناطق با سامانه ۱۳۷ پسماند کرونایی شما را تحویل می‌گیرند

تجربیاتی از مدیریت پسماند شهر تهران

مقدمه

رضا نقوی



مدیریت پسماندها به عنوان یکی از مهم‌ترین مسائل مدیریت شهری و البته محیط زیست است که به لحاظ موضوعی اجرای مطلوب و بهینه آن با وضعیت سلامت و بهداشت شهروندان و همچنین کاهش آلودگی های زیست‌محیطی ارتباط مستقیمی داشته و لذا در این میان جایگاهی دوچندان و پراهمیت را از لحاظ اجتماعی، اقتصادی و بهداشت به خود اختصاص داده است. در همین راستا و به منظور بررسی نقش مدیریت پسماندها در کلان‌شهر تهران و همچنین آگاهی و بهره برداری از تجربیات اجرایی پایتخت در این شماره از فصلنامه مدیریت پسماند نسبت به انجام مصاحبه با دست اندرکاران و معرفی طرح جدید سازمان مدیریت پسماند در حوزه کاهش پسماندها (کاپ) به شرح ذیل اقدام شده است:

- مصاحبه پیرامون وضعیت مدیریت پسماندها در پاندمی کوید۱۹ با آقای دکتر کاظمی اسفه (مدیرکل دفتر شهردار تهران)
- مصاحبه پیرامون مدیریت پسماندها در شهر تهران با دکترشیرزادی (فعال محیط زیست و مدیرعامل شرکت پسماند کرمانشاه)، مهندس درویش (فعال محیط زیست) و دکتر علیپور (مدیر عامل سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران)
- معرفی طرح کاهش پسماندها (کاپ)

امید است معرفی و انتقال این اطلاعات و تجربیات مورد توجه مدیران و کارشناسان مدیریت پسماند کشور قرار گرفته و راهگشای بهبود مدیریت پسماند در ایران عزیز باشد.

مصاحبه با آقای دکتر کاظمی اسفه- مشاور عالی و مدیر کل حوزه شهرداری تهران

مهمترین وظایف و اقدامات شهرداری‌ها و سازمان‌های مدیریت پسماند را در دوره همه‌گیری بیماری Covid-۱۹ چه می‌دانید؟

- با توجه به این حقیقت که پسماند حاصل فعالیت روزمره ما انسان‌ها بوده و از پتانسیل بالایی جهت انتشار ویروس کرونا برخوردار می‌باشد می‌توان مهم‌ترین وظایف شهرداری‌ها و سازمان‌های مدیریت پسماند را در حوزه پسماندها و اپیدمی کووید ۱۹ به شرح زیر برشمرد: کاهش، کنترل و توقف عوامل غیرمجاز جمع‌آوری پسماند خشک
- افزایش سطح کیفی و کمی آموزش، اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی مدیریت پسماندها با در نظر گرفتن موازین بهداشتی مربوط به اپیدمی کووید ۱۹
- ضدعفونی مداوم و پیوسته خودروها، مخازن، ایستگاه‌های انتقال، تاسیسات و سایت‌های مرتبط با مدیریت پسماندها
- افزایش نظارت کیفی و کمی مدیریت پسماندهای عفونی بیمارستانی در دوران اپیدمی کووید ۱۹
- برقراری ارتباط پیوسته با نهادها و سازمان‌های تخصصی همچون وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی پیرامون آگاهی از آخرین اطلاعات مربوط به کنترل و مدیریت بیماری کووید ۱۹ و روش صحیح انواع پسماندها در این دوران بحرانی
- فعالیت و تمرکز واحدهای تحقیق و توسعه سازمان‌ها بر شناسایی روش‌ها و تجربیات موفق سایر شهرها و کشورها در حوزه مدیریت ایمن انواع پسماندها در دوره اپیدمی کووید ۱۹
- شناسایی و بهره‌گیری از فناوری‌های جدید و پیشرفته جهت مدیریت پسماندها با کمترین دخالت نیروی انسانی
- رعایت کامل موازین بهداشتی و HSE جهت حفظ سلامت کلیه نیروهای سازمانی و پیمانکاری مدیریت پسماندها

ارتباط تفکیک پسماندها را با شیوع و گسترش بیشتر کرونا چگونه ارزیابی می‌کنید؟

بدون شک پسماندها به واسطه ارتباط مستقیم با انسان در منابع مختلف تولید از پتانسیل بالایی برای انتشار بیماری کووید ۱۹ برخوردار می‌باشند. در این میان پسماندهای خشک و پسماندهای بیمارستانی نسبت به سایر انواع پسماند از موقعیت ویژه‌تری برخوردار می‌باشند. متاسفانه به دلیل شرایط اقتصادی پیش‌رو، تعطیلی موقت واحدهای پردازش و فرایند تفکیک در مبداء، تعداد عوامل غیرمجاز افزایش یافته که این امر احتمال انتشار بیماری موردنظر را به ویژه در میان این قشر از شهروندان که از حداقل لوازم حفاظت فردی نیز برخوردار می‌باشند افزایش می‌دهد. همچنین به دلیل افزایش کمی پسماندهای بیمارستانی از یکسو و همچنین افزایش احتمال بیماری‌زایی پسماندهای عفونی ناشی از درمان بیماران کرونایی از سوی دیگر، مدیریت اصولی و بهداشتی این نوع از پسماندها از اهمیت بالاتری نسبت به گذشته برخودار می‌گردد. لذا بدیهی است که در صورت مدیریت ناصحیح پسماندهای بهداشتی و درمانی، شرایط مساعد جهت انتشار این بیماری سریعا در سطح شهرها و روستاها فراهم خواهد گردید.

نقش آموزش شهروندی در فرایند مدیریت پسماند به‌ویژه در بحران‌هایی نظیر پاندمی کووید ۱۹ چقدر می‌تواند در مهار بیماری موثر باشد؟ لطفاً توضیح بفرمائید.

تولید محتوای آموزشی تاثیرگذار و البته اجرایی و ساده می‌تواند با تغییر رفتار و اصلاح الگوی زندگی روزمره شهروندان در حوزه مدیریت پسماندها همراه باشد. لذا چنانچه سازمان‌های مدیریت پسماند بتوانند ضمن برقراری ارتباط نزدیک با نهادهایی همچون وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی علاوه بر مدنظر قراردادن موارد نامبرده در بالا، در تدوین برنامه‌ها آموزشی و تولید محتوای آموزشی به اطلاعات مربوط به کنترل و کاهش گسترش بیماری کووید۱۹ نیز توجه داشته باشند، می‌توان علاوه بر حصول به نتایجی همچون کاهش پسماندها، تفکیک پسماندها، رطوبت‌گیری و کاهش حجم پسماندها و... به کاهش احتمال انتشار این بیماری به واسطه پسماندها امیدوار بود.

مدیریت صحیح زباله‌گردها در این ایام که بیماری کووید ۱۹ در تمام کشور گسترش پیدا کرده، چگونه باید انجام پذیرد؟

هر چند که با توجه به مفاد قراردادهای جمع‌آوری پسماند خشک در شهر تهران، ماهیت وجودی عوامل غیرمجاز جمع‌آوری پسماندهای خشک از سوی شهرداری تهران پذیرفته نیست ولی با این وجود و با در نظر گرفتن واقعیات جامعه و شرایط ویژه اقتصادی کشور، بایستی نسبت به کاهش و کنترل این عوامل غیرمجاز در سطح شهرهای کشور اقدام نمود. برای دستیابی به این مهم می‌توان از تجربه موفق سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران پیرامون همکاری با دادگستری و نیروی محترم انتظامی بهره برد.

ضمن اینکه سازمان مدیریت پسماند در نظر دارد نسبت به تعیین و تحویل مخازن پسماند جهت استقرار در مشاعات ساختمان‌ها اقدام نماید و مخازن سطح شهر را کاهش داده و طی برنامه زمانبندی شده انها را به صفر برساند. این امر به خودی خود امکان زباله‌گردی را از بین می‌برد .

آیا مدیریت فعلی پسماندهای عفونی و خطرناک در ارتباط با این بیماری نظیر دستکش، ماسک و دستمال‌های مستعمل؛ در کشور را مناسب ارزیابی می‌کنید؟ تجربه سایر کشورهای موفق در این زمینه، در مقایسه با ایران را چگونه می‌بینید؟

در خصوص مدیریت پسماندهای بهداشتی و درمانی به ویژه در دوران اپیدمی کووید ۱۹، می‌توان از دو جنبه منابع خرد و کلان نسبت به بررسی وضعیت موجود اقدام نمود. در خصوص منابع تولید کلان (مانند بیمارستان‌ها) با توجه به تبصره ۱ ماده ۷ قانون مدیریت پسماندها در بسیاری از شهرهای کشور، شهرداری‌ها به عنوان متولی جمع‌آوری، انتقال و دفع نهایی پسماندهای عفونی به فعالیت مشغولند. متأسفانه به جز تعداد محدودی از کلانشهرها، دفع نهایی پسماندها در بسیاری از شهرهای کشور از وضعیت مطلوبی برخوردار نبوده و حتی در برخی موارد به نقطه بحرانی نیز نزدیک شده است. متأسفانه در خصوص پسماندهای عفونی و خطرناک تولید شده در منابع خرد (خانگی و غیرخانگی) علی‌رغم تمامی موارد قانونی ذکر شده در تبصره ۲ ماده ۴ آیین‌نامه اجرایی قانون مدیریت پسماندها که وظیفه مدیریت این دسته از پسماندها به شهرداری‌ها سپرده شده، تا کنون پروژه و فعالیت شاخصی در این خصوص در کشور صورت نپذیرفته و تمرکز اصلی در این خصوص در بیشتر موارد به جمع‌آوری پسماندهای الکترونیکی و الکتریکی اختصاص یافته است.

بررسی‌های صورت گرفته در مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران پیرامون تجربیات موفق کشورهای جهان پیرامون مدیریت پسماندها در ایام اپیدمی کووید ۱۹ نشان دهنده این حقیقت است که مدیریت بحران در حوزه مدیریت پسماند در سطح کشور موضوعی گمنام و مغفول واقع شده و تبعات این مهم در شرایط خاصی همچون اپیدمی پیرامون‌های همه‌گیر و یا زلزله‌های احتمالی در کلانشهری مثل تهران نمود پیدا خواهد نمود.

به نظر شما چه نکاتی باید توسط پرسنل و فعالان در حوزه اجرایی مدیریت پسماندهای عادی و پسماندهای کرونایی در این ایام مورد ملاحظه قرار گیرد؟

مدیریت انواع پسماندها در ایام اپیدمی کووید ۱۹ هم از لحاظ کیفی و هم از لحاظ کمی با تغییرات و پیچیدگی‌های خاصی همراه است. برای مثال تناژ پسماندهای بیمارستانی شهر تهران در این ایام از ۸۰ تن در روز تا ۱۱۰ تن نیز افزایش یافته است. بر همین اساس آموزش مستمر تیم تصمیم‌گیری و اجرایی مدیریت پسماندها جهت مواجهه با شرایط بحرانی و مدیریت صحیح و بهداشتی پسماندها در این دوران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

نکات مهم در جمع‌آوری پسماندهای تولید شده در ایام اپیدمی بیماری کووید ۱۹ را چه می‌دانید؟

در خصوص پسماندهای عادی شهری توجه ویژه به موضوع پسماند لوازم حفاظت فردی مثل ماسک و دستکش‌ها و عدم رهاسازی آنها در معابر و خیابان‌ها از سوی شهروندان از اهمیت ویژه‌ای در جلوگیری از گسترش بیماری کووید ۱۹ برخودار می‌باشد. از سوی دیگر دفع ایمن و جداگانه این نوع از پسماندها از طریق بسته‌بندی محکم و غیر قابل بازکردن توسط عوامل غیر مجاز و کارگران خطوط پردازش نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنین رعایت ساعات مشخص شده

از سوی شهرداری‌ها برای جمع‌آوری پسماندهای تر و خشک از سوی شهروندان در این ایام بسیار مهم بوده و در صورت عدم توجه به این مهم باقی ماندن کیسه‌های پسماند (که احتمال وجود پسماندهای آلوده به ویروس نیز در آنها وجود دارد) در کنار معابر و خیابان‌ها علاوه بر احتمال جذب عوامل غیرمجاز و جانوران موذی با آلودگی منظر و انتشار شیرابه در سطح معابر و خیابان‌ها همراه است. همچنین در این ایام بحرانی نظارت مستمر شهرداری‌ها بر خودروهای جمع‌آوری و انتقال پسماندها برای ضدعفونی پیوسته و عملکرد صحیح لاگون‌های ذخیره‌سازی شیرابه از اهمیت فوق العاده ای در حفظ بهداشت و سلامتی شهروندان برخوردار است.

فرایندهای بازیافت و پردازش پسماند به نظر شما چه ملاحظاتی را باید در شرایط فعلی حاکم بر کشور مد نظر قرار بدهند؟

بدون شک حفظ سلامتی کارگران بخش دولتی و خصوصی در این دوران بحرانی بر تمامی ملاحظات اقتصادی و زیست‌محیطی موجود اولویت دارد. لذا بر همین اساس توجه به مسایل HSE و اجرای آنها هم در میان نیروهای شهرداری و هم در میان نیروهای پیمانکاری بر هر چیزی ارجحیت داشته و اهمیت و جایگاه فرایند نظارت در این دوره بیش از پیش نمود پیدا خواهد کرد. از سوی دیگر تلاش برای بهره‌گیری از فناوری‌های جدید پردازش و جداسازی بدون دخالت دست می‌تواند از تاثیرگذاری بالایی در جلوگیری از انتشار این بیماری مهلک و کشنده ایفا نماید.

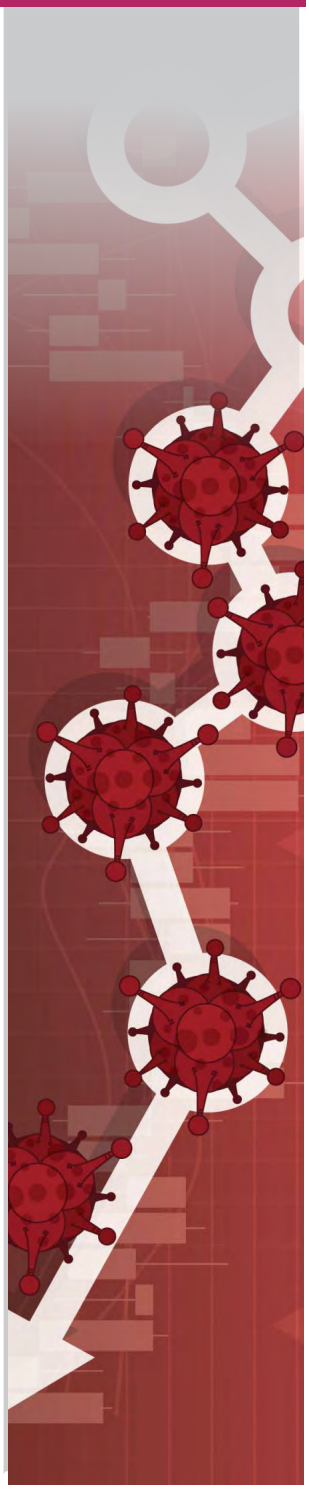
چه نکاتی باید به نظر شما در سیاستگذاری‌های کلان و تدوین برنامه‌های ملی برای مقابله با چنین بحران‌هایی مورد ملاحظه و دقت قرار بگیرد؟

تصویب اسناد بالادستی پیرامون پیاده‌سازی مدیریت بحدان در حوزه‌هایی همچون مدیریت پسماندهای عادی شهری و بیمارستانی و اختصاص امکانات و اعتبار مناسب برای دستیابی به اهداف مورد نظر و آموزش پیوسته و مدارم نیروهای خبره این حوزه جهت مواجهه مناسب برای شرایط بحرانی را می‌توان به یکی از مطالبات شهرداری‌ها از نهادها و سازمان‌های بالادستی برشمرد. از سوی دیگر تامین اعتبارات مورد نیاز شهرداری‌ها و دهیاری‌ها از سوی دولت برای مدیریت صحیح و ایمن پسماندهای بیمارستانی افزایش یافته در این دوران از دیگر موارد مهم مدنظر در این حوزه می‌باشد.

همکاری بین دستگاه‌ها و نهادهای دولتی در ارتباط با بیماری کرونا را در چند ماه گذشته چگونه ارزیابی می‌کنید؟

خوشبختانه علی رغم تمامی آسیب‌های جانی و مالی وارده شده به کشور به دلیل بروز این بیماری همه‌گیر، فرایند تعامل و همفکری میان نهادها و سازمان‌های مرتبط و دست اندرکار چون شهرداری‌ها، وزارت بهداشت، مدیریت بحران کشور، دادگستری و ... به بالاترین حد خود در طول سال‌های گذشته رسیده که این مهم را می‌توان بر عزم مدیران برای گذر از این دوران بحرانی برشمرد.

مدیریت پسماند متولیان زیادی دارد اما شهرداری‌ها بار اصلی را به دوش می‌کشند.



حدود یک سال از اجرای پرفراز و نشیب طرح کاپ به عنوان الگوی نوین کاهش پسماند در تهران می‌گذرد و آن طور که آمارها نشان می‌دهد تا این جا پیشرفت کار مطلوب بوده است؛ به طوری که موجب کاهش ۸۰ درصدی حضور زباله‌گردها در منطقه ۶ شده است. اما آیا این تمام راهی است که شهرداری تهران و سازمان مدیریت پسماند می‌خواهد در اجرای این طرح طی کند؟ به این سئوال هیچ کس بهتر از مدیرعامل سازمان مدیریت پسماند نمی‌تواند پاسخ دهد. این سئوال و سئوال‌های دیگر بهانه‌ای شد تا صدرالدین علیپور در مورد وضعیت مدیریت زباله‌ها در تهران سخن بگوید.

شما جزء آن دسته از افرادی هستید که معتقدید میزان تولید پسماند در تهران چندان بالاتر از استانداردهای جهانی نیست، در حالی که برخی از کارشناسان نظر متفاوتی دارند و آمار پایتخت در این حوزه را حداقل دو برابر استانداردهای جهانی می‌دانند. اگر نظر شما در این مورد درست باشد، دلیل اینکه با حجم کم پسماند هنوز نسبت به کشورهای توسعه یافته حرفی برای گفتن در زمینه مدیریت پسماند نداریم، چیست؟

در پاسخ به سئوال اول شما در مورد میزان تولید زباله در تهران باید بگویم که من این ادعا را براساس آخرین آمار مربوط به آنالیزهای طرح جامع پسماند و مقایسه آن با سایر کشورهای جهان می‌گویم. براساس پژوهش‌ها، روزانه در تهران حدود ۶۰۰۰ تا ۶۵۰۰ تن زباله تولید می‌شود که البته همین شاخص هم نشان‌دهنده وضعیت مطلوب در حوزه تولید پسماند نیست چراکه قسمت زیادی از این پسماندها مربوط به بسته‌بندی است. البته در کشورهای توسعه یافته هم بسته‌بندی‌های لوکس وجود دارد که حجم قابل توجهی از زباله تولیدی را تشکیل می‌دهد، با این تفاوت که در آن جا تولیدکننده‌ها در قبال بسته‌بندی‌هایی که انجام می‌دهند مسئولیت دارند و قیمتی را به عنوان مالیات برای جمع‌آوری، انتقال، دفع و سایر مراحل بازیافت می‌پردازند که این مبلغ سهم شهرداری‌هاست.

اما در پاسخ به این سئوال که چرا وضعیت ما این گونه است باید گفت که شرایط امروز حاصل یک رهاشدگی طولانی مدت در حوزه پسماند است، به این معنی که ما هیچ‌گاه فرایند تولید و بازیافت پسماند را به شکل سیستمی و در امتداد هم ندیده‌ایم و همین موضوع در فرایندهای موجود مشکلاتی را ایجاد کرده است که با تولید پسماند ارتباطی ندارد.

به عنوان یک فعال محیط‌زیست، مهم‌ترین مشکل مدیریت پسماندهای تهران را چه می‌دانید؟

به عقیده من، هر موضوعی را باید تابع مباحث تخصصی دید؛ امروزه علم مدیریت پسماند و محیط‌زیست در دنیا به نقطه‌ای رسیده که همه تلاش‌ها به کاهش تولید آلودگی در مبدأ مربوط است. به عبارت دیگر، این روزها در کشورهای پیشرفته دنیا سعی بر کاهش تولید پسماند و تفکیک در مبدأ است و در نهایت مکانیزم‌هایی مثل زباله‌سوز و هاضم برای تبدیل پسماند به انرژی مطرح می‌شوند. این سیاست که در دنیا به نام "کاهش پسماند" یا به قول ما «کاپ» رایج است به این معناست که دفن را به حداقل برسانیم. بنابراین، می‌توانم بگویم روش امروز ما منطبق با الگوهای جهانی است و بر حداکثر بازیابی انرژی و مواد و تولید کمپوست و البته جلوگیری از دفن استوار است.

در سال‌های گذشته طرح‌های بسیاری در حوزه پسماند مطرح شده است که بسیاری از مسئولان وقت معتقد بودند به دلیل عدم همکاری سایر دستگاه‌ها و حتی سنگ‌اندازی آنها به نتیجه نرسیده است. چنین تجربه ای را در مورد کاپ هم داشته‌اید؟

به طور کلی، مدیریت پسماند براساس قانونی که ۱۵ سال پیش در کشور مصوب شده است، متولیان بسیاری دارد؛ تولیدکننده، شهروندانی که پسماندهای زیاد، تولید می‌کنند یا پسماندهای خود را در معابر رها می‌کنند، وزارت صمت در بحث کنترل پسماندهای صنعتی، وزارت بهداشت در مورد پسماند پزشکی، سازمان حفاظت محیطزیست به عنوان دستگاه حاکمیتی و نظارتی، وزارت کشور و حتی صدا و سیما، همه و همه مسئولیت‌هایی دارند، اما بیشتر این بار بردوش شهرداری‌ها است. حتی سیستم‌های کنترل قوانین و اعمال جرایم هم در موارد لزوم طبق قانون باید ورود کنند و با هماهنگی آنها می‌توان امیدوار بود وضعیت کمی بهتر شود.

در ابتدای صحبت‌هایتان به موضوع مالیات بسته‌بندی در کشورهای توسعه یافته اشاره کردید که در ایران اجرا نمی‌شود و در عمل سهم شهرداری‌ها هم پرداخت نمی‌شود. برای احقاق این حق شهرداری باید ورود کند یا سازمان حفاظت محیطزیست؟

طبق قانون، سازمان حفاظت محیطزیست باید پیگیری کند تا تولیدکننده در ازای بازگرداندن و مدیریت پسماند هزینه را بپردازد. در این مورد هم سازمان محیطزیست بارها پیگیری کرده، اما متأسفانه در مجلس قانونی در این زمینه مصوب نشده است؛ در حالی که اگر سهم شهرداری‌ها اختصاص داده شود، می‌توانیم از آن برای استفاده از تکنولوژی‌های بهتر استفاده کنیم. در حال حاضر هم چون این قانون در کشور وجود ندارد، تولیدکننده هر طور که دوست دارد پسماند تولید می‌کند و مسئولیتی در قبال آن به عهده نمی‌گیرد.

به طور کلی، هزینه نگهداشت شهر در حوزه پسماند چقدر است و چند در صد آن توسط شهروندان پرداخت می‌شود؟

ببینید! ما در حال حاضر درگیر مشکلات متعدد اقتصادی و تحریم‌ها در کشور هستیم و به طور طبیعی در حوزه پسماند و مشارکت مادی شهروندان چالش‌هایی داریم. اما در شرایط عادی هم هزینه‌ای که شهروندان می‌پردازند، واقعی نیست و با محدودیت‌هایی همراه است؛ به طور مثال، مردم از طریق عوارض پسماند سهم خود را پرداخت می‌کنند، اما اولاً رقم این عوارض زیاد نیست و ثانیاً مانند قبض برق، افراد به صورت ماهیانه یا سالیانه، ملزم به پرداخت نیستند و معمولاً پرداخت‌ها، زمان جا به جایی اتفاق می افتد. از طرف دیگر، به دلیل فرم مخزن‌گذاری، مکانیزم مالی موجود واقعی نیست؛ چراکه مخازن صاحب مشخصی ندارند و براساس میزان تولید پسماند، عوارض دریافت نمی‌شود. در واقع، عوارض پسماند یک مغازه ۳۰ متری که روزانه ۲۰۰ کیلو پسماند تولید می‌کند، با یک واحد مسکونی ۲۰۰ متری که روزانه ۲ کیلو هم پسماند تولید نمی‌کند، به یک روش محاسبه می‌شود. در صورتی که شیوه درست این است هر واحدی که پسماند بیشتری تولید می‌کند هزینه بیشتری پرداخت کند و هر واحدی که پسماند کمتری تولید می‌کند، تشویق شود.

پاسخ شما به هزینه نگهداشت شهر در حوزه پسماند چیست؟

به طور معمول، کل هزینه حدود هزار میلیارد تومان است که البته در سازمان پسماند متمرکز نیست؛ چراکه مناطق با پیمانکاران قرارداد می‌بندند و از ایستگاه میانی تا انتقال به آرادکوه به عهده ما قرار دارد. سهم مردم هم از کل هزینه‌ها، حدود ۳۰ درصد است.

یک سال از اجرای طرح کاپ در تهران می‌گذرد. آیا در این مدت، تغییر محسوسی در شیوه مدیریت پسماند در مناطق اتفاق افتاده است؟

قبل از اینکه به این سئوال جواب دهم، باید بگویم که پروژه کاپ ۶ مرحله دارد و مدیریت پسماند را به صورت سیستمی می‌بینند، چیزی که در گذشته اتفاق نیفتاد، اما یادمان باشد تغییر عادت ۱۵ ساله مردم به عنوان یکی از اهداف این طرح، کمی سخت است. ما تلاش می‌کنیم تا مردم در مناطق به وضوح کاهش حضور زباله‌گردها و آلودگی اطراف مخازن را ببینند و در این زمینه هم آموزش‌های لازم را ارائه می‌دهیم.

بالاخره این طرح که به تأیید UNDP و «جایکا» رسیده است، در تهران ۱۰ میلیون کاربر دارد که سال ها با رهاشدگی مدیریت پسماند کنار آمده‌اند و از طرف دیگر، ساختار قانونی هم برای ملزم کردن آنها به مشارکت در طرح وجود ندارد. پس طبیعی است که در بعضی از بخش‌ها با مقاومت رو به رو شویم، اما در نگاه کلی می‌توانم بگویم همکاری مردم در بسیاری از مناطقی که کاپ در آن اجرا می‌شود، رضایتبخش بوده است و تغییرات محسوس است؛ به طور مثال، در منطقه ۶ که خط پردازش جداگانه به پیمانکار داده‌ایم، طبق بررسی‌ها، حدود ۸۰ درصد زباله‌گردی کنترل شده است.

تهران بزرگترین کارخانه بازیافت پسماند تر را دارد. می‌توانیم ادعا کنیم به اندازه وسعت این مرکز از ظرفیت آن استفاده می‌کنیم؟

به طور حتم، صرفاً بزرگترین بودن، شاخص مطلوبیت عملکرد نیست. ما اولین شهری هستیم که استاندارد ملی کشاورزی را دریافت کرده‌ایم و خلوص مواد آلی که تولید می‌کنیم مهم است. در واقع، مهم این است که تفکیک بیشتری انجام دهیم، شیرابه ها را در ایستگاه‌های میانی بگیریم و مواد آلی فشرده شده در زمان کمتری به کود تبدیل شوند. واقعیتی که همواره مدنظر ما قرار دارد، این است که در کل کشور یک عقب ماندگی در زمینه مدیریت پسماند داریم که تهران باید برای بهبود شرایط پیشقدم شود و الگوی سایر شهرها باشد.

به تازگی اجرای طرح «شنبه‌های بدون پسماند» را در امتداد طرح کاپ آغاز کرده‌اید؟ برای جلب مشارکت مردم به تفکیک در مبدأ طرح های مختلفی می‌توانست انجام شود، چرا شنبه‌های بدون پسماند؟

اولویت ما این است تا آنجا که می‌توانیم، پسماند را در مبدأ تفکیک کنیم تا دیگر پسماند خشکی در مخازن باقی نماند که زباله‌گردها به سراغ آن بروند. مدلی که در تمام دنیا رایج است، این است که روز خاصی را انتخاب می‌کنند و از مردم می‌خواهند پسماندهای خشک قابل بازیافت مثل قوطی، شیشه و کاغذ را در یک هفته فشرده کنند و در آن روز تحویل دهند. انتخاب روز شنبه هم به این دلیل بود که این روز بعد از تعطیلات و حجم زباله‌ها بیشتر است. در این خصوص قرار است در آینده اطلاع‌رسانی گسترده‌ای از طریق صدا و سیما انجام شود تا مردم هم بیشتر همراهی کنند.

فرهنگ‌سازی در کدام بخش از طرح شما دیده شده است؟

یکی از بحث‌های اصلی طرح کاپ آموزش است و در این زمینه با سازمان‌های مردم نهاد و صدا و سیما همکاری تنگاتنگی داریم تا بتوانیم مردم را با لزوم تغییر شرایط و ضرورت حفظ محیط‌زیست بیشتر آشنا کنیم. تلاش ما این است که سرمایه اجتماعی را در این حوزه به طور قابل توجهی افزایش دهیم.

در حال حاضر چند درصد از پسماند در تهران وارد فرآیند بازیافت می‌شود و فکر می‌کنید با اجرای طرح کاپ این میزان تا چه اندازه افزایش پیدا کند؟

الان حدود ۱۴ درصد از پسماند خشک در مناطق و ۴ درصد در آرادکوه تفکیک و وارد چرخه بازیافت می‌شود، اما با مخزن‌گذاری، راه‌اندازی خطوط MRF و اقدامات اجتماعی می‌توانیم بین دو تا ۳ سال این میزان را به ۳۰ درصد برسانیم. پسماندهای تر هم حدود ۶۰ درصد از زباله‌های تهرانی‌ها را تشکیل می‌دهد که این امر بیانگر این است در بحث موادغذایی اسراف صورت می‌گیرد و با فرهنگ‌سازی و گرفتن شیرابه باید حجم این پسماندها را نیز کاهش دهیم.

آیا طرح کاپ را در ذات خود جدی بگیریم؟

اجرای طرح‌های مربوط به مدیریت بهتر پسماند در ذات خود شمه زیست‌محیطی دارند و هر آنچه امروز در این خصوص بکاریم، فردا در طبیعت درو می‌کنیم. طرح «کاپ» یا الگوی نوین کاهش پسماند از جمله همین طرح‌هاست که تنها با یک هدف غایی آن هم نجات محیط‌زیست از دست زباله‌های سرگردان اجرا می‌شود. محمد درویش که مبدع طرح «سه شنبه های بدون خودرو» و فعال اجتماعی شناخته شده‌ای است، از ناگفته‌های طرح کاپ و آینده روشن این طرح می‌گوید، البته در صورتی که عزم همه ما به یک اندازه جزم باشد.

به عنوان فردی که مدت‌ها در سازمان حفاظت محیط‌زیست مسئولیت داشته‌اید، به نظر شما مهم‌ترین امری که موجب شد موضوع پسماند به یک چالش جدید در کشور تبدیل شود، چیست؟

به طور قطع، در پاسخ به سئوال شما باید بگویم مهم‌ترین دلیل، حضور مدیرانی است که اداره و دانش لازم برای حل معضل پسماند را ندارند. چنین افرادی تلاش نمی‌کنند تا مشکلات حوزه خود را رفع کنند، با مدیران بالادستی بجنگند و بودجه و سرمایه لازم را تأمین کنند و مهم‌تر از همه، توجه مسئولان را به حفظ آب، خاک و مدیریت بهینه زباله معطوف کنند، در غیر اینصورت، بودجه کل تاریخ دفتر مدیریت پسماند در سازمان شهرداری‌ها نباید کمتر از بودجه یکی از سدهای در حال ساخت باشد. اتفاقاً نکته غم انگیز ماجرا این است که یکی از بهانه‌هایی که برای ساختن سد از سوی مسئولان مطرح می‌شود این است که نتوانستیم مشکل زباله را در طول سال‌ها حل کنیم و زباله‌ها، شیرابه‌ها و پساب‌ها کیفیت منابع آب را از بین می‌برند. در این شرایط، برای اینکه بتوانیم آب شرب با کیفیت برای مردم و کشاورزی تهیه کنیم، چاره‌ای جز سدسازی نداریم.

در میان زباله‌هایی که تولید می‌کنیم، دفن

کدام یک از آنها تبعات زیست‌محیطی بیشتری دارد؟

باتری‌های قلمی، لامپ‌های فرسوده، بقایای وسایل الکترونیکی و آنچه ما به آن پسماند ویژه می‌گوییم مانند زباله‌های بیمارستانی خطرناک‌ترین هستند، اما چون حجم آنها در مقایسه با پلاستیک کمتر است چندان نمود پیدا نمی‌کند. در واقع، توجه ما بیشتر به پلاستیک است که واقعاً هم خطرناک است و تا ۲۰۰ سال در طبیعت باقی می‌ماند و می‌تواند میزان نفوذ آب در خاک را کاهش دهد و باعث افزایش فرسایش خاک شود. وقتی هم که خرد می‌شود، به اشتباه طعمه پرندگان و دام و در نهایت وارد زنجیره غذایی انسان می‌شود و سونامی سرطان را رقم می‌زند.

اما همین زباله‌های خطرناک را می‌توان از طریق فرایند بازیافت تبدیل به پول کرد. در مکتب Blue Economy یا اقتصاد آبی که بعد از Economy Green یا اقتصاد سبز معرفی شده حرف این است که چیزی به اسم ضایعات نداریم و ضایعات هر صنعتی ماده اولیه صنعت دیگری است و اگر دیده‌بان توسعه در کشورها بر این اساس پایه‌ریزی شود هر صنعتی کمک حال صنعت دیگر است؛ نه رقیب دیگری.

چرا مسئولان با وجود اینکه می‌توان از صنعت بازیافت درآمد خوبی به دست آورد از آن چشم پوشی می‌کنند؟

ببینید! در تهران حدود ۱۰۰ هزار نفر از محل جمع‌آوری زباله ارتزاق می‌کنند و اگر طرحی مانند کاپ و شنبه‌های بدون پسماند به صورت جدی اجرا شود، این تعداد آدم بیکار می‌شوند. بنابراین، مدیران رده اول کشور دلیلی نمی‌بینند شرایط را تغییر دهند. تمام زباله‌گردها هم به ارزان‌ترین قیمت استخدام می‌شوند، حق بیمه ندارند و کاملاً استثمار می‌شوند. اغلب افرادی که پشت این قضیه هستند هم سود سرشاری می‌برند.

با این استدلال یعنی محیط‌زیست از بین برود چون نمی‌توانیم برای ۱۰۰ هزار نفر اشتغال ایجاد کنیم؟

دقیقاً و این هم حاصل کم‌کاری دستگاه‌های مسئول است. همان طور که با اجرای طرح کاپ برخی به سازمان مدیریت پسماند می‌گویند شما باید برای کودکان کار فکری کنید. اما انگار نمی‌دانند اصلاً سازمان پسماند برای این ساخته نشده است که به اشتغال کودکان کار فکر کند و باید وظیفه ذاتی خود را انجام دهد. این وظیفه وزارت کار، وزارت اقتصاد و سازمان‌های حمایتی است که کاری کنند و قدمی بردارند.

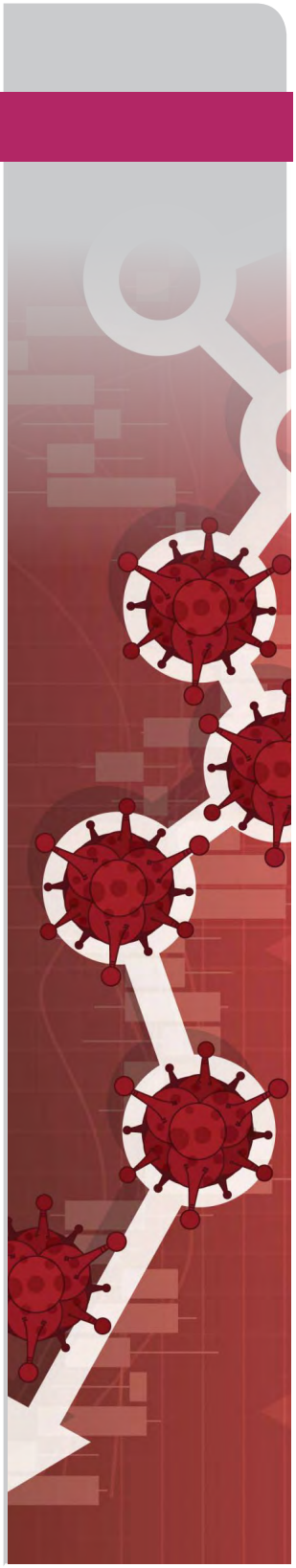
احتمالاً برای بهبود نسبی این شرایط یکی از پیشنهادهای شما به میدان آوردن مردم و انجام اقدامات فرهنگی است. به طورخاص در این مورد چه پیشنهادی دارید؟

به نظرم باید برای شهروندان مسئولیت‌پذیر انگیزه ایجاد

کنیم تا آنها ببینند و بدانند که حاکمیت کار درست آنها را قدر می‌داند و در مقابل برای شهروندانی که به هر دلیل تخلف می‌کنند، مالیات و جریمه وضع کنیم؛ به طورمثال، اگر شهروندی در لندن از خودروی شخصی خود زباله پرت نمی‌کند، فقط به خاطر این نیست که مردم عاشق طبیعت هستند، بلکه اگر این رفتار را انجام دهد، باید دوهزارپوند جریمه پرداخت کند، اما در ایران با اصرار فراوان به تازگی قانونی وضع شد که اگر کسی ماسک و دستکش را از ماشین پرت کرد ۳۰ هزار تومان جریمه شود که اصلاً مبلغی نیست، آن هم به این شرط که پلیس صحنه را ببیند. بنابراین، در مرحله اول باید بچه ها را به طوری تربیت کنیم که عاشق محیط‌زیست باشند؛ چون این نوع شهروندان در طبیعت زباله خالی نمی‌کنند، در کنار لاشه یک حیوان با لبخند عکس نمی‌گیرند و در برابر آتش سوزی جنگل‌ها بی‌تفاوت نیستند.

تحت این شرایط، امکان موفقیت طرح کاپ را چطور ارزیابی می‌کنید؟

ببینید! ما در تهران حدود ۷ تا ۹ دهم کیلوگرم سرانه تولید زباله داریم که این رقم در جهان ۴۵ صدم کیلوگرم است. در این شرایط، «کاپ» طرح خوبی است؛ چرا که کاهش سرانه پسماند و تفکیک زباله از مبدأ را دنبال می‌کند، اما مهم این است که طرح در ذات خود جدی گرفته شود و آن را درست انجام دهیم؛ به عنوان نمونه، باید هدف‌گذاری کنیم تا آمار ۶ درصد تفکیک را به ۱۰ درصد برسانیم و هر سال ۵ درصد این میزان را افزایش دهیم. از طرف دیگر، آموزش‌های محیط‌زیستی را به رسانه و مردم انتقال دهیم تا مطالبه‌گر باشند. تجربه نشان داده هر زمان که بتوانیم مردم را بیدار کنیم، حتماً دولتمردان سعی می‌کنند خواست مردم را رعایت کنند. همه اینها دست به دست هم می‌دهد تا بحران زباله در کشور بیش از این به بحرانی «ریشه دار» تبدیل نشود.



گفت و گو با فعال محیط‌زیستی که اجرای طرح کاپ را آرزوی ۲۰ ساله خود می داند؛ کشاورززاده‌ای بود که پس از سال ها تحصیل در آلمان به ایران برگشت تا اولین مرکز بازیافت زباله در بخش خصوصی را راه اندازی کند. چند سال پشت در اتاق مسئولان منتظر ماند تا بالاخره در سال ۷۷ موفق شد ایده هایش را عملیاتی کند. هایده شیرزادی که این روزها تمام قد همراه طرح کاپ (الگوی نوین کاهش پسماند) است، از برآورده شدن آروزهای محیط زیستی اش بعد از حدود ۲۰ سال می گوید.

شما اولین فردی هستید که تلاش کرد تا مرکز بازیافت خصوصی در ایران راه‌اندازی کند و در این زمینه کارآفرین باشد. چه چیزی شما را از هزاران کیلومتر دورتر برای تحقق چنین هدفی راهی ایران کرد؟

من در دهه ۶۰ در ایران معلم بودم که به دلایلی این شغل را رها کردم و برای تحصیل در رشته کشاورزی به آلمان رفتم، اما دلیل اینکه به سمت موضوع بازیافت کشیده شدم، این بود که در سال ۸۸ میلادی در شهری که زندگی می‌کردم، طرح تفکیک پسماندهای غذایی و آشپزخانه ای انجام می شد و ما پسماندهای غذایی را در سطلی سبز رنگ می‌انداختیم. این یک طرح زیست‌محیطی بود که زیر نظر دانشگاه انجام می شد و قرار بود با انجام آن، پسماندهای غذایی به کمپوست تبدیل شوند. همین موضوع جرقه‌ای شد تا بخواهم این طرح را در ایران اجرا کنم.

طرح شما برای اولین بار، چه سالی در ایران مطرح شد؟

برای اولین بار بعد از مهاجرت در سال ۷۱ با طرح راه‌اندازی مرکز خصوصی بازیافت به ایران آمدم، اما شرایط بعد از جنگ بود و متوجه شدم اصلاً کشور آمادگی اجرای چنین طرح‌هایی را ندارد. در نهایت در سال ۷۷ طرح من دوباره توسط یکی از مسئولان خوانده شد و برای شروع پروژه با من تماس گرفتند. پس از مذاکرات بسیار در نهایت تصمیم گرفته شد تا طرح در کرمانشاه اجرا شود. در نتیجه، با مشارکت شهرداری، یک شرکت تأسیس کردیم و به هر خانه یک سطل سبز دادیم و زباله‌های تر را جمع‌آوری کردیم.

مردم در اجرای طرح با شما همکاری کردند؟

شاید باورتان نشود، اما در همان ماه‌های ابتدایی، اجرای طرح مشارکت مردم حدود ۷۵ درصد بود و چیزی که در ۵ سال انتظار داشتیم به آن برسیم، در همان سال‌های ابتدایی حاصل شد، اما متأسفانه این موفقیت ادامه‌دار نبود؛ چرا که تهران در دهه ۸۰ برای جمع‌آوری زباله شروع به مخزن‌گذاری کرد و این موضوع را به شکلی بسیار وسیع تبلیغ کرد. من از همان زمان، بارها مخالفت خودم را با این طرح اعلام کردم؛ چرا که مخزن‌هایی که در تهران جانمایی شد، برای استفاده کارگر طراحی نشده بود، شهر را کثیف می‌کرد و پدیده زباله‌گردی را شکل می‌داد؛ حتی در این مورد به وزارت کشور و شهرداری تهران هم نامه نوشتم. نکته تأسف‌بار این است که نه تنها نتوانستم جلوی این رویه را در تهران بگیرم که حتی کار ما در کرمانشاه هم تحت تأثیر تهران قرار گرفت و شهردار جدید گفت باید مدل تهران اجرا شود؛ این یعنی آنچه که ما حدود ۷ سال انجام داده بودیم، کاملاً نابود شد.

اجرای طرح در تهران چه سرنوشتی پیدا کرد؟

در تهران ۲۰ مرتبه مخازن جایگزین شدند و هزینه گزافی هم صرف شد، در حالی که اگر

همان موقع مخازن به داخل خانه‌ها می‌رفت، شرایط نامناسب امروز را نداشتیم. حرف من در همان سال‌های دهه ۸۰ هم این بود که به جای یک مخزن بزرگ در خیابان، سه مخزن به منازل تحویل دهیم. بارها هم به مسئولان اعلام کردم که تهران بام ایران است و هر اقدامی در این شهر انجام شود، خوب یا بد، تأثیر خود را بر سایر شهرها می‌گذارد. الان هم اگر توجه کنید، همین الگوی اشتباه تهران تا روستاهای ایران رفته است.

یکی از اهداف اجرای طرح کاپ، هدایت مخازن از معابر به خانه ها و تفکیک در مبدأ است. با نگاهی که شما دارید، آیا می‌توان گفت با اجرای طرح کاهش پسماند که از سوی شهرداری تهران اجرا می‌شود، موافق هستید؟

بله، اجرای این طرح آرزوی بیش از دو دهه من است و حتی روی این موضوع بارها مقاله علمی نوشتم. واقعیت این است که در ایران روزانه حدود ۵۵ هزار تن زباله تولید می‌شود که به نظر من فقط حدود ۱۰ درصد از آن بازیافت و بقیه دفن می‌شوند. با اجرای طرح کاپ می توانیم امیدوار باشیم در یک هدف‌گذاری چندساله، این میزان دفن به شدت کاهش پیدا کند و به استانداردهای جهانی در این زمینه نزدیک شویم.

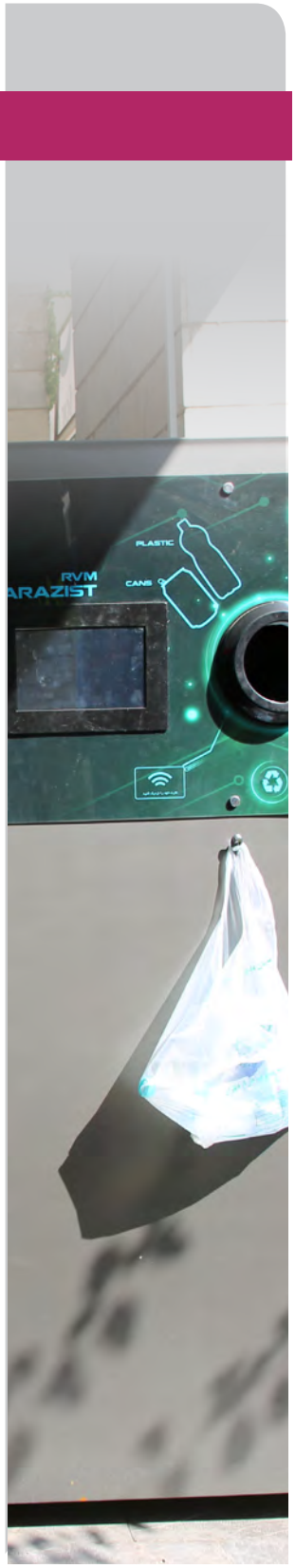
در ایران و البته در تهران، شیوه مرسوم برای جلب مشارکت مردم در طرح‌های مربوط به تفکیک از مبدأ، ارائه مشوق به شهروندان است. شما جزء آن دسته هستید که با این شیوه مخالفید. راه حل جایگزین از نظر شما چیست؟

به نظر من، به جای ارائه مشوق به مردم باید مردم را با چالش‌هایی که زباله ها ایجاد می‌کنند، آشنا کنیم و بگوییم با دست خودمان چه جنایتی علیه محیط‌زیست انجام می‌دهیم. به مردم این واقعیت را بگوییم که هر خانواده به طور متوسط سالانه هزار کیلوگرم زباله تولید می‌کند که از این میزان به طورمیانگین ۵۰۰ تا ۶۰۰ لیتر شیرابه ایجاد می‌شود و اگر این زباله‌ها تبدیل به کمپوست نشود، ۴۰۰ متر مکعب گاز گلخانه‌ای تولید می‌شود؛ این یعنی ۵ هزار لیتر گازوئیل را در فضای آزاد بسوزانیم. حالا فکر کنید دو و نیم میلیون خانواده در تهران برابر است با دو و نیم میلیون چاله زباله و دو و نیم میلیون چاله شیرابه. همین فاجعه ایجاب می‌کند تا مردم بپذیرند در مقابل زباله ای که تولید می‌کنند باید مسئولیت‌پذیر باشند. به طور حتم، تفکیک زباله در مبدأ یک وظیفه عمومی است و پسماند تفکیک نشده را نباید جمع‌آوری کنیم.

چشم انداز اجرای طرح کاپ را چطور می‌بینید؟

به باور من، طرح کاپ می‌تواند تحولی برای ایران باشد؛ چرا که تمام شهرها از تهران الگو می‌گیرند. این طرح با تکیه بر رویکردهایی چون فرهنگ‌سازی، تولید کمتر زباله، تفکیک در مبدأ، بازیافت و کاهش دفن انجام می‌شود، اما برای نتیجه‌گیری باید حداقل یک دوره ۵ ساله را درنظر بگیریم تا افکار زیست‌محیطی جزئی از زندگی مردم شود.

معرفی طرح کاهش پسماندها (کاپ)



پسماند به ماده‌ای گفته می‌شود که از نظر تولیدکننده آن زائد و غیر قابل استفاده تلقی می‌گردد. انسان از همان روزهای ابتدایی تشکیل قبایل، روستاها و شهرها با مفهوم پسماند آشنا بوده و از روش های مختلفی برای دفع آنها استفاده کرده است. انتقال پسماندها به بیرون قلعه‌ها و روستاها، تخلیه در رودخانه و دریاها، سوزاندن، تخلیه در جوی های آب، دفن در زمین و حتی رهاسازی آنها در معابر و خیابان‌های شهر نمونه‌ای از روش های به کار گرفته شده برای رهایی انسان ها از این ماده نامطلوب بوده است. به یاد داشته باشیم که در گذشته های خیلی دور پتانسیل و ظرفیت کره زمین برای پذیریش پسماندها و بی خطرسازی آنها بر اثر توان خودپالایی طبیعی محیطزیست بسیار از فراتر از وضعیت فعلی بوده و رهاسازی پسماندهای ناشی از تعداد محدودی از انسان ها در طبیعت با پیامدهای قابل توجهی همراه نبود. ولی با افزایش ناگهانی جمعیت به ویژه در طول دو قرن گذشته و ورود بسیاری از کشورهای جهان به دوران انقلاب صنعتی، روند استفاده از منابع طبیعی زمین جهت تولید محصولات جدید شدت بیشتری به خود گرفت که این مهم به صورت کاملا طبیعی با افزایش میزان مصرف‌گرایی، افزایش سطح رفاه انسان‌ها و در نتیجه افزایش قابل توجه تولید پسماندهای بشر همراه بود. در این میان حتی بروز جنگ جهانی اول و دوم نیز باعث گردید تا بسیاری از کشورهای جهان به این نکته پی ببرند که کشوری در بلندمدت در مناسبت‌های اقتصادی، سیاسی و حتی میدان‌های جنگ پیشگام خواهد بود که از سهم و تسلط بالاتری بر انواع منابع طبیعی برخوردار باشد. هر چند که این تغییر نگرش دولت‌ها و مردم جهان با افزایش رفاه نسبی زندگی جوامع بشری همراه بود ولی از سویی دیگر ظرفیت زمین نیز برای پذیرش و پالایش آلودگی‌های ناشی از تولید و دفع پسماندها نیز روز به روز کاهش یافته و حتی در مواردی متوقف گردیده است. به عنوان مثال در طول ۵۰ سال گذشته، جهان شاهد بروز فجایع زیست‌محیطی متعددی بوده و در بسیاری از موارد نیز هم انسان‌ها و گیاهان و جانوران به عنوان قربانیان اصلی مطرح بوده‌اند. عمق فجایع مورد نظر در حدی بود که جهانیان را به این فکر انداخت تا با تشکیل نهادهایی بین‌المللی و همچنین نشست‌هایی دوره‌ای با حضور نمایندگان تمامی کشورهای جهان نسبت به حل مشکلات به وجود آمده زیست‌محیطی چاره اندیشی نمایند. پیمان بین المللی کیوتو و نشست بین المللی تغییرات اقلیمی در پاریس را می‌توان به عنوان شاخص‌ترین این نشست‌ها در طول یک قرن گذشته در نظر گرفت. از سوی دیگر بسیاری از کشورها نیز با تصویب و به روزرسانی قوانین خود در حوزه محیطزیست و مدیریت پسماندها تلاش نمودند تا تولید بی رویه پسماندها و دفن غیر اصولی آنها در زمین را کاهش داده و تحت کنترل درآورند. تصویب قوانینی چون " امتداد مسئولیت تولید کننده یا "EPR"[1] و یا ایجاد مفاهیمی چون " پسماند صفر یا "ZERO WASTE" نمونه‌ای از این موارد بوده‌اند. همچنین دولت‌ها با مجبورسازی صنایع به طراحی مجدد محصولاتی با پسماند کمتر و استفاده از مواد اولیه‌ای سازگار با محیطزیست، شرایط و بستر لازم را برای کاهش تولید پسماندها در مبداء توسط شهروندان فراهم ساختند. بر همین اساس و در سطح بین‌المللی مفاهیمی مشترک در حوزه مدیریت پسماندها توسعه یافت

1-Extended producer Responsibility

که مورد قبول همگان قرار گرفت که از آن جمله می‌توان به واژه "۳R[1]" اشاره کرد (تصویر زیر). در این حالت جلوگیری از تولید پسماندها در مبداء به عنوان گام اول، استفاده مجدد از پسماندها به عنوان گام دوم و در نهایت بازیافت از پسماندها به عنوان گام سوم در نظر گرفته شده است.

شایان ذکر است که توسعه مفاهیم مدیریت پسماند به واژه ۳R محدود نشده و با در نظر گرفتن سایر ملاحظات موجود به "هرم سلسله مراتب مدیریت پسماندها" توسعه یافت (تصویر زیر). در این هرم مانند ۳R اجتناب و جلوگیری از تولید پسماندها همچنان در جایگاه اول قرار داشته و دفن پسماندها در خاک به عنوان نامطلوب ترین رفع دفع پسماندها تلقی می‌گردد. همچنین استحصال انرژی گرمایی و برق (مانند پسماندسوزها) نیز به عنوان یکی از روش های دفع پسماندها در نظر گرفته شده که نسبت به دفن پسماندها از مطلوبیت بیشتری نیز برخوردارند.

سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران با در نظر گرفتن تمامی موارد نامبرده در بالا و همچنین آسیب شناسی وضعیت موجود به این نتیجه رسیده است که کاهش پسماندها در مبداء را می‌توان به عنوان رمز موفقیت مدیریت بهینه پسماندهای شهر تهران در نظر گرفت. بر همین اساس طرح کاهش پسماندها یا " کاپ" توسط سازمان ارایه و توسعه داده شده است. در این طرح کاهش حداکثری پسماندها در مبداء

1-Reduce Reuse Recycle

سازمان مدیریت پسماند

الگوی نوین کاهش پسماند

و کاهش حداکثری دفن پسماندها در سایت آرادکوه به عنوان چشم‌انداز نهایی در نظر گرفته شده است. در ادامه تلاش خواهیم نمود تا با ارایه تصویری از وضعیت موجود مدیریت پسماندها در کشور و شهر تهران نسبت به ارایه اطلاعاتی در خصوص معرفی طرح کاپ و طرح های زیرمجموعه آن اقدام نماییم.

آشنایی با طرح کاهش پسماندها (کاپ):

بر اساس آسیب شناسی صورت گرفته توسط مشاور طرح جامع مدیریت پسماند شهر تهران در سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ مهم‌ترین آسیب های موجود در فرایند مدیریت پسماند شهر تهران را می‌توان به صورت زیر ارایه کرد:

آسیب‌های فنی:

- سیستم ناقص ثبت داده‌های پسماند تولیدی؛
- نبود هیچ‌گونه برنامه جامعی برای گسترش تفکیک از مبدأ؛
- سیستم ذخیره‌سازی نامتناسب جهت افزایش تفکیک از مبدأ؛
- فرکانس بالای سیستم جمع‌آوری؛
- تولید کمپوست نامرغوب به دلیل وجود ناخالصی و فرایند تولید غیر یکنواخت؛
- روش‌های واگذاری‌های نامناسب به بخش خصوصی.

آسیب‌های اجتماعی:

- گسترش زباله‌گردی و شکل‌گیری یک بخش غیررسمی بزرگ؛
- فعالیت کودکان کار در بخش غیررسمی؛
- اعتراضات مدنی در جوامع مسکونی نزدیک به آرادکوه پیرامون جانمایی و فعالیت این سایت؛
- میزان پایین همبستگی و مشارکت اجتماعی در میان شهروندان تهرانی (ذخیره‌سازی، تفکیک از مبدأ، پرداخت عوارض)؛

- بی‌انگیزگی شهروندان به دلیل اجرای برنامه‌های منقطع در زمینه تفکیک؛

آسیب‌های اقتصادی:

- نبود تعادل میان هزینه‌ها و درآمدها و لذا ناپایداری اقتصادی سیستم؛
- ناتوانی در دریافت بهای خدمات مدیریت پسماند؛
- کسب درآمد غیراصولی از طریق تفکیک از مخزن؛
- نبود یکپارچگی در تأمین و هزینه‌کرد درآمدهای سیستم؛
- سیستم اخذ تعرفه ناعادلانه و غیرمؤثر بر رفتار شهروندان؛

آسیب‌های بهداشتی-زیست‌محیطی:

- ریزش شیرابه در فرایند جمع‌آوری و حمل به معابر شهر؛
- آلودگی بالای کامیون‌های جمع‌آوری و سمی‌تریلرها؛
- رعایت نکردن الزامات زیست‌محیطی در بخش‌های مختلف مجتمع آرادکوه مانند، دفن بالا، انتشار مداوم متان، شیرابه، انتشار بو، ذرات معلق، ...؛
- استفاده حداقلی از تجهیزات حفاظتی توسط زباله‌گردان و بروز اثرات بهداشتی؛

آسیب‌های ساختاری:

- وجود خلاءهای قانونی در برخورد با زباله‌گردان؛
- غیریکپارچگی ساختار سازمانی و تعدد عوامل تصمیم‌گیر؛
- تعدد ذینفعان رسمی و غیررسمی و پتانسیل بالای بروز فساد؛
- تعدد پیمانکاران در بخش جمع‌آوری؛
- عدم برنامه‌محوری در میان مدیران و تغییر در اولویت‌ها در اثر تغییرات مدیریتی؛

بر همین اساس سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران بر اساس نتایج حاصل از آسیب شناسی‌های صورت گرفته به این نتیجه رسید که مهم‌ترین مشکلات موجود در فرایند مدیریت پسماند شهر تهران را می‌توان به صورت دسته‌بندی زیر در نظر گرفت:

با توجه به شرایط حاکم بر اقتصاد کشور و همچنین افزایش قیمت های مواد اولیه و خدمات از یکسو و همچنین پیشنهادات ارایه شده در دومین طرح جامع مدیریت پسماندها شهر تهران در حوزه کاهش هزینه ها و افزایش درآمدهای پایدار و همچنین افزایش کارایی و اثربخشی مدیریت پسماند شهر تهران در حوزه‌های مختلف سازمان از سوی دیگر می‌توان اینگونه نتیجه‌گیری کرد که در صورت حمایت تمامی نهادها و سازمان‌های موظف در قانون مدیریت پسماندها (مصوب ۱۳۸۳)، اختصاص بودجه و اعتبارات مورد نیاز و فراهم سازی زیرساخت های مورد نیاز جهت پیاده‌سازی تغییرات ساختاری پیشنهادی طرح جامع در بدنه سازمان مدیریت پسماند شهر تهران بخش قابل توجهی از مشکلات نرم‌افزاری و سخت افزاری مورد نیاز برطرف خواهد گردید. ولی با این وجود و بر اساس نظر خبرگان سازمان تنها زمانی می‌توان به بهبود نهایی فرایند مدیریت پسماندها در شهر تهران امیدوار بود که همزمان با تامین زیرساخت های مورد نیاز، شاهد افزایش مشارکت داوطلبانه شهروندان با شهرداری تهران در حوزه مدیریت پسماندها بود. بر همین اساس سازمان مدیریت پسماند ضمن انجام برنامه‌ریزی های کارشناسی و در نظر گرفتن تمامی مسایل اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی و فرهنگی و ... نسبت به ارایه طرحی تحت عنوان " کاهش پسماندها" یا " کاپ" در سال ۱۳۹۸ اقدام نمود. اساس و پایه طرح کاپ را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

" کاهش حداکثری پسماندها و افزایش حداکثری تفکیک پسماندها در مبداء و همچنین افزایش بازیافت و تولید انرژی از پسماندها و کاهش حداکثری دفن در سایت های نهایی از طریق هوشمند سازی فرایندها، آموزش، اطلاع رسانی و تامین زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری مورد نیاز و مشارکت داوطلبانه شهروندان تهرانی".

برای دستیابی به این هدف سازمان مدیریت پسماند شش محور اصلی را برای طرح کاپ در نظر گرفته است. این محورهای شش گانه عبارتند از:

۱. تغییر در فرم ذخیره سازی و مخازن با تاکید بر سپردن مسئولیت به تولید کنندگان
۲. تحول در انتقال پسماند (پس از جمع‌آوری)
۳. بهبود وضعیت جمع‌آوری و نگهداشت (نظافت – جمع‌آوری پسماند خشک و تر)
۴. برنامه‌های هوشمندسازی و توسعه زیرساخت های فرهنگی و اجتماعی
۵. موضوع مدیریت پسماند حجیم (با تاکید بر مدیریت در محل)
۶. بهینه سازی مدیریت پسماند در مقصد (پردازش نهایی و بازیافت مواد و انرژی در مرکز آرادکوه و آبعلی)

در پایان و با توجه به گستردگی پروژه های طرح کاپ و مسایل فنی موجود در ادامه تنها به معرفی برخی از مهم‌ترین از مهم‌ترین آنها خواهیم پرداخت.

۱. استقرار ۱۰۰۰ ست مخازن تفکیک پسماند سه‌گانه در معابر پرتردد شهر تهران

در این پروژه مخازن سه گانه ای جهت جمع‌آوری و ذخیره سازی پسماندهای خشک زیر در نظر گرفته شده است.

شهروندان می‌توانند با مراجعه به نزدیک‌ترین مخزن موجود در محله خود نسبت به تخلیه پسماندهای خشک خود در این مخازن اقدام نمایند.

- پسماندهای شیشه
- مخلوط پسماندهای پلاستیک و فلز
- پسماندهای کاغذ و مقوا

۲. استقرار ۲۰۰ دستگاه خود دریافت پسماند خشک (RVM[1]) در سطح شهر تهران

دستگاه‌های **RVM** که در نگاه اول تا حدی شبیه دستگاه‌های عابربانک می‌باشند به دستگاه هایی گفته می‌شوند که انواع پسماندهای خشک (معمولا بطری‌های پلاستیکی، شیشه ای و فلزی) شهروندان را از طریق دریچه‌ای که بر روی بدنه آن قرار دارد به صورت اتوماتیک دریافت و در قبال آن نسبت به ارایه خدمات گوناگونی همچون ارایه پول، ارایه بلیط مترو، بن تخفیف خرید و ... اقدام می‌کنند. این دستگاه‌ها معمولا در محل های پرترددی همچون ورودی فروشگاه‌های بزرگ، ورودی های ایستگاه‌های مترو، ورودی سالن‌های ورزشی و آموزشی و ... استقرار یافته و شهروندان می‌توانند پسماندهای خشک خود را پس از حمل دستی به این دستگاه‌ها تحویل دهند.

1Reverse Vending machine

۳. اجرای تفکیک پسماندها در مبدأ در ۳۰۰۰ ساختمان اداری و دولتی

در این پروژه علاوه بر ارایه بسته‌های آموزشی مورد نیاز برای کارکنان نسبت به تامین سخت افزارهای مورد نیاز (همچون مخازن آبی رنگ) اقدام و ضمن هماهنگی با پیمانکار جمع‌آوری پسماند خشک یکی از مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران، نسبت به پیاده‌سازی برنامه زمان بندی مشخصی جهت تحویل و جمع‌آوری پسماندهای خشک در ۳۰۰۰ ساختمان اداری و تجاری شهر تهران اقدام خواهد گردید.

۴. استقرار مخازن ذخیره سازی تر و خشک در داخل ۲۰۰ هزار پلاک ثبتی

بر اساس آمار موجود در حال حاضر (تابستان ۱۳۹۹) در حدود ۵۳،۰۰۰ مخزن ذخیره‌سازی پسماندها در سطح شهر تهران استقرار یافته است. هر چند وجود این مخازن برای ذخیره‌سازی و جمع‌آوری پسماند حدود ۹ میلیون نفر شهروند تهران ضروریست ولی با این وجود حضور این مخازن با مشکلات متعددی هم برای شهرداری تهران و هم برای شهروندان همراه است که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ریزش شیرابه پسماند به واسطه عدم آبگیری پسماندها در مبداء تولید توسط شهروندان
- افزایش هزینه های خدمات شهری و زحمات بیشتر پاکبان‌های شهر به واسطه ریزش پسماندهای تر و خشک به اطراف مخازن به واسطه فعالیت عوامل غیرمجاز جمع‌آوری پسماندهای خشک
- آسیب دیدگی مخازن فلزی و پلاستیکی به واسطه واژگونی مخازن توسط عوامل غیر مجاز جمع‌آوری پسماند خشک

- تکثیر جانوران موذی به واسط عدم استفاده از کیسه پلاستیکی برای بسته‌بندی کامل پسماندهای تخلیه شده به درون مخازن به ویژه از سوی اصناف (مثل میوه فروشی‌ها)
- آلودگی منظر و انتشار بوی نامناسب از مخازن
- تخلیه چند باره مخازن به ویژه در راسته‌های تجاری در طول روز به دلیل تخلیه پسماندهای خشک حجیم به درون مخازن ذخیره‌سازی پسماندهای تر (بالا بودن هزینه‌های خدمات شهری)

بر همین اساس سازمان مدیریت پسماند با شناسایی مناطقی با بافت مسکونی و تجاری مستعد (مثلا منطقه‌های ۲۲-۲۱-۶ و ۱۶ شهرداری تهران) نسبت به اجرای طرح‌های پایلوت و در نهایت پیاده‌سازی طرح نهایی انتقال تدریجی مخازن آبی (برای پسماندهای خشک) و مشکی (برای پسماندهای تر) به درون ۲۰۰ هزار پلاک ثبتی شهر تهران اقدام نموده است. در این پروژه پس از شناسایی محلات مناسب، ابتدا فرایند آموزش و اطلاع رسانی برای اهالی تحت پوشش صورت گرفته و در ادامه دو مخزن مشکلی و آبی با حجم های مختلف (بسته به تعداد واحدهای مسکونی) در اختیار آنها قرار می‌گیرد. در ادامه مخازن ۱۱۰۰ لیتری موجود در معابر این محلات به تدریج جمع‌آوری و جمع‌آوری پسماندها توسط پیمانکاران مجاز شهرداری تهران تنها از درب منازل و در روزهایی خاصی از هفته (بسته به نوع پسماند) صورت می پذیرد. از مهم‌ترین پیامدهای زیست‌محیطی و اقتصادی ناشی از پیاده‌سازی این مهم می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- کاهش تولید پسماندها توسط شهروندان
- کاهش رطوبت پسماندها (افزایش آبگیری توسط شهروندان)
- کاهش فعالیت عوامل غیر مجاز جمع‌آوری پسماند خشک
- افزایش عمر مفید مخازن ذخیره سازی پسماندها
- کاهش هزینه‌های خدمات شهری (کاهش دفعات جمع‌آوری)
- افزایش خلوص پسماند تر (جداسازی پسماندهای خشک) و در نتیجه تولید کمپوست مرغوب تر
- افزایش تفکیک در مبداء
- کاهش تکثیر جانوران موذی، انتشار بو و آلودگی منظر

به یاد داشته باشیم که این روش در بسیاری از کشورهای توسعه یافته پیاده شده و از آن به عنوان تجربه ای موفق در حوزه مدیریت پسماندهای شهری و بهداشت و محیط‌زیست شهری یاد می‌گردد.

۵. شنبه های بدون پسماند:

سازمان مدیریت پسماند با هماهنگی ادارات مدیریت پسماند مناطق ۲۲ گانه شهر تهران در نظر دارد نسبت به جمع‌آوری پسماندهای خشک شهروندان تهرانی از ساعت ۹ الی ۱۲ ظهر روزهای شنبه هر هفته از محل درب منازل اقدام نماید. در این طرح شهروندان پسماندهای خشک تفکیک شده خود را روزهای شنبه از ساعت ۸ الی ۹ جلوی درب منازل گذاشته و در ادامه این پسماندها توسط پیمانکاران مجاز شهرداری تهران جمع‌آوری خواهد شد. بر اساس پیش‌بینی‌های به عمل آمده مهم‌ترین مزایا این طرح می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- اجرای موارد بهداشتی در شرایط شیوع بیماری کرونا
- عدم اختلاط پسماندهای خشک ارزشمند با پسماندهای عادی در مخازن مکانیزه
- کاهش و حذف عوامل غیرمجاز جمع‌آوری پسماندهای خشک
- کاهش نیاز به مواد ضد عفونی کننده برای شهروندان و پرسنل
- عدم تعامل مستقیم کارگران و پرسنل با شهروندان
- کاهش هزینه‌های جمع‌آوری پسماند واستفاده از نیروی انسانی و خودروهای مکانیزه موجود
- سهولت فرهنگ‌سازی و آموزش به شهروندان در خصوص نحوه بسته‌بندی پسماند و گذاشتن پسماند در جلوی درب مبادی تولید
- سهولت و یکپارچگی اطلاع رسانی به شهروندان در خصوص برنامه زمان‌بندی جمع‌آوری و تحویل پسماند خشک

۶. **طرح الکتروکاپ:**

سازمان مدیریت پسماند در نظر دارد با توجه به مخاطرات بهداشتی و زیست‌محیطی ناشی از جمع‌آوری و دفع غیراصولی

پسماندهای الکترونیکی بویژه تأثیر منفی بر تولید کمپوست، آلودگی آب وخاک و سایر معضلات و مشکلات مترتب بر آن، مدیریت و ساماندهی این‌گونه پسماندها در مبدأ تولید، و همچنین بر اساس تصمیم هیات مدیره سازمان، نسبت به اجرای طرح الکتروکاپ در شهر تهران اقدام نماید. در این طرح ۳ غرفه بازیافت توسط سرمایه‌گذار بخش خصوصی (خیابان های میرداماد، سعیدی و حافظ) و ۲۵ غرفه از مناطق ۲۲گانه تنها به امر دریافت و خرید پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی شهروندان تهرانی بر اساس قیمت مصوب خواهند پرداخت.

۷. احداث واحدهای MRF در سطح شهر تهران:

سازمان مدیریت پسماند با در نظر گرفتن گستره جغرافیایی شهر تهران و مشکلات موجود در حوزه جمع‌آوری، انتقال و دفع نهایی پسماندها، طرح "راه اندازی تاسیسات بازیابی مواد MRF" در پهنه بافت شهری تهران را در دستور کار خود قرار داده است. در این خصوص امکان سنجی و طراحی تاسیسات پردازش MRF با استفاده از خدمات فنی مشاور واجد صلاحیت صورت پذیرفته و پس از دریافت نظر و خروجی مطالعات و طراحی مشاور، موضوع ساخت ایستگاه‌های مورد نظر با جلب و جذب سرمایه‌گذاری بخش خصوصی انجام خواهد پذیرفت. از مهم‌ترین اهداف این طرح می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- کاهش هزینه‌های مربوط به انتقال پسماند
- کاهش هزینه‌های مربوط به نگهداری و راهبری ماشین‌آلات
- کاهش اثرات و مخاطرات زیست‌محیطی ناشی از پراکندگی پسماند و انتشار شیرابه در سطح معابر
- افزایش درصد تفکیک پسماند در محل ذخیره‌سازی میانی و کاهش دفع و دفن منابع ملی
- صرفه و صلاح شهرداری به دلیل ایجاد مستحدثات برای شهرداری به صورت BOT
- ایجاد انگیزه برای پیمانکاران در راستای حذف عوامل غیرمجاز جمع‌آوری (برداشت پسماند از مخازن)

۸. همیاران کاپ:

هر چند سازمان مدیریت پسماند در تلاش است تا با استفاده و بهره‌گیری از تمامی پتانسیل‌های سخت افزاری و نرم‌افزاری موجود در شهر تهران (مانند تابلوی‌های تبلیغاتی شهری، شبکه‌های اجتماعی و آموزشگران مناطق ۲۲ گانه) نسبت به انتقال مفاهیم آموزشی طرح کاهش پسماندها به گروه‌های مخاطب شهروندی اقدام نمایند ولی با این وجود و با توجه به نقش و تاثیرگذاری شبکه‌های اجتماعی و اینترنت بر افکار عمومی، سازمان در تلاش است تا با همکاری داوطلبانه شهروندان و به ویژه شخصیت‌های معروف اجتماعی، سیاسی، فرهنگی و هنری، ورزشی و ... نسبت به انتقال بی واسطه و فراگیر مفاهیم آموزشی مدیریت پسماندها به بخش قابل

توجهی از گروه‌های مخاطب اقدام نماید. برای مثال تعداد زیادی از هنرمندان عرصه سینما در طی سی و هشتمین جشنواره بین المللی فیلم فجر (زمستان ۱۳۹۸) به صورت داوطلبانه به این کمپین اجتماعی و فرهنگی پیوسته و همیار کاپ پیوستند.

در این ارتباط داوطلبانه سازمان مدیریت پسماند در تلاش است تا با ارایه بسته‌های آموزشی مختلف به همیاران کاپ، نسبت به افزایش سطح کیفی و کمی اطلاعات همیاران محترم کاپ در حوزه مدیریت پسماندها و طرح کاپ اقدام نماید. همیاران کاپ نیز پس از دریافت اطلاعات مورد نظر، نسبت به انتشار و انتقال آنها از طریق کانال‌های ارتباطی مختلف (انواع شبکه های اجتماعی، فیلم، مصاحبه و ...) به شهروندان اقدام می‌کنند. بدون شک تاثیرگذاری و تاثیرپذیری ایجاد شده در این روش نسبت به روش‌های مرسوم و معمول موجود در حوزه مدیریت شهری با اثربخشی بالاتری همراه خواهد بود. شایان ذکر است که کلیه شهروندان و شخصیت‌های معروف حوزه‌های مختلف می‌توانند از طریق زیر ساخت‌های فراهم شده در فضای مجازی و شبکه های اجتماعی نسبت به پیوستن در این امر زیست‌محیطی و داوطلبانه اقدام نمایند.

۹. سایر پروژه ها

سازمان مدیریت پسماند در تلاش است تا ضمن هوشمندسازی فرایندهای نظارتی، گزارش‌گیری و پایش، نسبت به بهینه سازی فرایند های جمع‌آوری، انتقال، پردازش و دفع پسماندها نیز اقدام نماید. برای مثال در این خصوص می‌توان به تجهیز ایستگاه‌های انتقال میانی به واحد تصفیه شیرابه، احداث واحدهای جدیدی بازیافت پسماندهای ساختمانی و عمرانی در مجتمع پردازش و دفع آبعلی و بهبود فرایند تولید کمپوست در مجتمع آرادکوه اشاره کرد.

بهبود فرآیند کمپوست با ترکیب پسماند آلی شهری و ویناس

رضا نقوی:
دانشجو دکتری مهندسی محیطزیست، دانشکده فنی دانشگاه تهران

سید مهدی حسینی بیناباج:
دانشجو دکتری مهندسی محیطزیست، دانشکده فنی دانشگاه تهران

حامد محمد علینی:
کارشناس ارشد شیمی تجزیه، دانشگاه پیام نور شهرکرد

چکیده

افزایش جمعیت و تغییر در سبک زندگی با توجه به عوامل اجتماعی و اقتصادی، مهم‌ترین فاکتورهایی هستند که همواره سرانه تولید پسماند را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در شهر تهران در حال حاضر، بیش از ۶۰۰۰ تن پسماند تولید می‌شود که از این مقدار، حدود ۶۰٪ آن را پسماندهای فسادپذیر تشکیل می‌دهند. در مجتمع پردازش و دفع آراد کوه سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران، پسماندهای فسادپذیر به کمپوست تبدیل می‌شوند. به دلیل افزایش تولید پسماند، در حال حاضر، سایت هوادهی کمپوست مجتمع جوابگوی این حجم از پسماند نیست و نیازمند تغییر در فرآیند تولید برای کاهش ماندگاری پشته‌های ویندرو در سایت هوادهی است.

در این تحقیق به وسیله "ویناس" که فاضلاب صنایع الکل‌سازی محسوب می‌شود و حاوی بار آلی و میکروبی مناسبی برای افزودن به پشته‌ها است، زمان تجزیه سریع پشته‌ها از ۴۵ روز به کمتر از ۳۰ روز کاهش یافت. در این پژوهش، "ویناس" با غلظت‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی‌لیتر بر کیلوگرم مورد آزمایش قرار گرفت و پشته‌هایی که با ۲۰ میلیلیتر بر کیلوگرم تیمار شدند، بهترین عملکرد را داشتند. این پشته‌ها در روز سی‌ام که هوادهی پنجم انجام شد، دچار افت شدید دما شدند و دمای‌شان دیگر افزایش پیدا نکرد. در ادامه، تأثیر هوادهی بر کاهش زمان تجزیه سریع بررسی و مشخص شد که با ۸ مرحله هوادهی در مدت ۲۳ روز پشته دچار افت دما می‌شود.

کلمات کلیدی: کمپوست، پسماند آلی شهری، ویناس، مرحله تجزیه سریع، هوادهی، ویندرو

سرآغاز

پیشرفت فناوری افزایش تولید محصولات یک بار مصرف را با خود به همراه دارد. همچنین رشد اقتصادی در جهان موجب تغییر سبک زندگی و باعث خرید محصولات جدید و ارتقای محصولات قدیمی شده است.

با در نظر گرفتن رشد سریع جمعیت و بالا رفتن نرخ مصرف مواد اولیه، مسئله تولید زباله موضوعی مهم و قابل توجه است. از طرفی تأمین انرژی و منابع اولیه لازم برای فراهم آوردن شرایط رفاهی و تولید محصولات مورد نیاز افراد، چالشی بحث برانگیز است[۱]. همچنین مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به منظور افزایش تولیدات کشاورزی به ویژه در بخش زراعی، موجب بروز صدمات زیست‌محیطی و اختلال در حاصل‌خیزی خاک می‌شود. افزایش یون‌های نیترات و نیتریت در خاک و آب‌های زیرزمینی، سفت و قلیایی شدن خاک و کاهش حاصل‌خیزی آن، گسترش علف‌های هرز و آفات و بیماری‌های گیاهی و کاهش مزه و بوی طبیعی میوه‌ها، از پیامدهای بی‌توجهی به آثار مخرب کاربرد نامحدود این دسته از کودها است. استفاده از کودهای سبز و کودهای آلی، یکی از راه‌های مؤثر بر اصلاح و افزایش حاصل‌خیزی خاک است.[۲][۳]

کمپوست، نوعی کود آلی و محصول فرایندهای بیولوژیک است که هم به صورت هوازی و هم بی‌هوازی تولید می‌شود. طی این فرایند، پسماندهایی که منشأ آلی دارند، بر اثر فعالیت میکروارگانیسم‌های موجود، تجزیه می‌شوند و به حالت نسبتاً پایدار درمی‌آیند. این نوع کود،

علاوه بر داشتن مواد غذایی برای رشد و نمو گیاهان، می‌تواند با جذب میزان قابل توجهی آب، در مواقع لزوم، آب مورد نیاز گیاه را تأمین کند.

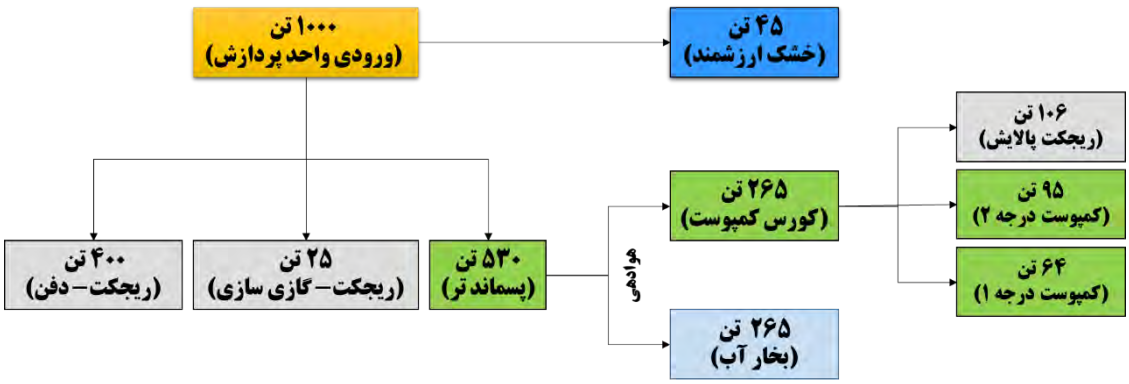
کمپوست به دلیل بالا رفتن دما در طول دوره فراوری آن، عاری از ریز جانداران زیان بار و بذر علف‌های هرز است. از دیگر ویژگی‌های کمپوست، ایجاد تخلخل و اصلاح همزمان بافت فیزیکوشیمیایی خاک است که موجب ریشه دوانی مطلوب‌تر گیاه می‌شود. علاوه بر استفاده مستقیم، کمپوست می‌تواند به صورت ماده پایه در تولید بسیاری از کودهای آلی گرانوله نیز مورد استفاده قرار گیرد. امروزه تحقیقات نشان می‌دهد کمپوست حاصل از پسماند می‌تواند جایگزین یک سوم نیاز کودی در بخش کشاورزی، بدون کاهش عملکرد محصولات باشد. [۲][۳][۴]

براساس گزارشی که بانک جهانی در سال ۲۰۱۲ منتشر کرده است، حدود ۶۴٪ پسماندهای شهری کشورهای درحال توسعه را موادآلی تشکیل می‌دهند.[۵]؛ به این ترتیب، می‌توان بخش آلی پسماند شهری را به عنوان یکی از منابع مناسب برای تولید کودهای آلی درنظر گرفت. در ایران هم به دلیل میزان بالای مواد فسادپذیر در پسماند شهری، پتانسیل بالایی برای تولید کمپوست وجود دارد. جدول ۱درصد اجزای تشکیل دهنده پسماند شهری که در مجتمع پردازش و دفع آرادکوه دریافت می‌شود را نشان می‌دهد. [۶]

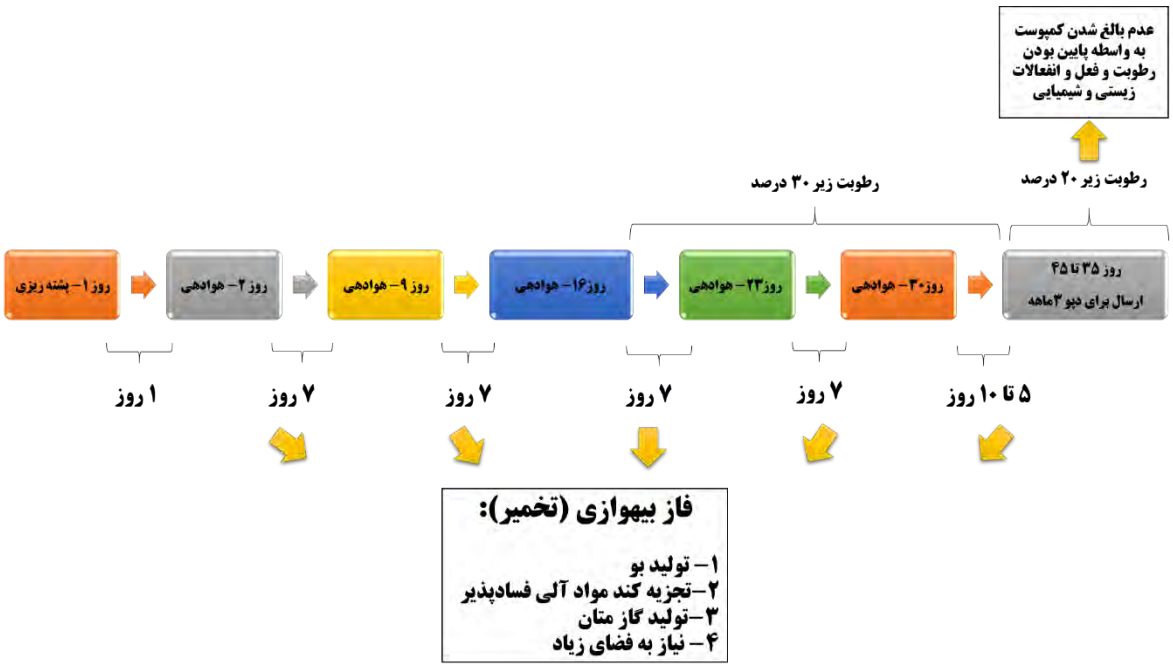
جدول ۱- درصد اجزای تشکیل دهنده پسماند دریافت شده در مجتمع آرادکوه

نام مواد	پلاستیک	پت	مشمع	کاغذ	مقوا	چوب	پارچه
درصدمیانگین	۲,۷۶	۱,۳۶	۷,۴	۴,۰۳	۵,۴۴	۰,۷۶	۴,۵۲
نام مواد	خاک و نخاله	تتراپک	شیشه	فوم	طلق	لاستیک	چرم
درصد میانگین	۱,۱۸	۱,۰۵	۱,۹۵	۰,۶۹	۱,۳۳	۰,۰۱	۰,۴۲
نام مواد	فلزات آهن	فلزات غیر آهنی	باتری	گونی	ضایعات ویژه	نان	پسماند تر
درصد میانگین	۰,۰۹	۰,۴۸	۰,۰۵	۰,۰۹	۵,۸۲	۰,۹۰	۵۸,۷۶

در این مجتمع، روزانه حدود ۶۰۰۰ تن پسماند تولید شده در شهرستان تهران، پردازش و دفع نهایی می‌شود. طرح کلی جریان ۱۰۰۰ تنی پسماند در مجتمع آرادکوه در شکل ۱ نشان داده شده است. پس از تفکیک پسماند ورودی، بخش آلی آن به سایت هوادهی منتقل می‌شود تا ضمن طی شدن فاز تجزیه سریع در مدت ۴۵ روز به کمپوست اولیه تبدیل شود. فرایند مورد استفاده در این مرحله، توده‌سازی به روش ویندرو است و هوادهی به وسیله زیر و روسازی صورت می‌گیرد. پس از مرحله هوادهی، توده‌ها برای بالغ‌سازی به محل انباشت منتقل و پس از گذشت ۶۰ روز، سرند و براساس اندازه ذرات به سه بخش ضایعات، کود درجه۲ و کود درجه۱ تقسیم می‌شوند. فرآیند تولید کمپوست به روش فعلی در شکل ۲ نشان داده شده است. به دلیل عدم بلوغ و عمل‌آوری کافی، کمپوست درجه۱در این مرحله، قابلیت عرضه به بازار مصرف را ندارد؛ به همین جهت در طول بازه ۴۵ روزه در ۳ مرحله آب‌دهی و زیر و رو می‌شود.



شکل ۱- طرح شماتیک جریان ۱۰۰۰ تنی پسماند



شکل ۲- فرایند تولید کمپوست به روش فعلی در مجتمع آرادکوه

با توجه به افزایش جمعیت و سرانه تولید پسماند، ظرفیت سایت هوادهی برای پذیرش روزانه پسماند کافی نیست و نیازمند اختصاص فضای بیشتر یا اصلاح فرآیند تولید برای کاهش زمان ماندگاری توده‌ها در سایت هوادهی است. هدف از این پژوهش نیز کاهش زمان ماندگاری توده‌های ویندرو درسایت هوادهی به کمک افزودن ماده مکملی به نام "ویناس" است.

"ویناس" مایعی قهوه‌ای رنگ و از مشتقات تولید صنعتی الکل است. این ماده به دلیل داشتن مقدار مناسبی ماده آلی، نیتروژن و دیگر مواد مغذی در صنعت کشاورزی مورد توجه است. هر چند به دلیل بالابودن BOD و COD و محتویات نمک، استفاده مستقیم آن به عنوان کود امکانپذیر نیست، اما می‌توان با عمل‌آوری آن را قابل استفاده کرد. همچنین از "ویناس" می‌توان به عنوان مکمل در فرآیند کمپوستینگ استفاده کرد تا ضمن افزایش فعالیت میکروبی، تا حدی رطوبت مورد نیاز را تأمین کند. جدول۲ آنالیز شیمیایی "ویناس" مورد استفاده را نشان می‌دهد.[۷][۸][۹]

جدول ۲- ترکیب و آنالیز شیمیایی "ویناس"

شاخص	آب (٪)	خاکستر(٪)	کلسیم(٪)	نمک(٪)	منیزیم(٪)	فسفر(٪)	آهن (ppm)	مس (ppm)
مقدار	۹۲	۳	۰,۳	۰,۵۶	۰,۱	۰,۰۳	۰,۰۶	۰,۰۱
شاخص	آمونیوم (ppm)	چربی(٪)	پروتئین(٪)	فیبر(٪)	BoD (ppm)	COD (ppm)	TDS (gr/L)	pH
مقدار	۰,۵	۰,۲۳	۳	۰,۰۷	۱۶۰۰۰	۸۰۰۰۰	۱۶	۴,۷-۶,۳

مواد و روش‌های بررسی

این پژوهش در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول با تغییر مقادیر مختلف "ویناس" اضافه شده، سعی شد تا میزان بهینه "ویناس" مشخص شود. سپس در مرحله دوم، تأثیر هوادهی و همچنین اضافه کردن "ویناس" مدنظر قرار گرفته شد.

در مرحله اول از چهار جفت پشته ویندرو که هر کدام ۴۰ متر طول داشتند، استفاده شد. ابعاد هر هشت پشته یکسان و ارتفاع و عرض آن به ترتیب برابر ۰,۹ و ۳,۵ متر بود. تمام پشته‌ها به روشی که در ادامه به آن اشاره می‌شود، هوادهی شده و تنها تفاوت آنها در میزان "ویناس" اضافه شده بود. روش هوادهی هم به این ترتیب بود که در روز دوم، اولین هوادهی انجام و پس از آن، هر هفت روز یک بار این کار تکرار شد.

دو پشته ابتدایی به نام V۰ بوده و هیچ ویناسی به آن اضافه نشد. سه جفت پشته بعدی به ترتیب به نام‌های V۱,V۲,V۳ بوده و "ویناس" با غلظت‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی‌لیتر بر کیلوگرم به آنها افزوده شد. بین هر جفت پشته با جفت کناری آن ۱۰ متر فاصله در نظر گرفته شده تا از اختلاط شیرابه آنها جلوگیری شود. افزودن «ویناس» در دو مرحله به ترتیب در روز دوم و نهم انجام شد.

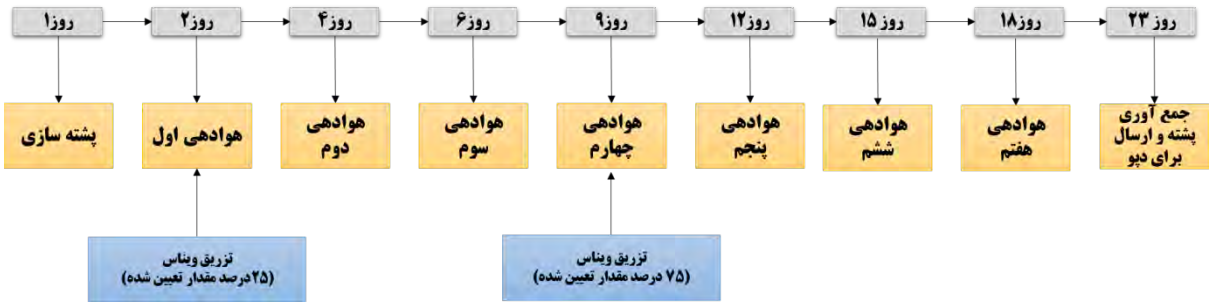
هر چند هدف اصلی از اضافه کردن «ویناس»، افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها است، در روز دوم به دلیل بالابودن رطوبت (بیشتر از ۵۰ درصد)، پشته‌ها توانایی جذب «ویناس» را نداشتند و در نتیجه، «ویناس» به صورت شیرابه از پشته خارج می‌شد؛ به همین دلیل، در روز دوم فقط ۲۵ درصد «ویناس» تعیین شده به پشته‌ها، اضافه و مابقی در مرحله دوم، یعنی روز نهم اضافه شد. نحوه اجرایی افزودن «ویناس» هم به این ترتیب بود که مقدار «ویناس» مورد نظر به وسیله آبپاش روی پشته ریخته و سپس هوادهی شد.

در مرحله دوم با رعایت محدوده بهینه اکسیژن، رطوبت و دما سعی شد تا فرایند تجزیه موادآلی به صورت هوازی باشد. به صورت تجربی، هوازی بودن فعالیت میکروارگانیسم‌ها چند مزیت در پی خواهد داشت که مهم‌ترین آنها شامل ۱-افزایش کیفیت کود نهایی ۲- کاهش بوی نامطبوع ۳- افزایش نرخ تجزیه مواد تخریب‌پذیر است.

هشت عدد پشته به طول ۸۰، عرض ۳,۵ و ارتفاع ۱,۵ متر جهت انجام طرح در نظر گرفته شد که دو پشته ابتدایی به عنوان شاهد (Ci) و شش پشته بعدی تحت تیمار قرار گرفت. سه عدد از این پشته‌ها با برنامه هوادهی جدید، فرایند کمپوست شدن را طی کرده (Ai) و سه پشته دیگر، علاوه بر منظور کردن هوادهی جدید، "ویناس" به آنها اضافه شد (AVi). برنامه هوادهی مدنظر در شکل ۳ نشان داده شده است. در نظر گرفتن فاصله ۱۰ متری بین پشته‌های C، A و AV، ضمن جلوگیری از اختلاط شیرابه آنها باعث ایجاد تهویه مناسب در پشته‌ها می‌شود. افزودن «ویناس» با غلظت ml/ kg۲۰ و همانند فاز اول در دو مرحله و با نسبت ۱ به ۴ انجام شد. پس از افت دما در سایت هوادهی و کامل شدن مرحله تجزیه سریع، پشته‌ها به محل انباشت، منتقل و ۳۰ روز در آنجا نگهداری شدند و آنالیز شیمیایی پس از ۳۰ روز انجام شد.

برنامه هوادهی پشته‌های شاهد، همانند فاز اول است و شرایط تولید فعلی را نشان می‌دهد.رطوبت بهینه و دمای مناسب پشته‌های تیمار، به ترتیب بین ۴۰ تا ۶۰ درصد و ۵۰ تا ۶۵ درجه سیلیسیوس حفظ شده که برای محقق شدن این وضعیت از برنامه هوادهی زیر پیروی شد. همچنین با انجام برنامه هوادهی جدید، شرایط هوازی برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها فراهم آمد.

شکل ۳- برنامه جدید هوادهی و تزریق "ویناس»



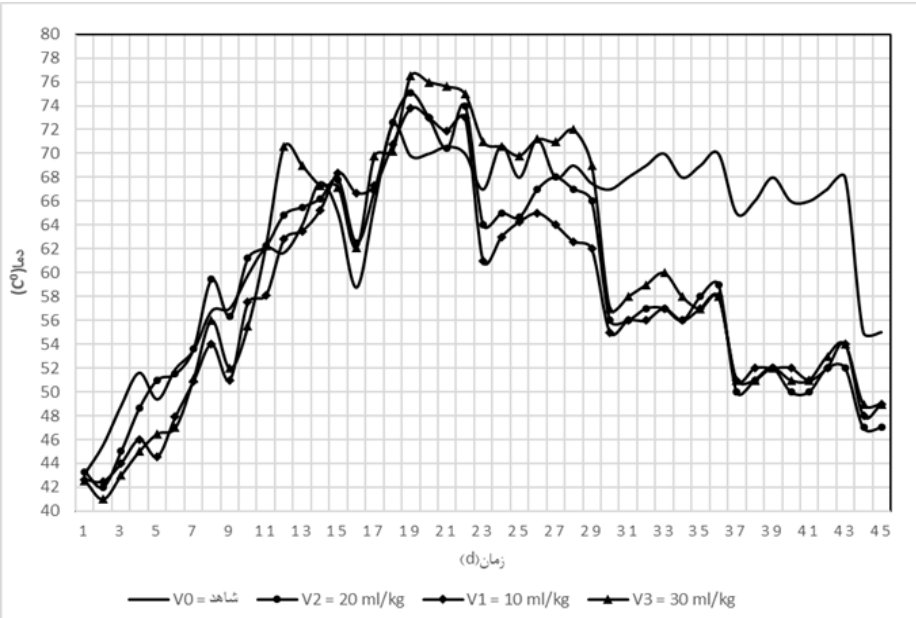
با توجه به هدف این تحقیق، با اندازه‌گیری دمای پشته‌ها، می‌توان به روند نزولی فعالیت میکروارگانیسم‌ها پی برد و مدت زمان لازم را برای هوادهی در جهت طی کردن دوره تجزیه سریع تعیین کرد. نحوه اندازه‌گیری دما به این ترتیب بود که در مقطع ثابتی از هر جفت پشته در عمق‌های ۲۰، ۶۰ و ۱۲۰ دما ثبت شده و در نهایت، دمای میانگین گزارش شده است. همچنین به جهت اندازه‌گیری میزان رطوبت در دو مقطع از پشته، نمونه‌هایی از عمق‌های ذکر شده با هم مخلوط و سپس به آزمایشگاه مجتمع آرادکوه ارسال شد. میزان رطوبت نیز، برابر وزن کم شده پس از حرارت‌دهی در ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت است.

نتایج

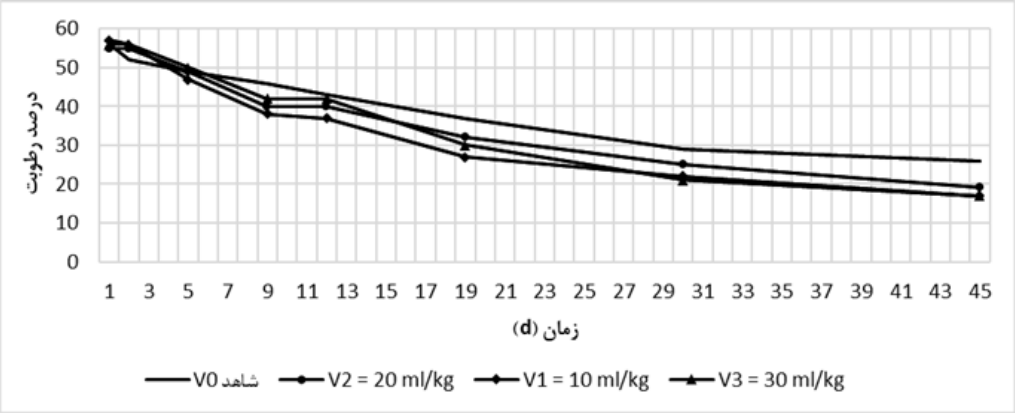
مرحله اول:

دما: نتایج حاصل از دماگیری‌های روزانه در نمودار۱ نشان داده شده است. در ابتدا در پشته‌هایی که "ویناس" اضافه شده بود، شاهد کاهش دما بودیم. این کاهش دما در پشته‌های V_1 و V_3 مشهودتر است. دمای پشته V_0 تا روز نهم، بالاتر از سه پشته دیگر باقی ماند تا اینکه با هوادهی دوم در روز نهم، پشته‌های تیمار، جهش دما را تجربه کردند. پس از هوادهی چهارم (روز بیست و سوم)، دمای پشته‌های تیمار، روند افزایشی خود را از دست دادند و به صورت ثابت درآمدند. در نهایت در روز سیام که هوادهی پنجم انجام شد، دمای پشته‌های تیمار، کاهش شدیدی پیدا کرد و دیگر افزایش نیافت و با شیب کمی تا رسیدن به دمای محیط رو به کاهش گذاشت، اما پشته V_0 تا روز سی و هفتم که هوادهی ششم رخ داد، کاهش دمای چشمگیری نداشت. این پشته هم در نهایت پس از گذشت چهل و چهار روز و انجام هوادهی هفتم، دچار افت دمای شدید شد و دمای آن پس از هوادهی افزایش نداشت.

رطوبت: تغییرات رطوبت پشته‌ها نیز در نمودار۲ نشان داده شده است. در روزهای ابتدایی به دلایل افزایش رطوبت به واسطه "ویناس" و کمتر بودن دما نسبت به پشته V_0 ، رطوبت پشته‌های تیمار بیشتر از شاهد بود. از روز نهم به دلیل افزایش دما در پشته‌های تیمار، رطوبت آنها کاهش پیدا کرد. در روز سیام که پشته‌ها برای انتقال به محل انباشت جمع‌آوری شدند، پشته V_3 کمترین رطوبت و V_0 بیشترین رطوبت را داشتند.



نمودار۱- تغییرات دمایی در مرحله اول

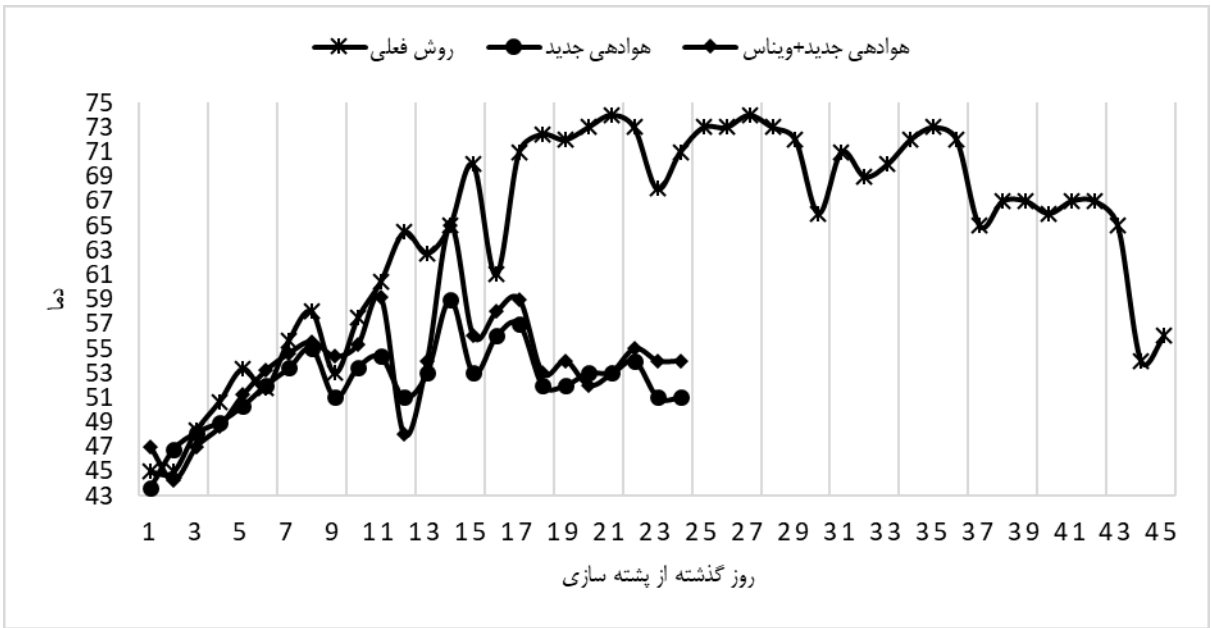


نمودار۲- تغییرات رطوبت در مرحله اول

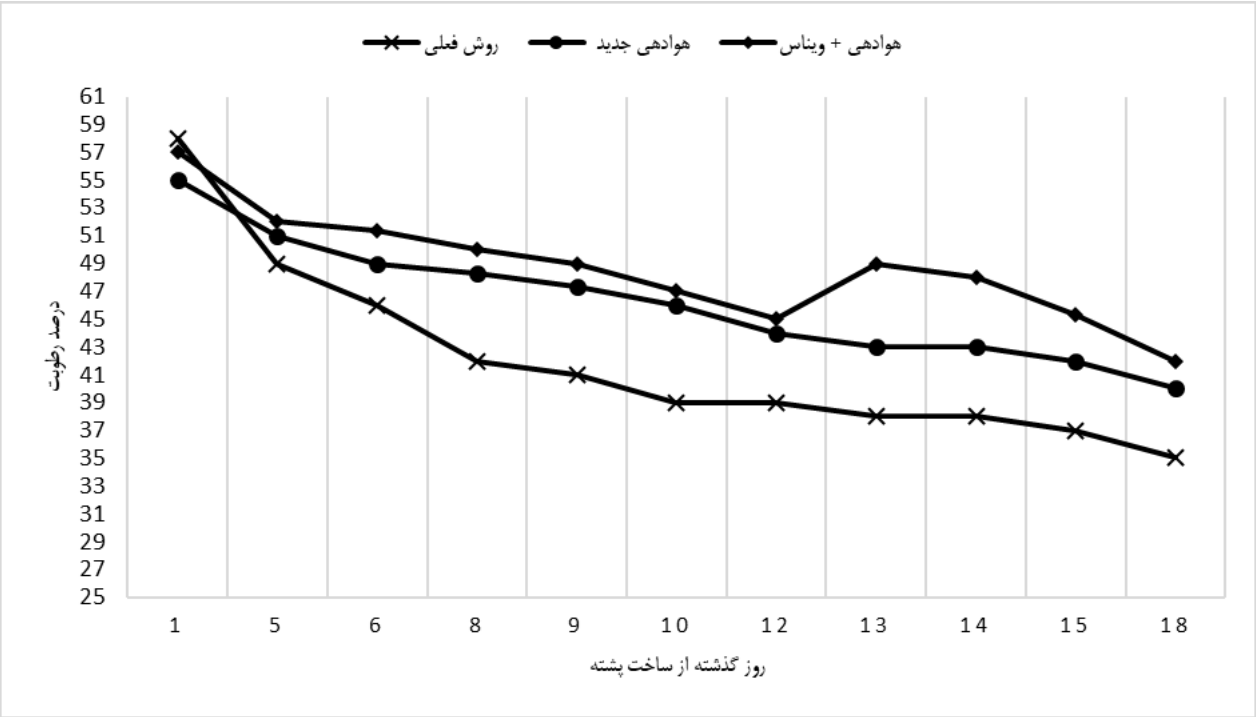
مرحله دوم:

دما: همانگونه که انتظار می‌رفت، پشته C بعد از گذشت ۴ روز به دمای ترموفیلیک (بیشتر از ۵۰ درجه سلیسیوس) رسید و تا روز هفدهم دمای آن سیر صعودی داشت. در نهایت پس از گذشت ۴۴ روز (هوادهی هفتم) دمای آن افت شدیدی پیدا کرده و دیگر افزایش نیافت، اما تغییرات دمای پشته‌های A و AV کاملاً متفاوت بود؛ به طوری که هر دو آنها در روز هجدهم پس از هفت مرحله هوادهی، افزایش دمای محسوسی نداشتند.

دمای پشته‌های A در روز ششم، بالای ۵۰ درجه سلیسیوس رسید و تا پایان دوره تجزیه سریع از سقف ۶۰ درجه سلیسیوس عبور نکرد. در ابتدا پشته‌های AV به دلیل از بین رفتن بافت سلولی میکروارگانیسم‌ها به واسطه افزایش شوری، دچار افت دما شدند، اما در روز پنجم دما به ۵۰ درجه سلیسیوس رسید و تا پایان دوره تجزیه سریع، بین ۵۰ تا ۶۵ درجه سلیسیوس حفظ شد. تغییرات دما در نمودار ۳ نشان داده شده است. در صورتی که حذف عوامل بیماری زا یا بذر علف‌های هرز مدنظر قرار گیرد، می‌توان پس از هوادهی ششم (روز پانزدهم) دیگر هوادهی انجام نداد تا دما به ۶۵ درجه سلیسیوس افزایش یابد و در روز بیست و یکم، پشته‌ها به محل انباشت منتقل شوند.



نمودار ۳- تغییرات دما در مرحله دوم



نمودار ۴- تغییرات رطوبت در مرحله دوم

رطوبت: تغییرات رطوبت پشته‌ها در نمودار ۴ نشان داده شده است. با افزایش دفعات هوادهی در روزهای آغازین پشته‌سازی، شاهد افزایش رطوبت یا به عبارتی، جلوگیری از کاهش رطوبت به وسیله نشر شیرابه بودیم. به دلیل نیروی ثقل و فشار لایه‌های بالایی، هر چه از سطح پشته به سمت عمق می‌رویم، رطوبت افزایش می‌یابد. به این ترتیب در روزهای ابتدایی در لایه‌های زیرین پشته، شیرابه جریان دارد؛ بنابراین افزایش دفعات هوادهی در پشته‌های A و AV، موجب زیر و رو شدن پشته و همگن‌سازی مجدد رطوبت در مقطع آن می‌شود که کاهش نشر شیرابه و حفظ بهتر رطوبت را به همراه دارد. اضافه شدن "ویناس" در پشته‌های AV نیز باعث بالاتر ماندن میزان رطوبت در پایان دوره هوادهی می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

مرحله اول:

دما: هدف این تحقیق، کاهش زمان تجزیه سریع پشته‌ها و در نتیجه، کاهش ماندگاری آنها در سایت هوادهی بود که این کار با توجه به تغییرات دمایی محقق شد. پشته‌هایی که به وسیله "ویناس" تیمار شدند، بسیار زودتر افت دما را تجربه کردند. این افت دما در جفت پشته V^{2} در روز بیست و پنجم رخ داد؛ در حالی که دمای میانگین پشته بدون تیمار "ویناس" تا چهل و سه روز پس از ساخت، بالای ۶۵ درجه سلیسیوس بود.

افزودن "ویناس" در مرحله اول باعث وارد شدن شوک آلی و تغییر در کلونی میکروبی شد که نتیجه آن، بالاتر بودن دمای میانگین پشته بدون تیمار بود. همچنین بالا بودن شوری "ویناس" موجب تخریب دیواره سلولی باکتری و اخلال در فعالیت آنها شد. این روند تا روز هشتم که دمای میانگین پشته‌های V^{2} بیشتر از پشته شاهد بود، ادامه پیدا کرد. در روز نهم که دومین هوادهی انجام و "ویناس" مرحله دوم نیز به پشته‌های تیمار اضافه شد، میانگین دمای آنها افزایش چشمگیری داشت. این افزایش در پشته‌های V^{3} باعث رد شدن دمای آن از مرز ۷۰ درجه سلیسیوس در روز دوازدهم شد. این درحالی است که در همین روز، دمای میانگین پشته‌های شاهد، ۶۲ درجه سلیسیوس بود.

با انجام هوادهی در روز شانزدهم، با توجه به دمای پشته‌ها، فعالیت میکروبی پشته‌های تیمار از پشته‌های شاهد بیشتر بود که بیانگر بالاتر بودن نرخ تجزیه مواد آلی است. در روز نوزدهم، دمای میانگین پشته‌های V^{3} به ۷۷ درجه سلیسیوس رسید و بعد از هوادهی در روز بیست و سوم، دمای آن کاهش چشمگیری نداشت، اما پشته‌های V^{2} و V^{1} بعد از

هوادهی، افت دمای قابل توجهی داشتند. سرانجام با هوادهی پنجم در روز سیام، دمای آنها در حدود ۵۵ درجه سلیسیوس باقی ماند و دیگر افزایش نیافت. پشته‌های v^{3} به دلایل بالابودن میزان مواد قابل تجزیه (بیشتر بودن درصد افزودن "ویناس") و افزایش بیش از حد دما، دیرتر از چهار پشته تیمار دیگر دچار کاهش دما شدند و ثابت شد که پشته‌های شاهد نیز در نهایت در روز چهل و چهارم که هوادهی مرحله هفتم رخ داد، به دمای ۵۵ درجه سلیسیوس رسیدند و پس از آن دما در همین محدوده باقی ماند.

رطوبت: نتایج حاصل از اندازه‌گیری رطوبت در پشته‌های تیمار نشان داد که افزودن " ویناس" به طور کل در یک دوره ۴۵ روزه، موجب کاهش رطوبت در پشته‌ها به دلیل افزایش فعالیت باکتری‌ها و دمای میانگین می‌شود. رطوبت پشته‌های v^{0}، v^{1}، v^{2}، v^{3} در روز چهل و پنجم، به ترتیب برابر ۱۷،۱۷،۱۹،۲۶درصد بود، اما اگر دوره تجزیه سریع پشته‌های تیمار را ۳۰ روز در نظر بگیریم (که پس از آن دیگر دمای پشته‌ها افزایش نیافت)، رطوبت این پشته‌ها نسبت به رطوبت ۴۵ روزه پشته شاهد، تغییر چندانی نداشته است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که رطوبت اضافی ناشی از افزودن "ویناس" به دلیل افزایش حرارت تبخیر شده است.

مرحله دوم:

دما: یکی از مهم‌ترین عواملی که بر دمای پشته تأثیرگذار بوده، فعالیت میکروارگانیسم‌ها است. سایر عوامل شامل حجم توده، تخلخل، دمای محیط، رطوبت و روش هوادهی هستند. در این مرحله، هوادهی پرتعداد و فشرده باعث می‌شود تا ضمن تأمین اکسیژن موردنیاز فعالیت هوازی، پشته، تهویه مناسبی داشته باشد و دمای آن تنظیم شود. بدین ترتیب، پشته‌های تیمار، دمای کمتری نسبت به شاهد داشتند. کنترل دما در محدوده بهینه، یکی از عواملی است که موجب تجزیه سریع‌تر مواد آلی می‌شود و مدت زمان کمپوستینگ را کاهش می‌دهد.

رطوبت:پایین‌تر بودن دمای پشته‌های تحت تیمار نسبت به شاهد، مهم‌ترین علتی است که موجب شده تا رطوبت آنها بالاتر باشد. حفظ رطوبت در پشته، موجب بهبود فعالیت میکروارگانیسم‌ها و تجزیه بهتر مواد آلی و بدین ترتیب، باعث کوتاهتر شدن فرآیند تجزیه سریع می‌شود.

نتایج آنالیز شیمیایی مرحله دوم در جدول ۳ نشان داده شده است. نسبت کربن به نیتروژن پایین‌تر پشته‌های تحت تیمار، نشان از کامل شدن فرآیند در مدت زمان کوتاه انباشت است. پشته‌ای که "ویناس" به آن زده شد، به علت pH پایین ویناس، pH نهایی پایین‌تری دارد.

جدول ۳- نتایج آنالیز شیمیایی و مقایسه آن با استاندارد

ردیف	عامل	واحد	استاندارد کود درجه ۱	مقدار		
				روش فعلی (C)	هوادهی جدید (A)	هوادهی جدید + ویناس(AV)
۱	درصد مواد آلی	%	حداقل ۳۵ درصد	۳۴,۰۷	۵۰,۲	۴۱,۲
۲	درصد کربن آلی	%	حداقل ۲۵ درصد	۲۰,۳۴	۲۹,۱۲	۲۳,۹
۳	ازت کل	%	۱,۶۶-۱,۲۵	۱,۱۲	۱,۵۶	۱,۳۵
۴	C/N	-	۲۰-۱۵	۲۰,۹۷	۱۸,۶۶	۱۷,۷
۵	درصد خاکستر	%	حداکثر ۵۰ درصد	۵۴,۶۵	۴۶,۶۵	۵۳,۱۷
۶	درصد رطوبت	%	حداکثر ۱۵ درصد	۲۱,۳	۲۳,۶	۲۵,۱
۷	هدایت الکتریکی	Ds/m	حداکثر۸	۵,۵۱	۴,۵	۶,۴۱
۸	pH	***	۸-۶	۷,۶۵	۷,۶۳	۶,۶۸
۹	CEC	meq/100gr	۱۰۰<	۳۴	۳۰,۵	۳۴
۱۰	پتاسیم	%	۱,۸-۰,۵	۰,۵	۰,۷۶	۰,۵۵
۱۱	فسفر	%	۳,۸-۱	۰,۶۲	۰,۷	۰,۵۷

منابع:

[۱]	Municipal solid waste management and waste-to-energy in the context of a circular" .economy and energy recycling in Europe," *Enenrgy*, no. ۱۴۱, pp. ۲۰۱۳-۲۰۴۴, ۲۰۱۷
[۲]	م. ف. س. ف. ج. م. ی. بادی، "مدیریت کمپوست در ایران: فرصت ها و چالش ها،" مجله مهندسی بهداشت محیط, شماره ۳، ۲۲۳ .p، ۱۳۹۴.
[۳]	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، "کمپوست - ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی،" استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۱۶، شماره ۱.
[۴]	l. Ruggieri, T. Gea, M. Mompeo´, T. Sayara and A. Sa´nchez, "Performance of different systems for the composting of the source-selected organic fraction of municipal solid .waste," *Biosystem engineering*, no. ۱۰۱, pp. ۷۸-۸۶, ۲۰۰۸
[۵]	D. Hoornweg and P. Bhada-Tata, "What a Waste: A globale review of solid waste .[management," World Bank, ۲۰۱۲. [Online]. [Accessed march ۲۰۱۲
[۶]	سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران، "گزارش انالیز فیزیکی سال ۱۳۹۶،" شهرداری تهران، تهران، ۱۳۹۶.
[۷]	M. J. Diaz, E. Madejon, F. Lopez, R. Lopez and F. Cabrera, "Optimization of the rate vinasse/grape marc for co-composting process," *Process Biochemistry*, no. ۳۷, pp. ۱۱۴۳-۱۱۵۰, ۲۰۰۲.
[۸]	E. Madejon, M. J. Diaz, R. Lopez and F. Cabrera, "Co-composting of sugarbeet vinasse: in¯uence of the organic matter nature of the bulking agents used," *Bioresource .Technology*, no. ۷۶, pp. ۲۷۵-۲۷۸, ۲۰۰۱
[۹]	Composting of vinasse and" ,F. Cabrera و M. J. Diaz, E. Madejon, F. Lopez, R. Lopez ,*Resources, conservation and recycling* ",cotton gin waste by using two different systems .pp. ۲۳۵-۲۴۸, ۲۰۰۲ ,۳۴ شماره
[۱۰]	m. b. Jensen, j. Møller and C. Scheutz, "Assessment of a combined dry anaerobic digestion and post-composting Assessment of a combined dry anaerobic digestion and post-composting material and substance flow analysis and life cycle inventory," *waste .management*, ۲۰۱۷

مقایسه مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی در ایران و سایر کشورهای دنیا

چکیده

هومن غلامپور ارباستان،
دانشجوی دکتری مهندسی محیطزیست، دانشگاه تهران

سعید گیتی‌پور:
استاد گروه مهندسی محیطزیست،دانشکده فنی ، دانشگاه تهران، ایران

سعید مرادی کیا:
دانشجوی دکتری مهندسی محیطزیست، دانشکده فنی ، دانشگاه تهران، ایران

رضا نقوی:
دانشجوی دکتری مهندسی محیطزیست، دانشکده فنی ، دانشگاه تهران، ایران

تحقیقات نشان می‌دهد که سهم پسماندهای خطرناک خانگی از جریان پسماند شهری در بازه (۰,۱۲-۱۰) درصد وزنی است. هدف از انجام این پژوهش، بررسی مطالعات داخلی مرتبط با شناسایی و مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی در یک دهه گذشته و مقایسه آن با دیگر کشورهای دنیا است. در بررسی حاضر، ۱۰پژوهش داخلی و ۲۰پژوهش بین المللی در زمینه مدیریت و بررسی پسماند خطرناک خانگی مورد بررسی قرار گرفته که در آنها به بررسی میزان تولید، ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی، قوانین مرتبط با مدیریت و کاهش این دسته از زائدات و همچنین شیوه مدیریت آنها پرداخته شده است.

نتایج پژوهش، گویای آن است در مطالعات داخلی، بر خلاف مطالعات صورت پذیرفته در دیگر مناطق دنیا، ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی در ایران با روش های مشابه پژوهش های خارجی مورد بررسی قرار نگرفته و عواملی همچون مسائل اقتصادی و تأثیرات فصلی روی ترکیب این دسته از پسماندها نادیده گرفته شده است. علاوه بر این، قوانین مدیریت پسماند ایران، در زمینه جزء ویژه خانگی دارای نقص و کلی‌گویی است. همچنین به دلیل عدم جداسازی و دفع این مواد با دیگر پسماندهای شهری، آثار زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی حضور این مواد در جریان پسماند شهری مشخص نیست.

کلید واژه ها:
پسماند خطرناک خانگی، جزء ویژه خانگی، مدیریت پسماند، قوانین مدیریت پسماند

مقدمه

پسماندهای خانگی، به زائدات ایجاد شده از منابع خانگی اطلاق می‌شود. این دسته از زائدات به تنهایی بیش از دوسوم کل جریان پسماند شهری را شامل می‌شوند که بخش اعظم آن در محل های دفن زباله شهری دفع می گردد. بخش کوچکی از این دسته پسماندها (به طور معمول ۰,۱۲ تا ۱,۸۸ درصد وزنی) به عنوان پسماندهای خطرناک خانگی تعریف می‌گردد(Adamcová et al., 2016, p 487-493).

ارگان‌ها و سازمان‌های مختلف در سراسر دنیا، تعاریف گوناگونی را از پسماندهای خطرناک خانگی ارائه داده اند. براساس قوانین سازمان حفاظت محیطزیست ایالات متحده آمریکا (EPA)۱،به دورریزهای خانگی که حاوی ترکیبات خورنده، سمی، قابل اشتعال یا واکنش‌پذیر در ساختار خود هستند، پسماندهای خطرناک خانگی گفته می‌شود(USEPA2005).

با وجود میزان کم، این دسته از پسماندها به دلیل داشتن ترکیبات سمی فراوان، می‌توانند آثار مخرب فراوانی بر محیطزیست و سلامت انسان‌ها بگذارند. در این پژوهش، بناست علاوه بر بررسی روش‌های تعیین ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی و سرانه تولید، قوانین مرتبط با مدیریت این دسته از پسماندها در ایران و دیگر مناطق جهان، نحوه مدیریت و جمع‌آوری و آثار زیست‌محیطی حضور این مواد در مراکز دفن مورد توجه قرار گیرد.

پیشینه پژوهش

در سالیان اخیر، به پسماندهای خطرناک خانگی توجه بسیاری شده است. در این سال ها، مقالاتی در زمینه تعیین ترکیب، میزان سرانه تولید، قوانین مرتبط، روش‌های جمع‌آوری و دفع صحیح انجام پذیرفته است. تنها در یک مقاله مروری نحوه مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی مورد بررسی قرار گرفته است.

در سال ۲۰۱۵ "اینگلیزاکیس" در پژوهش خود، مروری بر مقالات گذشته در زمینه مدیریت پسماندهای

1-Environmental Protection Agency

خطرناک خانگی ارائه داد(Inglezakis and Moustakas ۳۲۱-۳۱۰ ,p ۲۰۱۵). این پژوهش، منجر به توجهات بیشتر این دسته از پسماندها و تألیف مقالات بیشتری در این زمینه شد. در داخل کشور، جای خالی پژوهش در این زمینه حس می‌شود تا با مروری بر کارهای صورت گرفته، راه را برای پژوهش‌های آتی روشن کند.

روش شناسی

در این مطالعه مروری با استفاده از کلیدواژه های Household Hazardous Waste، Management Waste، Leg-islations، Policy،SpecialWaste، پسماندهای خطرناک خانگی، زائدات ویژه، جزء ویژه و آثار زیست‌محیطی، مقالات مرتبط در بازه زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۸ شمسی مصادف با ۲۰۰۷-۲۰۲۰ میلادی در پایگاه های اینترنتی Scholar Google، Science Direct، Elsevier ، gate Research، Magiranو SiD و همچنین آرشیو مجلات مدیریت شهری و روستایی، محیط شناسی، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیطزیست و سیویلیکا جست و جو شده و مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته اند.

با توجه به موارد فوق، تعداد ۲۰پژوهش خارجی و ۱۰پژوهش داخلی مرتبط با موضوع یافت شد. از این تعداد، سهم پژوهش‌های مرور تعاریف و قوانین مرتبط با مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی ۳۰پژوهش(۱۰داخلی و ۲۰بین‌المللی)، بررسی ترکیب و میزان سرانه تولید این زائدات (۵ مقاله داخلی و ۱۲ مقاله بین‌المللی)، ۱۱ پژوهش (۶ بین‌المللی و ۵ داخلی) و مابقی سهم مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی و مطالعه تأثیرات زیست‌محیطی دفن پسماند خطرناک خانگی است.

تجزیه و تحلیل داده ها

در این بخش به بررسی مقالات در زمینه تعیین درصد و ترکیب، قوانین مربوط به مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی در داخل و خارج از کشور، روش‌های مختلف به کار گرفته شده در کشورهای مختلف در جهت جمع‌آوری و دفع بهینه این دسته از پسماندها در کشورهای دیگر، نحوه مدیریت جزء ویژه خانگی در داخل کشور و آثار دفع همزمان آن بر محیطزیست پرداخته شده است.

۱. تعیین درصد و ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی

ترکیب پسماند در کشورها، شهرها و حتی در مناطق مختلف یک شهر می‌تواند متفاوت باشد. بر اساس پژوهشی که توسط "زورپاس" و همکارانش در سال ۲۰۱۵ میلادی صورت پذیرفت، مشخص شد که عواملی نظیر فرهنگ، اقتصاد، پیشرفتگی، اقلیم و منابع انرژی روی ترکیب پسماند اثر خواهد گذاشت؛ همچنین نیاز به جمع‌آوری پسماند، تکرر برنامه جمع‌آوری و دفع پسماند نیز متأثر از ترکیب پسماند خواهد بود به دلیل اینکه پسماندهای(Zorpas et al., 2015 p 3-11) خطرناک خانگی، درصد کمی از جریان پسماند شهری را تشکیل می‌دهند و همچنین گستردگی و دسته‌بندی‌های متنوعی برای این مواد وجود دارد، مطالعات اندکی روی تعیین ترکیب این گروه از پسماندها، چه در داخل و چه در خارج از کشور انجام شده است. مقالات و پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه تعیین میزان و ترکیب پسماندهای خطرناک را می‌توان به دو دسته کلی طبقه‌بندی کرد. در دسته اول، پژوهش‌هایی قرار دارند که به تعیین ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی پرداخته اند که این خود شامل محل تولید آنها در منزل، نوع خطرزایی یا تفکیک پسماندهای خطرناک خانگی بر اساس فهرست های مختلف است. در این زمینه، چندین پژوهش خارجی به صورت مقاله و گزارشی توسط اتحادیه اروپا موجود بوده و در زمینه پژوهش‌های داخلی نیز پایان نامه‌ای در مشهد مقدس، یک مقاله فارسی در مورد پسماند خطرناک خانگی شهر اهواز و همچنین سه مقاله انگلیسی مربوط به شهرهای امیرکلا بابل، اصفهان و منطقه ۲ شهرداری تهران وجود دارد که در ادامه به بررسی هر یک پرداخته می‌شود.

در پژوهش نخست، در سال ۲۰۰۷ "دلگادو"و همکارانش به بررسی ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی در دو منطقه مکزیکو سیتی پرداخته‌اند. بدین منظور آنها ناحیه‌های تحت مطالعه را بر اساس معیارهای اقتصادی-اجتماعی به سه دسته کم درآمد، با درآمد متوسط و پردرآمد دسته بندی کردند پس از آن، خانوارهایی از هرکدام از این طبقات مورد بررسی قرار گرفتند.

در گام بعد، در منطقه مکزیکالی (Mexicali)، آنالیز تولید پسماند در مدت هفت روز انجام پذیرفت، اما در محله "کوئیتزئو باسین" (Basin Cuitzeo) ۶ شهرداری به منظور نمونه‌گیری انتخاب شدند که آنالیز در هرکدام به مدت یک روز انجام شد.

در گام نهایی نیز پسماندهای خطرناک خانگی در ۸ گروه مجزا

جداسازی، توزین و درصد هر کدام به تفکیک مشخص شد. بر اساس این مطالعه در مناطق شمالی شهر ۳/۷٪ از پسماندهای شهری، شامل پسماندهای خطرناک خانگی است که بیشترین سهم متعلق به شوینده‌ها با ۲۹/۲٪ بوده، اما در مناطق مرکزی شهر، سهم بخش خطرناک خانگی فقط ۱/۰۳٪ از پسماند شهری بوده که از این میزان، ۳۹٪ پاک‌کننده‌ها هستند.

بر اساس نتایج این پژوهش، ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی تولیدی در این دو منطقه با یکدیگر، تفاوت محسوسی داشته و میزان تولید این دسته از پسماندها با میزان درآمد ساکنان نسبت عکس دارد.

در پژوهشی دیگر که توسط "اتونیل" و همکاران در سال ۲۰۰۸ میلادی(Otoniel et al., 2008 p 2-6) در منطقه‌ای دیگر از مکزیکو به‌نام مورلیا (Morelia) انجام شده است، پسماند خطرناک خانگی غالب، پاککنندههای خانگی با ۳۴/۹٪ و پس از آن مراقبت‌کننده‌های فردی با ۲۶/۶درصد قرار دارند. بر خلاف نتایج به دست آمده در پژوهش پیشین، نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان داد که میزان تولید پسماندهای خطرناک خانگی با میزان درآمد ساکنان نسبت مستقیم دارد.

در پژوهشی دیگر در سال ۲۰۱۴ میلادی، " گو "و همکاران(Gu et al., 2014 p 2414-2423) به بررسی میزان و ترکیب پسماند خطرناک خانگی در شهر "سوژوی" (Suzhou) چین پرداختند. روش نمونه‌گیری از درب منازل برای ۱۴۰ خانوار چینی در ۴ فصل سال، در دستور کار این مطالعه قرار گرفت. نتایج این بررسی حاکی از آن است که درصد عمده این دست از پسماندها را پاک‌کننده‌های خانگی (۲۳/۳۳ درصد)، داروهای استفاده نشده (۱۷/۶۷٪) و محصولات بهداشت فردی (۱۵/۱۹ درصد) تشکیل می‌دهند. لازم به ذکر است که در برخی مقالات، به ترکیب کلی پسماندهای خطرناک خانگی اشاره نشده ، اما به تفکیک یکی از اقلام پسماندهای خطرناک خانگی پرداخته شده است؛ به عنوان مثال، در پژوهشی در سال ۲۰۱۳، "بیگام" و همکارانش (Bigum et al., 2013 p-2380)به بررسی حضور پسماند تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی پرداخته‌اند این مقالات به بررسی تفکیک پسماندهای خطرناک خانگی بر اساس فهرستی از اجزا پرداخته‌اند.

در پژوهشی که توسط "ثایب" و همکارانش در سال ۲۰۱۴ انجام پذیرفت(Chaib et al., ۲۰۱۴ p ۱۳۵۱۷-۱۳۵۲۳)، به بررسی مکان نگهداری پسماندهای خطرناک خانگی در منزل پرداخته شد. بر این اساس، بیشترین سهم مربوط به گاراژ منازل (که در ایران می‌تواند به انباری و پارکینگ خانه‌ها اطلاق شود) با ۳۰ درصد بوده و کمد یا کابینت، آشپزخانه و حمام به ترتیب با ۲۱، ۱۳ و ۹ درصد در رده‌های بعدی قرار دارند.

در نوعی دیگر از مقالات مرتبط با تعیین ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی، فیکری و همکارانش به تفکیک این‌گونه از پسماندها از لحاظ نوع خطرزایی پرداختهاند. بر این اساس، پسماندهای خطرناک خانگی شهر "سمارانگ" اندونزی به چهار دسته عفونی، سمی، قابل‌اشتعال و خورنده تقسیم بندی شده که سهم هر یک به ترتیب ۷۹، ۱۳٫۶ و ۲ درصد برآورد شده است(Fikri et al., 2018 p 3-6)

در داخل کشور نیز پژوهش‌ها و آزمایش‌هایی در زمینه ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی صورت پذیرفته است. این پژوهش‌ها در دو بخش کلی قابل طبقه‌بندی هستند. بخش نخست، مقالات و پژوهش‌هایی هستند که صرفاً به ذکر سهم این دسته از پسماندها از جریان پسماند شهری اکتفا کرده‌اند؛ به‌عنوان نمونه، "امیراصلانی" و همکارانش در سال ۱۳۹۰ میزان تولید پسماندهای خطرناک خانگی را در حدود ۰/۵ الی ۱ درصد از کل جریان پسماند برآورد نموده‌اند (امیراصلانی و همکاران، ۱۳۹۰، ص۱-۲). این در حالیست که فقط یک سال بعد، "کوهنی" و همکارانش در سال ۱۳۹۱ میزان پسماندهای خطرناک خانگی را در بازه ۰/۷ تا ۱/۳ درصد از پسماند شهری در نظر گرفته‌اند(کوهنی و همکاران، ۱۳۹۱، ص۱).

از سال ۱۳۹۱ پژوهش‌هایی در داخل کشور روی ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی به روش تفکیک بر اساس فهرستی از پسماندهای خطرناک خانگی، (در قالب مقالات فارسی، پایان نامه کارشناسی ارشد و همچنین مقالات انگلیسی) آغاز شد که در ادامه به آنها خواهیم پرداخت.

مطالعات در ایران، با پژوهش ضیایی و همکارانش در سال ۱۳۹۰آغاز شد. آنها در این تحقیق به بررسی ترکیب این پسماندها در منطقه ۲ شهرداری تهران، در دو مقطع زمانی در فصل تابستان و زمستان پرداختند. بر اساس گزارش آنها میزان تولید در فصل زمستان از تابستان بیشتر بوده و سهم این دسته از پسماندها از جریان پسماند شهری، حدود ۱۰ درصد برآورد شده است(Ziaee et al., ۲۰۱۲ p ۶۷۶-۶۸۳).

در سال ۱۳۹۱ "تکدستان" به بررسی ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی در شهر اهواز اقدام کرد. این پژوهش بر اساس روش‌های اسنادی-میدانی صورت گرفته است. این بدان معناست که پس از بررسی و مطالعه تمامی اطلاعات موجود کتابخانه‌ای، بررسی‌های میدانی در هشت منطقه شهرداری شهر اهواز صورت گرفت و نیز ارائه پرسشنامه به شهروندان و مسئولان مدیریت پسماند شهر اهواز در جهت تعیین ترکیب پسماند خطرناک خانگی در این منطقه صورت پذیرفته است.

بر این اساس، مشخص شد که میزان تولید این دسته از پسماندها به طور میانگین ۰/۰۵ درصد تمامی پسماند شهری اهواز است (تکدستان و همکاران، ۱۳۹۱، ص۵). پس از این پژوهش، "امیر استادی" در سال ۱۳۹۳ در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود، به بررسی ترکیب این دسته از پسماندها در شهر مشهد، در چهار فصل سال در مبدأ تولید و مقصد پرداخت. نتایج بررسی‌های او حاکی از آن است که بیشترین میزان تولید در فصل زمستان و کمترین آن در پاییز است؛ همچنین نزدیک به ۳۵ درصد از پسماندهای از این دسته را پاک‌کننده‌های خانگی تشکیل می‌دهند(استادی، ۱۳۹۳، ۱۱۷-۱۲۱).

سال بعد "عمویی" و همکارانش به بررسی و تحقیقی مشابه

در منطقه امیرکلای شهر بابل در استان مازنداران پرداختند. بدین منظور، نمونه‌گیری از ۱۵۰ خانواده در ماه‌های میانی فصول تابستان و زمستان صورت پذیرفت که بر اساس نتایج به دست آمده بر خلاف پژوهش پیشین، میزان تولید پسماندهای خطرناک خانگی در تابستان بیشتر از زمستان برآورد شد(Amouei et al. ۲۰۱۴ p ۸-۱۴).

در آخرین بررسی انجام گرفته در کشور، تحقیقاتی بر روی ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی شهر اصفهان در ۴ فصل سال توسط "پورزمانی" و همکارانش صورت پذیرفت. نتایج حاصل از این پژوهش که با نمونه‌گیری از پسماند موجود در کارخانه کمپوست اصفهان در فصول مختلف سال انجام گرفت، بیانگر آن است که بیشترین میزان تولید این دسته از پسماندها به ترتیب مربوط به فصول پاییز، زمستان، بهار و تابستان بوده است؛ همچنین سرانه تولید برای هر اصفهانی به صورت میانگین ۲,۷۴ گرم در روز برآورد شده است (Pourza-mani et al., ۲۰۱۹ p ۳۴-۳۷).

در نوع دیگری از پژوهش‌های انجام گرفته، محققان فقط به میزان تولید و سهم پسماند خطرناک خانگی از جریان کلی پسماند شهری اکتفا کرده‌اند. در جدول شماره ۱ میزان سرانه و سهم این‌گونه از پسماندها در جریان پسماند شهری اشاره شده است. بر این اساس، سهم تولید این پسماندها از جریان پسماند شهری در پژوهش‌های خارجی، از ۰/۲ تا ۵/۷ درصد می‌تواند متفاوت باشد و همچنین سرانه تولید نیز مقادیر ۰/۴ تا ۵۰/۸۹ گرم متفاوت است.

سهم پسماندهای خطرناک خانگی در پژوهش‌های داخلی در بازه ۰/۰۵تا ۱۰ درصد و سرانه نیز بین ۲,۴۳ تا ۳,۳۵ گرم می‌تواند متفاوت باشد.

جدول ۱ - سرانه و سهم پسماند خطرناک خانگی از جریان پسماند شهری در برخی مطالعات گذشته

منبع	درصد پسماند خطرناک خانگی	مکان پژوهش	منبع	سرانه تولید (گرم در روز)	مکان پژوهش
(Fikri et al. 2018)	۵,۷	سمارانگ اندونزی	(Delgado et al. 2007)a northern region)bordering with the USA	۵۰,۸۹	مکزیکالی، مکزیک
northern Delgado et al. 2007)a) USA the with bordering) region	۳,۷	مکزیک	Chaib, Ham-) ouda, and M.A (2014	۲۵	ایالت جنوبی مالزی
(Adamcová et al. 2016)	۲,۰۴۷	جمهوری چک	Iswanto et) (al. 2019	۱۳,۸۹	دانمارک
(Eisted and Christensen 2011)	۱,۲	گرین لند	Yasuda &) (Tanaka., 2006	۵,۴۸	ژاپن
(Gendebien et al. 2002)	۱	ایتالیا	Gu et al.) (2014	۶,۱۶	سوژی چین
(Pourzamania et al. 2019)	۰,۶	اصفهان	Iswanto et) (al. 2019	۲,۴۴	سلمن اندونزی
(Amouei et al. 2014)	۰,۳	امیرکلا بابل	Gendebien) (et al. 2002	۰,۴	یونان

۲. قوانین مربوط به مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی

در این بخش به قوانین مرتبط با مدیریت پسماند خطرناک خانگی در اتحادیه اروپا، ایالات متحده آمریکا و سپس قوانین داخلی می‌پردازیم.

۲. ۱. قوانین اتحادیه اروپا

در این بخش به قسمت‌هایی از دستورالعمل پسماند خطرناک[1] (HWD) که مرتبط با جزء خطرناک خانگیست، پرداخته می‌شود.

دستورالعمل پسماند خطرناک (EEC/۹۱/۶۸۹)

ماده ۱ (۵): پسماندهای خانگی باید از مقررات این دستورالعمل معاف شوند. شورا طبق درخواست کمیسیون باید قوانینی را جهت توجه ویژه به پسماندهای خانگی تا پیش از پایان سال ۱۹۹۲ میلادی تصویب کند.

ماده۲ (۲): دسته‌های گوناگون پسماندهای خطرناک یا حتی پسماندهای خطرناک و بی‌خطر نباید با یکدیگر مخلوط شوند.

پیوست IA: پسماندهایی که هریک از خصوصیات موجود در پیوست شماره III را نشان دهد و شامل : ۲. داروها، مؤلفه‌های پزشکی و دامپزشکی، ۳. محافظت کننده‌های چوب، ۴. آفتکش‌ها و حشره‌کش‌ها، ۵. پسماندها و اضافات مواد مصرف شده نظیر حلال‌ها، ۸. روغن‌های معدنی و مواد روغنی، ۹. آب/روغن، ترکیبات هیدروکربنی و آب و امولوسیون‌ها، ۱۲. جوهر، رنگ، رنگدانه، رنگ، لاک، لاک الکل، ۱۳. رزین‌ها، لاتکس، پلاستیزایسرها، چسب‌ها و سریش‌ها، ۱۶.مواد شیمیایی عکاسی نیز ممکن است جز مواد خطرناک دسته‌بندی شوند.

پیوستIB(۳۹): موادی که از جمع‌آوری انتخابی پسماندها از منازل حاصل می‌شوند و ممکن است از خود، ویژگی‌هایی را که در پیوست III ارائه شده است، نشان دهند، می‌توانند جزء پسماندهای خطرناک طبقه‌بندی شوند.

پیوستIB (۴۰): هر نوع دیگری از پسماند، شامل لیست پیوست II و دارای خواص موجود در پیوست III.

پیوستII: ترکیبات پسماندی که در پیوست IB آنها را در زمره پسماندهای خطرناک قرار می‌دهد، شامل C۵: ترکیبات نیکل، C۶: ترکیبات مس، C۷: ترکیبات روی، C۸: ترکیبات آرسنیک، C۱۱: کادمیم و ترکیبات آن، C۱۶: جیوه و ترکیبات آن، C۱۸: سرب و ترکیبات آن، C۲۱: سیانیدهای غیرآلی، C۲۳: اسیدها در فرم محلول یا جامد، C۲۴: بازها در فرم محلول یا جامد، C۳۳: ترکیبات پزشکی و دامپزشکی،C۳۴: حشره‌کش‌ها، C۳۶: محافظ چوب C۳۹: فنولی و ترکیبات فنولی،C۴۰: حلال‌های هالوژنه شده،C۴۱: حلال‌های آلی دیگر، C۴۲: ترکیبات هالوژنه آلی، C۴۳: ترکیبات آروماتیک، چندحلقه ای و هم‌حلقه ای، C۴۴/۴۵: آمینه‌های آروماتیک و C۵۱: هیدروکربن‌ها.

1-Hazardous Waste Directive

پیوستAAA: خواصی که پسماندها را به جزء خطرناک تبدیل می‌کنند، مانند H۱: منفجره، H۲: اکسیدکننده، H۳: به شدت اشتعالزا H۳B: اشتعال‌پذیر، H۴: محرک و سوزش‌آور، H۵: مضر، H۶: سمی، H۷: سرطان‌زا، H۸: خورنده H۱۲: مواد و آماده‌سازهایی که گازهای سمی از خود منتشر می‌کنند، H۹: عفونی، H۱۰: تترارکانیک، H۱۱: موتاژنیک، H۱۳: مواد یا آماده‌سازهایی که بعد از دفع نهایی، مواد خطرناک ایجاد می‌کنند و H۱۴: اکوتوکسیک.

- همان‌طور که در قسمت فوق قابل مشاهده است، تعاریف مبهم و گیج‌کننده‌ای در زمینه منبع پسماند وجود دارد. مراجعه به پسماند تولیدی در خانه۲ در ماده ۱(۵) و پسماند خانگی۳پیوست IB(۳۹) نشان می‌دهد با وجود اینکه پسماند خطرناک تولیدی در منابع خانگی از طبقه بندی پسماند خطرناک مستثنی شده است، بخش جداگانه جمع‌آوری شده شهری، (آن دسته که در مراکز بازیافت پسماندهای خانگی جمع‌آوری شده است) معاف نشده است؛ به علاوه، هیچ معیاری برای جدایی از تمام عناصر پسماندهای شهری از پسماندهای غیر خطرناک، ارائه نشده و دفن همزمان پسماند خطرناک خانگی (که در ابتدا به عنوان پسماند غیرخطرناک شهری، جداگانه جمع‌آوری شده‌اند) با پسماند غیرخطرناک، مجاز تلقی شده است (Slack et al., 2009 p 36-42)

۲. ۲. قوانین مدیریت پسماند خطرناک خانگی طبق EPA

طبق تعریف ارائه شده توسط سازمان حفاظت محیطزیست ایالات متحده آمریکا[4](EPA)و قانون حفاظت و بازیابی منابع[5](RCRA) به زبان ساده، پسماند خطرناک، پسماندی است که دارای خواص و مشخصاتی دارد که آن را خطرناک یا دارای قابلیت ایجاد تأثیرات مضر بر سلامت انسان یا محیطزیست می‌کند. بر این اساس، تمامی پسماندهای خطرناک طبق RCRA می‌باید طبق دستورالعمل‌های موجود در زیر بخشC۶[6] شناسایی و مدیریت شوند.

مواد و پسماندهایی که به دلایلی، جزء یکی از پسماندهای خطرناک نباشند، چون در چهارچوب تعریف‌های پسماندهای خطرناک قرار نمی‌گیرند، از قانون RCRA زیر بخش C خارج می‌شوند. پسماندهای خطرناک خانگی و ۱۴ گونه مختلف پسماند با وجود خطرناک بودن از این تعریف مستثنی شده‌اند. توضیحات قانون RCRA برای پسماندهای خطرناک خانگی بعنوان یکی از این استثنائات به شرح زیر است:

پسماند خطرناک خانگی

خانه‌دارها، اغلب پسماندهایی تولید می‌کنند که از لحاظ فنی می‌توانند جزء پسماندهای خطرناک باشند (مانند حلال‌های کهنه،

2-Domestic
3-Household
4-Environmental Protection Agency
5-Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)
6-Subtitle

رنگ‌ها، حشره‌کش‌ها، کودها یا سموم)، اما مکلف کردن شهروندان در آمریکا (که ممکن است هر از چندگاهی، یک قوطی رنگ یا یک بطری سم موش را دور بیندازند)، به الزامات قانونی غیرممکن است؛ بنابراین EPA در مورد پسماندهای خطرناک خانگی استثناء قائل شده است. طبق این معافیت، پسماندهای تولید شده توسط امور معمول هر خانه (نظیر تعمیر و نگهداری حیاط و خانه) از این تعریف معاف شده‌اند. در این تعریف، پسماندهای شبه خانگی نیز از قانون پسماند خطرناک خانگی مستثنی شده‌اند. بنابراین تمامی پسماندهای خطرناک خانگی بر خلاف انتظار، به جای قرارگیری در چارچوب زیر بخش C در زیر بخش D، یعنی پسماندهای غیرخطرناک قرار گرفته و باید طبق آن مدیریت شوند(Conservation and Act ۲۰۱۴ p ۳۳-۳۵).

۳,۲. پسماندهای خطرناک خانگی در قانون مدیریت پسماند ایران

بر اساس تعریف ارائه شده در قانون مدیریت پسماند ایران، مصوب سال ۱۳۸۳، پسماندهای عادی و ویژه به صورت زیر تعریف می‌شوند:

پسماندهای عادی

به پسماندهایی گفته می‌شود که به صورت معمول از فعالیت‌های روزمره انسان‌ها در شهرها، روستاها و خارج از آنها تولید می‌شود؛ از قبیل زباله‌های خانگی و نخاله‌های ساختمانی.

پسماندهای ویژه

به پسماندهایی گفته می‌شود که به دلیل بالابودن حداقل یکی از خواص خطرناک از قبیل سمیت، بیماری‌زایی، قابلیت انفجار یا اشتعال، خورندگی و مشابه آن به مراقبت ویژه نیاز داشته باشند و آن دسته از پسماندهای پزشکی و نیز بخشی از پسماندهای عادی، صنعتی، کشاورزی که نیاز به مدیریت خاص دارند، جزء پسماندهای ویژه محسوب می‌شوند .

تبصرهٔ ۱ : پسماندهای پزشکی و نیز بخشی از پسماندهای عادی، صنعتی و کشاورزی که نیاز به مدیریت خاص دارند، جزء پسماندهای ویژه محسوب می‌شوند.

تبصره ۲ : فهرست پسماندهای ویژه از طرف سازمان، با همکاری دستگاه‌های ذیربط، تعیین و به تصویب شورای عالی حفاظت محیط‌زیست خواهد رسید.

تبصره ۳ : پسماندهای ویژه پرتوزا، تابع قوانین و مقررات مربوط به خود هستند.

ماده ۷ : مدیریت اجرایی پسماندها غیر از صنعتی و ویژه در شهرها و روستاها و حریم آنها به عهده شهرداری‌ها و دهیاری‌ها و در خارج از حوزه وظایف شهرداری‌ها و دهیاری‌ها به عهده بخشداری‌ها است. مدیریت اجرایی پسماندهای صنعتی و ویژه به عهده تولید کننده خواهد بود . در صورت تبدیل آن به پسماند عادی، به عهده شهرداری‌ها و دهیاری‌ها و بخشداری‌ها خواهد بود.

براساس ماده ۷ این قانون، مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی بر عهده شهرداری‌ها است (نجفی و رضائی، ۱۳۹۲ ص۱۲-۲۱).

۴,۲. پسماندهای خطرناک خانگی در آیین‌نامه اجرایی مدیریت پسماند ایران

تمامی بندهای آیین‌نامه اجرایی مدیریت پسماند ایران که مرتبط با مدیریت جزء ویژه خانگی است، به شرح زیر است:

ماده ۴ تبصره ۲- جزء ویژه پسماندهای عادی و کشاورزی، پسماند عادی محسوب نشده، اما مدیریت اجرایی آن به عهده مدیریت اجرایی پسماند عادی است که در برنامه راهبردی مدیریت پسماند عادی، اجزای آن پیش بینی خواهد شد.

ماده ۱۱- تمامی مراکز تولیدکننده پسماندهای ویژه، همچنین تولیدکنندگان جزء ویژه پسماندعادی (خانگی) باید نسبت به جداسازی پسماندهای ویژه از پسماند عادی در محل تولید اقدام نمایند.

ماده ۱۳- تولیدکنندگان، واردکنندگان و کسانی که مسئولیت بسته‌بندی مواد و محصولاتی که منجر به ایجاد پسماندهای ویژه می‌شوند (از جمله سموم و کودهای شیمیایی)، باید نحوه استفاده، نگهداری، حمل و نقل و دفع پسماندهای حاصل از مصرف و نیز اشیاء و موارد آلوده شده به آنها را پس از تأیید مراجع ذیربط روی بسته‌بندی درج کنند. (نجفی و رضائی، ۱۳۹۲ ص۲۱-۳۴).

۳. روش‌های مختلف به کار گرفته شده در کشورهای مختلف در جهت جمع‌آوری پسماندهای خطرناک خانگی

مهم‌ترین گام در جهت مدیریت صحیح پسماندهای خطرناک خانگی، جمع‌آوری این دسته از پسماندها به صورت مجزا از جریان پسماند شهریست. در صورتی که این قبیل از پسماندها به صورت مجزا ذخیره شوند، مدیریت به بهترین شکل ممکن امکان‌پذیر خواهد بود؛ فلذا در ادامه به بررسی روش‌های به کار گرفته شده در دیگر کشورها به منظور انجام این مهم پرداخته می‌شود. در قوانین موجود اتحادیه اروپا، صراحتاً قانونی جهت مدیریت (جمع‌آوری و دفع) و تعریف/ طبقه‌بندی پسماند خطرناک خانگی ارائه نشده است، متعاقباً این شرایط برای تولیدکنندگان و مسئولان ایجاد سردرگمی می‌کند. هیچ الزام قانونی برای خانه‌داران جهت جداسازی پسماند خطرناک خانگی در مبدأ وجود ندارد؛ گرچه در صورت وجود نیز، اجبار برای اجرای آن دشوار خواهد بود. علیرغم فقدان وجود قوانین در این زمینه (جمع‌آوری و دفع پسماندهای خطرناک خانگی در اتحادیه اروپا)، برخی کشورها نظیر انگلستان، هلند و سوئد، برنامه جداگانه‌ای جهت جمع‌آوری پسماندهای خطرناک خانگی و مدیریت آن در شهرداری‌ها فراهم آورده‌اند. بطور کلی، برنامه مدیریت این دسته از پسماندها طبق روش‌های زیر طبقه‌بندی می‌شود.

سیستم‌های توسعه یافته ملی: در کشورهای اتریش، بلژیک، دانمارک، فنلاند، آلمان، لوکزامبورگ، هلند و سوئد انجام می‌پذیرد.

سیستم‌های محلی: به طور مثال، در کشورهای فرانسه، مجارستان، ایتالیا، اسپانیا، سوئد و انگلستان انجام می‌پذیرد. در این موارد، ابتکارات محلی محدودی در زمینه جداسازی پسماندهای خطرناک خانگی وجود دارد و معمولاً به یک محل تعیین شده جهت

جمع‌آوری در شهرهای بزرگ خلاصه می‌شود.

سیستم‌های سازمان نیافته: در بیشتر کشورهای شرق اروپا، به علت نبود زیرساخت های مناسب جهت جمع‌آوری و بازیافت این دسته از پسماندها، برنامه مشخصی جهت جمع‌آوری پسماند خطرناک خانگی وجود ندارد. در غیاب قوانین موظف کننده برای شهروندان، جمع‌آوری و در نتیجه مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی به برنامه‌های داوطلبانه بر اساس مسئولیت‌های توسعه‌یافته تولیدکننده[1] (EPR) (در اصلاح فارسی قانون امتداد مسئولیت تولیدکننده) و نظارت بر کالا[2] (PS) بستگی خواهد داشت. به طورکلی، شهروندان موظف به جداسازی و طبقه‌بندی پسماندهای خطرناک خانگی، ذخیره‌سازی و حمل آن به محل جمع‌آوری کنار خیابان یا محل جمع‌آوری خارج از شهر هستند.

انواع جمع‌آوری‌هایی که در کشورهای مختلف انجام گرفته است، شامل دسته‌بندی‌های زیر می‌شود:

تحویل توسط شهروندان: تحویل پسماند توسط شهروندان به تسهیلات دورریز، مکانهای بازیافت، فروشگاه‌ها (خرده فروشان) یا ظروف و ماشین‌های مخصوص جمع‌آوری مستقر در مکان‌های مشخص در زمان‌های تعیین شده.

جمع‌آوری توسط شهرداری‌ها: جمع‌آوری پسماندهای از کنار خیابان، استقرار ظروف مخصوص جمع‌آوری به عنوان بخشی از سیستم جمع‌آوری عمومی یا به وسیله ماشین‌های مخصوص طبق اصول منظم و جمع‌آوری سیار مقدار محدود در یک سال، (سیستم جمع‌آوری در محل جمع‌آوری ویژه بر اساس درخواست ساکنان).

جمع‌آوری ترکیبی دو مورد فوق.

در سیستم‌های جمع‌آوری پسماندهای خطرناک خانگی شناسایی ذینفعان، همچنین گام‌های الزام‌آور و داوطلبانه الزامیست. مشارکت داوطلبانه شهروندان، سنگ بنای اصلی هر سیستم است؛ زیرا جداسازی در مبدأ گام اساسی برای موفقیت‌آمیز خواندن تمامی سیستم‌های جمع‌آوری به حساب می‌آید. مشارکت شهرداری‌ها، تولیدکنندگان و در وهله بعدی، خرده‌فروشان از پیش‌شرط‌های لازم در این کار تلقی می‌شود. جمع‌آوری از کنار خیابان و جمع‌آوری خارج از محل، هم در شکل جمع‌آوری دائمی و هم به صورت جمع‌آوری در روزهای خاص در برخی حالات با وجود هزینه بالای جمع‌آوری، از درب منازل در سراسر دنیا صورت می‌پذیرد. برنامه بازگرداندن پسماندها به خرده فروشان، روشی است که در سالیان اخیر موفقیت‌آمیز بوده و در مقیاس بزرگ در ایالات متحده آمریکا اجرا شده است.

در فرانسه، قانون EPR، نقش اساسی را در مکانیزم قانونگذاری در جهت بهبود اجرای بازیافت ایفا می‌کند. مفهوم EPR به منظور شامل شدن بخش بیشتری از پسماند، گسترش یافته است. در این کشور، سالیانه ۴۳۰۰۰ تن پسماندهای خطرناک خانگی (رنگ، وارنیش، چسب، اسیدها و بازها) تولید می‌شود. نرخ جمع‌آوری باتری‌ها و سلولهای ذخیره به ندرت به ۳۰ درصد می‌رسد. جمع‌آوری پسماندهای خطرناک خانگی در فرانسه به سه صورت متفاوت انجام می‌پذیرد:

مراکز جمع‌آوری تمامی مواد

ماشین‌های جمع‌آوری که طبق برنامه از پیش اعلام شده در سطح شهر حرکت می‌کنند و ظروف جمع‌آوری نصب در مکان‌های مختلف (نظیر سوپرمارکت کارکت‌های برای باتری‌ها یا داروخانه‌ها و ...) را تخلیه می‌کنند. به طور خلاصه می‌توان گفت که با توجه به روش‌های مختلف کشورهای عضو اتحادیه اروپا، در جمع‌آوری پسماندهای خطرناک خانگی، آلمان، بلژیک، اتریش و هلند دارای بازده جمع‌آوری بیشتر از ۳۰ درصد هستند.

در اغلب موارد، جامدات خطرناک خانگی به صورت مخلوط با دیگر پسماندهای خانگی و صنعتی غیرخطرناک جمع‌آوری می‌شوند. مایعات خطرناک تولیدی از منابع خانگی نیز اغلب در شبکه جمع‌آوری فاضلاب تخلیه می‌شوند. تخلیه این مواد سمی، عواقبی را مترتب تمامی زنجیره پالایش می‌کند و تأثیرات منفی بر محیطزیست خواهد داشت. همچنین محدودیت‌های مضاعفی را در واحدهای زباله‌سوزی، شبکه لوله‌کشی و محل‌های دفن سبب می‌شود که شامل هزینه‌های اضافی راهبری بوده و نیازمند سرمایه‌گذاری ویژه است (Inglezakis and Moustakas ۲۰۱۵, p ۳۲۱-۳۱۰). خارج از اروپا، در استان وسترن استرالیا، جمع‌آوری موقت پسماندها در روزهای جمع‌آوری و به صورت دائمی، در تسهیلات انبارش پسماندهای خطرناک خانگی انجام می‌پذیرد(Gendebien et al. ۲۰۰۲n p۲۶-۱۵۸).

ایالات متحده آمریکا و استان‌های کانادایی در حال گسترش انجام EPRوPS به خصوص برای پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی[3] (WEEE)هستند، اما ترجیح خانه دارها پس از ذخیره‌سازی و دورریز پسماندها، بیشتر به سمت برگردان پسماندها به تولیدکنندگان یا خرده فروشان است. در این راستا، داروهای منقضی شده، استثناء به حساب می‌آیند در حال حاضر، قانون PS/EPR در ۳۲ ایالت تصویب شده است(Canada Statistics ۲۰۱۳ p ۹-۴۳).

در پژوهشی که توسط "واگنر" و همکارانش در سال ۲۰۱۳ در ایالت کالیفرنیا و در منطقه "لوئیز اوبیسپو" انجام پذیرفت، در حدفاصل ابتدای سال ۲۰۰۹ تا اواخر سال ۲۰۱۲ میلادی، برنامه بازگرداندن چندین قلم از پسماندهای خطرناک خانگی به خرده فروشان مورد بررسی قرار گرفته و نتایج به شرح زیر اعلام شد: میزان بازگرداندن پسماندهای لامپ‌های فلورسنتی از صفر به ۳۶/۴۴٪، باتری‌های خانگی به ۲۱/۴٪، رنگ‌های لاتکسی به ۲۸/۴۳٪ و مواد پزشکی نوک‌تیز به ۷۲/۶۵ درصد افزایش یافته است (Wagner et al. 2013 p 88-97)

در آسیا و در ژاپن، قانون بازیافت انواع خاص لوازم خانگی در سال ۱۹۹۸ به تصویب رسید که طبق آن، خرده فروشان وظیفه دریافت این لوازم خانگی را از مشتریان بر عهده داشته که این لوازم خانگی سپس در کارخانه‌ها بازیافت می‌شوند. لازم به ذکر است که هزینه این فرآیند بر دوش مصرف‌کنندگان خواهد بود(Inglezakis and Moustakas ۲۰۱۵, p ۳۱۰-۳۲۱).

1 -Extended Producer Responsibility (EPR)

2- Product Stewardship

3- Waste Electrical and Electronic Equipment

در چین، پسماندهای خطرناک در سه بخش دسته بندی می‌شوند: ۱) پسماندهای خطرناک صنعتی، ۲) پسماندهای خطرناک دارویی و پزشکی و ۳) پسماندهای خطرناک خانگی.

در ارتباط با دو مورد نخست، جمع‌آوری جداگانه و دفع صحیح طبق قانون چین اجرا می‌شود، اما پسماندهای خطرناک خانگی در چین نادیده گرفته شده و چارچوب قانونی برای مدیریت آنها وجود ندارد. با وجود اینکه بیشتر شهرهای چین، شهروندان را به جداسازی پسماندهای خطرناکی، نظیر باتری‌ها، رنگ‌های روغنی و مهتابی‌ها، بیش از دفع پسماندها ترغیب می‌کنند، این دسته از مواد به صورت کلی، مخلوط با دیگر پسماندهای شهری، جمع‌آوری و سپس دفع می‌شوند(Duan et al. ۲۰۰۸ p۲۲۱-۲۲۷).

۴. دفع بهینه پسماندهای خطرناک خانگی در کشورهای دیگر

در صورتی که گام پیشین، یعنی جمع‌آوری مجزای این دسته از پسماندها به صورت صحیح انجام شود، امکان مدیریت صحیح و دفع آنها نیز امکان‌پذیر خواهد بود؛ در غیر این صورت، فقط می‌توان روی کاهش این دسته از پسماندها حساب کرد. این در حالیست که اگرچه با کاهش تولید این پسماندها، بسیاری از عواقب زیست‌محیطی اقتصادی و اجتماعی ناشی از مدیریت آنها کاهش می‌یابد، از سویی دیگر، برخی از این مواد دارای جایگزینی مناسب و از لحاظ اقتصادی به صرفه نیستند و ترغیب شهروندان به استفاده از مواد جانشین، بسیار دشوار و در پاره‌ای از مواقع، غیرممکن خواهد بود. در سایت و اطلاعیه‌های خود، شهروندان را به استفاده از مواد جایگزین به شهروندان پسماندهای خطرناک خانگی که دارای آثار مخرب کمتری هستند، ترغیب کرده است. برخی از توصیه‌ها در جدول شماره ۲ ذکر شده است (EPA ۱۹۹۷).

جدول۲ - محصولات و روش‌های جایگزین به منظور کاهش پسماندهای خطرناک خانگی (EPA ۱۹۹۷)

بازکننده‌های مجاری آب و فاضلاب	استفاده از راه بازکن‌ها یا فنرهای مخصوص فاضلاب
شیشه پاک‌کن‌ها	مخلوط یک قاشق غذاخوری سرکه یا آبلیمو با ۲۵۰ سی سی آب و اسپری کردن آن روی شیشه و پاک کردن با روزنامه خشک
جلادهنده‌ها و براق کنندههای مبلمان	ترکیب نیم لیتر روغن معدنی یا روغن سبزیجات با یک قاشق چای خوری آب لیمو
پاک‌کننده‌های فرش	پاشیدن جوش شیرین روی فرش به مدت ۱۵ دقیقه و سپس جمع‌آوری آن با جاروبرقی
براق‌کننده‌ها و جلادهنده‌های نقره	جوشاندن ۵-۷ سانتیمتر آب در درون ماهیتابه کم عمق و اضافه کردن یک قاشق چایخوری نمک و جوش شیرین به همراه یک قطعه فویل آلومینیومی به همراه نقره مورد نظر به مدت ۲ الی ۳ دقیقه
نفتالین	استفاده از قطعات چوب درخت سرو، اسطوقدوس، رزماری، نعناع یا فلفل سفید

روش‌های نام برده در جدول فوق، صرفاً به منظور کاهش میزان تولید پسماندهای خطرناک خانگی است و به منظور دفع صحیح پسماندهای تولیدی استفاده نمی‌شود، اما به منظور دفع اصولی پسماندهای خطرناک خانگی جداشده از سطح شهر، روش‌های پیشنهادی در جدول ۳ می‌توانند به کار گرفته شوند. در این جدول، همانند اصول کلی و هرم ترجیحی مدیریت پسماند، اولویت با روش‌های بازیافت، استفاده به عنوان سوخت، زباله‌سوزی و در نهایت، دفن در خاکچال‌های بهداشتی[1] است.

1- Landfill

جدول ۳- روش‌های رایج و متداول به منظور مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی (Cabaniss ۲۰۱۸)

پسماند	روش‌های قابل اجرا				
	بازیافت	استفاده به عنوان سوخت	پالایش	زباله سوزی	خاکچال بهداشتی
اسپری	×			×	×
سیلندرگاز پروپان	×			×	×
کپسول آتش نشانی	×			×	×
مایعات قابل اشتعال		×		×	×
رنگ های روغنی		×		×	×
جامدات قابل اشتعال				×	×
مواد واکنش‌پذیر با هوا				×	×
مواد واکنش‌پذیر با آب				×	×
اکسیدکننده‌ها، اسیدی			×	×	×
اکسیدکننده‌ها، قلیایی			×	×	×
اکسیدکننده‌ها، خنثی			×	×	×
اکسیدکننده‌ها، پراکسید				×	
مواد سمی				×	×
موادخورنده، اسیدی			×	×	×
موادخورنده، قلیایی			×	×	×
جیوه	×				×
آزبست					×
پایدارکننده‌های PCB	×			×	×
PCB های حاوی مواد	×			×	×
ضد یخ	×			×	×
باتری خودرو	×				×
لامپ‌های فلورسنت	×				×
رنگ پایه آب	×			×	×
روغن موتور	×			×	×
فیلتر روغن	×			×	×
پسماند الکترونیک					×
مواد تیز و برنده				×	×
باتری‌های خانگی	×			×	×

همان گونه که در جدول شماره ۳ مشخص است، بخش عمده‌ای از پسماندهای خطرناک خانگی می‌توانند سرنوشت متفاوتی جز دفن در زمین یا حتی سوزاندن داشته باشند. با همین رویکرد می‌توان از مشکلات زیست‌محیطی و اقتصادی و اجتماعی حضور پسماند در مراکز دفع جلوگیری کرد.

۵. مدیریت پسماند خطرناک خانگی در ایران

همان‌گونه که پیشتر گفته شد، اولین گام در جهت مدیریت صحیح پسماندهای خطرناک خانگی، جداسازی آنها از دیگر پسماندهای تولیدی توسط شهروندان است. در ایران، برنامه مدیریتی خاصی برای جداسازی این نوع پسماندها در نظر گرفته نشده است. این دسته از مواد بدون اینکه جداسازی یا به طور جداگانه جمع‌آوری شوند، وارد سیستم جمع‌آوری پسماندهای خانگی می‌شوند (کوهنی و همکاران، ۱۳۹۱، ص۱).

لازم به ذکر است در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۸ جعبه‌های ایمن به منظور جداسازی بخشی از پسماندهای خطرناک خانگی شهر اصفهان نظیر سرنگ‌ها، تیغ‌ها، باتری‌ها و... در مدارس این شهر توزیع شد، اگرچه هنوز آثار ناشی از این اقدام مشخص نبوده، می‌تواند اولین گام در کشور به منظور مدیریت این‌گونه پسماندها قلمداد شود.

عبدلی و همکاران ۱۳۹۰ با انجام پژوهشی درباره مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی، معتقدند که نبود قانون جامع در این زمینه از بزرگ‌ترین ضعف‌ها در زمینه مدیریت این دسته از مواد است. آنها همچنین معتقدند که از بزرگ‌ترین معضلات مدیریت این گروه از پسماندها، دفع غیرقانونی آنهاست (عبدلی و همکاران، ۱۳۹۰ ص۸۸-۱۰۱).

"فرزاد امیراصلانی" و همکارانش در سال ۱۳۹۰ در پژوهشی به ارائه راهکارهایی در زمینه مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی در شهر تهران پرداخته‌اند. آنها در ابتدا به توضیح روش‌های جمع‌آوری قابل اجرا در جوامع محلی پرداخته و پس از آن، جایگزین‌هایی جهت استفاده به جای مواد پرخطر ارائه نموده‌اند (امیراصلانی و همکاران، ۱۳۹۰، ص۱-۲). "صراحتی" و همکارانش معتقد هستند که با توجه به نبود زیرساخت های لازم در شهرداری تهران برای بهره‌گیری از روش‌های مناسب نگهداری، پالایش و دفع این دست از پسماندها، به منظور اعمال کنترل و مدیریت صحیح این مواد، باید تولید مواد مذکور را با ارائه برنامه مدیریتی مناسب در راستای افزایش مشارکت مردمی تا حد امکان کاهش داده و نسبت به ایجاد سیستم صحیح مدیریت این دسته از پسماندها در کلان شهر تهران کوشید (صراحتی و همکاران، ۱۳۹۱ ص۱).

"فاطمی" و همکارانش در سال ۱۳۹۱ مدل پیشنهادی خود را در زمینه مدیریت باتری و لامپ‌های کم مصرف شهر مشهد ارائه داده‌اند. در این مدل، به دلیل نبود زیرساخت‌های لازم به منظور جمع‌آوری و به تبع آن، مدیریت پسماندهای از این دست، شناخت گروه‌های هدف، اطلاع‌رسانی و همچنین مکانیزم‌های تشویقی در اولویت قرار گرفته است(فاطمی و همکاران، ۱۳۹۱،ص۴).

۶. بررسی آثار زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی دفع پسماندهای خطرناک خانگی

همان‌طور که روش‌های فروش- ذخیره/ استفاده و دفع نشان می‌دهد، بسیاری از مواد که در دسته پسماندهای خطرناک خانگی طبقه بندی می‌شوند، در محل‌های دفن، همراه با دیگر پسماندهای شهری دفن می‌گردند. پسماندهایی که به صورت جداگانه نیز جمع‌آوری شده‌اند، بر حسب پیش تصفیه که روی آنها اعمال شده است، امکان دارد سرنوشتی مانند دیگر پسماندهای شهری، یعنی دفن در خاکچال‌های بهداشتی داشته باشند.

میزان اهمیت این دفن ناشناخته است. در کل، فرض بر این است که چون میزان این دسته از پسماندها محدود است، در نتیجه، خطرات ناشی از دفع آن نیز قابل چشم‌پوشی است. با وجود این اطلاعات درباره آثار ناشی از دفع این گونه از پسماندها ناقص یا در بهترین حالت، غیرقابل اتکا و مبهم است.

مواد منتشره از محل‌های دفن در ترکیبات و حالات گوناگونی، همچون ترکیبات آلی فرار[1] (VOCs)، ذرات معلق و ترکیبات جیوه و سیلوکسان(Narros et al. ۲۰۰۹; Tao, et al. ۲۰۱۷ p ۳۱۱- ۳۰۳) در گازهای منتشره از محل‌های دفن یا ترکیبات متعدد در شیرابه طبقه بندی می‌شود، ترکیبات شیرابه می‌تواند شاخصی از پسماند دفن شده و فرآیند انجام گرفته در داخل محل‌های دفن باشد.

درصد فلزات سنگین و ترکیبات آلی خطرناک، نظیر ترکیبات هالوژنه آلفاتیک، هیدروکربن‌های آروماتیک، ترکیب فنلیک و حشره‌کش‌ها و آفتکش‌ها، می‌توانند نشانه‌های روشنی از حضور پسماندهای خطرناک در ترکیب پسماندهای شهری باشند.

تحقیقات نشان می‌دهند که تعداد قابل ملاحظه‌ای از ترکیبات آلی زنوبیوتیک‌ها[2] (XOCs)در گازمنتشره و شیرابه خروجی از محل‌های دفن مهندسی وجود دارد. غلظت ترکیبات زئوبیوتیک و همچنین فلزات سنگین و دیگر ترکیبات غیرآلی در سطوح کمتری نسبت به ترکیبات فراوان‌تر در گاز یا شیرابه محل دفن، نظیر متان و نیترژن آمونیاکی مشاهده شده است. با وجود این ، حضور برخی مواد باعث ایجاد نگرانی‌هایی شده است. این در حالیست که ارزیابی‌های بسیار اندکی در مورد ترکیباتی از شیرابه که در مقدار کم یا بسیار ناچیز وجود دارند، صورت پذیرفته است.

حشره‌کش مائوپروپ (متیل کلروفنوکسی پروپانوئیک اسید[3]) و فتالات‌هایی نظیر DEHP[4] یا DEP[5] موادی هستند که معمولاً به بخش خطرناک خانگی پسماند جامد شهری مرتبط می‌شوند؛ به این دلیل که زنوبیوتیک ها و فلزات سنگین در مقادیر بسیار ناچیز وجود دارند، تعیین میزان دقیق آن اغلب دشوار است.

1- Volatile Organic Carbons (VOCs)

2- Xenobiotic organic compounds(XOCs)

3- MethylChloroPhenoxyPropionic acid (MCPP)

4- Di-(2-Ethylhexyl)Phthalate

5- DiEthyl Phthalate

علیرغم نگرانی‌ها از دفن همزمان با دیگر جریان‌های پسماند، تغییر و تحول در پسماندهای غیرخطرناک و همچنین به کارگیری تکنیک‌های مختلف اندازه‌گیری و حضور موادی نظیر پروپ‌ها نشان‌دهنده این است که دفن پسماندهای خطرناک خانگی بر مؤلفه‌های آلی و غیرآلی شیرابه تأثیرگذار خواهند بود. اثبات دقیقی بر این مدعا وجود ندارد که آیا آلاینده‌های یافت شده در پسماند جامد شهری که دارای خطرات زیست‌محیطی متعدد و تأثیرات منفی بر سلامت انسان نیز هستند، به واسطه حضور پسماندهای خطرناک خانگی بوده یا ناشی از دفن همزمان پسماندهای مایع صنعتی و پسماندهای کارخانجات در جریان پسماند شهری است. تحقیق روی آثار دفن پسماندهای خطرناک خانگی به همراه دیگر انواع پسماندهای خانگی (با مروری بر آنالیزهای شیرابه) همراه با ارزیابی بیوشیمی زمین‌شناسی خاکچال ها، امکان برون یابی آلاینده‌های شیرابه مرتبط با پسماندهای خطرناک خانگی را فراهم می‌آورد؛ زیرا نویسنده معتقد است که ترکیب شیرابه می‌تواند نقش یک شاخص را برای پسماندهای خطرناک خانگی دور ریخته شده ایفا نماید(Slack et al. 2005 p119-137) میزان مواد خطرناک بر اساس شرایط خاکچال(به خصوص میزان رطوبت و استحکام یونی شیرابه) متفاوت خواهد بود. برخی از تفاوت ها در ترکیب شیرابه که می‌تواند از میزان بسیار کم تا بیش از حد مجاز باشد، ناشی از فرآیند دفن، سطح قوانین، طراحی محل دفن و نهایتاً بازتابی از الگوی خرید مشتریان (مانند در دسترس بودن، فرهنگ و ...) باشد.(Slack et al. 2007 p501-509)

در پژوهشی که در سال ۲۰۱۵ توسط "فیکری" و همکارانش بر ارزیابی چرخه عمر روش‌های دفع پسماندهای خطرناک خانگی انجام پذیرفت، مشخص شد که براساس معیار گرمایش زمین بر اثر حضور گازهای گلخانه‌ای، روش بازیافت پسماند خطرناک خانگی با تولید فقط ($kgCO_{2eq}$)۱۳۲/۲۵ کمترین اثر زیست‌محیطی را روی گرمایش زمین خواهد داشت. (Fikri ,.al et 2018 p 3-6) در ایران هنوز مطالعه‌ای به صورت ویژه برای بررسی آثار حضور پسماند خطرناک خانگی روی شیرابه و گازهای خروجی محل دفن انجام نشده است. در پژوهش‌های صورت پذیرفته این اعتقاد وجود دارد که با توجه به مقادیر کم پسماندهای خطرناک خانگی در جریان پسماند شهری (۰/۱ درصد وزنی) این مواد نمی‌توانند از فعالیت میکروارگانیسم‌ها در تجزیه و تخریب پسماندهای شهری جلوگیری کنند؛ در ضمن به علت حضور ناچیز این دسته از پسماندها، این مواد تأثیری بر کیفیت شیرابه تولیدی و گازهای خروجی از محل های دفن نخواهد داشت (عبدلی و سمیعی، ۱۳۸۶ ص ۴۶۵-۴۷۷). لازم به ذکر است در برخی گزارش‌ها و مقالات داخلی به آثار زیست‌محیطی حضور برخی عناصر که بیشتر در پسماندهای خطرناک خانگی یافت می‌شوند، پرداخته شده است. "اصلانی" و همکارانش در سال ۱۳۹۰ به برخی آثار حضور جیوه در جریان پسماند شهری اشاره کرده‌اند.

بحث و نتیجه‌گیری

در زمینه مدیریت پسماند، نخستین گام داشتن شناخت دقیق از کمیت و کیفیت پسماند مورد مطالعه است. نتایج بررسی حاضر گویای این واقعیت است که در کلان شهرهای کشور از جمله تهران، هیچ مطالعه‌ای منطبق بر روش های بین‌المللی، روی میزان دقیق تولید روزانه جزء ویژه خانگی و تأثیر فاکتورهای مختلف بر تولید آنها (نظیر فرهنگ، اقتصاد، جمعیت، تغییر فصل، الگوی مصرف و ...) انجام نگرفته است. دستیابی به این اطلاعات می‌تواند گام نخست و البته مهم‌ترین مرحله در جهت مدیریت، کاهش و جایگزینی با دیگر محصولات کم خطرتر تلقی شود.

در گام بعدی، اصلاح و بازنگری کلی قوانین و دستورالعمل اجرایی مدیریت پسماند کشور (که نزدیک ۱۴ سال از تصویب آن می‌گذرد و طی این مدت، تغییرات چشمگیری در میزان و ترکیب پسماند تولیدی در کشور صورت پذیرفته است)، امری ضروریست. مشکلات قانونی در این بخش را می‌توان در دو جنبه بررسی کرد. بخش اول، ضعف و نقص قانون در برخی از مسائل است که می‌توان از آن جمله به موارد زیر اشاره کرد. در قانون مدیریت پسماند کشور، بخشی از پسماند عادی که نیاز به مدیریت خاص دارد، پسماند ویژه محسوب گردیده است و در تبصره ۲ از این قانون بیان شده است که فهرست پسماندهای ویژه از طرف سازمان با همکاری دستگاه‌های ذیربط تعیین و به تصویب شورای عالی حفاظت محیط‌زیست خواهد رسید.

با وجود این پس از گذشت ۱۴ سال از تصویب آیین‌نامه اجرای مدیریت پسماند کشور، هنوز هیچ فهرست قابل استناد و به‌روزشده‌ای از طرف هیچ‌یک از نهادهای ذی صلاح به منظور شناسایی جزء ویژه خانگی ارائه نشده است و این بدان معناست که هیچ کدام از تولیدکنندگان و دستگاه‌هایی که وظیفه مدیریت این پسماندها را به عهده دارند، توانایی شناسایی و به تبع آن، مدیریت صحیح این دسته از پسماندها را بر اساس یک دستورالعمل واحد نخواهند داشت.

در ماده ۴ و تبصره ۲ از آیین‌نامه اجرایی مدیریت پسماند ایران، جزء ویژه خانگی، پسماند عادی محسوب نشده، ولی مدیریت آن به عهده مدیریت اجرایی پسماند عادی خواهد بود، این بدان معناست که شهرداری‌ها، وظیفه مدیریت این بخش از زائدات را برعهده دارند و چون تمهیدات قانونی بدین منظور اندیشیده نشده است، عملاً این بخش نیز همانند پسماند عادی مدیریت می‌شود. ایراد قانونی دیگر در زمینه مدیریت پسماند جزء ویژه خانگی در ایران، نبود الزام جهت اجرای قانون و همچنین اعمال جریمه یا محدودیت در صورت عدم رعایت ضوابط مرتبط است. موارد زیر می‌تواند تنها بخشی از مشکلات در این زمینه باشد. در ماده ۱۱ از آیین‌نامه اجرایی مدیریت پسماند نیز از تولیدکنندگان جزء ویژه پسماند خانگی خواسته شده است که به جداسازی این دسته از مواد مبادرت نمایند، این درحالیست که هیچ‌گونه الزام قانونی یا جریمه‌ای برای متخلفان در نظر گرفته نشده است.

در ماده ۱۳ این آیین نامه از تولیدکنندگان، وارد کنندگان و کسانی که مسئولیت بسته‌بندی مواد و محصولاتی که منجر به ایجاد پسماندهای ویژه می‌شوند را دارند (از جمله سموم و کودهای شیمیایی) خواسته شده است که نحوه استفاده، نگهداری، حمل و نقل و دفع پسماندهای حاصل از مصرف و نیز اشیاء و موارد آلوده‌شده به آنها را پس از تأیید مراجع ذیربط روی بسته‌بندی درج کنند. این در حالیست که تا زمان انجام پژوهش حاضر، هیچ اقدامی در این زمینه صورت نپذیرفته است. پس می‌توان نتیجه گرفت که قوانین و آیین‌نامه‌های مرتبط با مدیریت پسماند ویژه، علاوه بر نقص و ابهامات کلی، مشکلات اجرایی نیز دارند. توصیه می‌شود که نقایص موجود در این زمینه رفع شده، قوانینی همچون قانون امتداد مسئولیت تولیدکننده (EPR) تصویب و اجرایی شود. در ضمن، الزامات قانونی جهت برخورد با متخلفان نیز فراهم شود. گام بعدی در جهت اجرای صحیح مدیریت این بخش از پسماندها، اطلاع‌رسانی عمومی و فرهنگ‌سازی جهت همکاری شهروندان است.

با بررسی تجربیات دیگر کشورها که در پژوهش حاضر به آن اشاره شد، موفقیت در اجرای اصولی مدیریت پسماند خطرناک خانگی در گروی مشارکت عمومی و بعضاً داوطلبانه شهروندان است؛ پس فرهنگ‌سازی و آگاهی بخشی به شهروندان می‌تواند گام مؤثری در جهت مدیریت بهینه این پسماندها باشد.

در گام‌های اجرایی، مهم‌ترین و سنگ بنای اصلی، بحث جمع‌آوری مجزای این دسته از پسماندهاست. با توجه به میزان تولید، الگوی مصرف، تفاوت تولید در مناطق مختلف شهری، باید به انتخاب شیوه مناسب و همچنین اجرای صحیح و طبق برنامه تعیین شده اقدام کرد؛ زیرا تنها در این زمان می‌توان به مدیریت صحیح دفع دست یافت. امروزه به دلیل فقدان جمع‌آوری جداگانه جزء ویژه خانگی، قسمت عمده این پسماندها دفن می‌شود، با توجه به جدول شماره ۳، بخشی از پسماندها نظیر اکسیدکننده‌های پراکسید، نباید در زمین دفن شوند و علاوه بر آن، دفع بخش عمده‌ای از پسماندها نظیر باتری‌ها، لامپ‌های فلورسنت و ... راهکارهایی سازگارتر با محیط‌زیست (نظیر بازیافت) نیز دارند.

اما در گام نهایی که خلأ وجود اطلاعات دقیق و قابل استناد به آن، (که حتی در مقالات و پژوهش‌های خارجی نیز دیده می‌شود)، بررسی آثار زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی دفع پسماندهای خطرناک خانگی به همراه دیگر پسماندهای عادی شهری است. قطعاً حضور این مواد روی شیرابه خروجی از محل دفن، گازهای منتشره از خاکچال‌های بهداشتی، خاکستر و گازهای خروجی از دودکش زباله‌سوزها، کیفیت کمپوست تولیدی از پسماند شهری، ایجاد نقص فنی در راهبری هاضم‌های بی‌هوازی به واسطه شوک حاصل از حضور باتری‌های خانگی و همچنین ایجاد مشکلات و خطرات متعدد برای کارکنان مراکز پردازش، تأثیر جدی خواهد گذاشت. با توجه به تغییر الگوی مصرف و میزان ورود روزافزون پسماند خطرناک خانگی به جریان پسماند شهری، ضرورت بررسی دقیق آثار ناشی از مدیریت همزمان این دسته از پسماندها در کنار دیگر زائدات شهری، غیرقابل انکار است.

فهرست منابع

۱. امیر استادی، (۱۳۹۳)، بررسی وضعیت پسماندهای ویژه شهر مشهد، مدیریت و راه های دفع پسماند خطرناک خانگی، کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲. امیراصلانی، فرزاد، نجفی شالمایی، ملوک، مجتهدزاده، الهام، سرحدی، ساناز، پورهاشم، غزاله، (۱۳۹۰)، « بررسی نحوه مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی در تهران و پیشنهاد راهکارهای اجرایی» پنجمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیطزیست، تهران پ

۳. تکدستان، افشین، سراج، مهسا، علوی، نادعلی، جعفرزاده، نعمت الله (۱۳۹۱)، «ارائه الگوی مناسب مدیریتی جهت ساماندهی زائدات خطرناک موجود در پسماندهای شهری ایران (مطالعه موردی شهر اهواز)»، اولین همایش بین المللی و ششمین همایش ملی مدیریت پسماند، مشهد

۴. صراحتی، شیما، صفائی، فهیمه، قلعه، سحر (۱۳۹۱)، «مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی شهر تهران»، دومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیطزیست، تهران

۵. عبدلی، محمدعلی، توکلی، بابک، منهاج، محمدحسین،(۱۳۹۰)، «مدیریت پسماند ویژه، راهکاری جهت حفظ طبیعت و محیطزیست شهری»، چشم انداز جغرافیای (مطالعات انسانی)، سال ششم، شماره ۱۵، ص ۸۸-۱۰۱

۶. عبدلی، محمدعلی، سمیعی فرد، رضا، (۱۳۸۶)، «مدیریت مواد زائد خطرناک خانگی»، سومین همایش ملی مدیریت پسماند، تهران

۷. کوهنی، محمد، حسینی، علی اکبر، هویدی، حسن، (۱۳۹۱)، «بررسی نحوه مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی و چگونگی بازیافت در کلان شهرها و پیشنهاد راهکارهای اجرایی»، ششمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیطزیست، تهران

۸. نجفی، علی، رضائی، الهام (۱۳۹۲)، «مجموعه قوانین و مقرارت مدیریت پسماند»مشهد، موسسه انتشارات شعرا

9. Adamcová, Dana, Magdalena Daria Vaverková, Bohdan Stejskal, and Eliška Břoušková. 2016. "Household Solid Waste Composition Focusing on Hazardous Waste." *Polish Journal of Environmental Studies* 25(2): 487–93.

10. Amouei, Abdoliman, Hoseini, Reza, Asgharnia, Hoseinali, Fallah, Hourieh, Faraji, Hosein and Aghalari , Zahra 2014. "Investigation of Household Hazardous Wastes Production in the Amirkola Township, Iran, in2012-2013." *Iranian Journal of Health Sciences*2(3): 8–14.

11. Bigum, Marianne, Claus Petersen, Thomas H. Christensen, and Charlotte Scheutz. 2013. "WEEE and Portable Batteries in Residual Household Waste: Quantification and Characterisation of Misplaced Waste." *Waste Management* 33(11): 2372–80. http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2013.05.019.

12. Cabaniss, Amy D. 2018. *Handbook on Household Hazardous Waste*. Second edi. ed. Amy D. Cabaniss. Lanham: Bernan Press.

13. Canada Statistics. 2013. "Households and the Environment: Analysis." *Households and the Environment* 11-526-*X* (11). http://www.statcan.gc.ca/pub/11-526-x/2013001/part-partie1-eng.htm.

14. Chaib, Hassan, Ali Hamouda, and Muawia M.A. 2014. "Household Hazardous Waste Management in Malaysia." *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering* 3(12): 13517–23.

15. Conservation, Resource, and Recovery Act. 2014. "Orientation Manual 2014." (October).

16. Delgado, Otoniel Buenrostro, Sara Ojeda-Benítez, and Liliana Márquez-Benavides. 2007. "Comparative Analysis of Hazardous Household Waste in Two Mexican Regions." *Waste Management* 27(6): 792–801.

17. Duan, Huabo, Huang, Qifei, Wang, Qi,Zhou, Bingyan, and Li, Jinhui 2008. "Hazardous Waste Generation and Management in China: A Review." *Journal of Hazardous Materials* 158(2–3): 221–27.

18. Eisted, Rasmus, and Thomas H. Christensen. 2011. "Characterization of Household Waste in Greenland." *Waste Management* 31(7): 1461–66. http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2011.02.018.

19. EPA. 1997. "Household Hazardous Waste Reduction."

20. Fikri, Elanda, Purwanto Purwanto, and Henna Rya Sunoko. 2018. "Characteristics and Generation of Household Hazardous Waste (HHW) in Semarang City Indonesia." *E3S Web of Conferences* 31: 3–6.

21. Gendebien, A., Leavens, A., Blackmore, K., Godley, A., Lewin, K., Franke, B., Franke, A.,2002. Study on Hazardous Household Waste (HHW) with a Main Emphasis on Hazardous Household Chemicals (HHC). Final Report, European Commission, Directorate General Environment. European Commission. Gu, Binxian et al. 2014. "Household Hazardous Waste Quantification, Characterization and Management in China's Cities: A Case Study of Suzhou." *Waste Management* 34(11): 2414–23.

22. Pourzamania, Hamidreza , Rohollahb, Fateme, Heidaric,Zahra Puralaghebandand,Hamidreza and Talebib, Parisa , Fadaeib, Saeid , Karimib.Hossein 2019. "Comparative Analysis of Household Hazardous Waste in Different Seasons of Year (Case Study)." 8(1): 27–34.

23. Hennebert, Pierre, Ismahen Samaali, and Pauline Molina. 2016. "A Proposal for a Test Method for Assessment of Hazard Property HP 12 ('Release of an Acute Toxic Gas') in Hazardous Waste Classification – Experience from 49 Waste." *Waste Management* 58: 25–33. http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.09.022.

24. Inglezakis, Vassilis J., and Konstantinos Moustakas. 2015. "Household Hazardous Waste Management: A Review." *Journal of Environmental Management* 150: 310–21. http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.11.021.

25. Iswanto, Sudarmadji, E. T. Wahyuni, and A. H. Sutomo. 2019. "Household Hazardous Solid Waste (HHSW) Management Schemes in Sleman Regency for Future." *IOP Conference Series*: *Earth and Environmental Sci-*

ence* 256(1).
26. Narros, A.Del Peso,M.I.Mele, G., Vinot,M.Fernandez E. and Rodriguez M.E. 2009. "Determination of Siloxanes in Landfill Gas By Adsorption on Tenax Tubes and TD-GC-MS." *Proceedings Sardina* 2009, 12*th International Waste Management and Landfill Symposium* (October 2009): 8.
27. Otoniel, Buenrostro Delgado, Márquez Benavides Liliana, and Pinette Gaona Francelia. 2008. "Consumption Patterns and Household Hazardous Solid Waste Generation in an Urban Settlement in México." *Waste Management* 28(SUPPL. 1): 2–6.
28. Shima Ziaee, Ghasemali Omrani, Mina Makie Ale Agha, Nabioallh Mansouri. 2012. "Qualitative and Quantitative Examination of Household Hazardous Waste in Tehran." *Advances in Environmental Biology* (February 2012): 676–83.
29. Slack, R. J., J. R. Gronow, and N. Voulvoulis. 2005. "Household Hazardous Waste in Municipal Landfills: Contaminants in Leachate." *Science of the Total Environment* 337(1–3): 119–37.
30. Slack, R.J.Gronow,J.R.Voulvoulis, N.. 2009. "The Management of Household Hazardous Waste in the United Kingdom." *Journal of Environmental Management* 90(1): 36–42. http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.03.007.
31. Slack, Rebecca J., Jan R. Gronow, David H. Hall, and Nikolaos Voulvoulis. 2007. "Household Hazardous Waste Disposal to Landfill: Using LandSim to Model Leachate Migration." *Environmental Pollution* 146(2): 501–9.
32. Tao, Zhengkai, Shijin Dai, and Xiaoli Chai. 2017. "Mercury Emission to the Atmosphere from Municipal Solid Waste Landfills: A Brief Review." *Atmospheric Environment* 170: 303–11. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.09.046.
33. USEPA, 2005. United States Environmental Protection Agency, Municipal Solid Waste e Household Hazardous Waste, Office of Solid Waste, US-epa, Washington D.C., USA
34. Wagner, Travis P., Patti Toews, and Rachel Bouvier. 2013. "Increasing Diversion of Household Hazardous Wastes and Materials through Mandatory Retail Take-Back." *Journal of Environmental Management* 123: 88–97. http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.03.020.
35. Zorpas, Antonis A. et al. 2015. "Household Waste Compositional Analysis Variation from Insular Communities in the Framework of Waste Prevention Strategy Plans." *Waste Management* 38(1): 3–11. http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.01.030.

مدیریت پسماند در دوره همه‌گیری کووید-۱۹

توصیه‌های انجمن بین‌المللی پسماند

چکیده

این یک سند پویا است که به طور مداوم مطابق وضعیت، متغیر ورودی‌های دریافتی وکمک‌های اعضا در سراسر جهان مورد بازبینی و غنی‌سازی قرار می‌گیرد.

نویسندگان:
AnneScheinberg,AnneWoolridge,NicolazHumez,AntonisMavropoulos,CarlosSilva Filho, Atilio Savino, and Aditi Ramola
ApprovedbytheISWABoard
Updated8th April2020

مترجمین:
رضا نقوی : دانشجوی دکتری مهندسی محیطزیست – مواد زائد جامد - دانشکده فنی دانشگاه تهران
محمد فرشی : دانشجوی دکتری مهندسی محیطزیست – آلودگی‌ها - دانشگاه آزاد تهران شمال

انجمن بین المللی پسماند سه اولویت کلی برای مدیریت پسماند را در طول دوره بیماری همه‌گیر COVID-19درنظرگرفته است:

۱. در دوره اپیدمی کرونا، کشورها، ایالت‌ها، استان‌ها و شهرها باید اطمینان یابند که خدمات بازیافت و مدیریت، تصفیه و دفع پسماند مختل نشده و سلامت عمومی با مدیریت نادرست پسماندها مورد مخاطره قرار نمی‌گیرد. کارگران مدیریت پسماند به ویژه کارکنان جمع‌آوری باید ضمن اقدامات محتاطانه بیشتر، فرایندهای بهداشتی و ایمنی را به گونه‌ای انجام دهند که در برابر هر گونه عفونت احتمالی توسط جریان و یا تجهیزات پسماند مصون باشند.
۲. برای جلوگیری از انتقال آلودگی و عفونت‌ها، تمامی فعالیت‌های بازیافت را می‌بایست مجددا برنامه‌ریزی نمود.
۳. مقادیر افزایش‌یافته پسماندهای بهداشتی و پزشکی باید به صورت ایمن، تصفیه و دفع شوند تا اطمینان حاصل شود که آنها هیچ‌گونه خطری برای ایجاد عفونت و آلودگی بیشتر ندارند.

اولویت۱: حصول اطمینان از تداوم خدمات

مدیریت پسماند یکی از مهم‌ترین موانع بهداشتی برای جلوگیری از انتشار امراض و بیماری‌ها است. لازم به ذکر است تداوم خدمات پسماند، نه تنها پسماندهای شهری، بلکه پسماندهای خطرناک صنعتی، بهداشتی و درمانی را نیز شامل می‌شود. در میان خدمات اساسی، صنایع داروسازی و شیمیایی، بخش انرژی و سوخت مانند MSW، لجن، پسماندهای بهداشتی و درمانی پسماندهای پرخطر تولید می‌کنند.

معمولاً ظرفیت‌های ذخیره‌سازی پسماندهای خطرناک در محل به طور فیزیکی و به دلیل خطر وقوع حادثه محدود است در نتیجه اطمینان از ارائه خدمات مناسب برای جمع‌آوری و تصفیه پسماندهای خطرناک نیز مهم است و این موضوع باید برای همه مقامات ذیصلاح روشن باشد.

پیوستگی و عملکرد مداوم بازیافت نیز در طول و پس از عبور از بحران ویروس کرونا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است از این جهت که با توجه به موارد ذکر شده اگر خانوارها و کسب و کارها به طور عمده جداکردن موادبازیافتی و انتقال آنها به ظروف جداسازی را متوقف کنند، مواد ورودی به کل سیستم بارگیری و تصفیه بین ۳۰ تا ۵۰ درصد افزایش خواهد داشت و همچنین خطر شکست سیستم تفکیک خواهد بود. بعلاوه اگر هر مقامی تمام مجموعه‌های بازیافت در طول بحران را متوقف کند این پیام را برای شهروندان به همراه دارد که این موضوع اهمیتی نداشته و همچنین بازگشتن به نرخ کنونی بازیافت اگر غیرممکن نباشد مشکل خواهد بود.

ISWA
International Solid Waste Association

شناخت نقش اساسی کارگران و خدمات پسماندها

شناخت نقش کارگران و خدمات پسماندها به عنوان یک مؤلفه اساسی به ویژه در این دوره، مهم است. جمع‌آوری پسماندها برای جلوگیری از تجمع پسماند و حفظ مناطق مختلف خالی از پسماند برای فعال کردن سایر خدمات حیاتی، ضروری است. به همین دلیل است که از سوی دولت انگلیس[1] کارگران بخش پسماند به عنوان «کارگرکلیدی» شناخته شده‌اند؛ به این معنا که دریافت خدمات آموزشی و مراقبت‌های بهداشتی به فرزندان آنها در طول بحران فعلی ویروس کرونا ادامه خواهد داشت؛ بنابراین قادر خواهند بود خدمات ضروری خود را ادامه دهند و خدمات کارگران پسماند به عنوان خدمات ضروری توسط بسیاری از کشورهای دیگر طبقه‌بندی شده‌اند. انجمن بین‌المللی پسماند پیشنهاد می‌کند که تمامی دولت‌ها باید نقش کلیدی کارگران پسماند و بخش پسماند در این دوره را به رسمیت بشناسند.

اقدامات بهداشتی و ایمنی برای کارگران پسماند را تضمین کنید

براین اساس، نیاز به تضمین سلامتی و ایمنی کارگران پسماند مهم است؛ زیرا آنها یکی از مهم‌ترین موانع بهداشتی برای حفظ شهرها و افراد سالم از چندین بیماری از جمله کووید-۱۹ هستند. تحقیقات علمی کنونی دلایلی مبنی بر اینکه مدیریت پسماند، مسیری برای انتقال ویروس سارس می‌باشد، ارائه نداده است، اما با توجه به اینکه کارگران پسماند با وجود اقدامات قرنطینه‌ای که برای کل جمعیت انجام می‌شود، درخیابان‌ها هستند، اقدامات دیگری مانند موارد زیر باید در نظرگرفته شود:

- پایبندی شدید به معیارهای بهداشتی، از جمله تغییر مکرر و تمیزکردن لباس‌های کار، جایگزین کردن دستکش‌های کار در صورت بروز شکستگی یا هرگونه حادثه آلودگی بالقوه، ضدعفونی مرتب تجهیزات، کابین وسایل نقلیه و تجهیزات دیگر. یک معیار مهم در اینجا این است که یقین پیدا کنیم ماسک‌ها در کجا پوشیده می‌شوند؛ به طوری که کارگران بدون تماس با آنها ماسک و دستکش خود را دربیاورند. این به معنای استفاده از تکنیک‌های صحیح برای پوشیدن و برداشتن ماسک است.
- انطباق رفتارها تا حد ممکن و درنظر گرفتن خصوصیات سیستم‌های جمع‌آوری پسماند به منظور جلوگیری از آلودگی بین کارگران در تیم‌ها از جمله: رعایت دقیق فاصله بیش از ۱ متر میان افراد، محدود کردن تعداد کارگران ممکن در یک منطقه (اتاق کنترل، ناهارخوری‌ها، اتاق‌های تعویض) و تمامی اقدامات احتیاطی برای حفظ سلامت کارگران که به شرایط ایمن شغلی کمک می‌کنند.
- باید از تماس مستقیم (بدون دستکش) با مخازن یا کیسه ها در هر صورت اجتناب شود.
- لباس‌های کار باید روزانه تعویض یا تمیز شود. تمیزکردن لباس و کفش کار، امکان پراکندگی ویروس را به حداقل رسانده و انتقال آن را محدود می‌کند.
- درصورت امکان، کارگران قبل از پوشیدن دستکش کار معمولی، دستکش‌های یکبار مصرف را به صورت روزانه در زیر آن بپوشند.
- اطمینان حاصل کنید که در هر وسیله نقلیه، ضدعفونی کننده سطوح و ضدعفونی‌کننده دست وجود دارد.
- شستشوی مکرر دست و رعایت نظافت هر چه بیشتر کارگران، امری ضروری است.[2]
- رانندگان و مأموران جمع‌آوری باید از تماس با کارکنان و کارمندان در بخش‌های خدماتی خودداری کنند.
- کابین راننده در وسایل نقلیه برای جمع‌آوری پسماندهای شهری پس از هر چرخه کاری باید پاکسازی و ضدعفونی شود همراه با توجه ویژه به این موضوع که سطوح سخت می‌توانند مکانی برای ماندگاری بیشتر ویروس باشند. جاروبرقی فقط پس از ضدعفونی کافی باید مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از مواد ضدعفونی کننده (به عنوان مثال، الکل حداقل ۷۵ درصد) به شکل اسپری توصیه می‌شود.
- رعایت فواصل اجتماعی باید در دفتر مرکزی، اتاق جلسات و همچنین در اتاق‌های تعویض اعمال شود.

1- https://www.letsrecycle.com/news/latest-news/waste-sector-receives-key-worker-status/

2-https://www.gov.uk/government/publications/covid-19-decontamination-in-non-healthcare-settings/covid-19-decontamination-in-non-healthcare-settings

- درصورت لزوم شرایط کاری خاص برای کارگران سالخورده تعریف شود.
- درصورت کمبود کارکنان که منجر به کاهش خدمات می‌شود، به منظور اطمینان از تداوم و دفعات کافی در جمع‌آوری پسماندهای شهری و آلی، تعداد دفعات جمع‌آوری مواد بازیافتی خشک، کاهش یابد.

برنامه‌های احتمالی را تهیه کنید

- علاوه بر این، هر شهرداری یا مقام محلی باید برنامه‌های اضطراری را هم تهیه کند به ترتیبی که اطمینان حاصل شود خدمات اساسی پسماند در هر صورت باید بدون وقفه ادامه پیدا کند و هیچ خطر دیگری برای سلامت کارکنان، علاوه بر همه‌گیری وجود ندارد. برنامه‌های احتمالی باید شامل راه‌حل‌های جایگزین برای پرسنل، وسایل نقلیه، پسماندهای عفونی، جمع‌آوری پسماند، شست‌وشو، ضدعفونی و نظافت خیابان‌ها باشد.

اولویت ۲: تنظیم خدمات بازیافت

زمینه فرضیه‌ها توصیه بر این مبناست که اگر افراد، مواد بازیافتی را در خانه‌های خود انجام دهند، برای آنها خطر کمتری وجود دارد؛ چرا که در صورت بیماربودن یا درصورت قرارگرفتن در معرض آلودگی، فقط می‌توانند خود و خانواده خود را آلوده کنند. منبع خطر و آلودگی متقابل در ارتباط با فرد آلوده است. اگر فرد آلوده مواد بازیافتی خود را به سیستم عمومی منتقل کند، فردی که عملیات بازیافت را انجام می‌دهد، در معرض آلودگی قرار می‌گیرد. براین اساس، نه تنها موضوع شامل سیستم‌های رسمی بازیافت می‌شود بلکه فرآیندهای غیررسمی و نیمه‌رسمی مرکز بازیافت، اعم از سوپرمارکت‌ها، یک دستگاه بازپرداخت، یک جامعه کم درآمد که در آن بسیاری از افراد در بازیافت غیررسمی آن فعال هستند، بازارهای کهنه‌فروشان یا تجارت کالاهای دست دوم مبتنی بر اینترنت را نیز شامل می‌شود. برخی از این فرایندها مستقیماً درکنترل مؤسسات دولتی یا عوامل بخش خصوصیشان قرار دارند، برخی را می‌توان به طور غیرمستقیم توسط نهادهای دولتی مورد بررسی قرار داد و برخی از آنها خارج از نظارت هر نهاد دولتی یا مقرراتشان هستند. براساس آخرین اطلاعات علمی موجود، آلودگی پاتوژن‌ها پس از ۷۲ ساعت حتی روی سطوح سخت به حداقل می‌رسد.

منابع اصلی آلودگی در رابطه با پسماند و بازیافت معمولاً بر اثر برخورد تولیدکننده آلودگی (بیمار) و متصدی حمل خواهند بود. به طور دقیق‌تر، زمانی یک فرد شاغل با پسماندهای مواد قابل بازیافت افراد دیگر می‌تواند آلوده شده باشد که با آنها تماس (ارتباط فیزیکی) داشته باشد. راهنمایی‌ها باید روشنگرانه باشند؛ چرا که هدف اولیه آن، رسیدگی به فرآیندهایی در مرز انتقال است، یعنی در لحظه‌ای که مواد تحت کنترل شاغلان در مدیریت پسماند قرار می‌گیرند؛ زیرا از اینجا به بعد است که به وضوح تحت صلاحیت مقامات محلی و دولتی است. به همین دلیل، این توصیه در وهله اول بر این موارد تمرکز می‌کند:

- پشتیبانی از کشورها، استان‌ها و شهرها برای آموزش کارکنان مدیریت پسماند به ترتیبی که در شناسایی نحوه تماس، انتقال و تغییر رویه‌های آنها برای حفاظت از دیگر شاغلان در این امور به روشنی اقدام کنند.
- ارائه راهنمایی در مورد تغییرات فوری، مورد نیاز و توصیه شده در خصوص ارتباطات برای جلوگیری از انتقال به افراد شاغل.
- ارائه رهنمودهایی در مورد چگونگی حفظ تعهد طولانی مدت و قانونی در زمینه جلوگیری از هدررفت، بازیافت و اقتصاد چرخشی در زمینه نیاز فوری به تغییر و شفاف‌سازی رویه‌ها در نحوه انتقال آلودگی.

توصیه ثانویه که شهرها باید به شهروندان و مشاغل خود ارائه دهند در موارد زیر است:

- چگونگی تغییر آنچه در خانواده‌های بخش خصوصی رخ می‌دهد؛ به این معنا که در بخش خصوصی رفتار بازیافت حفظ شود، لیکن خطرات را برای انتقال به شاغلان کاهش دهند.

این رهنمودها برای شهرها و مناطق برای برقراری ارتباط با شهروندان و مقابله با اثرات منفی بالقوه بر انطباق طولانی مدت با دستورالعمل‌های موجود برای پیشگیری، استفاده مجدد، بازیافت و بازیابی مفید خواهد بود.

راه‌های انتقال آلودگی

محل‌های اصلی آلودگی متقابل عبارتند از:

۱) نظافت کننده‌های تجهیزات پزشکی
۲) نظافت‌کننده‌ها در ساختمان‌های تجاری یا صنعتی
۳) کارگران مدیریت پسماند در سیستم جمع‌آوری
٤) کارگران مدیریت پسماند درخطوط جدا سازی(پردازش)
٥) کارگران در مراکز جداسازی مواد بازیافتی
٦) جمع‌کننده های غیررسمی و انفرادی مقوا و سایر مواد بازیافتی که این کار شغل آنهاست.

رویکرد کلی در سطح ملی

دستورالعمل‌های مربوط به شهرها و شرکت‌های بازیافت خصوصی در طول مدت نگهداری مواد بازیافتی باید دیدگاه‌های رو به گسترش علمی در رابطه با طول عمر ویروس روی سطوح مختلف را که به سرعت در حال توسعه است، در نظر بگیرند. [از ۲۴ ساعت روی کاغذ تا چند روز و ۳ تا ۹ روز روی فلز و پلاستیک]. همچنین ذخیره‌سازی مواد قابل بازیافت به ویژه پسماندهای خشک

برای یک دوره طولانی در خانوارها، قبل از اینکه شهروندان آنها را به سیستم جمع‌آوری پسماندهای تفکیک شده تحویل دهند، باید در نظرگرفته شود.

باید از تداوم جمع‌آوری پسماند، خدمات تصفیه وکمینه‌سازی پسماندها و اهداف بازیافت اطمینان حاصل شود. در حالیکه همزمان معاینه، آزمایش و معرفی به مراجع محلی و اقدامات تکمیلی برای کارکنان دولتی مدیریت پسماندها جهت اطمینان از سلامت کارگران و عموم نیز صورت پذیرد.

این امر حائز اهمیت است که مقامات به مشارکت در زمینه دانش بیماری‌های واگیردار و پیامدهای بیماریهای عفونی[1]درسیستم‌های مدیریت پسماند و همچنین در مؤثر بودن شیوه‌های مدیریت پسماند مختلف در حفظ بهداشت و سلامت عمومی درطی یک بیماری همه‌گیر متعهد باشند. هسته اصلی این توصیه این است که تدوین، تنظیم و همچنین برقراری ارتباط واضح و بدون ابهام در این موارد موقتی بوده و تمام اهداف، عملکردها، و الزامات گزارش‌دهی باقی می‌ماند. سارس،CoV۲ و COVID-۱۹ به یک یا چند روش در پسماند و بازیافت اختلال ایجاد خواهندکرد، اما هدف مسئولان باید به حداقل رساندن اختلالات به محض پایان وخیم‌ترین بخش بحران و ادامه دادن تلاش‌ها برای اجرای جمع‌آوری جداگانه پسماندها یا بازیافت خواهد بود.

هدف از این سند، پیشنهاد اصلاحات موقتی عملیات برای حفاظت همزمان از سلامت افراد شاغل در تماس با آلودگی و نیز حفظ دستاوردهای صورت‌گرفته در مورد گردش و بهره‌وری منابع توسط شهرها و مناطق در کشورهای عضو است.

علاوه بر این، مؤکداً به کشورهای عضو توصیه می‌شود که مستنداتی از آنچه انجام داده‌اند، از جمله تأثیر بر جریان‌های پسماند و مواد بازیافت شده و همچنین اینکه آیا در هدف جلوگیری از عفونت شاغلان موفق بوده‌اند یا نه را ارائه دهند. به کشورهای عضو توصیه می‌شود که دستاوردها و نوآوری‌های خویش و میزان موفقیت و چگونگی ارزیابی آن را به اشتراک بگذارند.

الف) دولت‌های ملی یا منطقه‌ای چه مواردی را باید از مقامات محلی و ارائه دهندگان خدمات پسماندهای شهری سئوال کنند؟

۱. راه‌های انتقال را مشخص کنید و اقدامات متمرکز بر راه‌های انتقال را توسعه دهید.
۲. تقویت معیارهای موجود در بهداشت و ایمنی برای همه کارگران.
۳. بررسی کنید که تجهیزات حفاظتی در دسترس و در حالت کار باشد. در هر صورت باید از ایجاد رقابت در نیازهای فوری بخش بهداشت اجتناب کرد؛ بنابراین در صورت عدم دسترسی به تجهیزات محافظ شخصی مربوطه، افراد باید به درستی توجیه شده و از لحاظ فنی توضیح داده شود که در حال حاضر این گونه نیست.
۴. بلافاصله تمام جداسازی‌های دستی پسماندهای مخلوط یا جمع‌آوری دستی مواد بازیافتی را قطع کنید. این امر شامل غیرفعال‌سازی و تعویض مراحل دستی در سیستم‌های جداسازی دستی و مکانیکی پسماندهای مخلوط نیز می‌شود.
۵. توسعه عملیات موجود برای جمع‌آوری و ذخیره مواد قابل بازیافت از سیستم‌های جمع‌آوری جداگانه خانگی و مشاغل را ادامه دهید.
۶. به جز در مواردی که موجب قفل شدن کار می‌شود، مقامات باید سعی کنند ظرفیت بازیافت ایستگاه‌ها و به خصوص ظرفیت بافر مخازن ذخیره‌سازی را قبل از تحویل به کارکنان جمع‌آوری افزایش دهید تا«فواصل جمع‌آوری» برای مواد، عملی شود به شرط این که برای ساکنان یا کسب و کارها هیچ وقفه‌ای درخدمات ایجاد نکند.
۷. دستورالعمل‌های تخلیه برای ماشین‌های دریافت برگشتی و سیستم‌های ودیعه را به نحوی تنظیم کنید که امکان کاهش و حذف احتمالی تماس دستی در انتقال آلودگی فراهم شود.
۸. به وضوح و قبل از هرگونه تغییر عملکردی یا برنامه‌ای به کاربران، شهروندان و ساکنان توصیه‌ها را اعلام کنید.
۹. توصیه‌هایی برای بهداشت و یا اقدامات احتیاطی که ایمنی راه‌های انتقال را به طور واضح و بدون ابهام در تمام زبان‌هایی که در شهر وجود دارند، اعم از اینکه یک روش معمول برقراری ارتباط باشد یا نباشد توصیه می‌شود. SARS-CoV2 به موانع زبانی توجه نمی‌کند و عدم موفقیت در آگاه‌سازی گروه‌های اقلیت یا مهاجر باعث ایجاد خطر برای کارگران مدیریت پسماند و افراد دیگر در شهر می‌شود.
۱۰. تسهیلات پرتابل شستن دست‌ها را در«مجموعه‌های بازیافت» فراهم کنید.
۱۱. سوابق آثار روی سلامت، ایمنی و مقادیر مربوط به فرایندهای بازیافت و دفع زباله را ثبت کنید.

ب) دولت‌های منطقه‌ای (ایالتی، استان) و شهرها به تولیدکنندگان، شهروندان و مشاغل چه باید بگویند؟

۱. جداسازی و بازیافت را حفظ کنید. این خیلی مهم است!
۲. اقدامات زیر را برای پشتیبانی از سلامت و ایمنی افراد شاغل انجام دهید؛ همان‌طور که در ادامه آورده شده است.
۳. اگر انجام اقدامات اضافی به دلیل قرنطینه، کاری بسیار پیچیده یا دشوار است، دستورالعملی برای ذخیره‌ای طولانی مدت جهت موادبازیافتی خود ایجاد کنید.
۴. اگر فکر می کنید نمی‌توانید مواد بازیافتی خود را نگهدارید، به

1- https://www.gov.uk/guidance/high-consequence-infectious-diseases-hcid

طور موقت آنها را در سطل زباله معمولی قرار دهید.

۵. توجه کنید یک یادداشت از تجربیات بازیافت خود داشته باشید و بعد آنها را به مقامات شهر خود اعلام کنید و بگویید که چه تفاوتی برای شما ایجاد کرده و چه تأثیری داشته است.

۶. انتقال ویروس زنده در سطوح فلزی و پلاستیکی را به حداقل برسانید. نمونه‌هایی از توصیه‌های بالقوه به شهروندان و تولیدکنندگان مشاغل شامل موارد زیر است:

- تا زمان پایان یافتگی بیماری همه‌گیر، کیسه های کاغذی را ترجیح دهید زیرا ویروس، ماندگاری بیشتری در پلاستیک در نسبت با کاغذ دارد.
- مواد قابل بازیافت را در کیسه‌های کاغذی باز یا ظروف پلاستیکی سفت و سخت یا حصیری (سطل یا سبد) حداقل به مدت ۳ روز قبل از آوردن آنها به مجموعه نگهدارید.
- اگر فضای ذخیره بازیافت را ندارید، آنها را درون یک کیسه پلاستیکی بسته قرار دهید و آن را درون کیسه پلاستیکی دیگری قرار دهید که تاریخ روی آن نوشته شده است و به مرکز بازیافت یا ظرف بازیافت انتقال دهید.

علاوه برخانوارهای دارای COVID۱۹ مثبت یا افراد در قرنطینه اجباری که نیاز به اقدامات احتیاطی در هنگام کار با زباله‌های خود دارند لازم به ذکر است که همه شهروندان باید برای پیروی از دستورالعمل‌های مربوط به جابه‌جایی ایمن و تحویل زباله برای جمع‌آوری، تشویق شوند، به ویژه:

- تمام زباله های شخصی (ازجمله ماسک و دستمال) باید در یک کیسه زباله پلاستیکی یکبار مصرف (کیسه۱) جمع‌آوری شود.
- وقتی حدود سه چهارم کیسه پر شد،کیسه ۱ باید محکم بسته شود و تا جایی که ممکن است هوای آن خارج شود.
- کیسه ۱ را باید در یک کیسه دوم قرار دهید (کیسه ۲).
- کیسه ۲ نباید بیش از حد پر باشد تا مطمئن شوید که می‌تواند محکم بسته شود و پاره نشود. زباله‌ها نباید برای ایجاد فضای اضافی با دست فشرده شوند.
- افراد باید قبل و بعد از دست‌زدن به کیسه‌های زباله و به خصوص مستقیماً قبل و بعد از بسته شدن کیسه ۲، دست خود را بشویند یا ضدعفونی کنند.
- کیسه ۲ قبل از تحویل برای جمع‌آوری باید کاملاً بسته شده باشد.
- حیوانات خانگی را باید از کیسه‌های زباله دور نگهداشت.

دولت‌های منطقه‌ای (ایالتی،استان) و شهری به شهرها و اپراتورهای خصوصی راجع به انواع ایستگاه‌ها یا مراکز بازیافت و شرکت‌ها و اپراتورهای بازیافت چه باید بگویند؟

۱. خطرات انتقال آلودگی را با افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی و مکان‌های ذخیره‌سازی ویژه برای بازیافت مواد بازیافتی ا ظروف تفکیک‌شده در تأسیسات فرآوری بازیافت، به حدا برسانید.

۲. قبل از هر نوع جابه‌جایی دستی، زمان نگهداری طولانی امتحان کنید.

چه توصیه‌ای به شهرها، مناطق و شرکت‌های خصو جمع‌آوری زباله برای جمع‌آوری زباله باقیمانده تولیدشده توس خانوارها یا مشاغل دارای افراد مثبت یا COVID۱۹ مثبت در قرنطینه اجباری می‌شود؟

جمع‌آوری جداگانه از خانوارها با افراد COVID۱۹ مثبت یا افراد در قرنطینه اجباری فقط زمانی حفظ می‌شود که مقامات مدیریت زباله بتوانند اطمینان حاصل کنندکه بخش‌های جمع‌آوری‌شده به صورت جداگانه، حداقل بعد از ۷۲ ساعت نگهداری، جمع‌آوری می‌شوند.

بسته به سیستم مدیریت پسماند، کشورها و شهرها ممکن است نیاز داشته باشند که خانوارها پسماندهای خود را به عنوان بخشی از جمع‌آوری زباله مخلوط تحویل دهند و بنابراین به طور موقت، تعهد جمع‌آوری جداگانه از آن خانوارها را نادیده می‌گیرند؛ البته به استثناء تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی، باتری‌ها وزباله‌های خانگی خطرناک.

پسماندهای شخصی و پسماند افراد COVID۱۹ مثبت یا افراد در قرنطینه اجباری را می‌توان به طور ایمن جمع‌آوری و با سایر پسماند ترکیب کرد؛ به شرط آنکه منوط به پردازش دستی قبل از عملیات نهایی آن نباشد یا در جاهایی که می‌تواند به طور ایمن برای یک دوره طولانی قبل از پردازش ذخیره شود.

بسته به سیستم جمع‌آوری و تصفیه زباله‌های مخلوط ممکن است لازم باشد که زباله‌های افراد COVID۱۹ مثبت یا افرادی که در قرنطینه اجباری هستند تا زمانی که سوزانده شود یا در مکان‌های دفن کنترل‌شده دفن شوند یا جدا نگه داشته شوند. اگر فرد در قرنطینه نمی‌تواند ضایعات را برای خدمات جمع‌آوری تحویل دهد، یک بخش خدماتی خاص با کارکنان تخصصی باید راه‌اندازی شود.

اولویت۳: اطمینان از جمع‌آوری، دفع و تصفیه پسماندهای بهداشتی

همه کشورها، ایالت‌ها، استان‌ها و مقامات محلی باید اطمینان حاصل کنند که همه زباله‌های بهداشتی به طور ایمن جمع‌آوری، تصفیه و دفع می‌شوند و اقدامات اضافی ویژه‌ای در صورت عدم وجود فضا در محل در مقابله با مقادیر افزایش یافته، انجام می‌شود.

اولاً همه کسانی که در این دوره پسماندهای بهداشتی یا سایر زباله ها را کنترل می‌کنند باید به طور مکرر دست‌های خود را بشویند و بدانند که شستن دست با آب و صابون بیش از ۲۰ ثانیه از

دستکش یا آلک و ژل مؤثرتر است. همه کسانی که در بیمارستان هستند به ویژه افراد در پست‌های مدیریتی باید به طور مکرر شستن دست ها را انجام دهند و اطمینان پیدا کنند که دیگران نیز چنین می کنند. اگر صابون آلک و ژل را جایگزین کرده‌اند، اطمینان حاصل کنید که مؤثر بوده است.

طی یک بیماری همه‌گیر، اغلب بیمارستان‌ها مجبور به مدیریت تمام زباله‌های خود به عنوان مواد زائد خطرناک هستند. این امر می‌تواند میزان پسماند مربوط به مراقبت بهداشتی(HCW) بیمارستان را افزایش دهد و یک وضعیت اضطراری مرتبط با افزایش ناگهانی در ظرفیت مورد نیاز برای جمع‌آوری مناسب، دفع و تصفیه ایجادکند. این یک اثر جانبی ناخواسته از واکنش به کرونا ویروس است: پسماند عفونی بالینی، ناقل این پاتوژن‌ها نیستند، افراد سرفه می‌کنند و بعد از لمس سطوح سخت مشترک، صورت خود را لمس می‌کنند؛ بنابراین شستشوی دست و ادامه دادن تفکیک در مبدأ زباله‌های عفونی از غیرعفونی موجب محافظت از بیماران، متخصصان مراقبت‌های بهداشتی و سیستم زباله می‌شود.

تمام زباله‌های عفونی مراقبت‌های بهداشتی که در حین مراقبت از بیماران COVID ۱۹ تولید می‌شوند باید تحت عنوان زباله‌های عفونی با رویه‌های عادی که برای مدیریت و دفع بی‌خطر یا تصفیه یا هر دو ترجیحاً در محل، تصفیه شوند. ضایعات بهداشتی(HCW) باید به شکل صحیحی به دو گروه موادعفونی و غیرعفونی جداسازی شوند. این نقطه اصلی تفکیک در مبدأ است. اگر کارگران زباله‌های مراقبت‌های بهداشتی مجبور هستند شیوه‌های SARS-CoV-۱۹ را تغییر دهند. آنها تا به امروز این کار را نکرده اند. افراد حرفه‌ای در حال حاضر مواد آلوده به سل، هپاتیت، اچ آی وی، سیاه‌زخم، نورو ویروس، سالمونلا، وغیره را کنترل می‌کنند و این روش‌ها باید پیرو آنها باشند.

اگر زباله به خارج از محل، منتقل شود، شناخت این که کجا و چگونه تحت تصفیه و امحاء قرار می‌گیرد، حیاتی است و مستلزم اقدامات قابل ردیابی جهت ثبت و اطمینان مقصد مناسب آن است. تمام کسانی که مدیریت پسماندهای بهداشتی را به عهده دارند باید تجهیزات محافظ شخصی مناسب داشته باشند و موارد بهداشت دست‌ها را پس از برداشتن آن انجام دهند.

این نکته نیز حائز اهمیت است که متأسفانه بسیاری از کشورهای در حال توسعه هنوز زیر ساخت لازم برای تصفیه پسماندهای بهداشتی و سایر زباله‌های عفونی و خطرناک را ندارند. در این موارد و به عنوان یک اقدام استثنایی، زباله‌های تولیدشده در مراکز بهداشتی و درمانی در طول پاندمی COVID-۱۹ باید یا در سلول دفن زباله‌های بهداشتی یا مهندسی و یا در یک منطقه جداگانه از زباله‌های معمولی جدا شده و با پوشش فوری روزانه دفن شوند.

هدف اصلی چنین اقداماتی این است که اطمینان حاصل شود که پسماندهای بهداشتی در تماس با پسماندهای عادی و غیرعفونی قرار نمی‌گیرند؛ کارگران پسماند در طی فعالیت‌های دفع در معرض خطر قرار نمی‌گیرند و زمانی که پسماندهای بهداشتی رها شوند، هیچ انسان و یا حیوانی قادر به برخورد با آن نخواهد بود.

درصورتی که پسماندهای بهداشتی به محل دفع زباله منتقل شود، کارکنان مرکز دفن باید مطلع شوند و اقدامات احتیاطی ویژه‌ای، مانند پوشیدن ماسک و دستکش را انجام دهند، اما در هر صورت، کارگران باید فاصله خود را حفظ کرده و از هرگونه تماس مستقیم با پسماند جلوگیری کنند.

سپس توصیه می‌شود که زباله را تا جایی که ممکن است نزدیک ناحیه انتخاب شده تخلیه کرده و زباله‌ها را بلافاصله بعد از تخلیه دفن کنید و مراقب باشید که توده زباله‌های بهداشتی، رها شده نباشند.

نکته آخر و مهم این است که داشتن این محل‌های دفن زباله، بخشی ضروری از هر سیستم مدیریت پسماند محسوب شوند. در غیاب تصفیه حرارتی(زباله سوز)، این زیرساخت‌ها یک روش نهایی مناسب برای دفع پسماندهای بهداشتی و درمانی هستند، اما روش‌های مشخصی باید اعمال شوند. موضوع حائز اهمیت این است که حتی اگر تصفیه صحیح پسماندهای عفونی در دسترس باشد در بیماری همه‌گیر مقادیر زباله‌های درمانی تولیدشده معمولاً بیشتر از بقیه مواقعند؛ بنابراین محل‌های دفن زباله‌های بهداشتی می‌تواند راهی جایگزین برای دفن ایمن باشند.

بررسی میزان رضایت شهروندان از نصب و گسترش طرح مخازن هوشمند زیر زمینی در شهر اصفهان

چکیده

شیما شاهین فر:
کارشناس ارشد، آموزش محیطزیست، سازمان مدیریت پسماند شهرداری اصفهان

حمیدرضا رضوانی:
کارشناس ارشد، محیطزیست، سازمان مدیریت پسماند شهرداری اصفهان

در حال حاضر مدیریت پسماند جامد شهری، یکی از دغدغه‌های اصلی مدیریت شهری در کشورهای درحال توسعه است. یکی از مهم‌ترین اهداف مدیریت پسماند جامد شهری، استفاده از راهبردهایی است که علاوه برکاهش آسیب‌های زیست‌محیطی و هزینه‌ها در بلندمدت، مشارکت حداکثری مردم را برانگیزد. بر این اساس، پس از اجرای طرح نصب و راه‌اندازی ۴ مخزن زیرزمینی ویژه پسماندهای تر و خشک، در۲ منطقه مختلف شهر اصفهان، پرسشنامه‌هایی در جهت سنجش میزان رضایت و مشارکت شهروندان بر اساس "طیف لیکرت"، طراحی و به صورت میدانی توزیع شد. نتایج این پژوهش، موافقت ۸۵ درصدی شهروندان، با نصب مخازن زیرزمینی در معابر شهری را نشان می‌دهد؛ هرچند که میزان موافقت شهروندان با نصب این مخازن در ساختمان‌های بلند به نسبت قابل توجهی کمتر است. همچنین ۷۲ درصد شهروندان شرکت‌کننده در این نظرسنجی بر این باورند که مخازن زیرزمینی باید بر اساس کاربرد، نوع پسماند و مصرف‌کنندگان متفاوت باشند. تفاوت جنسیت و تحصیلات شرکت کنندگان در این نظرسنجی، اختلاف قابل توجهی را در میزان رضایت از نصب این مخازن نشان نمی‌دهد.

کلمات کلیدی
مدیریت پسماند جامد شهری، مخازن زیرزمینی، محیطزیست، طیف لیکرت، مشارکت مردمی

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت شهری و به تبع آن، افزایش دخالت‌های بشر در محیطزیست و بـه مخـاطره انداختن آن، انسان را وا می‌دارد تا نسبت به حفظ آن از طریق مدیریت بهینه پسماندها، اقداماتی در زمینه بازگشت مواد انجام دهد که امروزه نظر بسیاری از کارشناسان و مدیران شهری را به خود معطوف کرده است.

مواد زائد جامد شهری شامل تمام موادی حاصل از فعالیت‌هایی است که در شهر انجام می‌شود. این مواد از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی تنوع بسیاری دارند. در حال حاضر پیچیدگی‌هایی که در جامعه شهری به وجود آمده، تغییرات بسیاری را در کمیت و کیفیت زباله‌ها ایجاد کرده است که این تغییرات و پیچیدگی‌ها، معضلاتی از قبیل اشکال در نحوه جابه جایی و چگونگی دفع را نیز بـه دنبـال داشته است.

امروزه دفع مواد زائد جامد در شهرهای بزرگ به معضلی با پیامدهای روزافـزون تبـدیل شده است. گذشته از هزینه بسیار بالایی که جمع‌آوری، حمل و نقل و دفع مواد زائد شهری به کشور تحمیل می‌کند، مخاطرات زیست‌محیطی آن نیز بس جدی است. نگرانی‌های حاصـل از ادامـه این وضعیت باید همه اقشار جامعه و به ویژه مدیران شهرداری را به تفکر و اقدام به منظور مقابلـه بـا این مخاطرات وادارد.

در چالش پیش رو، استفاده از تجربه سایر کشورها یـا مدل‌های اجرایـی موفـق در شـهرهای مختلف کشورمان ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به قانون مدیریت پسماند، مدیران شهری باید روش‌هایی را به کـار گیرنـد که باعث جلوگیری از دفع غیراصولی و کمک به بازگشت سرمایه، حفظ محیطزیست، اقتصاد جامعه، ایجاد اشتغال، مشارکت شهروندان و بخش خصوصی شود.

تمامی مسائل مربوط به پسماند را می‌توان در قالب مدیریت مواد زائد بررسی کرد. مدیریت مواد زائد جامد را می‌توان به یک فعالیت میان بخشی پایه‌ریزی شـده و بـر اسـاس اصـول مهندسـی،

اقتصادی و محیطزیستی بین عناصر مختلف آن، یعنی تولید، ذخیره در محل، جمع آوری، حمل و نقل، پردازش، بازیافت و نهایتاً، دفع بهداشتی مواد زائد جامد اطلاق کرد (منوری و همکاران :۱۳۸۶).

محیطزیست به عنوان یکی از شاخص‌های سه گانه تحقق توسعه پایدار، شامل مشارکت اجتماعی، حفظ محیطزیست و توسعه اقتصاد، زمانی در سلامت خواهد بود که از آلاینده‌ها دور باشد و این کار مهم، نیازمند بستری است که مانع از پراکندگی پسماندها در محیطزیست شهری شود(مک اون: ۲۰۰۴).

رشد شهرنشینی در ایران و هر کشور دیگری، بالطبع با تبعات ناخوشایندی همراه است که از جمله می توان به افزایش تولید زباله اشاره کرد.

از دیدگاه سازمان بهداشت جهانی، یکی از مشکلات مهمی که بر اثر توسعه شهری و صنعتی پدید آمده است، مسئله دفع مواد زائد جامد است و بسیاری ازکشورها در زمینه مدیریت این مواد با مشکل مواجه و نیازمند راه‌حل‌های جامع و کاربردی هستند.

براساس دستورکار۲۱ کنفرانس ریو درسال ۱۹۹۲ اگر اقدامات لازم در زمینه مواد زائد صورت نگیرد، باتوجه به تغییر جمعیت از۵/۳ میلیارد نفر در سال۱۹۹۲ به بیش از ۸/۵ میلیارد نفر در سال ۲۰۲۵ و با در نظرگرفتن افزایش سرانه زباله، میزان تولید مواد زائد از نظر حجمی به ۴ تا ۵ برابرمیزان فعلی خود خواهد رسید (مجلسی: ۱۳۸۶).

یکی از سامانه‌های رایج جمع‌آوری پسماندهای جامد شهری، استفاده از مخازن شهری است. جنس این مخازن معمولاً از فلز گالوانیزه یا پلاستیک است (سازمان زیباسازی شهرداری تهران:۱۳۹۱).

در سامانه جمع‌آوری توسط مخازن شهری، خانوارها پسماند خود را به مکان‌های از پیش تعیین شده‌ای می‌برند که در آنجا تسهیلاتی برای ذخیره‌سازی پسماند تعبیه شده است. خودروهای جمع‌آوری معمولاً به شکل روزانه یا یک روز در میان، پسماند ذخیره شده در این مخازن را جمع‌آوری می‌کنند. مزیت اصلی این روش این است که محل‌های توقف جمع‌آوری پسماندها به شکل قابل توجهی کاهش می‌یابد.

اگرچه این سامانه در بسیاری از شهرهای کشورهای توسعه یافته، مانند هامبورگ، کپنهاگ و شهرهای کشورهای در حال توسعه، از جمله تهران در حال اجراست، این روش با چالش‌های بسیار جدی رو به رو است. از جمله این چالش‌ها می‌توان به سرریزی مخازن به علت تعداد کم آنها نسبت به میزان پسماند تولیدی یا تعداد کم دفعات جمع‌آوری، ایجاد آلودگی بصری به علت کثیف شدن بدنه خارجی مخازن، عدم سازگاری مخازن با مبلمان شهری، آسیب‌پذیری مخازن در برابر خوردگی و آتش‌سوزی، نارضایتی ساکنان، کسبه محل و عابران از مکان قرارگیری مخزن، محفوظ نبودن مخازن به علت نداشتن یا کنده شدن درپوش، بوی نامطلوب متصاعده از مخازن و در نهایت، دسترسی آسان حیوانات موذی به محتویات آنها اشاره کرد (مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران:۱۳۸۹).

یکی از راه‌حل‌های ارائه شده برای کاهش این چالش‌ها، استفاده از فضاهای زیرزمینی و مخازن زیرزمینی است. فضایی که اگرچه مدت هاست با کاربری‌های متفاوت، مورد استفاده انسان‌ها بوده، فقط از نیم قرن پیش مورد توجه مدیریت پسماندهای جامد شهری واقع شده است.

بهره‌گیری از فضای زیرزمینی می‌تواند از چند جهت حائز اهمیت باشد. فضای زیرزمینی، فشار موجود بر سطح زمین و کاربری‌های روی زمین را کاهش می‌دهد، امکان استفاده به صرفه‌تری را از زیرساخت‌ها فراهم می‌سازد، جابه‌جایی در این فضا راحت‌تر صورت می‌پذیرد وآثار مخرب زیست‌محیطی زیر ساخت یا سازه موردنظر (صدا و بوی نامطلوب) به مقدار قابل توجهی در این فضا کاهش می‌یابد؛ از همین رو می‌توان گفت که استفاده از فضای زیرزمینی، کیفیت زندگی در محیط شهری را ارتقا می‌دهد (فیاض و همکاران: ۱۳۹۲). مشخصه‌های برجسته فضاهای زیرزمینی به همراه توضیحات و نمونه زیرساخت در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- مشخصه‌های برجسته فضاهای زیرزمینی به همراه توضیحات و نمونه زیرساخت

مشخصات	توضیحات
ایزولاسیون	فضاهای زیرزمینی کمتر در معرض تأثیرات خارجی قرار می‌گیرند و تأثیرات خود آنها نیز بر محیط به مراتب کمتر از سازه‌هایی است که روی زمین قرار می‌گیرند.
ثبات دمایی	نیاز کمتر به سرمایش و گرمایش. در بسیاری از موارد تأسیسات زیرزمینی نیازی به تسهیلاتی برای گرمایش و سرمایش ندارند.
محافظت	فضاهای زیرزمینی، راه‌های محدودی برای ارتباط و دسترسی دارند و بنابراین امنیت حفاظتی آنها به مراتب بیشتر از فضاهای روزمینی است.
آسیب پذیری در برابر سیلاب	سیلاب‌های سطحی می‌توانند صدمات غیر قابل پیش بینی و جبران ناپذیری را به تأسیسات زیرزمینی وارد کنند.
قابلیت ارتجاع در برابر زمین لرزه	سازه‌های قرار گرفته در زیر زمین، هنگام زلزله نسبت به سازه‌های روزمینی آسیب کمتری می‌بینند.
هزینه بالای ساخت و ساز	هزینه ساخت تأسیسات زیرزمینی نسبتاً بالاست. میزان این هزینه به جنس زمین بستگی دارد. تأسیسات زیرزمینی معمولاً به گونه‌ای طراحی می‌شوند که عمر طولانی داشته باشند.
هزینه‌های عملیاتی پایین	هزینه‌های عملیاتی سازه‌های زیرزمینی به علت عدم نیاز به تعمیرات و نگهداری مداوم، بی نیازی به سرمایش و گرمایش و استهلاک کمتر، پایین تر از سازه های روزمینی است.

مدیریت پسماند جامد شهری با توجه به سطح فرهنگی و اقتصادی هر منطقه با منطقه ای دیگر متفاوت است و به راهبرد خاص خود نیاز دارد. باتوجه به رشد جمعیت انسانی، میزان تولید زباله هم افزایش یافته، ولی سرانه تولید پسماند در کلانشهر اصفهان ۵۷۰ گرم در ازای هر فرد برآورد شده که نسبت به میانگین جهانی آن کمتر است. روزانه ۱۰۰۰تن پسماند در کلانشهر اصفهان تولید می‌شود که ۳۰ درصد آن قابلیت بازیافت دارد(روشن و همکاران: ۱۳۹۶).

مخازن زیرزمینی هم اکنون 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 موفقیت آمیز بودن طرح‌های پایلوت، آنها را جایگزین مخازن سنتی کنند. از جمله شهرهایی که به استفاده از مخازن زیرزمینی اقدام 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 (فیاض و همکاران: ۱۳۹۲).

سازمان مدیریت پسماند شهرداری اصفهان در این زمینه به طراحی و نصب مخازن هوشمند زیرزمینی پسماند در چند منطقه از شهر به صورت پایلوت اقدام کرده است و در نظر دارد این مخازن را در دیگر مناطق هم به کار گیرد.

محفظه نگهداری پسماند این مخازن، در عمق زمین قرار گرفته و تنها دریچه ورودی آن، روی زمین واقع شده است و از این جهت، معضلاتی مانند بوی نامطبوع پسماند، انتشار پسماندها در سطح معابر، دفعات جمع‌آوری و به تبع آن، آلودگی هوا کاهش می‌یابد و همچنین شرایطی فراهم می‌شود تا شهروندان در معابر هم بتوانند پسماندهای تر و خشک را تفکیک کنند.

این دریچه به حسگرهای چشمی مجهز است که هنگام نزدیک شدن پسماندها، به صورت خودکار، باز و بعد هم بسته می‌شود. در هر یک از مناطق، ۲ مخزن در کنار هم تعبیه شده که یکی مختص پسماند خشک و دیگری مخصوص پسماند تر است. با توجه به اینکه این طرح به صورت پایلوت، در شهر اصفهان اجرا می‌شود، از این رو سابقه ای از نظر رویکرد مردمی در مواجهه با این ایده در دست نیست. پژوهش حاضر در صدد آن است تا با بهره‌گیری از نظریات شهروندان در این باره، رویکرد عمومی را در خصوص فراگیر شدن استفاده از این دستگاه‌ها بسنجد تا از این رهگذر، برای توسعه طرح، بتوان ایرادات موجود را برطرف و نظر شهروندان را دخیل کرد.

هدف کلی پژوهش

بررسی میزان رضایت شهروندان از نصب و گسترش طرح مخازن هوشمند زیرزمینی

اهداف جزئی

۱. بررسی میزان رضایت شهروندان از نصب مخازن زیرزمینی پسماند
۲. بررسی میزان تمایل برای استفاده از این مخازن
۳. بررسی نظریات در خصوص مکان یابی نصب مخازن زیرزمینی
۴. بررسی روند توسعه طرح با استفاده از نظر شهروندان

پیشینه پژوهش

مخازن زیرزمینی در کشورهای توسعه یافته و درحال توسعه

پژوهشی که در خصوص کارکرد مخازن زیرزمینی جمع‌آوری پسماند در دانشگاه فنی آتن صورت گرفته است، استفاده از مخازن زیر زمینی را راهکاری مؤثر در جهت تحقق توسعه پایدار، بهبود کیفیت محیط‌زیست شهری و استفاده بهینه از فضای شهری عنوان می‌کند.

مطابق آمارهای جهانی، حدود ۴۵ درصد پسماندها را انواع جامد شهری تشکیل می‌دهند و سرانه تولید زباله از متوسط ۶۰۰ گرم، به ۱/۴ کیلوگرم در برخی کشورهای توسعه یافته رسیده است. در این پژوهش، پس از مقایسه روش سنتی جمع‌آوری و روش مبتنی بر نصب مخازن زیر زمینی، نتایجی به دست آمده که حاکی از مزایای این شیوه جمع‌آوری است. این مزایا عبارتند از:

- ظرفیت نگهداری بیشتر پسماند
- افزایش تراکم زباله‌ها به میزان ۱،۵ تا ۲ بار و در نتیجه، افزایش ظرفیت مؤثر
- بهبود بعد زیبایی شناختی
- برخورداری از استانداردهای بهداشتی بالا، کنترل رشد باکتری‌ها و جلوگیری از مشکلات ناشی از بوی تعفن
- امکان نگهداری و محافظت آسان تر در برابر تخریب و امکان تعمیرات ساده‌تر

بنابراین توسعه راه‌حل‌های مدیریت پسماند زیرزمینی می‌تواند با توسعه سایر سیستم‌ها و گزینه‌های راهبردی تقویت شود که باعث افزایش بیشتر کارایی طرح‌های زیرزمینی می‌شود. از جمله این گزینه‌ها می‌توان به استفاده از حمل و نقل زیرزمینی، توسعه تونل‌های چند منظوره و تحقیق درباره کاهش مصرف انرژی اشاره کرد (Benardos: 2013).

مخازن زیرزمینی با حفاری در عمق زمین قرار می‌گیرند و فقط ورودی آنها در سطح قرار می‌گیرد؛ بدین ترتیب، این سامانه خاص، جایگزین محل‌های جمع‌آوری روی زمین می‌شوند و ظرفیت ذخیره‌سازی، امکان تراکم پسماند و عملکرد بهداشتی برتری را به ویژه در فصل تابستان ارائه می‌دهند؛ علاوه بر این، با استفاده از این طرح، آلودگی‌های بصری کاهش می‌یابد و در همان زمان، محل‌های جمع‌آوری پسماند روی زمین می‌تواند به راحتی در محیط شهری ادغام شود.

به کارگیری این سامانه‌های زیرزمینی با فرآیند جمع‌آوری پسماندها با استفاده از کامیون هم امکان‌پذیر است. مزیت عمده استفاده از سیستم AVACیا مخازن زیرزمینی، هزینه عملیاتی کمتر برای مدیریت پسماند است. البته در ابتدا سرمایه‌گذاری مورد نیاز بیشتر است، اما عملکرد اقتصادی تر سامانه می‌تواند در واقع، این زیان را پرداخت کند؛ چرا که تعداد دفعات جمع‌آوری پسماند کاهش می‌یابد و در نتیجه، هزینه عملیاتی، تراکم ترافیک و انتشار CO_2 به حداقل می‌رسد. همچنین در شرایط دشوار آب و هوایی یا موضوعاتی، مانند اعتراض و اعتصاب، امکان آسیب‌پذیری این مخازن کمتر می‌شود و روند جمع‌آوری مختل نمی‌شود.

این مخازن به مدیریت فضای سطحی زمین و بهره وری بهینه از آن منجر می‌شود؛ به عنوان مثال، در بریتانیا محاسبه شده است که استفاده از این نوع سامانه جمع‌آوری سبب صرفه جویی در سطح زمین به اندازه ۱۸۶۵ مترمربع فضای مسکونی (که معادل ۲۲ آپارتمان است) و ۱۱۰۶ متر فضا برای واحدهای تجاری خواهد شد. از این رو، توسعه رویکردهای مدرن برای مدیریت پسماندهای شهری باید به یک الزام قانونی تبدیل شود و شهرها باید در این زمینه، طرح‌های جدیدی را ارائه دهند تا بتوان از فضای شهری استفاده مفیدتری کرد. افزون بر این، روش زیرزمینی می‌تواند برای شهروندان جذاب باشد، شرایط دسترسی به سیستم بهبود یافته را برای بازیافت تسهیل کند و سطح ایمنی و بهداشت عمومی را افزایش دهد(Nakou & others:2014).

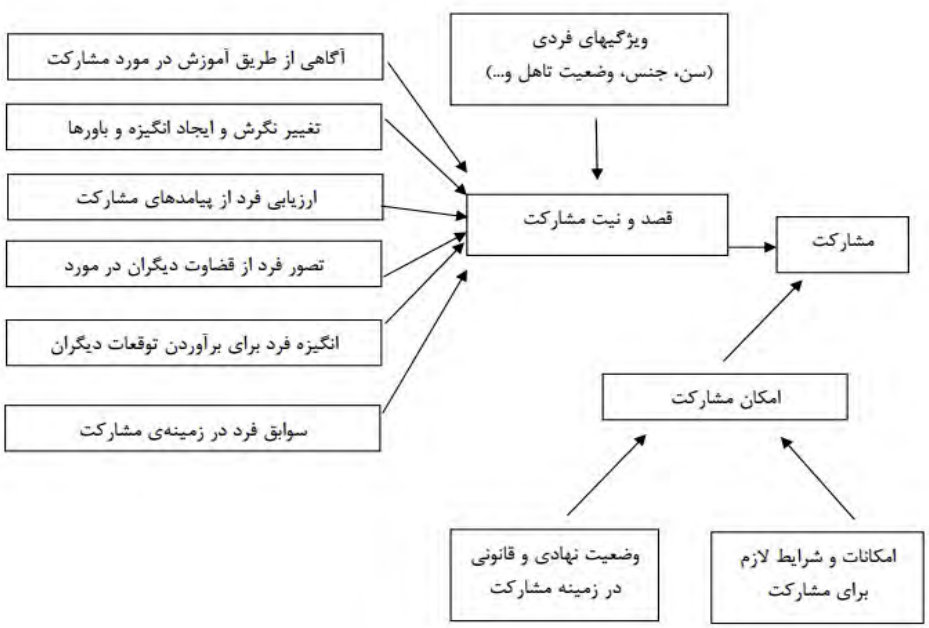
مشارکت شهروندان

چنین به نظر می‌رسد که شهروندان هم از گسترش چنین سامانه‌هایی استقبال خواهند کرد و مایل نخواهند بود که از روش‌های سنتی معیوب که به گسترش آلودگی ناشی از پراکنش پسماندها منجر می‌شود، استفاده کنند.

بر اساس داده‌های حاصل از پژوهشی که با هدف ارزیابی سطح رضایتمندی شهروندان در مورد اجرای طرح جمع‌آوری مکانیزه زباله در شهر تهران انجام شده طبق نظر سنجی از پیمانکاران و شهرداران مناطق درباره عملکرد طرح موردنظر، شهروندان در اجرای صحیح این سامانه با سطح همکاری ۷۰ درصدی، تعامل نسبتاً خوبی را با شهرداری داشتند (اصلانی و دیگران: ۱۳۸۷).

در بررسی نظر شهروندان درباره عملکرد جمع‌آوری مکانیزه، براساس ملاک‌های تعیین‌شده و اجرای صحیح آن، مصاحبه‌ای انجام شد که بر اساس آن حدود ۷۷ درصد از ساکنان مناطق در اجرای‌صحیح این مأموریت، همکاری‌خوبی باکارکنان شهرداری داشتند؛ در حالی که بررسی پرسشنامه‌ها نشان می‌دهد ۱۲ درصد در این باره همکاری مناسبی نداشته‌اند که از جمله دلایل این عدم همکاری می‌توان به عدم آموزش، کافی نبودن یا مناسب نبودن آموزش‌ها و ناآگاهی شهروندان از سامانه‌های مکانیزه و... اشاره کرد (شالمائی و دیگران : ۱۳۸۵).

در پژوهش بررسی نقش مشارکت مردمی در سامانه‌های مکانیزه جمع‌آوری زباله، افت فرهنگی، افزایش جمعیت، اقتصاد، مصرف بی‌رویه مواد، ناآگاهی و بی‌توجهی مردم، عدم احساس مسئولیت، طبیعت ناهمگون و گستره وسیع مواد زائد، عدم اجرای مقررات و قوانین و کمبود امکانات در عرصه خدمات شـهری به عنوان عوامل چالش آفرین در مدیریت پسماندها مطرح می‌شوند. در این پژوهش، فلوچارت زیر به عنوان فرآیند شکل‌گیری مشارکت شهروندان در موضوع جمع‌آوری مکانیزه پسماند مطرح شده است؛



فلودیاگرام ۱- عوامل مؤثر بر مشارکت افراد

بر این اساس، افزایش مشارکت مردم در تصمیم‌گیری‌ها و سیاستگذاری مدیریت مـواد زائـد در محلـه و بـه ویـژه درباره استقرار مخازن و طرح جمع‌آوری مکانیزه با افزایش آگاهی آنان از اهـداف طـرح و تأثیر اجـرای آن بـر سلامت شهروندان ارتباط مستقیم دارد؛ همچنین افزایش انگیزه مردم در جهت تغییر نگرش و رفتارشان با توجه به روش‌ها و الگوهـای نـوین جهانی از موارد مؤثر بر افزایش مشارکت شهروندان در اجرای طرح عنوان شده است (مجلسی :۱۳۸۶).

سئوالات پژوهش

آیا شهروندان از نصب و گسترش طرح مخازن هوشمند زیرزمینی رضایت دارند؟

آیا شهروندان برای استفاده از این مخازن و جداسازی پسماندهای خشک و تر تمایل دارند؟

شهروندان در خصوص مکان یابی نصب مخازن زیرزمینی چه نظری دارند؟

آیا میزان تحصیلات و جنسیت افرد، تأثیری بر رضایت آنها از نصب مخازن هوشمند زیرزمینی می‌گذارد؟

روش پژوهش

این پژوهش از نوع کابردی است و درآن برای جمع‌آوری اطلاعات از روش‌های اسنادی و میدانی به طور همزمان استفاده شده است. در روش اسنادی از شیوه‌های تحلیلی- توصیفی و بررسی آمار و اسناد و مدارک و در روش میدانی از پرسشنامه و نظر سنجی استفاده شده است. داده های حاصل از پرسشنامه‌ها در نهایت بر مبنای فراوانی، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

جامعه پژوهش

شهروندان اصفهانی که در بوستان‌های دو منطقه ۶ و ۹ (که مخازن در آن بوستان‌ها نصب شده بود) تردد داشتند، بدون هیچ محدودیتی از نظر سن پاسخ دهنده، جنسیت، میزان تحصیلات و غیره، به عنوان جامعه در نظر گرفته شده‌اند. امکان پایش دقیق ورودی و خروجی این دو منطقه به دلیل محصور نبودن فضا، فراهم نبوده است، اما با تخمین وضعیت تردد در بازه زمانی پژوهش، مجموع ورودی دو مجموعه، حدود ۵۰۰ نفر بوده است. لازم به ذکر است در زمان‌های مختلف، تردد در بوستان‌ها، بسته به عواملی مانند شرایط آب و هوایی، روزهای هفته، ساعت شبانه روز و ... متغیر است.

حجم نمونه پژوهش و روش نمونه‌گیری

تعیین حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران صورت گرفته است. این فرمول عبارت است از

$n=(t^2 pqN) / [(N-1)d^2+t^2pq]$ که در آن t آماره استاندارد توزیع نرمال است و با سطح اطمینان ۹۵ برابر با ۱/۹۶است.N حجم جامعه آماری است که نشان از تمام افراد جامعه آماری است.P احتمال موفقیت در انجام نمونه گیری و q احتمال شکست است که در اکثر مواقع، محققان از روش احتمالی استفاده کرده و مقدار p و q را در پژوهش خود ۰/۵ اعلام می کنند وd احتمال خطای اندازه‌گیری است که معمولاً بین ۰/۰۸ و ۰/۰۵ متغیر است. صحت تعداد نمونه بر اساس جدول مورگان نیز بررسی و تأیید شد.

جدول۲- دسته بندی گروه نمونه بر اساس سطح تحصیلات

تحصیلات	سیکل	دیپلم	فوق دیپلم	لیسانس	فوق لیسانس	دکترا
تعداد	۱۳	۶۰	۱۷	۹۰	۱۷	۳
درصد	۶,۵	۳۰	۸/۵	۴۵	۸/۵	۱/۵

جدول۳- دسته بندی گروه نمونه بر اساس جنسیت

جنسیت	زن	مرد
تعداد	۱۲۰	۸۰
درصد	۶۰	۴۰

گروه نمونه مورد پژوهش، از نظر شغلی نیز تنوع داشته است؛ به این ترتیب که از مجموع ۲۰۰ نفر ۱۴,۳ درصد افراد دارای شغل آزاد، ۷,۱ درصد بازنشسته، ۱۲,۵ درصد دانشجو، ۳۲,۱ درصد خانه دار، ۵,۳ درصد کارمند و ۲۸,۷ مشغول در سایر گروه‌های شغلی بوده‌اند.

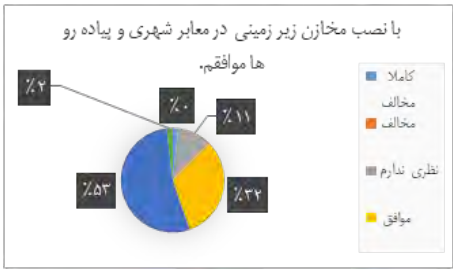
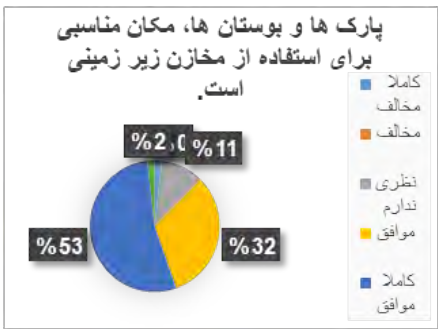
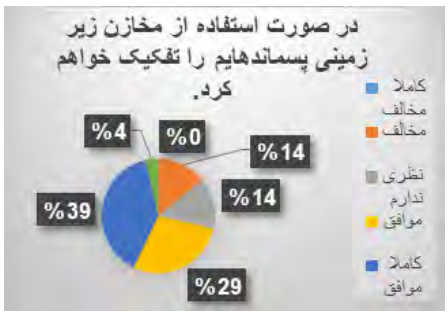
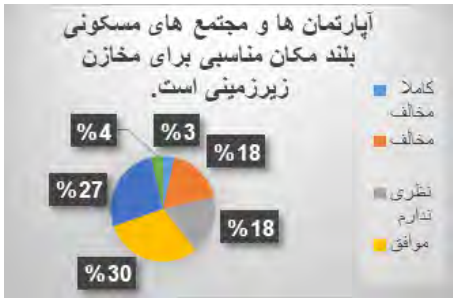
ابزار مطالعه

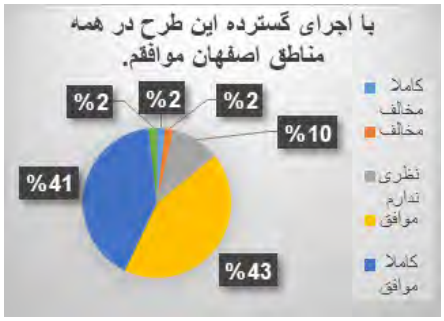
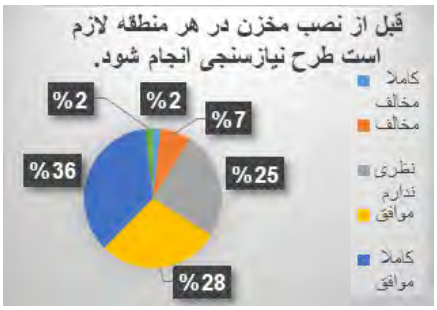
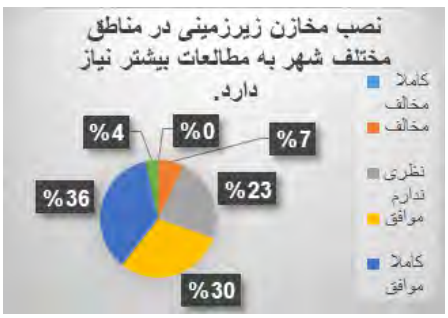
در این پژوهش، علاوه بر استفاده از اطلاعات کتابخانه‌ای و مطالعه اسنادی، از روش نظرسنجی با ابزار پرسشنامه استفاده شده است. پرسشنامه‌ای حاوی ۲۰ سئوال، به این منظور تنظیم شده و در اختیار گروه نمونه قرار گرفته و بعد از تکمیل مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است.

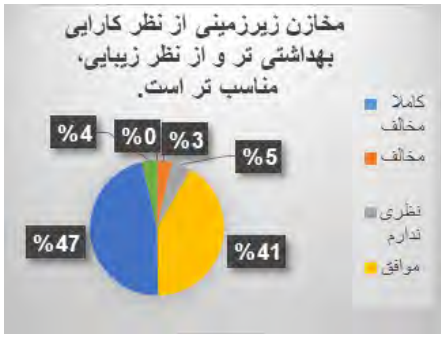
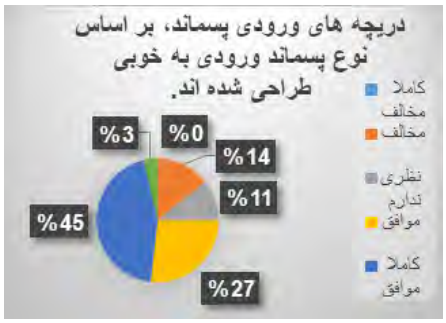
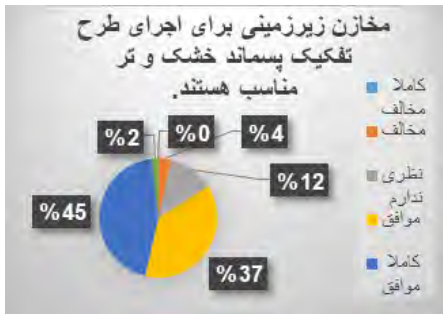
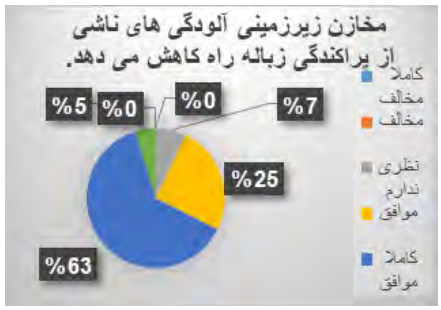
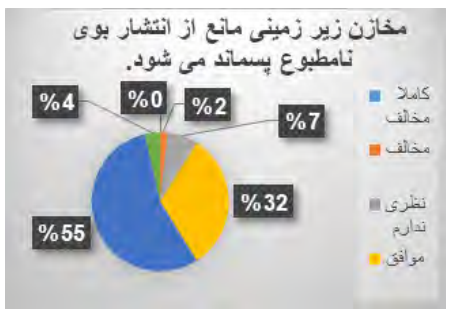
نتایج

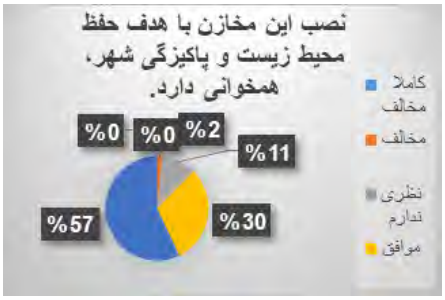
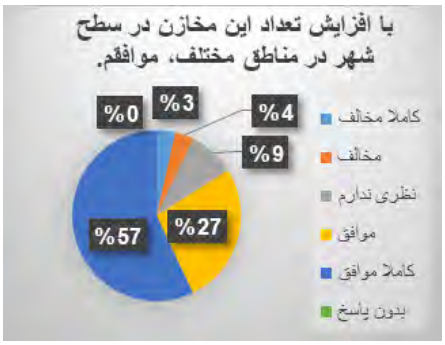
پس از تحلیل پرسشنامه‌های شهروندی، گویه‌ها از نظر نوع پاسخ مورد بررسی قرار گرفتند و اطلاعات زیر به دست آمدند:

جدول شماره ۴- نتایج پژوهش و تحلیل آنها

نمودار دایره‌ای گویه	تفسیر
	آمارها نشان می‌دهد ۸۵ درصد از شهروندان با نصب مخازن زیرزمینی در معابر شهری موافقند. ۱۱ درصد در این مورد اعلام بی نظری کرده‌اند و مجموعاً ۴درصد از شرکت کنندگان در نظرسنجی با این گویه مخالفت کرده اند.
	۸۵درصد از شهروندان شرکت کننده در این نظر سنجی این مخازن را برای نصب در بوستان‌ها و پارک‌های شهری مناسب می‌دانند و ۴ درصد مخالف نصب مخازن زیرزمینی در بوستان‌ها و پارک‌ها هستند.
	۶۸درصد از شرکت کنندگان اعلام کرده¬اند که در صورت استفاده از این مخازن پسماندهای خود را در گروه تر و خشک تفکیک خواهند کرد.همچنین ۱۴ درصد در این مورد ابراز مخالفت کرده اند و ۱۴ درصد دیگر هم نظری در این خصوص نداشته‌اند.
	۵۷ درصد از شهروندان شرکت کننده در این نظرسنجی با نصب مخازن زیرزمینی در آپارتمان‌ها و ساختمان‌های بلند مرتبه اعلام موافقت کرده‌اند. اما ۲۱ درصد با این اقدام مخالفند و همچنین ۱۸ درصد در این باره اعلام بی نظری کرده‌اند.
	به اعتقاد ۷۰درصد از شرکت کنندگان در این نظرسنجی، مخازن زیرزمینی به مرور زمان می‌توانند جایگزین مخازن سطحی شوند اما ۱۲ درصد مخالف چنین اقدامی بوده‌اند.

	۸۴درصد از شهروندان تکمیل کننده این پرسشنامه موافق توسعه این طرح در سایر مناطق شهر اصفهان بوده‌اند و در این بین فقط ۴ درصد مخالفت کرده‌اند. ۱۰ درصد نیز در این باره نظری نداشته‌اند.
	به اعتقاد ۷۲ درصد از شرکت کنندگان، مخازن زیرزمینی باید بر اساس محل قرارگیری و همچنین نوع پسماندی که وارد آنها می‌شود، با یکدیگر متفاوت باشند و ۲۵ درصد هم در این مورد نظری نداشته‌اند.
	۶۴درصد از شرکت کننده‌ها با انجام طرح نیازسنجی پیش از نصب مخزن در هر منطقه اعلام موافقت کرده‌اند اما ۹ درصد شرکت کننده‌ها با این اقدام مخالف بوده اند و ۲۵ درصد هم در این باره نظری نداشته‌اند.
	۶۶درصد از شهروندان شرکت کننده در این پژوهش، موافق انجام مطالعات بیشتر برای نصب مخازن زیرزمینی در مناطق مختلف شهر بوده‌اند، اما ۷ درصد با این مطالعات مخالفت کرده اند و ۲۳ درصد از شرکت کنندگان در این باره بی نظر بوده‌اند.
	به اعتقاد ۸۸ درصد از شهروندانی که پرسشنامه را تکمیل کرده اند، نصب مخازن زیرزمینی به افزایش پاکیزگی و بهداشت در اماکن عمومی منجر می‌شود؛ در حالی که ۳درصد در این مورد مخالف بوده‌اند.

	۸۸درصد از شرکت کنندگان معتقدند مخازن زیرزمینی از نظر کارایی بهداشتی تر و از نظر زیبایی مناسب ترند.
	۲درصد از شرکت کنندگان این نظرسنجی با طراحی متناسب دریچه‌های ورودی این مخازن موافقند، اما ۱۴ درصد مخالف این نوع طراحی بوده‌اند و ۱۱ درصد هم در این خصوص نظری نداشته‌اند.
	به اعتقاد ۸۲ درصد از شرکت کنندگان در این پروژه، این مخازن به منظور اجرای طرح جداسازی پسماند خشک و تر مناسبند؛ در حالی که ۴ درصد با این گویه مخالف بوده‌اند.
	بر اساس داده‌های حاصل از این پرسشنامه‌ها ۸۸ درصد از شرکت کنندگان اعتقاد دارند مخازن زیرزمینی آلودگی‌های ناشی از پراکندگی پسماندها را کاهش می‌دهد. اگر چه ۷ درصد از شرکنندگان در این مورد نظری نداشته اند و ۵ درصد هم پاسخ خود را درج نکرده اند، اما هیچ کدام از پاسخ دهنده ها با این گویه مخالف نبوده‌اند.
	۸۷ درصد شرکت کنندگان، این مخازن را جهت جلوگیری از انتشار بوی نامطبوع پسماند مناسب دانسته‌اند.

همچنین به اعتقاد ۸۷ درصد از اعضای نمونه مورد پژوهش، این مخازن می‌تواند به حفظ محیط‌زیست و پاکیزگی شهری کمک کند. ۱۱درصد در رابطه با این تأثیرگذاری نظری نداشته‌اند و ۲ درصد با این تأثیر مخالفند.	
۸۴ درصد از شهروندان تکمیل کننده ایمن پرسشنامه، با افزایش تعداد مخازن زیرزمینی در سطح شهر اصفهان موافق بوده‌اند، ۷ درصد ابراز مخالفت کرده‌اند و ۹ درصد نیز در این باره نظری نداشته‌اند.	
۹۱درصد شهروندان با تأثیر مثبت مخازن زیرزمینی در بهبود کیفیت سیما و منظر شهری موافق بوده‌اند. هیچ کدام از شرکت کنندگان با این گویه مخالفت نکرده‌اند و فقط ۹درصد یا گویه را بدون پاسخ گذاشته یا گزینه "نظری ندارم" را انتخاب کرده‌اند.	

جدول شماره۵- نتایج آزمونt برای مقایسه دیدگاه زنان و مردان

	شاخص‌های آماری					
	t	درجه آزادی	سطح معنی داری	تفاوت میانگین ها	فاصله اطمینان ۹۵٪ تفاوت‌ها	
					سطح پایین	سطح بالا
رضایت از نصب مخازن	۰/۳۸۹	۵۴	۰/۶۹۹	-۰/۰۵۱	-۰/۳۱۷	۰/۲۱۴

جدول شماره۶- نتایج آزمون آنوا برای مقایسه دیدگاه نمونه آماری با توجه به تحصیلات

شاخص ها	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری
بین گروهی	۰/۲۱۸	۳	۰/۹۷۳	۰/۲۹۷	۰/۸۲۷
درون گروهی	۱۲/۷۲۶	۵۲	۰/۲۴۵		
مجموع	۱۲/۹۴۵	۵۵			

بر اساس نتایج در جدول شماره۵ با توجه به مقدار (P/۶۹۹=۰) که بیشتر از ۰/۵ است، بین دیدگاه زنان و مردان در زمینه رضایت از نصب مخازن پسماند در شهر اصفهان، تفاوتی وجود ندارد. همچنین مشاهده می‌شود که مطابق با داده‌های جدول شماره ۶ بین دیدگاه شهروندان با توجه به تحصیلات آنها در زمینه رضایت از نصب مخازن پسماند در شهر اصفهان، تفاوت معناداری وجود ندارد.

بحث و نتیجه‌گیری

مخازن زیرزمینی ذخیره‌سازی پسماند، فناوری جدیدی است که با اهداف مختلف از جمله کاهش آلودگی‌های سطحی، کاهش زمان و دفعات جمع‌آوری، افزایش سطح بهداشت محیط‌زیست شهری و... در بسیاری از کشورهای توسعه یافته، جایگزین با مخازن سنتی شده‌اند، اما کشورهایی مانند ایران در استفاده از این فناوری، نوپا هستند و هنوز نتوانسته‌اند طرح را به طور کامل و فراگیر اجرایی کنند؛ بنابراین جهت بازخورد استفاده از مخازن زیر زمینی پسماند خشک در شهر اصفهان، پس از نصب این مخازن، پرسشنامه‌هایی با ۲۰سئوال براساس طیف لیکرت طراحی شد و در اختیار ۶۰ شهروند در منطقه نصب مخازن (مناطق ۲ و ۶) قرار گرفت. این پژوهش در صدد آن است تا با ارزیابی نظرات شهروندان در خصوص کاربرد، مزایا و گسترش این مخازن، مدیران شهری را در ادامه این طرح یاری دهد.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که:

- ۸۶،۶ زنان و۸۴ درصد مردان با افزایش این مخازن در سطح شهر و همین طور ۸۳درصد زنان و ۸۲،۶ مردان با اجرای گسترده این طرح در سراسر شهر موافق بوده‌اند؛ بنابراین این طرح در مرحله پایلوت توانسته است نسبت به اهداف پیش‌بینی شده، عملکرد موفقی نزد شهروندان داشته باشد.
- ۸۵ درصد شهروندان با نصب این مخازن در بوستان‌ها، معابر و خیابان‌ها موافق هستند. این درحالی است که فقط ۵۷ درصد شهروندان با نصب این مخازن در آپارتمان‌ها، ساختمان‌های بلندمرتبه و ... موافقت کرده‌اند. از این رو به نظر می‌رسد که در فاز نخست طرح، ابتدا باید معابر و اماکن عمومی شهری به این سیستم مجهز شوند و در فاز بعدی، پس از نیازسنجی، زیرساخت‌سازی و اصلاح ساختاری طرح، برای به کارگیری در دیگر مناطق از جمله برج‌ها و... به کار گرفته شود.
- ۷۲ درصد از شهروندان شرکت کننده در این نظرسنجی بر این باورند که مخازن زیرزمینی باید بر اساس کاربرد، نوع پسماند و مصرف کنندگان متفاوت باشند. این تفاوت می‌تواند بدان مفهوم باشد که از نظرگنجایش، طراحی بصری، مکان نمایی و... مناسب‌سازی صورت بگیرد و به عنوان مثال، مخزن تعبیه شده در پارک‌ها و بوستان‌ها، با مخازن آپارتمان‌ها به سمت بهینه شدن، متفاوت باشد.
- به اعتقاد ۸۲ درصد از شرکت‌کنندگان، این مخازن برای تفکیک مناسبند؛ از این رو می‌توان برنامه‌ریزی‌های حوزه تفکیک و بازیافت را به سمتی هدایت کرد، که شهروندان پس از دریافت آموزش‌های لازم در این رابطه، با گسترش مخازن، دسترسی مناسب به این زیرساخت را برای تفکیک پسماند در شرایط مختلف داشته باشند تا این کار به تدریج به یک رفتار نهادینه تبدیل شود و هر

شهروند در هر مکان، حتی فضاهای عمومی هم پسماند تر و خشک را در مخازن جداگانه قرار دهد که به تبع این رفتار، بسیاری از هزینه‌ها و پیامدهای زیانبار در بحث مدیریت پسماندها کاهش می‌یابد.

- بیش از ۶۰ درصد شرکت کنندگان با اجرای طرح‌های مطالعاتی و نیازسنجی برای توسعه و تداوم طرح موافق هستند و به نظر می‌رسد که مصاحبه با سکنه، ملاحظه وضعیت زیرساختی، تردد، نوع پسماند و... ضرورت دارد تا بر اساس آن، برای نصب مخزن‌های زیرزمینی، تصمیم گیری و در قدم بعدی هم مواردی مانند گنجایش، بعد زیبایی شناختی، جنس مخزن، زمان و نحوه تخلیه و... بر اساس شرایط محلی، تدوین شود تا کاربرد این مخازن استمرار یابد و با پاسخگویی صحیح به نیاز مخاطب، از ابتر ماندن طرح جلوگیری شود.
- همان‌طور که مشاهده می‌شود، وضعیت تحصیلات و جنسیت، تأثیری بر میزان رضایتمندی از نصب مخازن زیرزمینی نگذاشته است و بر این اساس می‌توان در خصوص مکان نمایی این نوع از مخازن، عوامل جنسیت و تحصیلات را حذف کرد.
- در نهایت می‌توان بیان کرد که به طور متوسط در همه گویه‌ها، میزان موافقت بالای ۵۰ درصد و در اکثر گویه‌ها، بالای ۷۰ درصد بوده است. آمار ۹۱ درصدی موافقت شهروندان با افزایش تعداد مخازن زیرزمینی نشان‌دهنده آن است که شهروندان به طور کلی این مخازن را به عنوان یک راهبرد برتر در جمع‌آوری پسماندهای شهری می‌پسندند و گویه‌هایی که امتیاز کمتری کسب کرده‌اند، نیاز به اصلاح و مناسب‌سازی دارند. بر این اساس به نظر می‌رسد از نگاه ۶۶ درصد شهروندان، این طرح به مطالعات بیشتر نیاز دارد و از نظر ۶۴ درصد شهروندان برای ادامه طرح باید نیازسنجی صورت بگیرد. از این رو به نظر می‌رسد که مطالعات بیشتر در حوزه جانمایی، طراحی ساختاری، نصب، نحوه جمع‌آوری، زیبایی، خلاقیت و.... می‌تواند سطح بالاتری از مشارکت و رضایت را در بر بگیرد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود پس از نیازسنجی، زیرساخت‌سازی و اصلاح ساختاری طرح، به کارگیری مخازن زیرزمینی پسماند خشک در دیگر مناطق شهر اصفهان، از جمله برج‌ها و... اجرایی شود.

منابع:

۱. امیر اصلانی، فرزاد؛ محمد هادی حیدر زاده؛ ملوک نجفی شالمائی و ساناز سرحدی، ۱۳۸۷، پروژه نظرخواهی از پیمانکاران و شهروندان مناطق در مورد عملکرد طرح جمع‌آوری مکانیزه زباله در تهران، چهارمین همایش ملی مدیریت پسماند، مشهد، سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، سازمان حفاظت محیط‌زیست.

۲. نجفی شالمائی, ملوک؛ فرزاد امیراصلانی؛ الهام آقاابراهیمی و لیلا گنجعلی، ۱۳۸۵، بررسی سطح رضایتمندی شهروندان شهر تهران در مورد اجرای سیستم جمع‌آوری مکانیزه زباله، ششمین همایش ملی دو سالانه انجمن متخصصان محیط‌زیست ایران، تهران، انجمن متخصصان محیط‌زیست ایران.

۳. فیاض، سیدمحمد؛ ریحانه بهبودی و سعید مرادی کیا، ۱۳۹۲، مخازن زیرزمینی گزینه ای برای ارتقای سیستم ذخیره‌سازی پسماندهای جامد شهری، اولین کنفرانس ملی خدمات شهری و محیط‌زیست، مشهد، شهرداری مشهد.

۴. مجلسی, منیره، ۱۳۸۶، نقش مشارکت‌های مردمی در سیستم مکانیزه جمع‌آوری زباله، سومین همایش ملی مدیریت پسماند، تهران، سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، سازمان حفاظت محیط‌زیست.

۵. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۸۳) قانون جامع مدیریت پسماند.

۶. منوری، مسعود؛ قاسمعلی عمرانی؛ زهرا عابدی و رویا موسی پور، ۱۳۸۶، بررسی ارزش اقتصادی پسماندهای خشک خانگی قابل بازیافت در شهر کرج، سومین همایش ملی مدیریت پسماند، تهران، سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، سازمان حفاظت محیط‌زیست.

۷. مک اون، رزالین. ترجمه گنجی، کامران و کریمی، داریوش. (۱۳۸۳). آموزش برای توسعه پایدار

۸. سادات موسوی، سیده سهیلا، ۱۳۹۷، مشارکت شهروندان در مدیریت پسماندهای شهری؛ چالش‌ها و راهکارها، اولین همایش بررسی چالش‌ها و ارایه راهکارهای نوین مدیریت شهری، تهران، سازمان بسیج شهرداری تهران.

9. Benardos ,lecturer .Kaliampakos ,Dimitrios2013).). Underground Solutions for Urban Waste Management: Status and Perspectives. The International Solid Waste Association: ISWA.

10. Benardos ,A.Nakou ,D .Kaliampakos, D2014).). Assessing the financial and environmental performance of underground automated vacuum waste collection systems. Tunnelling and Underground Space Technology 41.271–263 (2014)

بررسی انواع روش‌های تصمیم گیری چند معیاره در مدیریت پسماند

چکیده

عباس سعیدی:
کارشناسی ارشد مهندسی محیطزیست، دانشکده فنی، دانشگاه تهران

سید مهدی حسینی بیناباج:
کارشناسی ارشد مهندسی محیطزیست، دانشکده فنی، دانشگاه تهران

حامد محمد علینی:
کارشناسی ارشد شیمی تجزیه، دانشگاه پیام نور شهر کرد

حسین حیدریان:
دکتری مهندسی محیطزیست، دانشگاه آزاد تهران، واحد غرب

گستردگی و پیچیدگی سیستم مدیریت پسماند، رویکردها را در جهت دستیابی به یک سیستم یکپارچه و پایدار سوق داده است. سیستم مدیریت پسماند از ابعاد مختلفی مانند مسائل اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی تشکیل شده است؛ لذا تحلیل و کنترل این ابعاد، چالش‌های گسترده‌ای را برای تصمیم‌گیری مسئولان ایجاد می‌کند. این تصمیم‌گیری شامل مواردی است که در آن بسیاری از معیارهای مؤثر، اغلب در تقابل هستند. به این ترتیب، یافتن راه حل مناسب، ابزاری کارآمد را می‌طلبد.

مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره از بدو شناخته شدن تا به امروز، روشی کارآمد در حوزه مدیریت پسماند بوده و به عنوان ابزارهای پشتیبانی مفیدی در حل مسائل تصمیم‌گیری به کار می‌روند، با این‌حال، انتخاب روش صحیح و مناسب تصمیم‌گیری چندمعیاره مشکل‌ساز است؛ زیرا چندین روش تصمیم‌گیری چندمعیاره وجود دارد که کاربرد هر یک از آنها بستگی به دسترسی به اطلاعات و هدف از مطالعه دارد.

این مقاله با هدف بررسی ادبی کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در مدیریت پسماندهای جامد، به ارزیابی اهم مطالعات انجام شده می‌پردازد. بدینسان می‌تواند راهنمایی برای برنامه‌های آتی در جهت تسهیل فرایند تصمیم‌گیری محققان و مسئولان مدیریت پسماند ارائه دهد؛ بنابراین ابتدا به مشکلات سیستم مدیریت پسماند و ابزارهای تصمیم‌گیری لازم جهت برطرف کردن آنها پرداخته و سپس به اختصار، مفاهیم اساسی درخصوص تصمیم‌گیری و معرفی اجمالی انواع روش‌های تصمیم‌گیری ارائه گردیده و در نهایت با توجه به بررسی مقالات مختلف، کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در مدیریت پسماندهای جامد مورد بحث قرار گرفته است.

نتایج مطالعات نشان می‌دهد که ابزار تصمیم‌گیری چندمعیاره در حوزه مدیریت پسماند، کاربردی بوده و عمدتاً می‌توان از آن برای حل مشکلات مربوط به پسماند جامد شهری در بخش مکانیابی و راهبردهای مدیریتی بهره برد.

کلمات کلیدی: مدیریت پسماند، تصمیم‌گیری چندمعیاره، تصمیم‌گیری چندشاخصه، تصمیم‌گیری چندهدفه، مکانیابی و راهبردهای مدیریتی

مقدمه:

در دنیایی که به سمت آینده‌ی با رویکرد شهرنشینی حرکت می‌کند، نرخ رشد تولید پسماند شهری به عنوان یک محصول فرعی مهم در شهرنشینی، بیشتر از میزان رشد شهرنشینی در حال افزایش است. بر اساس گزارش بانک جهانی، حدود ۱,۳ میلیارد تن پسماند جامد شهری (MSW[1]) در سال ۲۰۱۱ تولید شده است و پیش‌بینی می‌شود که این میزان تا سال ۲۰۲۵ به ۲,۲ میلیارد تن برسد(۱).

به طور کلی، افزایش تولید پسماند از طرف مردم نادیده گرفته می‌شود؛ در حالی‌که علاوه بر میزان تولید، ترکیبات آن نیز گسترده‌تر از گذشته شده است(۲)(۳). از این رو، افزایش جمعیت، شهرنشینی و توسعه اقتصادی، به ایجاد نگرانی در زمینه مدیریت پسماندهای جامد (SWM[2]) منجر شده است(۴). این عناصر و همچنین سبک زندگی، سطح درآمد و عوامل اجتماعی و اقتصادی و فرهنگی، عامل اصلی ایجاد الگوهای پیچیده تولید پسماند شده است(۳)؛ بنابراین SWM به یکی از چالش برانگیزترین بخش خدمات برای مقامات شهری در قرن بیست‌ویکم تبدیل شده است(۵)(۶). مدیریت پسماند با موضوعاتی نظیر انتشارات در آب، هوا و خاک، در معرض خطر قرارگرفتن سلامت عمومی، خطرات زیست‌محیطی منطقه‌ای و مسائل اجتماعی– اقتصادی درگیر است(۳).

مسئولان شهرداری برای مدیریت رو به رشد MSW باید مؤثرترین و کارآمدترین گزینه‌های جمع‌آوری و دفع را توسعه دهند. انتخاب کارآمدترین گزینه، نیازمند تجزیه و تحلیل دقیق نیازهای جمعیت، شناخت مسیر توسعه مطلوب و به کارگیری اقدامات لازم است.

گزینه‌های مختلف در مدیریت پسماند اولاً سطح تأثیر متفاوتی بر سلامت و رفاه مردم دارند، ثانیاً مقدار هزینه‌های متفاوتی داشته و غالباً در مجموعه معیارهای منتخب، اهداف متناقضی دارند؛ علاوه بر این، بسته به ترکیب زباله‌های جامد ایجاد شده توسط جمعیت (که به سهم خود ممکن است به چندین عامل اقتصادی-اجتماعی نیز بستگی داشته باشد)، ممکن است به عنوان یک گزینه مؤثر و مناسب برای مدیریت پسماندهای یک شهر خاص، در شهر دیگری نامناسب یا ناکارآمد باشد(۷).

کنترل بهتر پیچیدگی‌های مدیریتی در سیستم مدیریت پسماند درصورتی امکان‌پذیر است که از ابزارهایی برای ارزیابی عملکرد کلی سیستم، از جمله جنبه‌های اداری، مالی، قانونی و برنامه‌ریزی بهره‌گیری شود(۸). مهم‌ترین مزیت مدل‌های مدیریت پسماند در توانایی آنها برای مقابله با پیچیدگی و عدم اطمینان برای دستیابی به اهداف مختلف است(۹).

فرآیند برنامه‌ریزی برای یک سیستم، تلاشی است برای ایجاد چارچوبی مناسب که طی آن برنامه‌ریز بتواند برای رسیدن به راه حل بهینه اقدام کند(۱۰). پس از تبیین اهداف کلی، بیان مقاصد (اهداف عملیاتی)، برنامه‌ریزی و تهیه و انتخاب گزینه‌های مختلف برای رسیدن به اهداف و مقاصد برنامه‌ریزی، ارزیابی صورت می‌پذیرد تا بر اساس شایستگی نسبی هر یک از گزینه‌ها، گزینه مطلوب یا بهینه انتخاب شود. برای سنجش شایستگی نسبی هر یک از گزینه‌ها، معمولاً از معیارها استفاده می‌شود(۱۱)تا بر اساس آنها بتوان نسبت به برتری گزینه‌های گوناگون تصمیم‌گیری کرد در چنین شرایطی، که معیارهای گوناگون همسو نیستند (برخی از معیارها کمی و برخی از آنها کیفی‌اند)، تصمیم‌گیری باید در یک فضای چند بعدی صورت پذیرد. درچنین شرایطی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

در دهه‌های اخیر روش‌های ارزیابی چندمعیاره متعددی در زمینه‌های گوناگون، از جمله تحلیل تعمیم تئوری مطلوبیت چندشاخصه(۱۲)، تصمیم‌گیری چندمعیاره(۱۳) و تئوری قضاوت اجتماعی(۱۴) مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

مدل‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری در زمینه مدیریت پسماند، از اواخر دهه ۱۹۶۰ تهیه شده‌اند(۱۵). در طول دهه ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ برخی از مدل‌ها برای ارزشیابی کل سیستم مدیریت پسماند طراحی شده‌اند(۱۶). تنوع روش‌ها در حال حاضر برای پشتیبانی از تصمیمات مدیریت پسماند، باعث ایجاد چالش‌هایی در انتخاب روش‌های ارزیابی می‌شود(۱۷)(۱۸).

بیشترین استفاده از چارچوب‌های فرآیند و سیستم‌های تصمیم‌گیری در زمینه مدیریت پسماند، ارزیابی چرخه زندگی (LCA)، تجزیه و تحلیل هزینه-سود و تصمیم‌گیری چندمعیاری (MCDM[3])است. LCA[4] بر جنبه‌های زیست‌محیطی متمرکز است؛ در حالی‌که دستیابی به حداکثر بهره‌وری اقتصادی، هدف اصلی تجزیه و تحلیل هزینه و فایده است، اما MCDM، امکان بررسی سه ستون پایداری(معیارهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی) را نیز جهت تصمیم‌گیری می‌دهد. در حقیقت، MCDM می‌تواند با استفاده همزمان از معیارهای متناقض متعدد، تصمیم‌گیرندگان را در ارزیابی گزینه‌های موجود یا بالقوه راهنمایی کند(۱۵)(۱۹)(۲۰).

به دلیل توانایی این ابزار در شمول چندین معیار و کاربردی بودن آنها در شرایط واقعی، روش‌هایMCDM به عنوان یکی از مؤثرترین چارچوب‌های پشتیبانی و تصمیم‌گیری کامل برای

۱- Municipal Solid Waste
۲- Solid Waste Management
۳-Multi Criteria Decision Making
٤- Life Cycle Assesment

برنامه‌ریزی در سیستم‌های مدیریت پسماند شناخته می‌شود(۱۶)(۱۹)(۲۰)(۲۱).

با وجود توسعه بسیاری از روش‌های تصمیمگیری چندمعیاره، هیچ‌کدام نمی‌توانند برای همه موقعیت‌های تصمیم‌گیری مناسب تلقی شوند(۲۲). تشخیص یک چارچوب مناسب از تصمیم‌گیری به عنوان مناسب‌ترین روش برای همه سیستم‌های مدیریت پسماند دشوار است؛ بنابراین، انتخاب روش MCDM موضوعی چالش‌برانگیز است. در واقع، هر روش MCDM برای بعضی از انواع مشکلات کاربرد دارد(۲۳).

انتخاب روش‌های مورد استفاده در هر مرحله از گام‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (انتخاب شاخص‌ها، وزن‌دهی، نرمال‌سازی، تجزیه و تحلیل حساسیت) جنبه مهم دیگری است؛ زیرا می‌توانند به طور مستقیم بر نتایج تصمیم‌گیری تأثیر بگذارند(۲۴)(۲۵)(۲۶). استفاده از اصول کلی فرایند تصمیم‌گیری چندمعیاره که در بخش بعدی به آن پرداخته می‌شود، باید با در نظر گرفتن اطلاعات موجود و هدف مورد مطالعه انجام شود(۲۶).

بررسی مطالعات قبلی مربوط به موضوع تصمیم‌گیری می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را برای به کارگیری روش تصمیم‌گیری درست فراهم کند. در واقع، بررسی مطالعات قبلی می‌تواند به پیشرفت و حتی ارتقا در برنامه‌های فعلیMCDM منجر شود؛ چرا که به تعیین نقاط ضعف و قوت آنها میپردازد؛ بنابراین، بررسی مطالعات قبلی می‌تواند مناسبترین روش MCDM برای یک موضوع خاص در SWM را نشان دهد و در نهایت به پژوهشگران و مدیران پسماند در انتخاب یک روش مناسب کمک کند؛ علاوه بر این، معیارهای مهم در مدیریت پسماند برجسته می‌شود تا از MCDM در روش‌های اجرایی بتوان بیشتر استفاده کرد.

یکی از مسائل مهمی که پیش روی تصمیم‌گیران، مدیران و سیاستگذاران کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه است، موضوع تصمیم‌گیری، ارزیابی صحیح روش‌ها و فناوری‌ها و انتخاب مناسبترین روش اجرای پروژه‌ها براساس شرایط مختلف حفاظتی، اقتصادی، تکنولوژیکی، محیطی، اجتماعی و فرهنگی است(۲۷).

چندمعیاره بودن تصمیم‌گیری و گروهی بودن آن در فرآیند ارزیابی و انتخاب سیستم‌ها و فناوری‌های مناسب و همچنین وجود مشکلاتی چون فقدان اطلاعات کامل و روزآمد، کم تجربه بودن تصمیم‌گیران کشورهای در حال توسعه در درک مسائل محیطی، تکنولوژیکی و فناوری، عدم بررسی تأثیرات متقابل فاکتورهای مختلف، بر ماهیت و توانایی درک اهمیت عوامل و گزینه‌ها، اثر گذاشته و موجب پیچیدگی موضوع و ایجاد چالش در انتخاب راه‌حل‌ها و فناوری‌های مناسب شده است.

بنابراین، هدف از این مطالعه، معرفی روش تصمیم‌گیری چندمعیاره به عنوان ابزاری کارآمد جهت تصمیم‌گیری در حوزه مدیریت پسماند، ارائه یک ارزیابی از رویه‌های فعلی به کارگرفته شده و ارائه پیشنهادهایی برای کارهای بعدی است.

معرفی روش‌های تصمیم‌گیری

ابزار تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) به عنوان مجموعه‌ای از چندین تکنیک برای ارزیابی گزینه‌های MSWM مشخص شده است. روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره از مدل‌های بهینه‌سازی مختلفی برای رتبه‌بندی گزینه‌های جایگزین استفاده می‌کند؛ در عین حال، قضاوت‌های ذینفعان متعدد را نیز برای نهایی کردن تصمیمات بهینه دربرمی‌گیرد. در مدل‌های معاصر MCDM، برای دستیابی به راه‌حل مناسب، هدف اولویت‌بندی و بهینه‌سازی دنبال می‌شود.

اختلاف گزینه واقعی و وضعیت مورد هدف به وسیله وزن داده شده به معیارها تعیین و سرانجام، یک راه‌حل از مجموعه گزینه‌های رتبه‌بندی شده انتخاب می‌شود. رتبه‌بندی بر اساس معیارهای از قبل تعیین شده و بر اساس "نزدیکی" به راه حل "ایده آل" صورت می‌گیرد(۲۸).

با توجه به رویکردهای MCDM، آنها در دو دسته اصلی طبقه‌بندی می‌شوند: تصمیم‌گیری چندشاخصه (MADM) و تصمیم‌گیری چندهدفه (MODM). MADM شامل فضاهای تصمیم‌گیری گسسته است که از تعداد معینی گزینه جایگزین محدود و از پیش تعیین شده به وجود آمده که این گزینه‌ها خود شامل مجموعه‌ای از معیارها و ویژگی‌ها هستند(۲۹).

MODM شامل فضای پیوسته است که در آن گزینه‌ها از پیش تعیین نشده‌اند. در عوض، مجموعه‌ای از توابع هدف، تحت قیود برای یافتن مجموعه‌ای از گزینه‌های بهینه، به حداکثر یا حداقل می‌رسند.

مراحل زیر به طور معمول در به کارگیری روش‌های MCDM استفاده می‌شوند(۲۶)(۳۰)(۳۱)(۳۲):

- تعریف هدف و دامنه مطالعه
- تعریف چارچوب نظری
- انتخاب معیارها و شاخص ها
- نرمال سازی داده ها[۱]
- وزن‌دهی[۲]
- تجزیه و تحلیل میزان حساسیت[۳]

موریسی و براون (۲۰۰۴)در گزارش خود، طرح مسئله را مهم‌ترین مرحله در تصمیم‌گیری در مدیریت پسماندهای شهری عنوان کردند(۲۰). به عبارت دیگر، به کارگیری ابزار ارزیابی با تعیین اهداف و دامنه آغاز می‌شود(۹)(۱۵)(۱۶). گام دوم ایجاد ساختار است که با معرفی و توصیف نظریه‌ها و مفاهیم موجود، رویکرد ارزیابی پیشنهادی را شکل می‌دهد(۳۳)؛ بنابراین ایجاد ساختار به نوع روش MCDM اتخاذ شده بستگی دارد.

پس از تعریف چارچوب نظری، لازم است معیارها و شاخص‌ها انتخاب شوند. این معیارها موارد اساسی از موضوع مورد مطالعه هستند که گرچه ممکن است خود معیاری از عملکرد درسیستم نباشند، باعث ملموس و کاربردی بودن هدف می‌شوند. معیارهای MADM و MODM به ترتیب با ویژگی‌ها و توابع هدف بیان و

۱- Data Normalisation
۲- Weighting
۳- Sensitivity Analysis

وضعیت، عملکرد یا جایگاه یک معیار، توسط شاخص‌های کمی یا کیفی سنجیده می‌شود.

شاخص‌ها اطلاعات مورد استفاده برای ارزیابی یک معیار را تعریف می‌کنند. در رابطه با MODM، علاوه بر تابع هدف و شاخص‌ها، لازم است تا قیودی تعریف شود که راه حل را به یک بازه محدود سازد(۳۴).

یکی از گام‌های مهم دیگر در فرایند تصمیم‌گیری چندمعیاره، وزن‌دهی به معیارها است که بسته به نوع روش می‌تواند اهمیت یک معیار را در مجموعه مشخص کند یا اهمیت آن را نسبت به معیارهای دیگر روشن سازد.

اساساً دو رویکرد اصلی برای وزن‌دهی به معیارها وجود دارد: رویکردهای مبتنی بر نظرسنجی و رویکردهای مبتنی بر داده‌ها. در گذشته، وزن‌دهی با نظرسنجی از متخصصان و ذینفعان انجام می‌شد تا با قضاوت‌های ذهنی آنها وزن معیارها به دست آید. مورد دوم شامل روش‌های برگرفته از مدل‌های آماری یا ریاضی است. سایر روش‌ها عبارتند از در نظر گرفتن وزن‌های برابر برای تمامی معیارها یا شبیه‌سازی چندین گزینه جهت وزن‌دهی (۱۵)(۳۵).

نرمال‌سازی، گام دیگری در MCDM است، که در آن یکسان‌سازی مقیاس را بین شاخص‌هایی که واحد یا مقیاس‌های مختلف را دارند، فراهم می‌کند. نرمال‌سازی به طور معمول با تبدیل خطی داده‌های خام از شاخص به وجود آمده انجام می‌شود.

روش‌های نرمال‌سازی باید با احتیاط مورد استفاده قرارگیرند و در صورت امکان از این کار اجتناب شود؛ زیرا روش‌های مختلف برای نرمال‌سازی داده‌های خام می‌تواند نتایج متفاوتی را ارائه دهد که به طور مستقیم بر روند تصمیم‌گیری تأثیر می‌گذارد. ذکر این نکته حائز اهمیت است که برخی MCDM، نیازی به مراحل نرمال‌سازی ندارند؛ اگرچه برخی دیگر به این مرحله نیازمندند.

اگر روش MCDM بر پایه ساختاری مبتنی بر یک شاخص منفرد باشد که این شاخص با تجمیع خطی تعدادی از شاخص‌ها (که از واحدها یا مقیاس‌های مختلفی به وجود آمده) ایجاد شود، لازم است نرمال‌سازی صورت پذیرد، اما اگر شاخص‌ها از همان واحد و مقیاس باشند یا روش MCDM اتخاذ شده برای مقایسه دو موضوع با شاخص یکسان باشند، در این صورت نیاز به نرمال‌سازی نیست(۳۶)(۳۷).

تجزیه و تحلیل حساسیت، گامی مهم برای ارزیابی استحکام مدل است که به عنوان ویژگی مدل تعریف می‌شود و نسبت به تغییرات کوچک پارامترهای ورودی چه میزان حساسیت نشان می‌دهد(۳۸). در واقع، تجزیه و تحلیل حساسیت بررسی می‌کند که چگونه تغییر در داده‌های ورودی باعث تغییر در خروجی و ساختار یک مدل می‌شوند.(۳۹)(۴۰).

در این گام، درجه‌ای که در داده‌های ورودی و عناصر ساختار تغییر ایجاد کرده، مانند روش MCDM انتخاب شده، تعداد معیارها، مقادیر وزن‌دهی و روند نرمال‌سازی، نتیجه نهایی ارزیابی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و مشخص می‌کند. توجه به این نکته ضروری است که استفاده از آنالیز حساسیت برای اطمینان از ثبات تصمیم نهایی ضروری است و همچنین می‌تواند حوزه‌های پراهمیت را برای بهبود تصمیم‌گیری در نسخه‌های بعدی مدل MCDM نشان دهد. متداول‌ترین روش‌های مورد استفاده برای انجام تجزیه و تحلیل حساسیت، یک عامل در یک زمان (OAT)[۱]و روش‌های مبتنی بر واریانس (VBM)[۲]است(۴۱)(۴۲).

هر دو شاخهMADM و MODMاز روش‌های MCDM هستندکه شامل طیف گسترده‌ای از روش‌ها می‌شوند.

انواع روش‌های MADM :

روش‌های MADM را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد: روش‌های مبتنی بر مقادیر، روش‌های مبتنی بر رتبه‌بندی و روش‌های مبتنی بر فاصله.

روش‌های مبتنی بر مقادیر: این روش شامل تئوری مقادیر چند صفتی (MAVT[۳])، تئوری مطلوبیت چند صفتی(MAUT[۴])(۴۳) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)(۴۴) می‌شود. MAVT و MAUT، متداول‌ترین روش‌هایMCDM هستند(۴۵).

در MAVT، توابع مقداری برای نشان دادن سطح رضایت از یک گزینه با توجه به یک معیار استفاده می‌شود و عملکرد کل یک گزینه با جمع‌کردن توابع مقداری هر معیار در یک شاخص واحد تعیین می‌شود. تفاوت اصلی بینMAVT وMAUT در این است که MAUT صریحاً عدم قطعیت را با به کارگیری توابع مطلوبیت به جای توابع مقداری در نظر می‌گیرد و اگرچه AHP مانندMAVT و MAUT جزء روش‌های مبتنی بر مقادیر است، بر اساس فرضیات متفاوتی توجیه می‌شود. در این رویکرد، ارزیابی گزینه‌ها با استفاده از مقایسه‌های زوجی در یک ساختار سلسله مراتبی چند سطحی انجام می‌شود.

یکی از مهم‌ترین مزایایAHP این است که شاخص ناسازگاری را محاسبه و سطح تضادهای داوری را در طول مقایسه زوجی ارزیابی می‌کند؛ علاوه بر این،AHP روشی به نام فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP[۵]) را ارائه می‌دهد که تعمیم یافته AHP است. مزیتANP نسبت به AHP این است که امکان در نظرگرفتن روابط متقابل بین سطوح تصمیم‌گیری، معیارها و گزینه‌های دیگر را نیز می‌دهد (۴۶).

-**روش‌های مبتنی بر رتبه‌بندی**: روش‌هایی مبتنی بر مقایسه زوجی گزینه‌ها هستند تا مشخص شود آیا گزینه، حداقل به اندازه گزینه دیگر مناسب است(۴۷) دو روش متداول این گروه عبارتند از: PROMETHEE[۶]وELECTRE[۷](۴۸).

PROMETHEE شامل سه مرحله اصلی است: تعریف توابع ترجیحی برای هر معیار، ایجاد شاخص ترجیح چندمعیاره و جریان‌های ترجیحی و نهایتاً تعیین گزینه‌های جایگزین(۴۹).

IPROMETHEE رتبه‌بندی در یک بخش از سیستم را ارائه می‌دهد؛ در حالی که II PROMETHEE رتبه‌بندی کاملی از

۱- One-At-a-Time (OAT)
۲- Variance-Based Methods
۳- Multi-Attribute Value Theory
٤- Multi-Attribute Utility Theory
5- Analytic Network Process
6- Preference Ranking Organization and Method for Enrichment Evaluation
7- Elimination and Choice Expressing Reality

سیستم را انجام می‌دهد.

در خصوص روش‌های ELECTRE، می‌توان گفت که این روش‌ها برای مقایسه شاخص‌های سازگار و ناسازگار، از مقایسه جفتی استفاده می‌کنند. در این روش، ارزیابی می‌شود که آیا یک گزینه به اندازه دیگری خوب است یا خیر؛ همچنین بررسی می‌کند که آیا عملکرد یک گزینه در یک معیار، بدتر از یک حد قابل قبول است یا خیر(۵۰).

-**روش‌های مبتنی بر فاصله**: این روش شامل رویکردهایی است که با محاسبه فاصله از بهترین (ایده‌آل) یا بدترین گزینه راه‌حل، عملکرد گزینه‌ها را با یکدیگر مقایسه می‌کنند. متداول‌ترین روش در این زمینه روش TOPSIS[1] است که توسط "هوانگ" و "یون" (۱۹۸۱) (۵۱) طراحی شده است. در این روش که مبتنی بر فاصله اقلیدسی است، بهترین عملکرد زمانی اتفاق می‌افتد که یک سیستم، کمترین فاصله را تا راه‌حل ایده‌ال داشته باشد(۵۲).

انواع روش‌های MODM:

MODM همچنین شامل طیف گسترده‌ای از رویکردها، مانند برنامه‌نویسی خطی چند هدفه (MOLP[2])، برنامه‌نویسی غیرخطی چندهدفه (MONLP[3]) و برنامه‌نویسی خطی عدد مختلط (MOMILP[4]) است. رویکرد این روش‌ها اساساً با ماهیت متغیرها، مانند عددی بودن یا اعداد حقیقی پیوسته و نوع توابع هدف و قیودی، مانند خطی یا غیرخطی بودن متفاوت است.

MOLP و MONLP فقط متغیرهایی را به کار می‌گیرند که در یک دامنه حقیقی پیوسته تعریف شده باشند. اگرچه MOLP مربوط به عناصر خطی هدف (توابع و قیود) است، MONLP شامل موارد غیرخطی است. MOMILP متغیرهای عددی و پیوسته را با هم ترکیب و روابط خطی را برای توابع هدف و قیود فرض می‌کند. برای حل مشکلات MODM، یعنی برای تعیین مجموعه راه‌حل‌های بهینه، از تکنیک‌های بیشماری از جمله برنامه‌نویسی هدف، برنامه‌نویسی توافقی، الگوریتم‌های ژنتیک و روش‌های اکتشافی استفاده می‌شود(۵۳).

سایر روش‌های MCDM می‌توانند به تنهایی یا با ترکیب موارد ذکر شده به کار گرفته شوند که عبارتند از: DEMATEL[5]، NAIADE[6]، Thor، Vikor، آنالیز برپایه نمودار، روش‌های برپایه stochastic، روش‌های فازی، برنامه‌ریزی پویا و آنالیز برپایه نمودار.

اطلاعات بیشتر در خصوص روش‌های تصمیم‌گیری MCDM را "دادگسون"(۲۰۰۹) (۲۶)، "دامپسون" و "زوپونیدیس"(۲۰۱۴) (۵۰)، «هوآنگ» و همکاران(۲۰۱۱) (۵۴)، "لینکو" و همکاران(۲۰۰۴) (۵۵) و "ولاسکوز" و "هستر"(۲۰۱۳) (۵۶) در تحقیقات خود ارائه داده‌اند.

معرفی روش‌های تصمیم‌گیری در مدیریت پسماند :

اولین کاربردهای MCDA در حل مشکلات MSW در سال ۱۹۹۱ منتشر شد که "ارکوت" و "موران" (۱۹۹۱) (۵۸) و"ویک" و "کوزلیج" (۱۹۹۱) (۵۸) به ترتیب با استفاده از AHP، ELECTRE/TOPSIS و PROMETHEE برای شناسایی مکان‌یابی بهینه امکانات انتقال و دفع پسماند شهری استفاده کردند. از آن سال به بعد، تعداد نشریات این حوزه با گذشت سال‌ها به طور پیوسته افزایش یافته است.

روش‌های MCDM در حوزه مدیریت پسماندهای جامد (SWM)محبوبیت بسیاری، به ویژه در دهه گذشته کسب کرده‌اند؛ چرا که مشخص شده است ابزارهایMCDM با ماهیت مسائل SWM کاملاً سازگار هستند. این سازگاری عمدتاً به دلیل گستردگی و پیچیدگی فرایند SWM بوده که شامل چندین بعد زیست‌محیطی و اقتصادی-اجتماعی است. از این رو MCDM می‌تواند چارچوب لازم را جهت تصمیم‌گیری برای تعیین راه‌حل‌ها، انتخاب معیارهای مربوطه و وزن آنها و تصمیم‌گیری در مورد اقدامات قابل استفاده ارائه دهد.

براساس یافته‌های "چانگ" و "پیرس" (۲۰۱۵)، روش‌های MODM بیشتر در سطوح عملیاتی؛ به عنوان مثال، بهینه‌سازی مسیر جمع‌آوری پسماند استفاده می‌شود(۵۹). از طرف دیگر، روش‌های MADM در سطح راهبردی، به عنوان مثال، انتخاب فناوری‌های امحاء و پاک‌سازی یا مکان‌یابی تأسیسات، کاربرد بیشتری دارند(۶۰).

استفاده از روش‌های MCDA در MSW عمدتاً بر دو موضوع اصلی متمرکز است: (الف) مکان بهینه برای توسعه تأسیسات SW و (ب) بهینه‌سازی راهبردهای مدیریت پسماند. حل مسائل مکان‌یابی تحت تأثیر جنبه‌های جغرافیایی، سیاسی، زیست‌محیطی و اقتصادی قرار دارد.

معمولاً از روش‌های MCDA برای مکان‌یابی مکان‌های جدید دفع، ایستگاه‌های انتقال پسماند یا کارخانه‌های زباله‌سوز استفاده می‌شود. برای حل این مسائل، در اکثر موارد ازAHP ، ELECTRE، PROMETHEE استفاده شده است(۵۷)(۶۱)(۶۲)(۶۳)(۶۴)(۶۵)(۶۶). در جدول زیر، خلاصه‌ای از روش‌های MCDM به کارگرفته شده برای کمک به حل مسائل مدیریت پسماند جامد آورده شده است.

1- Technique for Order Preference by Similarity
2- Multi-Objective Linear Programming (MOLP)
3-Multi-Objective Nonlinear Programming (MONLP)
4- Multi-Objective Mixed Integer Linear Programing (MO-MILP)
5-Decision Making Trial and Evaluation Laboratory
6-Novel Approach to Imprecise Assessment and Decision Environments

جدول ۱-خلاصه‌ای از روش‌های MCDM به کارگرفته شده برای کمک به حل مسائل مدیریت پسماند جامد(۷)

روش MCDM	گردآورندگان	عنوان
Topsis	Arikan و همکاران	راهبردهای مدیریت پسماند (انتخاب روش‌های تصفیه)
	آقاجانی و همکاران	راهبردهای مدیریت پسماند (توسعه مدل)
	Jovanovic و همکاران	راهبردهای مدیریت پسماند (انتخاب بهینه‌ترین راهبرد)
	Xi و همکاران	راهبردهای مدیریت پسماند
	Ekmekcioglu و همکاران	راهبردهای مدیریت پسماند (انتخاب محل تأسیسات)
	Soner و Onüt	مکان‌یابی محل ایستگاه انتقال
	Su و همکاران	راهبردهای مدیریت پسماند
	Karagiannidis و همکاران	مکان‌یابی محل تأسیسات پسماند شهری
	Cheng و همکاران	مکان یابی محل دفن پسماند
PROMETHEE I, II	Arikan و همکاران	راهبردهای مدیریت پسماند (انتخاب روش‌های تصفیه)
	Roca و Herva	راهبردهای مدیریت پسماند
	Makan و همکاران	راهبردهای مدیریت پسماند
	Karademir و Korucu	مکان‌یابی محل کارخانه
	Makan و همکاران	مکان‌یابی محل کارخانه
	Vego و همکاران	راهبردهای مدیریت پسماند
	Kapepula و همکاران	مکان‌یابی محل تأسیسات پسماند شهری
	Louis و همکاران	راهبردهای مدیریت پسماند
	Takeda و Chenayah	راهبردهای مدیریت پسماند
	Waaub و Vaillancourt	مکان‌یابی محل تأسیسات پسماند شهری
ELECTRE	Duecker و Khalili	راهبردهای مدیریت پسماند (انتخاب گزینه های پروژهای)
	Perkoulidis و همکاران	راهبردهای مدیریت پسماند
	Roussat و همکاران	راهبردهای مدیریت پسماند
	Norese	مکان‌یابی محل تأسیسات پسماند شهری
	Karagiannidis و همکاران	مکان‌یابی محل تأسیسات پسماند شهری
	Cheng و همکاران	مکان‌یابی محل دفن پسماند
AHP	Vucijak و همکاران	راهبردهای مدیریت پسماند (انتخاب گزینه)
	Abba و همکاران	راهبردهای مدیریت پسماند
	Roca و Herva	راهبردهای مدیریت پسماند
	Tavares و همکاران	مکان‌یابی محل تأسیسات پسماند شهری
	DeGisi و DeFeo	مکان‌یابی محل تأسیسات پسماند شهری
	Aragones-Beltran و همکاران	مکان‌یابی محل تأسیسات پسماند شهری
	Garfi و همکاران	راهبردهای مدیریت پسماند
	Wang و همکاران	مکان‌یابی محل دفن پسماند
	Contreras و همکاران	راهبردهای مدیریت پسماند
	Soner و Onüt	مکان‌یابی محل ایستگاه انتقال
	Gemizi و همکاران	مکان یابی محل دفن
	Su و همکاران	راهبردهای مدیریت پسماند
	Banar و همکاران	مکان‌یابی محل تأسیسات پسماند شهری
Vikor	Vucijak و همکاران	راهبردهای مدیریت پسماند
	آقاجانی و همکاران	راهبردهای مدیریت پسماند(انتخاب گزینه)

نتیجه‌گیری:

در این بررسی به معرفی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و موارد به کارگیری آن در سیستم مدیریت پسماند پرداخته شد. آنچه در فرآیند تصمیم‌گیری از اهمیت بالایی برخوردار است، انتخاب روش مناسب برای استفاده در هر مورد خاص تحت مطالعه است. ضمن بررسی مقالات متعدد، نتیجه گرفته شد که روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره جهت حل مسائل مدیریت پسماند مناسب و ابزاری کارآمد برای کمک به تصمیم‌گیرندگان جهت انتخاب، اولویت‌بندی یا بهینه‌سازی گزینه‌های سیستم مدیریت پسماند هستند.

از میان روش‌های متعدد MCDM پر کاربردترین‌ها در سیستم‌های مدیریت پسماند، روش‌های "تاپسیس"، AHP، ELECTRE، PROMETHEE و Vicor است. غالباً کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در سیستم‌های مدیریت پسماند در دو حوزه مکان‌یابی بهینه و بهینه‌سازی استراتژی‌ها در سیستم مدیریت پسماند متمرکز بوده است. در حوزه مکان‌یابی مشخص شد که استفاده از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه به دلیل اولویت‌بندی و ارائه گزینه ارجح، مناسب است؛ همچنین در حوزه بهینه‌سازی راهبردهای سیستم مدیریت پسماند، به کارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چند هدفه مورد انتخاب اکثر محققان بوده است.

باید به این نکته توجه کرد که هیچ قاعده یا فرمول عمومی برای انتخاب یک روش خاص MCDAدر مدیریت پسماند وجود ندارد. در واقع، تنها معیاری که راهنمای محققان در رسیدن به روشی مطلوب در نظر گرفته می‌شود، این سؤال است که آیا تصمیم‌گیرنده به رتبه‌بندی گزینه نیاز دارد یا خیر، که در این حالت، اکثراً ELECTRE یا PROMETHEE انتخاب می‌شوند، یا فقط برای شناسایی گزینه ارجح باید از روش‌های MCDA کمک گرفت؛ در این صورت، معمولاً AHP ترجیح داده می‌شود.

بدون تردید، تصمیم‌گیری در مورد روش MCDA برای به کارگیری ، با در نظر گرفتن تجربه قبلی محققان و در دسترس بودن نرم‌افزار مناسب به انتخابی درست منجر خواهد شد؛ همچنین در برخی موارد محققان از ترکیب دو روش در تصمیم‌گیری استفاده می‌کنند تا دقت کار و اطمینان از نتایج به دست آمده را افزایش دهند.

معیارهای مهمی که در فرایند تصمیم‌گیری چندمعیاره در خصوص راهبرد بهینه سیستم مدیریت پسماند و مکان‌یابی بهینه معمولاً مورد بررسی قرار می‌گیرد، در جدول زیر قید شده است:

جدول ۲-معیارهای مهم به کارگرفته شده در فرآیند تصمیم‌گیری‌های مدیریت پسماند

راهبردهای بهینه در سیستم مدیریت پسماند	مکان‌یابی بهینه در حوزه مدیریت پسماند
- هزینه‌ها (سرانه و هزینه های اجرایی)	- هزینه
- قابل اطمینان بودن روش اجرا	- هیدرولوژی
- سهولت به کارگیری	- توپوگرافی و خاک
- آثار زیست محیطی (به طور مثال، آلودگی هوا و آب، گازهای گلخانه‌ای)	- کاربری زمین
- اشتغال	- آب و هوا
- درآمدزایی و بازگشت سرمایه	- گازهای گلخانه‌ای
- بازیابی انرژی و پسماند	- فلورا و فانا[1]
- جلوگیری از دفن	- ظرفیت سایت
- زمین مورد نیاز	- دسترسی به زیرساخت‌ها
- جمعیت تحت تأثیر	- بازیابی انرژی
- امنیت و سلامت عمومی	- بازیابی مواد
- پذیرش عموم	- فاصله از مناطق ممنوعه (فاصله از مناطق حفاظت شده طبیعی، فرودگاه، مناطق نظامی و غیره)
- همکاری و مشارکت نهادها و سازمان‌های مرتبط	- گسل‌ها و لرزه شناسی
- ریسک	- تمرکز جمعیتی
- شرایط و قوانین بالادستی	- دسترسی به مسیرهای ارتباطی

معیارهای اجتماعی، هر چقدر هم که برای اثربخشی هر تصمیم مهم باشند، باید با نگرانی‌های فنی، زیست‌محیطی و اقتصادی همراه باشند و مورد بررسی قرارگیرند تا بتوان تصمیم‌گیری درستی انجام داد. ضمناً دربرگرفتن چنین معیارهایی در تصمیم‌گیری، قابلیت MCDM در به کارگیری آنها در حوزه‌های سیستم پایدار را امکان‌پذیر می‌سازد. نهایتاً، رویکردهای MCDM می‌تواند زمینه شناسایی راه‌حل‌های بهینه یا اولویت‌های مناسب را با در نظر گرفتن این معیارها فراهم کند.

۱- Flora and fauna

منابع

۱. **Hoornweg, Daniel and Perinaz Bhada-Tata.** *What a Waste* : *A Global Review of Solid Waste Management*. Urban Development Series Knowledge Papers. Washington, DC : World Bank, 2012. p. 116.

2. *Municipal Solid Waste and the Environment*: *A Global Perspective*. **Vergara, Sintana E and Tchobanoglous, George.** 1, 2012, Annual Review of Environment and Resources, Vol. 37, pp. 277-309.

3. *Ranking municipal solid waste treatment alternatives based on ecological footprint and multi-criteria analysis*. **Herva, Marta and Roca, Enrique.** s.l. : ELSEVIER, 2013, Ecological Indicators, Vol. 25, pp. 77-84.

4. *Multi-Criteria Decision Making and composting of waste in the municipality of Bacoor in the Philippines*. **Louis, Garrick E., Magpili, Luna Mylene and Pinto, C. Ariel.** 2007, International Journal of Environmental Technology and Management (IJETM), Vol. 7.

5. *Life cycle assessment* (*LCA*) *of waste management strategies*: *Landfilling, sorting plant and incineration*. **Cherubini, Francesco, Bargigli, Silvia and Ulgiati, Sergio.** s.l. : Elsevier, 2009, Energy, Vol. 34, pp. 2116–2123.

6. *Measuring waste management performance using the Zero Waste Index* : *The case of Adelaide*, . **Zaman, Atiq.** 1, 2014, Journal of Cleaner Production , Vol. 66, pp. 407–419.

7. *Municipal solid waste management via multicriteria decision making methods*: *A case study in Istanbul, Turkey*. **Coban, Asli, Ertis, Irem Firtina and Cavdaroglu, Nur Ayvaz.** 1, 2018, Journal of Cleaner Production, Vol. 180, pp. 159-167.

8. *Evaluating municipal solid waste management performance in regions with strong seasonal variability*. **Mendes, Paula, et al.** 1, 2013, Ecological Indicators, Vol. 30, pp. 170-177.

9. *Determinants of sustainability in solid waste management – The Gianyar Waste Recovery Project in Indonesia*. **Zurbrügg, Christian, et al.** 11, 2012, Waste Management, Vol. 32, pp. 2126-2133.

10. **Lee, Colin.***Models in Planning*: *An Introduction to the Use of Quantitative Models in Planning*. s.l. : Pergamon, 1973.

۱۱. کاربرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای. **زبردست, اسفندیار.** ۱, تهران : نشریه هنرهای زیبا, ۱۳۸۸, جلد ۴۱, ص. ۷۹-۹۰.

12 .*Multiattribute evaluation* .**Ward ,Edwards and Robert ,Newman J**.1986 **.**

13 .*Multicriteria evaluation for regional planning* :*Some practical experiences* .**Bennema ,S,. et al** ,1984 ,1 **.**Regional Science Association ,Vol. ,55pp.59-69 .

14 .*JUDGMENT ANALYSIS* :*PROCEDURES* .**Stewart ,Thomas R** ,1988 **.**HUMAN JUDGMENT.

15 .*Decision support models for solid waste management*:*Review and game-theoretic approaches* .**Karmperis ,Athanasios C ,.et al**,1 **.** ,2013Vol ,33 .pp.1290-1301 .

16 .*Assessment methods for solid waste management* :*A literature review* .**Allesch ,Astrid and H ,Brunner Paul** ,2014 ,6 **.**Waste Management& Research ,Vol.32 .

17 .*Environmental and economic assessment methods for waste management decision-support* :*Possibilities and limitations* .**Finnveden, Göran ,et al** ,2007 ,3 **.**Waste Management & Research , Vol ,25 .pp.263-9 .

18 .*Solid waste management in European countries* :*A review of systems analysis techniques*. **Pires ,Ana ,Martinho ,Graça and Chang ,Ni-Bin.** ,2011Environmental Management ,Vol ,92 .pp. .1033-1055

19 .*Multi-criteria analysis as a tool for sustainability assessment of a waste management model* .**Milutinović ,Biljana ,et al** ,2014 ,1 **.**Energy, Vol ,74 .pp.190-201 .

20 .*Waste management models and their application to sustainable waste management* .**Morrissey ,A.J and Browne ,J** ,2004 ,3 **.**Waste Management ,Vol ,24 .pp.297-308 .

21 .*Multiple stakeholders in multi-criteria decision-making in the context of Municipal Solid Waste Management* :*A review* .**Soltani ,Atousa, et al** ,2015 **.**Vol ,35 .pp.318-328 .

22 .*Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method* .**Guitouni ,Adel and Jean-MarcMartel** ,1998 ,2 **.**European Journal of Operational Research ,Vol ,109 .pp.501-521 .

23.**Zardari ,Noorul Hassan ,et al.***Weighting Methods and their Effects on Multi-Criteria Deci-*

posite indicators used for ranking countries. **Munda ,G and Nardo ,M .**Ispra ,Italy : s.n,2003 ,. Joint Research Centre of the European Communities.

37.*Distortions introduced by normalisation of values of criteria in multiple criteria methods of evaluation* .**Podviezko ,Askoldas** ,2014 **.**LMD darb ,Vol ,55 .pp.51-56 .

38.*Multi-objective optimization and sensitivity analysis of a cogeneration system for a hospital facility* .**M ,Muccillo ,A ,Gimelli and R ,Sannino.** ,2015Energy Procedia ,Vol ,81 .pp.596–585 .

39.*Sensitivity analysis of environmental models*: *A systematic review with practical workflow* .**F, Pianosi ,et al** ,2016 **.**Environmental Modelling& Software ,Vol ,79 .pp.232–214 .

40.*Sensitivity analysis in multicriteria spatial decision-making* :*a review* .**MG ,Delgado and JB, Sendra** ,2004 **.**Human and Ecological Risk Assessment ,Vol ,10 .pp.1187–1173 .

41.*Multicriteria evaluation and sensitivity analysis on information security* .**Syamsuddin ,I**,24 **.** ,2013International Journal of Computer Applications , Vol ,69 .pp.22-25 .

42.*Spatially-explicit integrated uncertainty and sensitivity analysis of criteria weights in multicriteria land suitability evaluation* .**Ligmann-Zielinska and P ,Jankowski** ,2014 **.**Environmental Modelling & Software , Vol ,57 .pp.235-247 .

43.*A multiattribute utility analysis of alternative sites for the disposal of nuclear waste* .**MW, Merkhofer and RL ,Keeney** ,1987 **.**Risk Analysis, Vol ,7 .pp.173-194 .

44.*Mathematical models for decision support*. *What is the analytic hierarchy process* .**TL ,Saaty.** s.l : .Springer ,1988 ,pp.109-121 .

45.*State-of-the-art prescriptive criteria weight elicitation* .**M ,Riabacke ,M ,Danielson and L, Ekenberg** ,2012 **.**Advances in Decision Sciences ,Vol.24 .

46.*Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning—A review* .**SD, Pohekar and M ,Ramachandran** ,2004 **.**Renewable andSustainable Energy Reviews ,Vol ,8 .pp. .381–365

47.*Analysis of the potentials of multi criteria decision analysis methods to conduct sustainability assessment* .**Cinelli ,Marco ,R.Coles ,Stuart and** *sion Making Model Outcomes in Water Resources Management* .s.l : .Springer .2015 ,pp.12-33 .

24.*Comparative Analysis of Normalization Procedures in TOPSIS Method* :*With an Application to Turkish Deposit Banking Market* .**Çelen ,Aydın**,2 **.** ,2014Informatica ,Vol ,24 .pp.185-208 .

25.*Robustness and sensitivity of weighting and aggregation in constructing composite indices*. **J.Dobbie ,Melissa and Dail ,David** ,2013 **.**Ecological Indicators ,Vol ,29 .pp.270-277 .

26 .**Spackman ,Michael ,et al.***Multi-criteria analysis* :*A manual* .London : Department for Communities and Local Government.2009 ,

۲۷. روش‌شناسی مدل‌های تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره. **محمدمرادی، اصغر و اخترکاوان، مهدی.** ۲، ۱۳۸۸، جلد ۲، ص. ۱۲۵-۱۱۳.

28.*Compromise solution by MCDM methods* :*A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS* .**Opricovic ,Serafim and Tzeng ,Gwo-Hshiung**,2004 **.** European Journal of Operational Research ,Vol. ,156pp.445-455 .

29 .*Multi-criteria analysis for the determination of the best WEEE management scenario in Cyprus* .**K ,Rousis ,et al** ,2008 **.**Vol ,28 .pp1941- . .1955

30 .**Carami ,Massimiliano and Dell'Olmo ,Paolo.** *Multi-objective optimization* .*Multiobjective management in freight logistics* :*Increasing capacity ,service* .s.l : .Springer.2020 ,

31.**Chang ,Ni-Bin.***Sustainable Solid Waste Management* :*A Systems Engineering Approach* .s.l: . Wiley-IEEE Press.2020 ,

32.*State-of-the-Art Prescriptive Criteria Weight Elicitation* .**Riabacke ,Mona ,Danielson ,Mats and Ekenberg ,Love**] **.**ed [.Graham Wood,2012 . Advances in Decision Sciences ,p.24 .

33.*Organizing your social sciences research paper* :*Theoretical framework* .**Labaree ,R .**s.l : .USC publications.2015 ,

34.*What do criteria and indicators assess ?An analysis of five C&I sets relevant for forest management in the Brazilian* .**Pokorny ,Benno and Adams ,M** ,2003 **.**International Forestry Review, Vol ,5 .pp.20-28 .

35.*A common weight MCDA–DEA approachto construct composite indicators* .**SM ,Hatefi and SA ,Torabi** ,2010 **.**Ecological Economics ,Vol,70 . pp.114-120 .

36.*On the methodological foundations of com-*

nal waste .**Vuk ,Drago ,et al** ,1991 ,2 **.**European Journal of Operational Research ,Vol ,55 .pp. .211-217

59.**Chang ,Ni-Bin and Pires ,Ana.***Sustainable Solid Waste Management* :*A Systems Engineering Approach* .Hoboken ,New Jersey : John Wiley& Sons.2015 ,

60.*Development of a multiple criteria based decision support system for environmental assessment of recycling measures in the iron and steel making industry* .**T.Spengler ,et al** ,1998 ,1 **.**Vol. ,6pp.37-52 .

61.*PRELIMINARY LANDFILL SITE SCREENING USING FUZZY GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS* .**Charnpratheep ,Krerkpong ,Zhou ,Qiming and Garner ,Barry** ,1997 ,2 **.**Waste Management &Research ,Vol ,15 .pp.197-215 .

62.*Application of analytical hierarchy process to analyze stakeholders preferences for municipal solid waste management plans ,Boston ,USA*. **Contreras ,Francisco ,et al** ,2008 ,7 **.**Resources, Conservation and Recycling ,Vol.52 .

63 .*Using an innovative criteria weighting tool for stakeholders involvement to rank MSW facility sites with the AHP* .**Feo ,Giovanni De and Gisi, SabinoDe** ,2010 ,11 **.**Waste Management ,Vol. .30

64.*Multi-criteria decision analysis for waste management in Saharawi refugee camps* .**M.Garfi, S.Tondelli and A.Bonoli** ,2009 ,10 **.**Waste Management ,Vol.29 .

65.*Analyzing policy impact potential for municipal solid waste management decision-making*. **Su ,lJun-Pin ,et al** ,2007 ,2 **.**Resources ,Conservation and Recycling ,Vol ,51 .pp.418-434 .

66.*Multi-criteria GIS-based siting of an incineration plant for municipal solid waste* .**Tavares ,Gilberto ,Zsigraiová ,Zdena and Semiao ,Viriato.** ,2011 ,9-10Waste Management ,Vol ,31 .pp. .1960-1972

Kirwan ,Kerry ,2014 **.**Ecological Indicators ,Vol. ,46pp.138-148 .

48.*A preference ranking organisation method*)*The PROMETHEE method for multiple criteria decision-making* .(**JP ,Brans and P ,Vincke .**Management Science ,Vol ,31 .pp.647-656 .

49.*A critical review of multi-criteria decision making methods with special reference to forest management and planning* .**Ananda ,Jayanath and Herath ,Gamini** ,2009 **.**Ecological Economics ,Vol ,68 .pp.2548–2535 .

50.**Doumpos ,Michael and Zopounidis ,Constantin.***An overview of multiple criteria decision aid .Multicriteria analysis in finance* .Germany: Springer .2014 ,pp.11-21 .

51.**Hwang ,Ching-Lai and Yoon ,Kwangsun.** *Methods for multiple attribute decision making*. *Multi attribute decision making* :*methods and applications*.1981 .

52.*Multi-criteria decision analysis in environmental sciences* :*Ten years of applications and trends* .**IB ,Huang ,J ,Keisler and I ,Linkov**,2011 **.** Science of the Total Environment ,Vol ,409 .pp. .3594–3578

53.**Branke ,J ,et al.***Multiobjective optimization interactive and evolutionary approaches* .Berlin, Germany : Springer.2008 ,

54.*Multi-criteria decision analysis in environmental sciences* :*Ten years of applications and trends* .**B.Huang ,Ivy ,Keisler ,Jeffrey and Linkov, Igor** ,2011 **.**Science of The Total Environment, Vol ,409 .pp.3594–3578 .

55.*Multicriteria decision analysis* :*Framework for applications in remedial planning for contaminated sites* .**Linkov ,I ,.et al .**Amsterdam ,Netherlands : s.n ,2004 ,.Comparative Risk Assessment and Environmental Decision Making ,pp.15-54 .

56.*An analysis of multi-criteria decision making methods* .**Velasquez ,Mark and Hester ,Patrick Thomas** ,2013 **.**International Journal of Operations Research ,Vol ,10 .pp.66–56 .

57.*Locating obnoxious facilities in the public sector* :*An application of the analytic hierarchy process to municipal landfill* .**Erkut ,Erhan and R.Moran ,Stephen** ,1991 ,2 **.**Socio-Economic Planning Sciences ,Vol ,25 .pp.89-102 .

58.*Application of multicriterional analysis on the selection of the location for disposal of commu-*

فصلنامه آموزشی، پژوهشی مدیریت پسماند| شماره ۱۸| زمستان ۱۳۹۹

ارزیابی کمی، کیفی و نحوه مدیریت پسماندهای مطب‌های خصوصی دندان‌پزشکی استان زنجان در سال ۱۳۹۷ (مطالعه موردی شهرستان‌های خرمدره و ابهر)

چکیده

نعمت الله جعفرزاده حقیقی فرد:
استاد دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، اهواز، ایران

مهیار صفا:
دکتری تخصصی مهندسی محیط‌زیست، رئیس گروه هماهنگی عمران، دفتر هماهنگی عمران و خدمات روستایی سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.

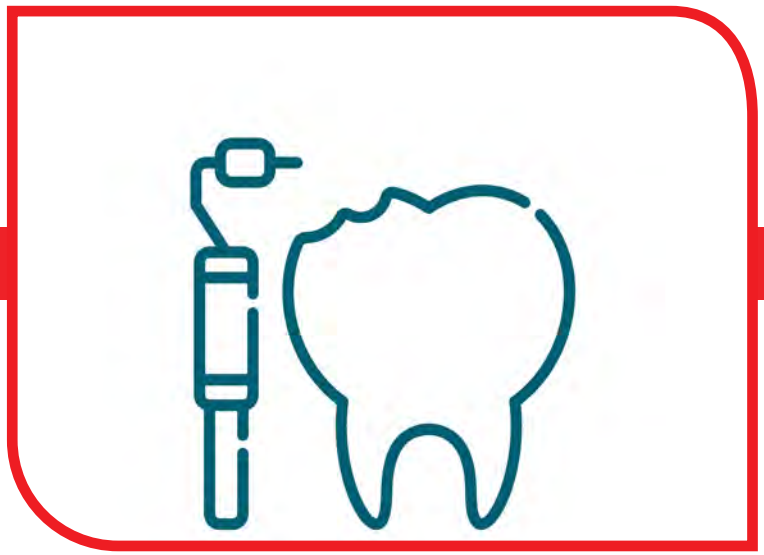
زهرا شیخی:
کارشناس ارشد محیط‌زیست، کارشناس دفتر هماهنگی عمران و خدمات روستایی سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور

مسعود پناهی فرد:
دانشجوی دکتری تخصصی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور

با توجه به ویژگی‌های متفاوت و خطرات پسماندهای تولید شده در مطب‌های دندان‌پزشکی، آگاهی از مشخصات کمی و کیفی آنها را می‌توان یک رویکرد مؤثر در راستای اجرای راهکار مناسب در مدیریت آنها در نظر گرفت. مطالعه حاضر با هدف بررسی کمی، کیفی و ارزیابی نحوه مدیریت پسماندهای تولید شده در مطب‌های دندان‌پزشکی شهرستان‌های ابهر و خرمدره استان زنجان از نوع توصیفی مقطعی در سال ۱۳۹۷ انجام پذیرفت. کل مطب‌های موجود در دو شهرستان ۳۱ واحد بود که در مطالعه حاضر ۱۳ مطب همکاری کردند. از هر مطب ۴ نمونه و در نهایت ۵۲ نمونه از شهرستان‌ها جمع‌آوری شد؛ علاوه بر این، برای ارزیابی نحوه مدیریت پسماندها از چک لیستی که توسط متخصصان این رشته تأیید شده و دارای ۸ سؤال درباره کمینه‌سازی، بازیافت و بی‌خطرسازی این پسماندها است، استفاده و جهت آنالیز آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۱ بهره‌گیری شد. نتایج نشان دادند که روزانه ۲۱/۴۶ کیلوگرم پسماند در مطب‌های مورد بررسی تولید می‌شود که با توجه به تعداد بیماران دریافت‌کننده خدمات دندان‌پزشکی، سرانه تولید پسماند به ازای هر بیمار ۷۶/۶۵ گرم در روز بود. بیشترین میزان پسماند تولیدی از مطب‌ها مربوط به پسماندهای شبه خانگی با مقدار ۹/۵۱ کیلوگرم در روز بود. دستکش لاتکس و پنبه آلوده به خون نیز با میانگین ۲/۰۹۵ و ۱/۳۲۷ کیلوگرم در روز، بیشترین میزان اجزای پسماندهای عفونی را به خود اختصاص دادند.

یافته‌ها نشان دادند که دندان پزشکان هیچ گونه اقدامی در راستای کمینه‌سازی تولید و جداسازی پسماندهای تولیدی در مطب انجام نمی‌دهند.کل پسماندهای تولید شده از مطب‌های دندان‌پزشکی خصوصی در مقایسه با میزان پسماند شهری تولید شده در منطقه بسیار ناچیز است، اما با توجه به اینکه این پسماندها، ترکیباتی متفاوت از سایر پسماندهای شهری دارند، توجه به مدیریت صحیح آنها در جهت به حداقل رساندن آثار سوء آنها اهمیت دارد؛ علاوه بر این، باید اقدام اصولی در راستای مدیریت پسماندهای تولید شده در مبدأ توسط مطب‌های دندان‌پزشکی صورت گیرد.

کلید واژه ها: مدیریت پسماند، پسماند دندان‌پزشکی، زنجان، پسماند عفونی



مقدمه

امروزه با افزایش جمعیت و متعاقب با آن، افزایش نیازهای جوامع بشری به خدمات بهداشتی درمانی موجب شده تا تعداد مراکز ارائه دهنده این خدمات به طور چشمگیری در قالب مراکز دولتی و خصوصی از قبیل بیمارستان‌ها، آزمایشگاه‌ها، کلینیک‌ها و مطب‌ها گسترش یابند.

در نتیجه، یکی از پیامدهای مهم این مسئله، افزایش میزان تولید پسماندهای حاصل از این قبیل فعالیت‌ها است(۱،۲). بنابراین در راستای حفظ محیط‌زیست و سلامت جوامع بشری، مدیریت اصولی پسماندهای تولید شده از مراکز فوق، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

امروزه پسماندهای تولیدی مطب‌های دندان‌پزشکی، به دلیل ویژگی‌های متفاوت‌شان از پسماندهای شهری و تنوع گسترده اجزای تشکیل دهنده، نیاز به توجه ویژه و مدیریت مناسب در جهت نیل به این هدف دارند(۳،۴). اغلب این پسماندها بدون هیچ‌گونه بازیافتی، همراه با پسماندهای شهری جمع‌آوری و دفع می‌شوند.

رهاسازی یا دفن پسماندهای جامد تولید شده در مطب‌های دندان‌پزشکی در حومه شهرها، تهدید مهمی برای سلامت ساکنان و محیط‌زیست منطقه محسوب می‌شود.(۵) اشیای تیز و برنده، بافت‌های خونی، فلزات سنگین، دستکش، کاغذ، مقوا و سایر اجزایی دیگری که طی ارائه خدمات دندان‌پزشکی در مطب‌ها تولید می‌شوند، می‌توانند در قالب پسماندهای خطرناک، رادیواکتیو، سمی، دارویی و شیمیایی خانگی و غیره طبقه بندی شوند.(۴).

برخی ترکیبات موجود در پسماندهای تولید شده در مطب‌های دندان‌پزشکی، مانند آمالگام، حاوی جیوه هستند. مطالعات نشان داده‌اند که از ۱۰،۰۰۰ تن جیوه تولید شده در سال، تقریبا ۳ تا ۴ درصد آن در مراکز ارائه‌دهنده خدمات دندان‌پزشکی استفاده می‌شود(۶).

علاوه بر جیوه، سایر فلزات سنگین و ترکیبات رادیواکتیو موجود در این پسماندها، پتانسیل بالایی در ایجاد آثار منفی زیست‌محیطی و سلامت دارند؛ بنابراین در جهت دست‌یابی به مدیریت مناسب، این اجزا باید از سایر پسماندها، تفکیک و همچنین اجزای عفونی و تیز موجود در این پسماندها باید در ظروف مقاوم در برابر سوراخ‌شدن، جمع‌آوری شوند.

اگرچه این اجزا درصد نسبتاً کمی از پسماندهای فوق را به خود اختصاص می‌دهند، توجه به مدیریت صحیح آنها می‌تواند نقش مهمی در جلوگیری از انتقال بیماری‌هایی مانند هپاتیت ب و ایدز داشته باشد. در نتیجه آگاهی از اجزای تشکیل دهنده پسماندهای تولید شده در مطب‌های دندان‌پزشکی به برنامه‌ریزی در راستای مدیریت اصولی این قبیل پسماندها دارد(۷).

درمورد مدیریت پسماندهای تولید شده در این مطب‌ها نیز می‌توان گفت که نبود قوانین کارآمد و همچنین آگاهی اندک دندان‌پزشکان و کادر شاغل در مطب‌های دندان‌پزشکی از لزوم مدیریت صحیح و آثار سوء زیست‌محیطی این پسماندها، از دلایل مهم مدیریت ناکارآمد این پسماندها است(۸)؛ از این رو آگاهی از مشخصات کمی و کیفی پسماندهای تولید شده در مطب‌های دندان‌پزشکی را می‌توان یک رویکرد مؤثر در راستای اجرای مدیریت اصولی آنها برشمرد(۹).

مطالعه حاضر در جهت بررسی کمی، کیفی و ارزیابی نحوه مدیریت پسماندهای تولید شده در مطب‌های دندان‌پزشکی شهرستان‌های ابهر و خرمدره انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی مقطعی است که در سال ۱۳۹۷ در شهرستان‌های خرمدره و ابهر استان زنجان انجام شد. تعداد کل مطب‌های موجود در سطح دو شهرستان ۳۱ عدد بود که تعداد ۱۳ مطب در اجرای این طرح همکاری کردند. نمونه‌های موردنیاز از هر مطب در پایان روز کاری و هفته‌ای یک بار به مدت یک ماه جمع‌آوری و طی مطالعه حاضر، از هر مطب ۴ نمونه اخذ و در نهایت، تعداد ۵۲ نمونه، از سطح شهرستان‌ها جمع‌آوری شد.

توزین نمونه‌ها برای افزایش دقت و صحت دو بار، انجام و برای این کار، نمونه‌ها به محل مناسب منتقل شدند. در ابتدا، وزن کل نمونه‌ها تعیین و سپس اجزای تشکیل دهنده نمونه‌ها از هم تفکیک و توزین شدند. برای اندازه‌گیری وزن نمونه‌ها از ترازوی دیجیتال "رادین" مدل ۵۶۰۰ با دقت ۰/۰۱ استفاده و نتایج با دو رقم اعشار

ثبت شد؛ همچنین تعداد بیماران مراجعه‌کننده به هر مطب در پایان روز کاری، ثبت و با تقسیم مقدار کل پسماند تولید شده بر این تعداد، میزان سرانه تولیدی هر مطب محاسبه شد.

برای محاسبه میانگین سالانه پسماندهای تولید شده در مطب‌های دندان‌پزشکی، با درنظر گرفتن ۵۲ جمعه و ۲۵ روز تعطیل رسمی، تعداد ۲۸۸ روز محاسبه شد. پسماندهای تولید شده طی مطالعه به۱۵ جزء در نمونه‌های جمع‌آوری شده دسته‌بندی و تفکیک شد که از این تعداد ۱۲ جز مربوط به پسماندهای عفونی، مانند دندان کشیده شده، دستکش لاتکس، اجزای تیز و برنده، گاز استریل، پنبه آلوده به خون، دستکش نایلونی، سرنگ پلاستیکی، دستمال کاغذی آلوده به خون، چوب دهان، دنتال رول آلوده به بزاق، پنبه آلوده به بزاق و سه جزء دیگر شامل پسماندهای سمی، شبه خانگی، دارویی و شیمیایی بودند.

کارپول های مورد استفاده برای بی حسی و خمیر پانسمان، جز پسماندهای شیمیایی و دارویی و روکش‌های پلاستیکی محافظ فیلم‌های رادیوگرافی، باقیمانده تراشه‌های آمالگام، سایر اجزای آلوده به آمالگام و فویل سربی، جزء پسماندهای سمی دسته‌بندی شدند؛ همچنین اجزایی مانند سنگ دندان، گاز خشک، جعبه سرنگ، منسوجات، درپوش‌های سوزنی، کاغذ، مقوا، روزنامه، بسته‌های پلاستیکی یکبار مصرف، درپوش خالی آمالگام، لیوان یکبار مصرف، دستمال کاغذی خشک، نوار چسب، باند چسب، چای مانده، گرد و غبار و گچ، پنبه‌های خشک و رول پنبه، نایلون و مواد غذایی، جزء پسماندهای شبه خانگی در نظر گرفته شد. در نهایت، برای تعیین میانگین و انحراف از معیار اطلاعات جمع‌آوری شده، از نرم‌افزار SPSS ۲۱ و برای ارزیابی نحوه مدیریت این پسماندها از چک لیستی که توسط متخصصان این رشته، تأیید و در مطالعات پیشین هم بهره‌گیری(۱۰) و حاوی ۸ سؤال درباره کمینه‌سازی، بازیافت و بی خطرسازی این پسماندها بود، استفاده شد.

نتایج

در مطالعه حاضر، پسماندهای دندان‌پزشکی تولید شده از تعداد ۱۳ مطب ارائه‌دهنده خدمات دندان‌پزشکی فعال در شهرستان‌های ابهر و خرمدره مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که روزانه ۲۱/۴۶ کیلوگرم پسماند در مطب‌های مورد بررسی تولید می‌شود که با توجه به تعداد بیماران دریافت کننده خدمات دندان‌پزشکی، سرانه تولید پسماند به ازای هر بیمار ۷۶/۶۵ گرم در روز بود؛ همچنین برای تعمیم مقدار پسماند تولیدی مطب‌های مورد بررسی(۱۳ مطب)به کل مطب‌های موجود در سطح شهرستان‌ها(۳۱ مطب)، تعداد کل را به مطب‌های مورد بررسی تقسیم کرده و ضریب ۲/۳ به دست آمد؛ سپس با ضرب کردن این ضریب در میزان تولید سالیانه پسماند از مراکز دندان‌پزشکی نمونه‌برداری شده، میزان کل تولید سالیانه پسماند در کل مطب‌های دندان‌پزشکی شهرستان‌ها به دست آمد.

میزان و درصد اجزای پسماندهای تولید شده در مطب‌های مورد مطالعه، به ترتیب در جدول(۱) و شکل (۱)آورده شده است. بر این اساس بیشترین میزان و درصد پسماندهای تولیدی از مطب‌ها مربوط به پسماندهای شبه خانگی با مقدار ۹/۵۱ کیلوگرم در روز و ۴۵ درصد است. در جدول ۱ با درنظر گرفتن میزان روزانه پسماند تولیدی، مقدار پسماند تولید شده در طول یک سال محاسبه شد.

مقدار میانگین، انحراف از معیار و درصد اجزای عفونی پسماندهای تولید شده در مطب‌ها نیز به ترتیب در جدول(۲) و شکل (۲) آورده شده است. همان طور که در این جدول مشخص است، به ترتیب دستکش لاتکس و پنبه آلوده به خون با میانگین ۲/۰۹۵ و ۱/۳۲۷ کیلوگرم در روز، بیشترین میزان و درصد پسماندهای عفونی را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۱: میزان تولید اجزاء مختلف پسماند در مطب‌های دندان‌پزشکی خصوصی شهرستان‌های خرمدره و ابهر

نوع پسماند	مقدار (کیلوگرم در روز)	مقدار (کیلوگرم در سال)	مقدار (کیلوگرم در سال در کل مطب‌ها)
عفونی	۷/۵۵	۲۱۷۴/۴	۵۰۰۱/۱۲
دارویی و شیمیایی	۳/۵	۱۰۰۸	۲۳۱۸/۴
سمی	۰/۹	۲۵۹/۲	۵۹۶/۱۶
شبه خانگی	۹/۵۱	۲۹۵/۲	۶۷۸/۹۶
مجموع	۲۱/۴۶	۶۱۸۰/۴۸	۸۵۹۴/۶۴

جدول ۲: میزان تولید اجزای مختلف پسماندهای عفونی در مطب‌های دندان‌پزشکی خصوصی شهرستان‌های ابهر و خرمدره

ردیف	اجزا	میانگین	انحراف معیار	درصد
۱	دندان کشیده شده	۰/۹۷۵	۰/۲۷۵	۱۲/۹۱
۲	دستکش لاتکس	۲/۰۹۵	۰/۳۱۶	۲۷/۷۵
۳	اجزای تیز و برنده	۱/۱۲	۰/۱۹۲	۱۴/۸۳
۴	گاز استریل	۰/۳۵	۰/۰۵۷	۴/۶۴
۵	پنبه آلوده به خون	۱/۳۲۷	۰/۴۴۳	۱۷/۵۸
۶	دستکش نایلونی	۰/۱۴۷	۰/۰۳۳	۱/۹۵
۷	سرنگ پلاستیکی	۰/۳۱۵	۰/۰۵۲	۴/۱۷
۸	دستمال کاغذی آلوده به خون	۰/۴۲۷	۰/۰۳۵	۵/۶۶
۹	چوب دهان	۰/۱۸۵	۰/۰۶۹	۲/۴۵
۱۰	دنتال رول آلوده به بزاق	۰/۱۸	۰/۰۸۰	۲/۳۸
۱۱	پنبه آلوده به بزاق	۰/۱۷	۰/۰۷۷	۲/۳۵
۱۲	سایر	۰/۲۵۷	۰/۰۷۷	۳/۴۱
	مجموع	۷/۵۵		۱۰۰

نتایج بررسی چک لیست‌ها نشان داد که دندان‌پزشکان هیچ‌گونه اقدامی در راستای کمینه‌سازی تولید و جداسازی پسماندهای تولیدی‌شان در مطب انجام نمی‌دهند(جدول ۳).

جدول۳: نحوه مدیریت پسماندهای تولیدی در مطب‌های دندان‌پزشکی خصوصی شهرستان‌های ابهر و خرمدره

نوع فعالیت	نتایج
برنامه کمینه‌سازی تولید پسماند	ندارند
برنامه جداسازی پسماند	ندارند
برنامه بازیافت پسماند	ندارند
مدیریت اجزای تیز و برنده	ندارند
مدیریت سرپوش آمالگام خالی	ندارند
مدیریت آمالگام باقیمانده و تراشه های آن	ندارند
برنامه برای بازیافت نقره	ندارند
روش اســتریلیزاسی‌ون	ندارند

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف بررسی کمی و کیفی و همچنین ارزیابی مدیریت پسماندهای تولید شده در مطب‌های دندان‌پزشکی خصوصی در دو شهرستان خرمدره و ابهر که جزء پرجمعیت‌ترین شهرستان‌های استان زنجان هستند، در سال ۱۳۹۷ انجام شد. نتایج بررسی نشان دادند که کل پسماندهای تولید شده در مطب‌های دندان‌پزشکی خصوصی در این شهرستان‌ها، سالانه ۸۵۹۴/۶۴ کیلوگرم است؛ اگرچه این مقدار در مقایسه با میزان پسماند شهری تولید شده در منطقه بسیار ناچیز است، با توجه به ماهیت و ویژگی‌های بالقوه آسیب‌زای این پسماندها، توجه به مدیریت صحیح آنها در راستای به حداقل رساندن آثار سوء آنها اهمیت دارد.

برای مدیریت کارآمد این پسماندها، ضروریست تا قوانین و برنامه‌هایی در راستای کاهش تولید، جداسازی و دفع اصولی آنها اجرا شود. بررسی‌ها نشان دادند که هیچ برنامه‌ای در این راستا در سطح شهرستان‌ها اجرا نمی‌شود. نتایج مطالعات دیگر نشان داده‌اند که در منطقه مورد بررسی آنها نیز هیچ‌گونه اقدام اصولی در راستای مدیریت صحیح پسماندهای تولید شده در مطب‌های دندان‌پزشکی صورت نمی‌گیرد(۱،۱۱).

با توجه به اینکه این قبیل پسماندها، ترکیباتی متفاوت از سایر پسماندهای شهری دارند، لذا نیازمند مدیریت متفاوت‌اند و ترکیب آنها با جریان پسماندهای شهری صحیح نیست.

"مورات ازبک" و "دیلک سانین" در سال ۲۰۰۲ مطالعه‌ای روی پسماندهای تولیدی از کلینیک‌های دندان‌پزشکی انجام دادند و نتایج گزارش آنها نشان داد که مهم‌ترین جزء تشکیل‌دهنده پسماندهای تولید شده در این کلینیک‌ها مربوط به دستکش‌های لاتکس بود که ۳۵ درصد وزنی کل پسماندهای تولید شده را به خود اختصاص داده بود(۱۲).

مطالعه "نبی زاده" و همکاران در سال ۸۶ روی پسماندهای تولید شده از فعالیت کلینیک‌های دندان‌پزشکی شهر همدان نشان داد مهم‌ترین جزء تشکیل‌دهنده پسماندهای مورد بررسی، مربوط به دستکش‌های لاتکس با ۳۹ درصد وزنی بود(۳). در این مطالعه نیز مهم‌ترین جزء تشکیل‌دهنده پسماندهای تولید شده از مطب‌های دندان‌پزشکی، مربوط به دستکش لاتکس با ۲۸ درصد وزنی بود که با مطالعات قبلی همخوانی دارد.

"الیکیزلاری" و همکاران در سال ۲۰۰۵ مطالعه‌ای روی پسماندهای ناشی از فعالیت‌های دندان‌پزشکی انجام دادند که نتایج مطالعه آنها نشان داد که پسماندهای عفونی ۹۴/۷ درصد، پسماندهای شبه خانگی ۳/۳ درصد و پسماندهای غیرعفونی ۲درصد از کل این پسماندها را به خود اختصاص داده‌اند(۱۳).

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که مهم‌ترین بخش پسماندهای تولید شده در مطب‌های دندان‌پزشکی، مربوط به پسماندهای شبه خانگی با ۴۵ درصد کل پسماندها است. از دلایل این مغایرت، می‌توان به این موضوع اشاره کرد که مطب‌های مورد بررسی در یونان، بیشتر خدمات ترمیمی انجام می‌دادند؛ در نتیجه، میزان پسماندهای عفونی تولید شده در این مطب‌ها بالا بود، ولی پسماندهای تولید شده که مطب‌های مورد بررسی در مطالعه ما، مقادیر بیشتری از ترکیبات قابل بازیافت را داشتند؛ بنابراین پسماندهای شبه خانگی، بیشترین بخش را به خود اختصاص دادند.

با اجرای برنامه‌های مربوط به کاهش تولید، جداسازی، بازیافت و استفاده مجدد، علاوه بر اینکه می‌توان تا حد زیادی از آثار سوء تولید این‌گونه پسماندها بر سلامت انسان و محیط‌زیست کاست، مدیریت اصولی این پسماندها نیز بهبود می یابد.

یکی از راه‌کارهایی که در این زمینه می‌توان انجام داد، بحث تفکیک پسماند از مبدأ است. همان طور که در مطالعه حاضر نیز مشخص شد، بخش عمده‌ای از پسماندهای تولید شده در مطب‌های دندان‌پزشکی، مربوط به پسماندهای شبه خانگی است که با جداسازی و تفکیک این بخش از پسماندهای عفونی، از آلوده شدن این بخش جلوگیری می‌شود؛ علاوه بر این، با استفاده از مواد و محصولات با بسته‌بندی کوچک‌تر و کاهش استفاده از محصولات یک‌بار مصرف و استفاده از تجهیزاتی که قابلیت استفاده مجدد دارند، می‌توان میزان تولید پسماند را کاهش داد. با آموزش و آگاهی بخشیدن به کارکنان و دندان‌پزشکان از راه‌کارهای مدیریت اصولی پسماندها نیز می‌توان گام مهمی در راستای کاهش آثار منفی مربوط به تولید این گونه پسماندها برداشت.

قدردانی

از کارکنان و دندان‌پزشکان مطب‌های شهرستان‌های ابهر و خرمدره و معاونت تحقیقات دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز که نهایت همکاری و حمایت را برای این تحقیق نمودند، تقدیر به عمل می آید.

Younesian M. Investigating on Quantity& quality and management of dental solid waste produced in private offices in Hamedan ۱۳۸۶. Tab va Tazkieh ۲۰۱۰; ۷۶; ۷۳-۸۱. [Persian].
11. Ghanbarian M, Khosravi A, Ghanbarian M, Ghanbarian M. Evaluation of Quantity and Quality of Dental Solid Waste. Knowledge & Health Journal ۲۰۱۱; ۶: ۴۳-۴۶. [Persian].
12. Ozbek M, Sanin FD. study of dental solid waste produced in a school of dentistry in turkey. Waste Management ۲۰۰۴;۲۴(۴):۳۳۹-۳۴۵.
13. Kizlary E, Iosifidis N ,Voudrias E, Panagiotakopoulos D. Composition and production rate of dental solid waste in Xanthi, Greece: variability among dentist groups. Waste Manag ۲۰۰۵; ۲۵:۵۸۲-۵۹۱.

منابع

1. Omrani G, Alavi N. Hospital Solid Waste. Tehran: Tehran University Publication; ۲۰۰۸. [In Persian].
2. Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil SA. Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues. New York: McGraw-Hill; ۱۹۹۶.
3. Kulivand A, Nabizadeh R, Joneidy A, Yunesian M, Omrany GH. Quantity and Quality Analysis and Management of Solid Waste Produced in Dentistry Laboratories and Practical Dentist Offices in Hamedan,۱۳۸۶. IJHE ۲۰۰۹; ۲: ۳۶-۴۶. [Persian].
4. Kizlary E, Iosifidis N, Voudrias E, Panagiotakopoulos D. Composition and production rate of dental solid waste in Xanthi, Greece: variability among dentistgroups. Waste Manag ۲۰۰۵; ۲۵(۶): ۵۸۲-۹۱.
5. Al-Widyan MI, Oweis RJ, Abu-Qdais H, Al-Muhtaseb M, Hamasha S. Composition and energy content of dental solid waste. Resour Conserv Recycling ۲۰۱۰;۵۵:۱۵۵-۶۰.
6. Cannata S, Bek M, Baker P, Fett M. Infection control and contaminated waste disposal practices in Southern Sydney Area Health Service Dental Clinics. Aust DentJ ۱۹۹۷; ۴۲(۳): ۱۹۹-۲۰۲.
7. Darwish RO, Al-Khatib IA. Evaluation of dental waste management in two cities in Palestine. East MediterrHealth J ۲۰۰۶; ۱۲(Suppl ۲): S۲۱۷-S۲۲۲.
8. Hossain MS, Santhanam A, Nik Norulaini NA, Omar AK. Clinical solid waste management practices and its impact on human health and environment — A review. Waste Manag ۲۰۱۱;۳۱:۷۵۴-۶۶.
9. Coker A, Sangodoyin A, Sridhar M, Booth C, Olomolaiye P, Hammond F. Medical waste management in Ibadan, Nigeria: Obstacles and prospects. Waste Manag ۲۰۰۹;۲۹:۸۰۴-۱۱.
10. Jonidi Jafari A, Koulivand A, Nabizadeh R,

آنالیز پسماندهای شهری به منظور بازیافت پسماندهای پلاستیکی (مطالعه موردی شهر شیراز)

چکیده

مسعود فتاح زاده:
دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، کارشناس صنایع تبدیلی، سازمان مدیریت پسماند شهرداری شیراز

سارا پرنگ:
دانش آموخته کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی گرایش اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی، رئیس اداره پردازش پسماند خانگی و صنایع تبدیلی، سازمان مدیریت پسماند شهرداری شیراز

حبیب فریدونی:
دانش آموخته کارشناسی بهداشت عمومی، معاون پردازش و دفع پسماند، سازمان مدیریت پسماند شهرداری شیراز

روح اله خوشبخت:
دانش آموخته کارشناسی مهندسی بهداشت محیط، رئیس سازمان مدیریت پسماند شهرداری شیراز

ژاله رزم‌جویی:
دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی محیط‌زیست، کارشناس پسماند مشاغل سازمان مدیریت پسماند شهرداری شیراز

علی چرخستانی:
دانشجوی دکتری عمران محیط‌زیست – دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

مقدمه و هدف: توسعه صنعتی، افزایش جمعیت و رشد شهرنشینی از دلایل ایجاد شهرهای پایدار است و یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در استقرار شهرهای پایدار، مدیریت پسماند آنهاست. هدف از این مطالعه بررسی یکی از اجزای عمده پسماندهای شهری، یعنی مواد پلاستیکی در شهر شیراز در سال ۱۳۹۶ است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع توصیفی- تحلیلی است. پسماندهای شهر شیراز به صورت فصلی و در چهار فصل از سال ۹۶ مورد آنالیز قرار گرفته است. نمونه‌برداری از پسماندهای منتقل شده به سایت دفع پسماندها انجام گرفت و اجزای آن براساس استاندارد شماره ۱۹۸۰۴ سازمان ملی استاندارد ایران مشخص شد.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که حدود ۴۳/۸۲ درصد از پسماندهای شهری شیراز، مواد خشک و قابل بازیافت است که از این مقدار، ۲۰/۵۲ درصد از آن را مواد پلاستیکی تشکیل می‌دهد. در بین انواع مواد پلاستیکی، پلی‌اتیلن با دانسیته پایین (۴/LDPE) با ۱۲/۵۷ درصد، بیشترین و پلی وینیل کلراید (۳/PVC)با ۰/۰۳ درصد کمترین مقدار در بین پلاستیک‌ها هستند.

نتیجه‌گیری: جمع‌آوری و دفع پسماندها، علاوه بر هزینه‌های فروان برای سازمان‌های متولی، مشکلات اساسی را برای محیط‌زیست در پی دارد، اما مدیریت صحیح این پسماندها، شامل بازیافت می‌تواند بسیاری از هزینه‌ها را جبران کند. بازیافت پسماندهای پلاستیکی در شهر شیراز در سال ۹۶ می‌تواند بالغ بر ۱۶ میلیارد ریال درآمد برای شهرداری داشته باشد و همچنین از مشکلات محیط‌زیستی بعدی جلوگیری کند.

کلیدواژه ها: پسماند، بازیافت، پلاستیک

مقدمه: در سال‌های اخیر، مفهوم توسعه پایدار، اهمیت ویژه‌ای یافته است. یکی از گسترده‌ترین دیدگاه‌ها در رابطه با توسعه پایدار، مربوط به سه محور اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است. طبق این دیدگاه، نمی‌توان با در نظر گرفتن یکی از ابعاد فوق به توسعه پایدار دست یافت و باید همه جوانب را به صورت همزمان مورد توجه قرار داد(۱).

موضوع توسعه پایدار شهری در کشور ایران، موضوع جدیدی نیست، اما محیط‌زیستی که منجر به توسعه پایدار شهری شود، موضوع جدیدی است که مزایای مربوطه در گرو توجه به آن است. یکی از راه‌حل‌های اجرای گسترده طرح محیط‌زیست مطلوب شهری، توجه به بحث مدیریت پسماندها به طریقی است که باعث کاهش خطرات مربوط به سلامت انسان‌ها و محیط‌زیست شود(۲). برنامه‌ریزی و مدیریت مواد زائد جامد شهری، بدون داشتن اطلاعات کافی و قابل اطمینان از نرخ تولید زباله و اجزای فیزیکی آن امکان‌پذیر نخواهد بود(۳).

یکی از اجزای مهم پسماندهای شهری، پلاستیک‌ها هستند که بخش قابل توجهی از پسماندهای شهری را به خود اختصاص می‌دهند. نتایج تحقیقات روی پسماندهای شهری نشان می‌دهد که در شهرهای کشور، مقدار زیادی پسماند پلاستیکی تولید می‌شود؛ به طوری که در مشهد ۹/۷ درصد (۴)، ساری ۷/۱ درصد(۵)، ایرانشهر ۶/۵۵ درصد(۶) و تبریز ۸/۲۵ درصد(۷) از

پسماندهای شهری، پلاستیک و میانگین کشوری تولید پلاستیک در پسماندهای شهری نیز ۷/۷۷ درصد(۸) بوده است.

امروزه برای مدیریت پسماندهای پلاستیکی سه روش وجود دارد که شامل دفن در زمین، سوزاندن (با یا بدون بازیابی انرژی) و بازیافت است. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که سوزاندن پلاستیک موجب تولید گاز CO_2 به میزان دو برابر وزن اولیه می‌شود؛ همچنین دفن یکی از اجزای پلاستیک‌ها (هر تن پت) نیاز به ۳۰ متر مکعب فضا دارد(۹, ۱۰)؛ لذا با توجه به مشکلاتی که دفن پسماند و همچنین سوزاندن آنها ایجاد می‌کند، بهترین گزینه، بازیافت پلاستیک‌ها است.

بازیافت پسماند به عنوان یک روش پایدار مدیریت پسماند جامد شهری و همچنین یک ابزار ارزشمند در جهت کاهش هزینه‌های جمع‌آوری و دفن پسماند و همچنین افزایش استفاده مجدد از مواد، مورد توجه قرار گرفته و باید در مدیریت جامع پسماند، به جایگاه بازیافت و استفاده مجدد توجه ویژه‌ای کرد(۴).

نتایج تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که بازیافت پلاستیک، تأثیرات مثبتی بر ابعاد اقتصادی و زیست‌محیطی جامعه خواهد داشت. نتایج مطالعه "صمدی" و همکارانش بازیافت PET در پسماندهای همدان نشان می‌دهد که این کار، ۳۱۶۰۰۰۰ مگاژول انرژی و ۵۶۱۰۰ دلار به ازای ۵۱ تن ضایعات پلیمری در سرمایه صرفه‌جویی می‌کند(۹)؛ همچنین نتایج مطالعه "فرزاد کیا" و همکارانش روی بازیافت پسماندهای قم نشان می‌دهد که سود روزانه بازیافت پسماندهای قم در سال ۱۳۹۰ برابر ۱۵۸۰۱۵۲۰ ریال بوده است(۱۱)؛ بنابراین در این مطالعه، اجزای پسماندهای شهری شیراز با تأکید بر شناسایی میزان انواع پلاستیک‌ها در طول یک سال، آنالیز شده و سود اقتصادی بازیافت پلاستیک‌ها جهت کمک به اقتصاد شهری بررسی خواهد شد.

مواد و روش‌ها: تحقیق حاضر یک مطالعه توصیفی–تحلیلی است که در سال ۱۳۹۶ روی پسماندهای شهر شیراز انجام شد. روش‌های مورد استفاده در این تحقیق، شامل رویکردهای کمی و کیفی شامل مراحل زیر بوده است:

شکل شماره ۱: آنالیز کمی پسماندها در سایت پسماندهای شیراز توسط کارگران

- **مطالعه کتابخانه‌ای:** بدین منظور، مقالات و کتاب‌های مرتبط با آنالیز پسماند و بازیافت مورد مطالعه قرار گرفت.
- **نمونه‌برداری و آنالیز پسماند:** برای این‌کار، از پسماندهایی که به سایت پسماندهای شیراز منتقل می‌شدند، به صورت تصادفی نمونه‌برداری شد و سپس توسط کارگران (شکل شماره ۱) آموزش دیده اجزای آن تفکیک (براساس استاندارد شماره ۱۹۸۰۴ سازمان ملی استاندارد ایران) و توسط ترازوی دیجیتال توزین شدند.
- **تعیین ارزش ریالی بازیافت:** با توجه به بهای هر کیلوگرم از ضایعات پلاستیکی در مقطع زمانی این تحقیق، ارزش اقتصادی مواد قابل بازیافت پلاستیکی تعیین شد.
- **تقسیم‌بندی پلاستیک‌ها:** پلاستیک‌های موجود در پسماندهای شهری، بر اساس راهنمای علائم مربوط به آنها دسته‌بندی و توزین شدند. لازم به ذکر است پلاستیک‌ها به ۷ دسته تقسیم می‌شوند تقسیم‌بندی و کاربردشان در صنعت به صورت زیر است (شکل شماره ۲):

۱- پلی اتیلن تری فتالات (۱/PETE): ظروف آب معدنی، نوشابه، سس سالاد
۲- پلی اتیلن با دانسیته بالا (۲/HPDE): ظروف شیر، شوینده ها، بشکه های آب
۳- پلی وینیل کلراید (۳/ PVC): لوله های آبیاری و سبز
۴- پلی اتیلن با دانسیته پایین (۴/ LPDE): نایلون و کیسه‌های پلاستیکی
۵- پلی پروپیلین (۵/ PP): برچسب بطری‌ها و ظروف پلاستیکی، پوست پفک و..
۶- پلی استایرین (۶/PS): ظروف یک بار مصرف
۷- سایر رزین‌های چندلایه (۷/other): لاستیک و چرم (۴)

شکل شماره ۲: راهنمای علائم مربوط به بازیافت پلاستیک‌های پلیمری

تجزیه و تحلیل اطلاعات: برای تجزیه و تحلیل‌های انجام شده از Excel ۲۰۱۰ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که پسماند خانگی تولید شده در شهر شیراز، روزانه بالغ بر ۱۰۹۸ تن است که با احتساب جمعیت شهر شیراز، سرانه تولید پسماند به ازای هر نفر ۷۰۰ گرم در روز است(جدول ۱).

براساس این مطالعه، ۵۶/۱۸ درصد پسماندهای شهر شیراز را مواد آلی و فساد پذیر و ۴۳/۸۲ درصد را پسماندهای خشک و قابل بازیافت تشکیل می‌دهند(نمودار شماره ۱).

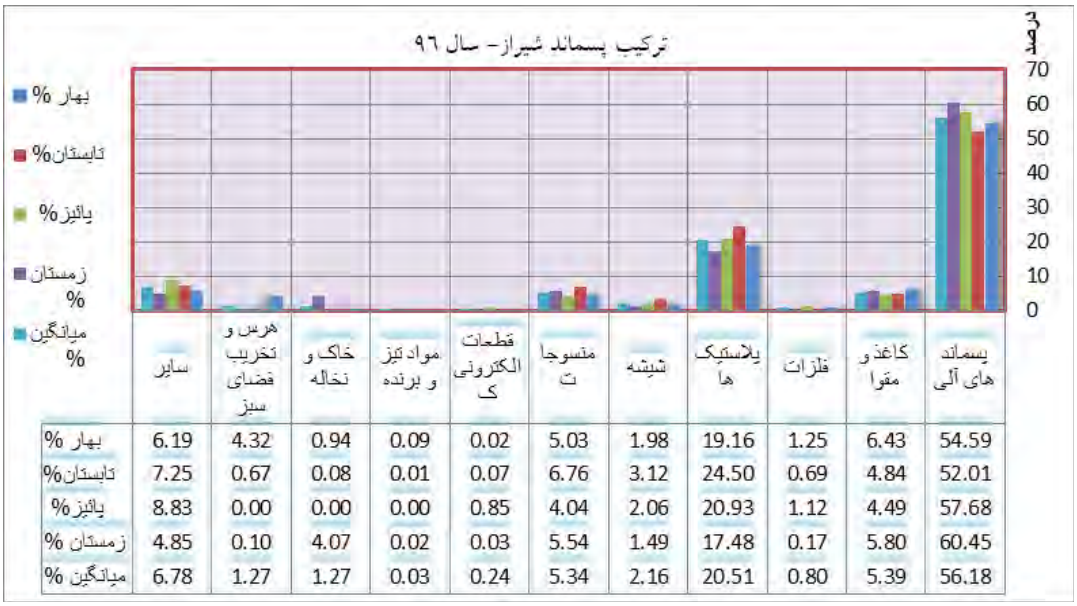
نمودار شماره ۱: میانگین آنالیز فصلی پسماندهای شهر شیراز در سال ۱۳۹۶

جدول ۱: سرانه تولید پسماند در شیراز سال ۹۶

ردیف	جمعیت شیراز (سرشماری سال ۹۵)	میزان پسماند شهری (کیلوگرم در سال)	سرانه تولید (گرم به ازای هر نفر در روز)	سرانه تولید میزان پسماندهای پلاستیکی (گرم به ازای هر نفر در روز)
۱	۱,۵۶۵,۵۷۲	۴۰۰,۸۶۰,۶۵۲	۷۰۰	۱۴۴

همچنین میزان انواع مواد پلاستیکی در پسماندهای شهر شیراز ۲۰/۵۱ درصد است که بیشترین میزان مواد پلاستیکی مربوط به پلی‌اتیلن با دانسیته پایین (۴/LDPE) با ۱۲/۵۷ درصد و کمترین آن مربوط به پلی وینیل کلراید (۳/PVC)با ۰۳/ درصد است (نمودار شماره ۲). با در نظر گرفتن جمعیت شهر شیراز، میزان پسماند تولیدی و درصد پلاستیک‌ها، سرانه تولید پسماندهای پلاستیکی به ازای هر نفر ۱۴۴ گرم در روز است.

در جدول شماره ۲، میزان پسماندهای پلاستیکی تولیدی در سال ۹۶ و ارزش اقتصادی بازیافت آنها آمده است. با توجه به اینکه در کارخانه های جداسازی پسماند، حدود ۳ تا ۵ درصد از مواد، قابل تفکیک هستند، میزان مواد پلاستیکی قابل جداسازی آورده شده است. همه مواد پلاستیکی در بازار خریدار ندارند، میانگین قیمت برای پلاستیک های ضایعاتی ارزشمند در جدول آمده است.



	سایر	هرس و تخریب فضای سبز	خاک و نخاله	مواد تیز و برنده	قطعات الکترونیک	متسوجات	شیشه	پلاستیک ها	فلزات	کاغذ و مقوا	پسماند های آلی
بهار %	6.19	4.32	0.94	0.09	0.02	5.03	1.98	19.16	1.25	6.43	54.59
تابستان%	7.25	0.67	0.08	0.01	0.07	6.76	3.12	24.50	0.69	4.84	52.01
پائیز%	8.83	0.00	0.00	0.00	0.85	4.04	2.06	20.93	1.12	4.49	57.68
زمستان %	4.85	0.10	4.07	0.02	0.03	5.54	1.49	17.48	0.17	5.80	60.45
میانگین %	6.78	1.27	1.27	0.03	0.24	5.34	2.16	20.51	0.80	5.39	56.18

نمودار شماره ۱: درصد انواع پلاستیک در پسماند شهر شیراز در سال ۹۶

جدول شماره ۲: میزان پسماندسالیانه، میزان پلاستیک سالیانه و ارزش اقتصادی پسماندهای پلاستیکی زباله شهری شیراز در سال ۹۶

ردیف	میزان تولید پسماند شهر شیراز(کیلوگرم) در سال ۹۶	میانگین میزان جداسازی در کارخانه سورتینگ پسماند(۴ ٪)	نوع پلاستیک	درصد انواع پلاستیک	میزان پلاستیک براساس کل پسماند(کیلوگرم)	میزان پلاستیک براساس درصد تفکیک در خطوط پردازش پسماند(کیلوگرم)	قیمت مواد بازیافتی در سال ۹۶ (کیلوگرم/ ریال)	قیمت کل (ریال)
۱	۴۰۰,۸۶۰,۶۵۲	۱۶,۰۳۴,۴۲۶	PETE/۱	۱,۱۳	۴,۵۲۹,۷۲۵	۱۸۱,۱۸۹	۱۰۰۰۰	۱۸۱,۱۸۹,۰۰۰
۲			HDPE/۲	۱,۰۰	۴,۰۰۸,۶۰۷	۱۶۰,۳۴۴	۱۰۰۰۰	۱۶۰,۳۴۴,۰۰۰
۳			PVC/۳	۰,۰۶	۲۴۰,۵۱۶	۹,۶۲۰	۱۰۰۰۰	۹,۶۲۰,۰۰۰
۴			LDPE/۴	۱۳,۲۲	۵۲,۹۹۳,۷۷۸	۲,۱۱۹,۷۵۱	۳۰۰۰	۶,۳۵۹,۲۵۳,۰۰۰
۵			PP/۵	۱,۷۴	۶,۹۷۴,۹۷۵	۲۷۸,۹۹۹	فاقد خریدار	–
۶			PS/۶	۲,۴۴	۹,۷۸۱,۰۰۰	۳۹۱,۲۴۰	فاقد خریدار	–
۷			Oth-er/۷	۰,۹۳	۳,۷۲۸,۰۰۴	۱۴۹,۱۲۰	۳۰۰	۴۴,۷۳۶,۰۰۰
۸			کل	۲۰,۵۲	**۸۲,۲۵۶,۶۰۶**	۳,۲۹۰,۲۶۳	–	**۶,۷۵۵,۱۴۲,۰۰۰**

بحث: دیدگاه توسعه پایدار، موضوعات جلوگیری از آلودگی محیط شهری و ناحیه‌ای، عدم حمایت از توسعه زیان‌آور و حمایت از بازیافت را مطرح می‌کند (۱۲). افزایش استفاده از تولیدات پلاستیکی مانند استفاده از آنها در بسته‌بندی محصولات، باعث ورود حجم بسیار زیادی از پلاستیک‌ها به پسماندهای شهری شده است(۱۳). حدود ۵۶ درصد از پسماندهای شهر شیراز را مواد آلی تشکیل می‌دهند که این با مطالعه "زوزلی" و همکارانش روی پسماندهای شهر تبریز(۷) تقریباً همخوانی دارد، ولی با نتایج "حسنوند" و همکارانش (۸) که درصد میانگین برای پسماندهای کشور را محاسبه کرده بودند، همخوانی ندارد. از دلایل این تناقض می‌توان به مکان نمونه‌برداری اشاره کرد؛ چرا که چنانچه نمونه پسماند از جلو منازل باشد، به دلیل وجود شیرابه، رطوبت بیشتری دارد و درصد ماده آلی را بالا می برد.

از کل پسماندهای شهری شیراز، بالغ بر ۲۰ درصد را ضایعات پلاستیکی تشکیل می‌دهند که این از میانگین کشوری(۷/۷ درصد)(۸) بسیار بالاتر است. از دلایل این مسئله می‌توان به عدم آنالیز دقیق پسماندهای شهری، به حساب نیاوردن چرم، لاستیک و محصولات مشابه به عنوان پلاستیک و عدم آنالیز

براساس راهنمای جهانی پلاستیک‌ها، توسط محققان اشاره کرد. این در حالی است که مقدار ضایعات پلاستیک در پسماندهای شهری در غنا و تایوان به ترتیب ۱۴و تایوان ۱۶/۱ درصد (۱۴) و (۱۵) بوده است که به نتایج این تحقیق نزدیکتر است.

در این مطالعه، بیشترین نوع پلاستیک‌ها مربوط به پلاستیک‌های با دانسیته پایین(LDPE) بوده است که دلیل آن کاربرد عمده نایلون‌های فریزر جهت بسته‌بندی محصولات در خانه‌ها است. نتایج مطالعه سود اقتصادی بازیافت شهر ملایر نشان داده است که میزان آن ۶/۷۲ میلیارد ریال در سال است(۳). این در حالی است که سود اقتصادی بازیافت برخی اجزای پلاستیکی پسماندهای شهر شیراز، بالغ بر ۱۶ میلیارد ریال است؛ بنابراین مشخص است که بازیافت پسماندهای پلاستیکی، کمک شایانی به اقتصاد شهری خواهد کرد؛ همچنان که تحقق نیافتن عامل بازیافت در مدیریت پسماند شهری کشور را می‌توان ناشی از فقدان شناخت کافی از پتانسیل اقتصادی بازیافت پسماندهای شهری دانست(۱۱).

علاوه بر مزایای اقتصادی بازیافت پلاستیک‌ها، از مزایای زیست‌محیطی بازیافت پسماندهای پلاستیک می‌توان به کاهش ۵۵ تا ۵۸ درصدی مصرف انرژی، کاهش ۷۸ درصدی آلودگی آب‌ها و کاهش ۴۷ درصدی آلودگی هوا اشاره کرد (۱۶).

نتیجه‌گیری: در این مطالعه، ضمن بررسی اجزای پسماندهای شیراز در سال ۹۶، میزان مواد پلاستیکی مختلف براساس راهنمای علائم آن تعیین شد. پسماندهای پلاستیکی بخش عمده‌ای از پسماندهای شهری را تشکیل می‌دهند که دفع آنها، آلودگی‌های زیست‌محیطی فراوانی را به دنبال دارد؛ بنابراین بازیافت مواد پلاستیکی، علاوه بر حفظ محیط‌زیست باعث ایجاد درآمد مالی فراوانی برای سازمان‌های متولی، مانند شهرداری‌ها خواهد شد. با توجه به نرخ تولید بالای پلاستیک، بهبود برنامه‌های بازیافت، شامل تفکیک از مبدأ و مقصد، ایجاد صنایع وابسته به بازیافت مانند کارخانه‌های تبدیل ضایعات پلاستیکی به مواد اولیه صنایع پتروشیمی، ارائه مشوق‌های مالی به فعالان عرصه بازیافت و ... راه‌حل‌های مناسب در جهت کاهش دفع پلاستیک در طبیعت است.

تشکر و قدردانی: بدین وسیله از همکاری‌های مسئولان و کارشناسان سازمان مدیریت پسماند شهرداری شیراز تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع:

1.Rezvan Hejazi KE .Environmental Accounting with Emphasis on Solid Waste Management. managment accounting.21-38:(30)9;2016 .
2.**zahra salimi en ,ramezan haedari**. Environment and Sustainable Urban Development with an emphasis on solid urban waste management)case study: Qazvin). The first National Conference on Architecture, Civil and Urban Environmen; https://www.civilica.com/Paper-ARCHITECTURE01-ARCHITECTURE01_513.html1393.
3.Sayyahzadeh A ,Samadi M .Quantity and quality analysis of Malayer municipalsolid wastes from Autumn 2006 until Summer.2007 Iranian Journal of Health and Environment. .94-103:(2)2;2009
4.RASTEGAR A ,GHASEMI L ,ALLAHABADY A, FARZADKIA M .A SURVERY ON THE AMOUNT OF SOLID WASTE PRODUCED IN THE MASHHAD CITY IN.2016 .2012
5.OMRANIGA ,KARBASI AA ,ARJMANDI R, HABIBPOUR AA .Compilation of Optimal Strategies of Urban Waste Management System by Using SWOT and QSPM ;Case Study of City of Sari.2010 .
6.Mahmood Mirbaluchzahi BT ,Javad Torkaman. Quantitative and qualitative Study on waste production in Iranshahr) Sistan and Baluchestan province .(journal of Environmental Sciences Studies.862-8:(3)4;2018 .
7.Zazouli MA ,Belarak D ,Mahdavi Y, Barafrashtehpour M .Investigation of quantitative and qualitative of municipal solid waste in Tabriz city ,Iran.
8.Hassanvand M ,Nabizadeh R ,Heidari M .Municipal solid waste analysis in Iran. Iranian Journal of Health and Environment. .9-18:(1)1;2008
9.Samadi MT ,Chavoshani A ,Samiee F .Poly ethylene terephthalate polymer recycling from solid waste in Hamadan city .Pajouhan Scientific Journal.49-56:(1)14;2015 .
10.Omrani G ,Nasseri S ,Mahvi A ,Ghafuri Y .A Survey on PET Recycling Problems in Qom City, Iran .Journal of Environmental Health Science &Engineering.19-23:(1)1;2004 .
11.NAZARI A ,FARZADKIA M ,RASTGAR A, AHMADI E .The 20 years view study of dry waste recycling in Qom and it's economic benefits.2014 .
12.Mousavi MN ,Taghvaei M ,Taghvaei M, Mousavi MN ,Kazemizad S ,Ghanbari H. Municipal Solid Waste Management ,a Step towards SustainableDevelopment Case Study: Zanjan City .Journal of Urban - Regional Studies and Research.41-60:(12)3;2012 .
13.Singh P ,Sharma V .Integrated plastic waste management :environmental and improved health approaches .Procedia Environmental Sciences.35:692-700;2016 .
14.Miezah K ,Obiri-Danso K ,Kádár Z ,Fei-Baffoe B ,Mensah MY .Municipal solid waste characterization and quantification as a measure towards effective waste management in Ghana .Waste Management.46:15-27;2015 .
15.Leu H-G ,Lin SH .Cost–benefit analysis of resource material recycling .Resources, Conservation and Recycling183-:(3)23;1998 . .92
16.Omrani GA ,Monavari SM ,Jozi SA ,Zamani N .Management of glass recycling in Tehran. Journal of Environmental Science and Technology.41-50:(4)11;2009 .

ارزیابی فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی اجرای مدیریت تلفیقی پسماند در استان مازندران

(مطالعه موردی منطقه آمل)

سید محمد حسینی:
دکتری مدیریت پسماند

ناصرمهردادی:
دکتری مهندسی محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست دانشگاه تهران

چکیده

مشکلات ناشی از عدم مدیریت صحیح پسماندهای تولیدی در استان‌های شمالی، طی چند دهه اخیر منتج به هزینه‌ها و خسارات زیادی در ابعاد بهداشتی، زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی شده است. احداث پروژه‌های کمپوست و زباله‌سوز بدون در نظر گرفتن سایر عناصر موظف در مدیریت پسماند و بدون توجه به مشخصات پسماند استان نمی‌تواند راهبرد مناسبی برای حل مشکل پسماند باشد.

استفاده از مدیریت تلفیقی به عنوان یک راهکار مناسب و تجربه شده در بسیاری از کشورهای پیشرو، به عنوان یک استراتژی جایگزین شرایط موجود برای استان مازندران پیشنهاد داده شد که در این مقاله نتایج مطالعات انجام شده برای منطقه آمل و نور مورد تحلیل قرار می‌گیرد.

کمینه‌سازی تولید پسماند، بازیافت حداکثری و استفاده مجدد از پسماند، فرآوری پسماند آلی توسط هاضم با هدف تولید اترژی و کود آلی، تولید سوخت جایگزین (RDF) و انتقال آن به نیروگاه‌های زباله‌سوزی یا کارخانه سیمان نکا و نهایتاً، دفن کمتر از ۱۰ درصد زباله به عنوان راهکار پیشنهادی در جهت بهبود شرایط موجود پسماند منطقه مورد مطالعه است.

اجرای مدیریت تلفیقی پیشنهادی در بازه زمانی ۲۰ ساله می‌تواند علاوه بر پیشگیری از خسارات اقتصادی و زیست‌محیطی ناشی از هدررفت منابع و انتشار آلاینده‌های مختلف ناشی از دفن زباله، به میزان حدود ۱,۲۰۰ میلیارد ریال، باعث صرفه‌جویی در منابع و انرژی به میزان بیش از ۱,۶۱۵ میلیارد ریال شود.

کلمات کلیدی: مدیریت تلفیقی پسماند، مازندران، WARM

۱. مقدمه

مفهوم "مدیریت پسماند صفر" یک روش نوین برای حل مشکل پسماند است. در مدیریت پسماند صفر، پسماند را به عنوان یک منبع ارزشمند مواد که در فرایند مصرف منابع اولیه تولید می‌شود، به حساب می‌آورند (Zaman, ۲۰۱۴). اصلی‌ترین وظیفه بخش مدیریت پسماند شهر، به حداقل‌رسانی آثار سوء زیست‌محیطی تولید پسماند است. این حداقل‌رسانی عوارض سوء پسماند از طریق کمینه‌سازی تولید پسماند، تشویق به استفاده مجدد از بخش قابل استفاده پسماند، بازیافت و تولید محصولات جدید از پسماند است (Dezne & Klavenieks, ۲۰۱۷).

پارامترهای مؤثر بر مدیریت پسماند عبارتند از قوانین، میزان مالیات، میزان اطلاعات واقعی موجود، میزان اعتبار موجود، میزان شفافیت مالی، میزان هزینه – فایده پروژه، پارامترهای زیست‌محیطی، شرایط فنی پروژه و امکان دسترسی و تأمین فناوری و میزان دانش و افراد متخصص موجود است (Klavenieks & Kavals, ۲۰۱۸).

مدیریت تلفیقی پسماند، یکی از الزامات مهم اتحادیه اروپا در بخش مدیریت پسماند به منظور پیوستن ترکیه به اتحادیه اروپا است. ترکیه به منظور اجرایی نمودن مدیریت تلفیقی پسماند نیاز به اجرایی نمودن اقدامات مهمی مانند کمینه‌سازی پسماند تولیدی، بازیافت حداکثری

مواد قابل بازیافت، پردازش مواد آلی با استفاده از فرآیندهای کمپوست یا هاضم، بازیافت انرژی از طریق سوزاندن باقیمانده مواد و استفاده از محل دفن بهداشتی جهت دفع باقیمانده مواد دارد (Ozturk, ۲۰۱۵). در بسیاری از کشورهای جنوب شرق آسیا به منظور ایجاد مدیریت تلفیقی پسماند با هدف به حداقل‌رسانی دفن پسماند، گام‌های زیر را به عنوان سرفصل‌های دستیابی به پسماند صفر برداشته‌اند (Pacific, ۲۰۱۰):

- بهبود رفتار عمومی، اطلاع‌رسانی و آموزش
- کمینه‌سازی و پیشگیری از تولید پسماند
- بازیافت پسماند و تولید کمپوست
- استحصال انرژی از پسماند شهری
- بهبود شرایط دفن بهداشتی مراکز دفن و مراقبت‌های پس از دفن

براساس مطالعات انجام شده، استان مازندران با تولید روزانه حدود ۳۰۰۰ تن زباله شهری و روستایی، هم اکنون دارای ۳ واحد بازیافت و تولید کودآلی در شهرهای بهشهر، بابل و تنکابن است که جمعاً دارای ظرفیت ۷۵۰ تن در روز است.

نیروگاه‌های زباله‌سوز نوشهر با ظرفیت پذیرش روزانه ۲۰۰ تن پسماند مخلوط شهری و نیروگاه زباله‌سوز ساری با ظرفیت پذیرش روزانه ۴۵۰ تن پسماند مخلوط شهری از دیگر پروژه‌های در حال تکمیل استان است.

پروژه‌های کمپوست نور و قائمشهر، جمعاً به ظرفیت ۷۵۰ تن به صورت در مراحل اولیه تکمیل بوده و مطالعات مدیریت پسماندهای مناطق بابلسر و آمل در حال نهایی شدن است (حسینی، مهردادی، ۱۳۹۸).

در این مقاله تلاش شده است تا شرایط موجود مدیریت پسماند مناطق نور و آمل با سناریوی پیشنهادی به لحاظ فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی مقایسه شود. این مقاله، بخشی از مطالعات انجام شده توسط پارک علم و فناوری مازندران با هدف دستیابی به پسماند صفر و با عنوان "بررسی راه‌کارهای مدیریت تلفیقی پسماند و انطباق آن با راهبرد نهایی مدیریت پسماند در استان مازندران" است که طی سال های ۱۳۹۸ الی ۱۳۹۹ انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

مراحل انجام کار در این تحقیق شامل موارد زیر است:

۱. شناسایی محدوده منطقه پسماند آمل بر اساس مطالعات و مصوبات جلسات، از جمله مصوبات کارگروه راهبردی مدیریت پسماند استان
۲. شناسایی کیفیت پسماند منطقه
۳. تعریف سناریوهای ممکن بر اساس شرایط موجود
۴. بررسی میزان انتشار کربن در هر سناریوی پیشنهادی با استفاده از نرم‌افزار WARM
۵. بررسی اقتصادی اجرای هر سناریو
۶. جمع بندی و ارائه سناریوی برتر

۲,۱. محدوده منطقه مدیریت پسماند آمل

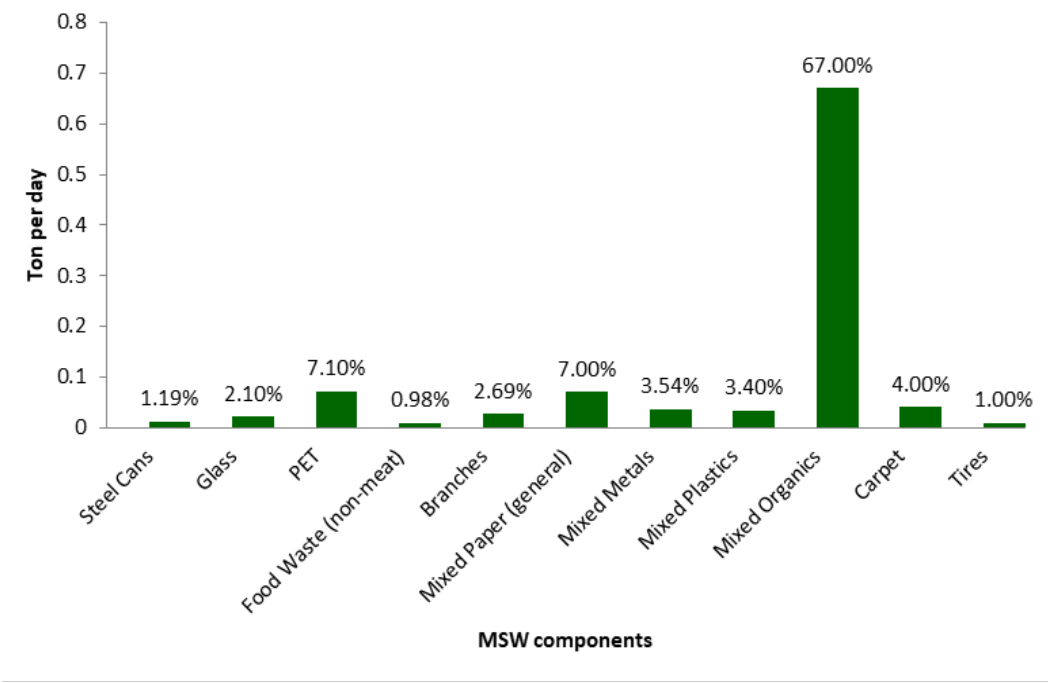
این منطقه به عنوان پنجمین منطقه پسماند استان، شامل شهرستان‌های آمل با جمعیت حدود ۴۰۲ هزار نفر و محمودآباد با جمعیت نزدیک به ۱۰۰ هزار نفر است. شهرستان آمل متشکل از شهرهای رینه، گزنک، آمل، دابودشت و امام زاده عبدالله و شهرستان محمود آباد دارای دو شهر محمودآباد و سرخرود است.

پیش‌بینی میزان زباله تولیدی در این منطقه، حدود ۳۵۰ تن است. بخش عمده این زباله مستقیماً در مرکز دفن زباله آمل واقع در کیلومتر ۳۰ جاده هراز در منطقه عمارت، دفن می‌شود. منطقه آمل علیرغم اهمیت سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و صنعتی و محدودیت‌های جغرافیایی و زیست‌محیطی جهت مکان‌یابی مناسب برای تأسیس پروژه‌های مناسب مدیریت پسماند، تاکنون موفق به اجرای پروژه‌ای مناسب نشده است.

با توجه به نزدیکی فاصله ۴۵ کیلومتری شهر نور تا آمل و به منظور افزایش توجیه اقتصادی، فنی و زیست‌محیطی پروژه احداث تأسیسات پردازش و دفن پسماند منطقه، در این مطالعه پیشنهاد شد که زباله‌های آمل و نور با مجموع ظرفیت ۶۰۰ تن در روز به صورت متمرکز مدیریت شود.

۲,۲. کیفیت پسماند منطقه

نتایج آنالیزهای انجام شده نشان می‌دهد که حدود ۷۰ درصد مواد موجود در زباله منطقه، مواد آلی تجزیه‌پذیر، اعم از پسماندهای آشپزخانه‌ای، سرشاخه‌ها و سایر مواد آلی تشکیل شده است. مخلوط پت و پلاستیک، دومین فراوانی را در آنالیز انجام شده دارند و مخلوط کاغذ و کارتن، از نظر فراوانی در مقام سوم در میان اجزای پسماند شهری قرار دارند. (شکل ۱).



شکل ۱. میانگین نتایج آنالیز فیزیکی پسماندهای عادی منطقه

درصد بالای مواد پلیمری و پلاستیکی در این زباله قابل توجه است که نشان از میزان بالای استفاده از ظروف یکبار مصرف و نایلون در این شهر توسط شهروندان یا گردشگران دارد؛ لذا در صورت اجرای طرح‌های کمینه‌سازی تولید پسماند و اجرای تفکیک از مبدأ و استفاده از تجهیزات پیشرفته و مناسب بازیافت، ضمن ایجاد درآمد، باعث کاهش هزینه‌های دفن زباله و افزایش دوره بهره‌برداری از محل دفن زباله می‌شود. با توجه به درصد بالای مواد آلی در جریان پسماند منطقه، استفاده از فرآیندهای بیولوژیکی مانند کمپوست و هاضم می‌تواند گزینه مناسبی برای فرآوری بخش آلی پسماند شهری باشد که در ادامه، آنالیز فنی اقتصادی و زیست‌محیطی آنها ارائه خواهد شد.

۲،۳. تعریف سناریوهای مختلف بر اساس شرایط موجود

نتایج مطالعات انجام شده در قالب طرح پژوهشی-کاربردی " مدیریت تلفیقی پسماند" نشان می‌دهد که دو سناریوی مناسب برای پسماند منطقه قابل ارائه است.

سناریوی ۱- ادامه شرایط موجود که دفن غیر مهندسی پسماند مخلوط شهری در دو مرکز دفن آمل و نور است.

سناریوی ۲- اجرای طرح‌های کمینه‌سازی پسماند در مبدأ، احداث واحدهای بازیافت، هاضم و Fuel Derived Refused (RDF) و اجرای دفن بهداشتی

۲،۴. بررسی میزان انتشار کربن در هر سناریوی پیشنهادی با استفاده از نرم‌افزار WARM

به منظور امکان مقایسه ساده‌تر عملیات مورد استفاده در مدیریت پسماند و مقایسه نتایج به دست آمده، لازم است تا هر عملیات مد نظر کمی‌سازی شود. به منظور امکان کمی‌سازی فرآیندهای مختلف مورد استفاده در مدیریت پسماند منطقه، از نرم‌افزار تخصصی ارزیابی سناریوهای مختلف پردازش پسماند به نام Model Reduction Waste (WARM) که توصیه شده توسط EPA است، استفاده شد (EPA, ۲۰۱۹).

شاخص‌های ارزیابی مورد استفاده برای کمی‌سازی فعالیت‌های مختلف اعم از کمینه‌سازی تولید زباله، بازیافت، کمپوست، دفن بهداشتی، زباله‌سوزی و استفاده از هاضم در قالب صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای است. این نرم‌افزار میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) و میزان انرژی صرفه‌جویی شده ناشی از بازیافت را برای شرایط فعلی مدیریت پسماند و سناریوهای پیشنهادی محاسبه می‌کند.

این مدل، میزان انتشار را بر حسب معادل تن گاز دی‌اکسید کربن equivalent dioxide carbon of tons metric ($MTCO_{۲E}$) و یا معادل تن کربن carbon of tons metric equivalent (MTCE) میزان انرژی صرفه‌جویی شده را بر اساس میلیون بی تی یو (million BTU) اعلام می‌کنند.

با توجه به اینکه تأثیر هر عملیات پیشنهادی در چرخه مدیریت پسماند در قالب میزان کاهش گازهای گلخانه‌ای و میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی محاسبه و کمی‌سازی می‌شود، با استفاده از اعداد مندرج در جداول ارائه شده برای هر سناریو، می‌توان درصد تأثیر آن عملیات را در مدیریت صحیح پسماند محاسبه کرد.

سایت FDE (dnuF esnefeD latnemnorivnE) برآورد

اولیه‌ای از هزینه‌های اجتماعی انتشار کربن به میزان ۵۰ دلار به ازاء هر تن برآورد کرده است که پیش‌بینی می‌شود این هزینه‌ها کمتر از آثار واقعی انتشار کربن است (Harward, ۲۰۱۵).

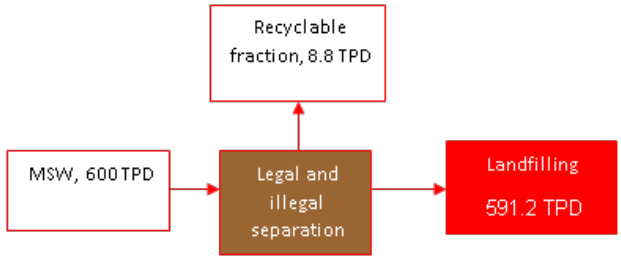
بر اساس مطالعات انجام شده توسط EPA در سال ۲۰۱۷، هزینه‌های واقعی انتشار کربن هر روز در حال افزایش است زیرا آثار زیان‌بار انتشار کربن طی سالیان آتی به مراتب مخرب‌تر از آثار آن در سال‌های گذشته است؛ به عبارت دیگر، تأثیر آن با گذشت زمان چندین برابر می‌شود (EPA, ۲۰۱۷) ، اما بر اساس گزارش مرکز تحقیقات کنگره ایالات متحده، میزان ۲۵ دلار به ازای هر تن انتشار کربن به عنوان مالیات در سال ۲۰۱۸ برای واحدهای انتشار دهنده منظور شده است (Services, ۲۰۱۹).

نتایج مطالعات انجام شده توسط دولت ایالات متحده که در مجله Natural Climate Change منتشر شده است، عدد ۳۷ دلار را برای جبران خسارات اجتماعی (Cost Social) ناشی از انتشار کربن بسیار کم دانسته شده است و عدد ۲۲۰ دلار به ازای هر تن را عدد مناسبی محاسبه کردهاند (Moore, ۲۰۱۵).

۳. بحث و نتیجه‌گیری

۳.۱. سناریوی اول

سناریوی اول به بررسی شرایط موجود می‌پردازد. شکل ۲، جریان زباله تولیدی منطقه در شرایط موجود را نشان می‌دهد.



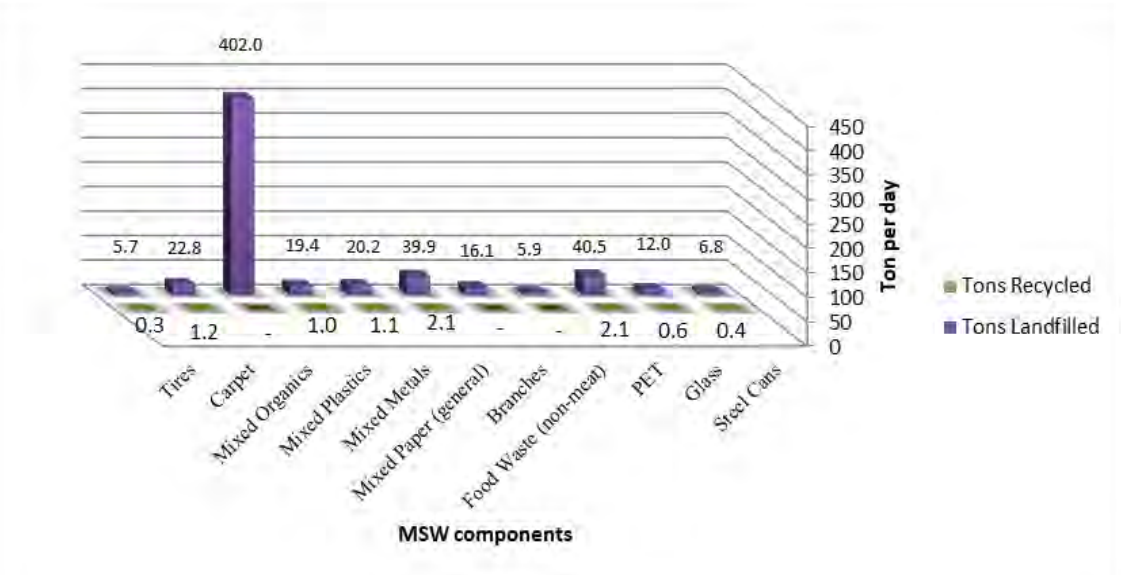
شکل ۲. فلودیاگرام سناریوی اول برای منطقه آمل و نور

بر اساس فعالیت‌های در حال انجام در منطقه، پیش‌بینی می‌شود حدود ۵ درصد مواد قابل بازیافت که معادل ۸,۸ تن در روز است، در قالب طرح تفکیک شهرداری‌های منطقه و توسط گروه‌های غیرمجاز و زباله‌گردها جداسازی می‌شود و باقیمانده پسماندهای معادل، کمی بیش از ۵۹۰ تن در روز به صورت نیمه مهندسی دفن می‌شود. داده‌های ورودی به نرم‌افزار WARM برای سناریوی ۱ (شرایط موجود) در جدول ۱ و شکل ۳ ارائه شده است.

جدول ۱. داده های ورودی برای سناریوی ۱

(Scenario 1 - Land Filling (Ton per day

Material	Tons Recycled	Tons Landfilled	Tons Combusted	Tons Composted	Tons An-aerobically Digested	Tons Generated
Steel Cans	0.4	6.8	0.0	0.0	0.0	7.1
Glass	0.6	12.0	0.0	0.0	0.0	12.6
PET	2.1	40.5	0.0	0.0	0.0	42.6
Food Waste (non-(meat	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	5.9
Branches	0.0	16.1	0.0	0.0	0.0	16.1
Mixed Paper (gen-(eral	2.1	39.9	0.0	0.0	0.0	42.0
Mixed Metals	1.1	20.2	0.0	0.0	0.0	21.2
Mixed Plastics	1.0	19.4	0.0	0.0	0.0	20.4
Mixed Organics	0.0	402.0	0.0	0.0	0.0	402.0
Carpet	1.2	22.8	0.0	0.0	0.0	24.0
Tires	0.3	5.7	0.0	0.0	0.0	6.0
Total	**8.8**	**591.2**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**600.0**



شکل ۳. نمودار میزان مواد دفنی و مواد بازیافتی در سناریوی یک (وضع موجود)

به تناسب فعالیت‌های در حال انجام در شرایط سناریوی یک، انتشار کربن افزایش یا کاهش می‌یابد. نتایج خروجی از نرم‌افزار WARM، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را برای فعالیت‌های مختلف در سناریوی ۱ (شرایط موجود) نشان می‌دهد.

جدول ۲. میزان انتشار کربن بر اساس میلیون تن دی اکسید کربن ($MTCO_2E$) برای هر یک از فعالیت های سناریوی ۱

:(GHG Emissions from Baseline Waste Management ($MTCO_2E$)

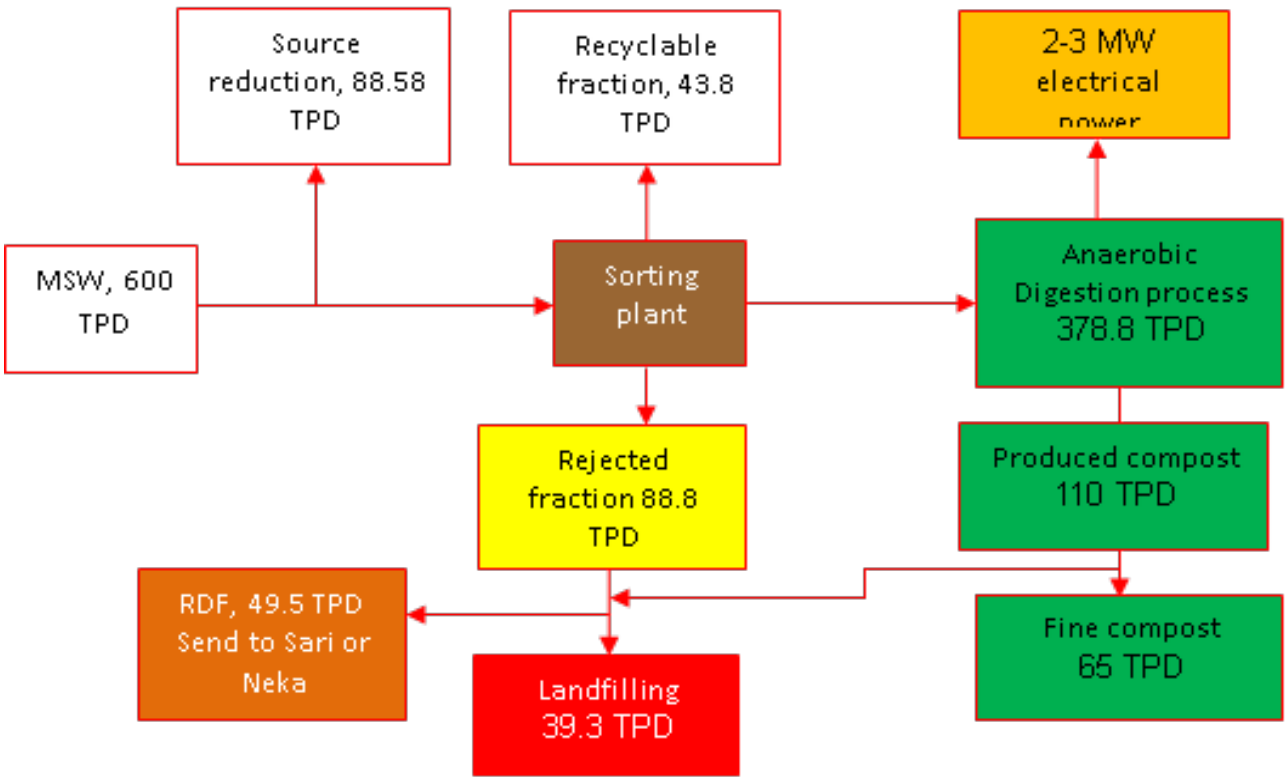
Material	Tons Recycled	Tons Land-filled	Tons Com-busted	Tons Composted	Tons Anaero-bically Digested	Total $MTCO_2E$
Steel Cans	0.36	6.78	0	0	0	(0.50)
Glass	0.63	11.97	0	0	0	0.08
PET	2.13	40.47	0	0	0	(1.51)
(Food Waste (non-meat	0	5.88	0	0	0	8.20
Branches	0	16.14	0	0	0	4.25
(Mixed Paper (general	2.10	39.90	0	0	0	50.19
Mixed Metals	1.06	20.18	0	0	0	(4.18)
Mixed Plastics	1.02	19.38	0	0	0	(0.63)
Mixed Organics	0	402.00	0	0	0	333.24
Carpet	1.20	22.80	0	0	0	(2.34)
Tires	0.30	5.70	0	0	0	0.01
Total	**8.8**	**591.2**	**0**	**0**	**0**	**386.81**

۳.۲. سناریوی دوم

با توجه به تجارب موفق کشورهای دارای فرهنگ مشابه ایران در خصوص اجرای موفق طرح‌های مدیریت پسماند، سناریوی دوم بر این اساس تعریف که شامل اجرای مدیریت تلفیقی پسماند که شامل:

- اجرای طرح کاهش تولید پسماند از مبدأ
- احداث ایستگاه‌های انتقال جهت پوشش ۱۰۰ درصدی شهرها و روستاهای منطقه
- انتخاب سایت مناسب جهت اجرای پروژه
- استفاده از فرآیندهای بیولوژیکی، نظیر هاضم و کمپوست برای پردازش بخش آلی پسماند
- تولید RDF از بخش غیرقابل بازیافتی که دارای ارزش حرارتی بالایی است و انتقال RDF به صنایع پذیرنده
- به روز رسانی محل دفن موجود و دفن باقیمانده پسماندها

بر این اساس، جریان زباله در سناریوی دوم به صورتی خواهد بود که در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴. فلودیاگرام سناریوی دوم برای منطقه آمل و نور

در سناریوی ۲ روزانه حدود ۱۳۰ تن در روز از میزان تولید زباله کاسته می‌شود. تولید روزانه ۲ الی ۳ مگاوات برق ناشی از بیوگاز تولیدی، تولید روزانه حدود ۶۵ تن کود آلی با کیفیت بالا و تولید روزانه، حدود ۵۰ تن RDF که قابل استفاده در نیروگاه‌های زباله‌سوز نوشهر، ساری یا کارخانه سیمان نکا است، تولید خواهد شد. در این سناریو، میزان دفن پسماند به کمتر از ۴۰ تن در روز کاهش می‌یابد.

جدول ۳ داده‌های ورودی و نتایج خروجی از نرم‌افزار WARM، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را برای فعالیت‌های مختلف در سناریوی ۲ (شرایط ایجاد مدیریت تلفیقی پسماند) نشان می‌دهد.

جدول ۳. فعالیت‌ها و میزان انتشار کربن بر اساس میلیون تن دی اکسید کربن ($MTCO_2E$) برای سناریوی ۲

(Scenario 2 Alternative waste management scenario (Ton per day

Material	Tons Source Reduced	Tons Recycled	Tons Landfilled	Tons Combusted	Tons An-aerobically Digested	Total $MTCO_2E$
Steel Cans	3.6	2.1	0.7	0.7	-	-15.92
Glass	6.3	3.8	1.3	1.3	-	-4.29
PET	21.3	12.8	4.3	4.3	-	-55.90
(Food Waste (non-meat	0.6	-	0.6	0.6	4.1	0.09
Branches	-	-	1.6	1.6	12.9	-2.80
(Mixed Paper (general	21.0	8.4	4.2	8.4	-	-156.22
Mixed Metals	10.6	6.4	2.1	2.1	-	-69.08
Mixed Plastics	10.2	6.1	2.0	2.0	-	-23.34
Mixed Organics	-	-	20.1	20.1	361.8	-11.95
Carpet	12.0	2.4	2.4	7.2	-	-43.62
Tires	3.0	1.8	0.0	1.2	-	-12.91
Total	**88.58**	**43.8**	**39.3**	**49.5**	**378.8**	**-395.95**

۳.۳. مقایسه میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای برای دو سناریوی پیشنهادی

مقایسه میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در دو سناریوی ۱ و ۲ برای منطقه آمل در جداول زیر آمده است.

جدول ۴. ارزیابی کمی سناریوهای پسماند منطقه آمل و نور

شاخص ها	سناریو ۱	سناریو ۲
انتشار گازهای گلخانه ای ($MTCO_2E$)	386.81	-395.95
GHGs emissions in metric tons of carbon dioxide equivalent (MTCO2E)		

اعداد منفی نشان دهنده میزان کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است

در شرایط موجود مدیریت پسماند منطقه آمل، روزانه بیش از ۳۸۶ تن گازهای گلخانه‌ای به هوا منتشر می‌شود. در صورتی که پس از اجرای سناریوی دوم پیشنهادی که تلفیقی از کاهش تولید پسماند در مبدأ، بازیافت حداکثری، احداث هاضم، راه‌اندازی خط RDF و دفن بهداشتی زباله است، نه تنها از انتشار گازهای گلخانه‌ای منتشره در سناریوی یک پیشگیری می‌شود بلکه از انتشار بیش از ۳۹۵ تن گازهای گلخانه‌ای ناشی از بازیافت مواد و پیش‌گیری از استفاده و فراوری منابع طبیعی، مانند نفت، معادن، چوب و ... پیشگیری خواهد شد.

۳.۴. آنالیز اقتصادی سناریوهای ۱ و ۲

مقایسه درآمدها، هزینه‌ها و میزان گازهای گلخانه‌ای تولیدی ناشی از اجرای سناریوی ۱ و ۲ بر اساس سال انجام مطالعه (۱۳۹۸) در جدول ۵ آمده است. با توجه به نوسانات شدید اقتصادی ماه‌های پایان سال ۱۳۹۸ و ابتدای سال ۱۳۹۹، در صورتی که لازم باشد داده‌های جدول ۵ مورد استفاده در پروژه‌های اجرایی قرار بگیرد، لازم است به روزرسانی شود. همانطور که جدول ۵ نشان می‌دهد،

برای منطقه آمل و نور با حدود ۶۰۰ تن زباله در روز، میزان سرمایه‌گذاری لازم برای ایجاد سناریوی۱ (کاهش ۵ درصدی در تولید زباله و دفن بهداشتی) حدود ۶۰ میلیارد ریال به عنوان سرمایه‌گذاری اولیه و سالانه نیز ۶۰ میلیارد ریال به منظور اجرای صحیح دفن بهداشتی و بهره‌برداری صحیح از آن لازم است؛ در حالی که اجرای سناریوی ۲ نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه بیش از ۲۶۷۵ میلیارد ریال (بیش از ۴ برابر سناریوی یک) دارد و هزینه بهره‌برداری آن، بیش از ۱۰۷ میلیارد ریال (نزدیک به ۲ برابر سناریوی یک) است.

جدول۵. بررسی فنی و اقتصادی سناریوهای پیشنهادی برای منطقه ی آمل

آیتم		سناریو ۱	سناریو ۲
هزینه‌های اجرا (میلیون ریال)	واحد بازیافت	–	۱۰۸,۰۰۰
	واحد هاضم	–	۲,۰۰۰,۰۰۰
	واحد کمپوست	–	۴۰۳,۰۰۵
	واحد RDF	–	۱۶۰,۰۰۰
	نیروگاه زباله سوز		
	دفن بهداشتی	۶۰,۶۸۱	۴,۷۴۵
انتشار گازهای گلخانه‌ای ($MTCO_2E$)		۳۸۶,۸۱	-۳۹۵,۹۵
میزان محصولات تولیدی	میزان مواد بازیافتی (tpd)	۱۷,۵۰	۷۲,۰۰
	میزان کود تولیدی (tpd)	–	۶۵,۰۰
	میزان RDF تولیدی (tpd)	–	۸۹,۰۰
	میزان مواد دفنی (tpd)	۳۳۲,۵۰	۲۶,۰۰
	برق تولیدی روزانه (MW)	–	–
درآمدهای سالانه (میلیون ریال در سال)	مواد بازیافتی	۶۳,۸۷۵,۰۰	۲۶۲,۸۰۰,۰۰
	کود تولیدی	–	۲۳,۷۲۵,۰۰
	RDF	–	۳۲۴۸۵
	برق تولیدی	۰	۰
کل سرمایه‌گذاری لازم (میلیون ریال)		۶۰,۶۸۱,۲۵	۲,۶۷۵,۷۵۰,۰۰
هزینه‌های بهره‌برداری سالانه (میلیون ریال)		۶۰,۶۸۱,۲۵	۱۰۷,۰۳۰,۰۰
کل در آمد سالانه (میلیون ریال)		۶۳,۸۷۵,۰۰	۳۱۹,۰۱۰,۰۰

درآمدهای ناشی از بازیافت مواد در سناریوی یک، می‌تواند هزینه‌های دفن بهداشتی زباله و در سناریوی ۲ نیز درآمدهای ناشی از اجرای پروژه می‌تواند هزینه‌های بهره‌برداری پروژه را تأمین کند؛ البته در این مطالعه، فرض بر تامین اعتبار ساخت پروژه‌ها از سوی دولت به صورت بلاعوض است. بدیهی است در صورتی که سرمایه‌گذاری اولیه پروژه توسط بخش خصوصی صورت گیرد، مدل سرمایه‌گذاری کاملاً متفاوت خواهد بود و پارامترهایی مانند بهره بانکی، سود سرمایه‌گذاری و ... باید لحاظ شوند.

با لحاظ نمودن خسارات ۵۰ دلار به ازای هر تن انتشار کربن (و با در نظر گرفتن برابری ۱۳۰ هزار ریال به ازای هر دلار در زمان انجام مطالعه) و داده‌های هزینه‌ها و سرمایه‌گذاری ارائه شده در جدول ۵، کل هزینه‌ها و درآمدهای اجرای سناریوهای ۱ و ۲ برای یک دوره ۲۰ ساله در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ۶. محاسبات هزینه‌ها و درآمدهای سناریوهای پیشنهادی آمل برای دوره ۲۰ ساله

پارامتر	سناریو ۱	سناریو ۲
کل سرمایه‌گذاری لازم میلیون ریال)	۱,۲۱۳,۶۲۵.۰۰	۲,۶۷۵,۷۵۰.۰۰
کل درآمدهای ۲۰ ساله (میلیون ریال)	۱,۲۷۷,۵۰۰.۰۰	۶,۳۸۰,۲۰۰.۰۰
هزینه‌های بهره برداری ۲۰ ساله (میلیون ریال)	۱,۲۱۳,۶۲۵.۰۰	۲,۱۴۰,۶۰۰.۰۰
خسارات زیست‌محیطی سالانه (میلیون ریال)	۵۰,۲۸۵.۳۰	-۵۱,۴۷۳.۵۰
جمع جبری (میلیون ریال)	**۱,۲۰۰,۰۳۵.۳۰**	**-۱,۶۱۵,۳۲۳.۵۰**

بر اساس داده‌های ارائه شده در جدول ۶، اجرای سناریوی ۱ در بازه زمانی ۲۰ ساله، حدود ۱,۲۰۰ میلیارد ریال خسارات اقتصادی و زیست‌محیطی ناشی از هدر رفت منابع و انتشار آلاینده‌های مختلف ناشی از دفن زباله است. در حالی که اجرای سناریوی ۲، در گستره زمانی ۲۰ ساله منجر به صرفه‌جویی در منابع و انرژی ناشی از اجرای مدیریت تلفیقی پسماند به میزان بیش از ۱,۶۱۵ میلیارد ریال خواهد شد.

۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

موضوع پسماند استان‌های شمالی، سال‌هاست که به عنوان دغدغه جدی مدیران ملی و منطقه‌ای مطرح است. فقدان نقشه راه مشخص برای حل مسئله پسماند استان و نبود سازمانی مستقل (همانند مدل شرکت آب و فاضلاب کشور و شرکت‌های آب و فاضلاب استانی و شهری و روستایی) برای تهیه و اجرای پروژه‌های مدیریت پسماند باعث شده تا علیرغم هزینه‌های انجام شده تا کنون، بخش عمده مشکلات پسماند همچنان باقی بماند.

اجرای مدیریت تلفیقی پسماند با هدف کمینه‌سازی تولید پسماند، بازیافت حداکثری، فرآوری پسماند آلی با استفاده از فرآیندهای بیولوژیکی، نظیر هاضم و کمپوست، تولید RDF با هدف کاهش ریسک و هزینه‌های ناشی از احداث زباله‌سوز و دفن حداقلی زباله می‌تواند راهکار مناسبی برای حل معضل پسماند استان‌های شمالی باشد.

تخصیص اعتبارات بلاعوض کافی توسط دولت جهت اجرای مدیریت تلفیقی پسماند می‌تواند توجیه کافی فنی، زیست‌محیطی و اقتصادی را برای بخش خصوصی جهت ورود و حل مشکل پسماند مناطق مختلف کشور ایجاد کند.

۵. چالش‌ها

مهم‌ترین چالش در انجام این مطالعه، فقدان داده‌های صحیح و قابل اعتماد در حوزه پسماند استان است که به منظور رفع این مشکل، بانک اطلاعات آنلاین پسماند استان به آدرس www.cleanwaste.ir طراحی و راه‌اندازی شد. امید است با تکمیل داده‌های مورد تأکید در این سایت توسط شهرداری‌ها و دهیاری‌های استان، گزارش‌ها و مطالعات تهیه شده در حوزه پسماند استان قابل اعتمادتر و پروژه‌های منشعب از آن، برای استان کاربردی‌تر و نهایتاً به عنوان ابزاری مناسب جهت مدیریت مناسب در پسماند استان مورد استفاده قرار گیرد.

۶. تشکر و قدردانی

این مقاله، خلاصه‌ای از نتایج مطالعات انجام شده توسط پارک علم و فناوری مازندران در خصوص مدیریت تلفیقی پسماند مازندران است که طی سال‌های ۱۳۹۷ الی ۱۳۹۸ و بر اساس قراردادی فی‌مابین استانداری مازندران و پارک علم و فناوری مازندران به انجام رسیده است؛ لذا جای دارد تا از همکاری‌ها و راهنمایی‌های همه همکاران پارک علم و فناوری مازندران، استانداری مازندران، کمیته تخصصی پسماند استان و شهرداری‌های استان کمال تشکر و قدردانی معمول شود.

منابع

EPA, 2017. [Online]
Available at: . https://19january2017snapshot.epa.gov/climatechange/social-cost-carbon_.html

EPA, 2019. [Online]
Available at: WWW.EPA.gov/warm/versions-waste-reduction-model-warm
[Accessed 2019].

Harward, P., 2015. *Expert consensus on the economics of climate change*, *Institute for policy integrity*. s.l.:New York University.

Kavals, E. & Klavenieks, K., 2018. Indicator analysis of integrated municipal waste management system. Case study of Latvia. *Energy Procedia*, Volume 124, pp. 227-234.

Klavenieks, K. & Dezne, K. P., 2017. Optimal strategies for municipal solid waste treatment – environmental and socio-economic criteria assessment. *Energy Procedia*, Volume 128, pp. 512-519.

Moore, F. C., 2015. Temperature impacts on economic growth warrant stringent mitigation policy. *Natural Climate Change* , Volume 5.

Ozturk, M., 2015. The Roadmap of Turkey on Waste Management. *Waste management*, 5(12).

Pacific, U. R. R. C. f. A. a. t., 2010. Municipal Waste Management Report: Status-quo and Issues in Southeast and East Asian Countries.

Services, C. R., 2019. *Attaching price to greenhouse gas emissions with a carbon tax or emissions fee*: *consideration and potential impact*, s.l.: s.n.

Zaman, A. U., 2014. Identification of key assessment indicators of the zero waste management system. *Ecological Indicators*, Volume 36, pp. 682-693.

سید محمد حسینی، ناصر مهردادی، ۱۳۹۸، بررسی راهکارهای مدیریت تلفیقی پسماند و انطباق آن با راهبرد نهایی مدیریت پسماند در استان مازندران، پارک و علم فناوری مازندران

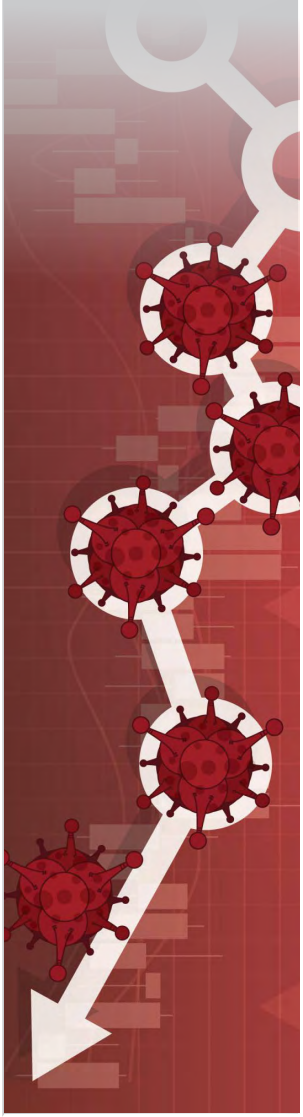
Municipal solid waste management challenges and problems for cities in low-income and developing countries

Mahmood Zohoori:
Master of Environmental Management, Putra University of Malaysia,
Ali Ghani:
Master of Business Administration (MBA), Industrial Management Institute, Iran

ABSTRACT

Solid waste management is a challenge, problem as well as opportunities for the cities' authorities in developing countries especially low-income ones mostly because of the enhancing generation of waste, the burden posed on the budget of municipalities as a consequence of the high expenses belonged to its management, absence of the perception over a variety of factors which affect the various stages of management of waste and linkage essential to provide the whole handling system functioning. The data and information provided is very beneficial for changing, implementing or planning waste management system in towns. This article brings a general overview of state of municipal solid waste management (MSWM) by domestic authorities and available condition and current challenges of solid waste management (SWM) in developing countries particularly low-income ones. In addition, approaches of feasible solution which can be undertaken to prosper municipal solid waste (MSW) services are discussed. Approximately poor economic growth of the low-income developing countries annually has resulted in a rise in the poverty levels. Besides, migration from rural zones to urban zones has resulted in an unplanned settlements in suburban areas accommodation. Furthermore political interference prevents the smooth running of the domestic authorities. Vulnerability of surface and groundwater pollution is increasing due to lack of surveillance of local authorities in considering the environmental impact in siting MSW disposal sites. Illicit dumping of MSW on the roadside or river banks demonstrates economic and environmental threats on suburb properties. There are also lack of servicing of MSW collection vehicles, poor state of infrastructure and inadequate funding and budget which fight against the optimization of MSW disposal service. The rural economy requires to be developed if the migration of rural-urban areas is to be handled. In addition, involvement of stakeholders is necessary to obtain any meaningful and sustainable municipal solid waste management. Successful usage of low-tech approaches, and the association of informal refuse scavengers and collectors exist in different Asian, African and Latin American towns. Besides, a decentralized system can help solve the apparently intractable challenges and problems of waste management in low-income developing country cities in a socially favorable, economically viable, and environmentally sound manner.

Keywords: Solid Waste Management, Stakeholders, Low income, NGOs, Asian, African, Latin American, Migration, Economy



1. INTRODUCTION

Population growth, rapid urbanization, booming economy, and the increase in standards of living in a community have substantially enhanced the rate of municipal solid waste generation in developing countries (Minghua et al., 2009). Municipalities, generally responsible for management of waste in the cities, have the challenge to afford an efficient and effective system for the inhabitants. Nevertheless, there are problems beyond their abilities to cope with (Sujauddin et al., 2008) mostly because of the lack of financial resources, proper organization, complexity and system multi dimensionality (Burntley, 2007).

In recent years, a lot of research studies and papers have been done to specify useful and influential factors affecting waste management system in cities of developing countries. The elementary goals of solid waste management strategies are to address the aesthetic, land use, economic concerns, health and environmental aspects connected with the inappropriate disposal of waste (Henry et al., 2006; Nemerow, 2009; Wilson, 2007). These issues are current and ongoing concerns for individuals, corporations, municipalities and nations throughout the world (Nemerow, 2009), as well as the universal community at large scale (Wilson, 2007). In developing countries, waste is generated by burgeoning towns is overwhelming domestic authorities and the central government in a similar way (Tacoli, 2012; Yousif and Scott, 2007).

Besides, restricted resources result in the aggravation and perpetuation of inequalities already is being experienced by most of the vulnerable population (Konteh, 2009; UNDP, 2010). There are some models and analyses like system analyses – engineering models, analysis platforms, and assessment tools which are mainly targeting firmly defined engineered systems – and have been applied to assist agencies which are active in SWM in developed countries since 1960s (Chang et al., 2011). In addition, these system models have been utilized both as monitoring and optimizing the current SWM systems and as a decision support device for planning processes. However, there are some system analysis devices which have been utilized in developing countries (e.g. see Charnpratheep and Garner, 1997; Chang et al., 1997; Chang and Wang, 1996), majorities of these models were developed in United States and Canada (Chang et al., 2011).

While approximately all system analyses haven been failed at obtaining a wide system perspective of SWM, there is a need for holistic and integrating methods which address the interconnection of environmental, economic, technical and socio-cultural scopes, and this need is especially potent in developing countries particularly in low income ones, the complication of the SWM systems are frequently higher for a number of reasons, and the SWM segment is principally preoccupied with collection-removal services (Wilson, 2007).

Cities have undergone a quick urbanization in last 50 years. However, the number dwellers is expected to double between 1987 till 2015. Besides, approximately 90 percent of this rise will occur in developing world, where rates of growth exceed 3 percent annually, three times more than developed countries (UN-HABITAT 2003).

Furthermore, Urbanization in the developing countries implicates the expansion of current

slum zones and the emergence of new ones. In the 1990's, the urban population in low income countries expanded by one third. According to the report published by UN-HABITAT in 2003, almost one billion people live in slums, or nearly one third of the world's city dwellers. If the current trends maintain, two billion people would be living in these areas by 2030 (UN-HABITAT 2003).

Future demand for waste collection is slum areas, therefore is presumably to put added strain on municipalities already unable to afford the service to their present habitants. Besides, increasing population levels intensifies the pressure on urban infrastructure in most of the cities already overburdened with the preparation of urban service. Also, many cities in developing countries lack the resources to get the need for services for instance water, solid waste management and sanitation.

Additionally, there are many cities in Africa and India which collect less than half of the waste that it is generated by their inhabitants. In a global scale, more than two third of human waste are dumping into the environment with little or no treatment, resulting in a degradation of urban environment in the form of water, land pollution and air which trigger risk to environment and human health (Suez Lyonnaise des Eaux 1998).

Besides, solid waste management in developing countries especially low income ones has received less attention from academics and politicians in comparison to other urban environmental challenges and problems like wastewater treatment and air pollution. Nonetheless, the inappropriate handling and disposal of solid waste builds severe problem such as; high morbidity and mortality rate in most of the cities.

Unfortunately, human activities create waste, and the manner these wastes are stored, handled, collected, transferred, transported and disposed of, absolutely pose serious risks to public health and environment. Where intensive human activities concentrate, such as in urban centers, the proper and secure solid waste management actions are of most importance to permit healthy living conditions for the inhabitants. This fact has been approved by the most of governments, however a lot of municipalities are struggling to afford the most elementary and basic services. Typically one to two thirds of solid waste produced is not collected (World Resources Institute, et al., 1996). As a consequence, the uncontrolled waste that is often mixed with animal and human excreta is dumped altogether in the avenues and in drains, hence contributing to flooding, breeding rodent vectors, insects and the spread of diseases (UNEP-IETC, 1996). Besides, most of the municipal solid waste in low income developing countries which is collected is dumped on land in an unmonitored and uncontrolled way.

Such insufficient waste disposal creates severe environmental problems which affect wellness of humans and animals and bring about serious economic and welfare losses. In addition, the environmental deterioration caused by insufficient disposal of waste can contaminate surface and ground water through seeping of the leachate, soil contamination through direct waste connection or leachate, air pollution by open burning of wastes, spreading of infectious diseases by various vectors like insects, birds and rodent, or uncontrolled release of methane gas by anaerobic decomposition of waste all over the cities. It is unfortunate that urban suffer mostly from the life-threatening conditions deriving from the inappropriate SWM (Kungskulniti, 1990; Lohani, 1984). Besides, as municipalities tend to allot their restricted financial resources to the wealthier zones of higher tax yields where inhabitants with more political power reside.

Usually, rich inhabitants use up part of their revenue to avoid direct exposure to the environmental problems next to their backyard, and problems are shifted away from their neighborhoods to somewhere else. Therefore, although environmental problems at the neighborhood level may recede in higher income zones, city-wide and local environmental deterioration, due to a deficient SWM, remains or increases.

2. LITERATURE REVIEW

Past studies identified the people or stakeholders or organizations which may have an interest in sufficient waste management. The stakeholders are local and national government (Shekdar, 2009); municipalities; city corporations; non-governmental organizations (NGO's); households (Sujauddin et al., 2008); private contractor; Ministries of Health; Environment, Economy and Finance (Geng et al., 2009) and recycling companies (Tai et al., 2011).

Some researchers have recognized factors affecting the elements of the waste management systems. According to Sujauddin et al. (2008) waste generation is affected by size of the family, the level of education and monthly revenue. Family attitudes pertained to separation of waste are influenced by the active investment and support of the real estate company, community residential committees' involvement for public participation, and fee for collection service according to volume or weight of waste (Zhuang et al., 2008; Scheinberg, 2011).

Besides, gender, peer influence, land size, being a member of environmental association and household location illustrate the waste utilization and separation behavior of the household (Ekere et al., 2009). It has been related that the practices like collection, transfer and transport are influenced by inappropriate bin collection system, poor road planning, lack of data and information regarding the schedule of collection, inadequate infrastructure, weak route and number of vehicles for waste collection (Hazra and Goel, 2009; Moghadam et al., 2009; Henry et al., 2006). Furthermore, organizing the unofficial segments and boosting micro-enterprises were said by Sharholy et al (2008) as an impressive methods of expanding affordable waste collection services.

Lack of knowledge and science of treatment systems by local and national authorities is brought asone factor influencing the waste treatment (Chung and Lo, 2008). Tadesse et al 2008, analyzed the factors which affect household waste disposal decision making. The outcomes demonstrated which supply of waste facilities substantially affects the choice of waste disposal. Insufficient supply of the containers and longer haul to these containers increase the contingency of waste dumping in an open areas and roadsides related to the usage of communal containers.

Besides, inadequate fiscal resources restricting the security and safe disposal of waste in well-equipped and engineered landfills and lack of regulation is mentioned by Pokhrel and Viraraghavan (2005). In relation to the cost of disposal Scheinberg (2011), analyzed the data from solid waste management in the world's cities (Scheinberg et al., 2010), notes that there are indexes which high rates of recovery are connected with tipping prices at the disposal site. High disposal costs has the influence of more recovery of waste produced, which goes to the value chains or beneficial reuse of waste.

According to Gonzalez-Torre and Adenso-Diaz (2005) factors like social influences, altruistic and regulatory are some of the proofs why certain communities improve potent recycling programs. Besides, the authors also illustrated that people who continuously go to the bins to dispose of general refuse are more likely to participate in recycling programs at home, and in many cases, number of the citizens who participate in separation and collection programs at home increase as the distance to the recycling dustbins decrease. Minghua et al. (2009) mentioned that in order to rise recycling rate, the local authorities and national government have to motivate markets for recycled materials and enhancing professionalism in recycling companies. Furthermore, other factors stated by other researchers are fiscal support for recycling projects and plans

and infrastructures (Nissim et al., 2005). Management of waste is also influenced by the aspects or enabling factors which facilitate the function of the system which are legal, institutional, socio-cultural, technical and environmental.

Literature proposes that technical factors affecting the system are pertain to the lack of technical skills amongst personnel within municipalities and government authorities (Hazra and Goel, 2009), insufficient infrastructure, poor roads and out of date vehicles, inadequate technologies and reliable information and data respectively offers which the factors influencing the environmental aspects of solid waste management in developing countries are the lack of evaluation of actual impacts and as well as environmental control systems (Moghadam et al., 2009; Mrayyan and Hamdi, 2006; Matete and Trois 2008; Asase et al. 2009).

Ekere et al. (2009) suggested that the involvement of the population in active environmental organizations is essential to have better systems. Municipal authorities have been unsuccessful to manage solid waste because of fiscal factors. The massive expenses required to afford the services, the absence of financial support, restricted resources, the unwillingness of the users to pay for service and lack of appropriate use of economic instruments have prevented the delivery of appropriate waste management services (Sharholy et al., 2007; Sujauddin et al., 2008).

sharholy et al. (2008) represented that involvement of the private segment is a factor which could develop the efficiency of the system. It is usually regarded that waste management is the solitary task and liability of local authorities, and that the public is not assumed to participate (Vidanaarachchi et al., 2006). The operational efficiency of solid waste management rely on the active contribution of both the municipal agency and the citizens. Hence, socio-cultural aspects stated by some researchers include people participating in decision making, community awareness and societal apathy for participating in solutions (Sharholy et al., 2008; Moghadam et al., 2009).

Besides, management deficits are frequently considered in the municipalities. Some scholars which have investigated the institutional factors which influence the system have come to the conclusion which domestic waste management authorities have a lack of leadership and occupational knowledge. Furthermore, it is concluded that the data existing is so marginal from the public domain (Chung and Lo, 2008). The very limited data and information is not complete or is scattered around different agencies connected. Therefore, it is extremely tough to achieve a vision into the intricate problem of municipal solid waste management (Seng et al., 2010).

In addition, waste workers are connected to low social status (Vidanaarachchi et al., 2006) situation which gives as a consequence of low passion amongst the solid waste employees. Politicians give low preference to solid waste compared to other activities belong to municipalities (Moghadam et al., 2009) with the final result of limited trained and skillful personnel in municipalities (Sharholy et al., 2008). Affirmative factors stated that develop the system are support from municipal authorities and strategic plans for waste management which permits monitoring and valuation of the system annually (Zurbrügg et al., 2005; Asase et al., 2009). Scholars have recorded how an insufficient ligitimate framework contributes affirmatively to the improvement of the integrated waste management system while the lack of satisfactory policies and poor legislations are adverse to it.

A typical waste management system is shown in figure 1 in a low-income countries that can be depicted by the elements:

- Generation and storage of household waste
- Reuse and recycling on household level in-

cluding composting

- Primary waste collection and transport to transfer station or community bin
- The transfer station or community bin management
- Secondary collection and transport to the waste disposal site
- Disposal of waste in landfills

Recovering and recycling generally occur in all elements of the systems and it is broadly practiced by unofficial segment called waste pickers or by the solid waste management staff for the added revenue. Beside, recovered and recycled commodities then enter a chain of dealers, or processing prior to be sold to manufacturing enterprises.

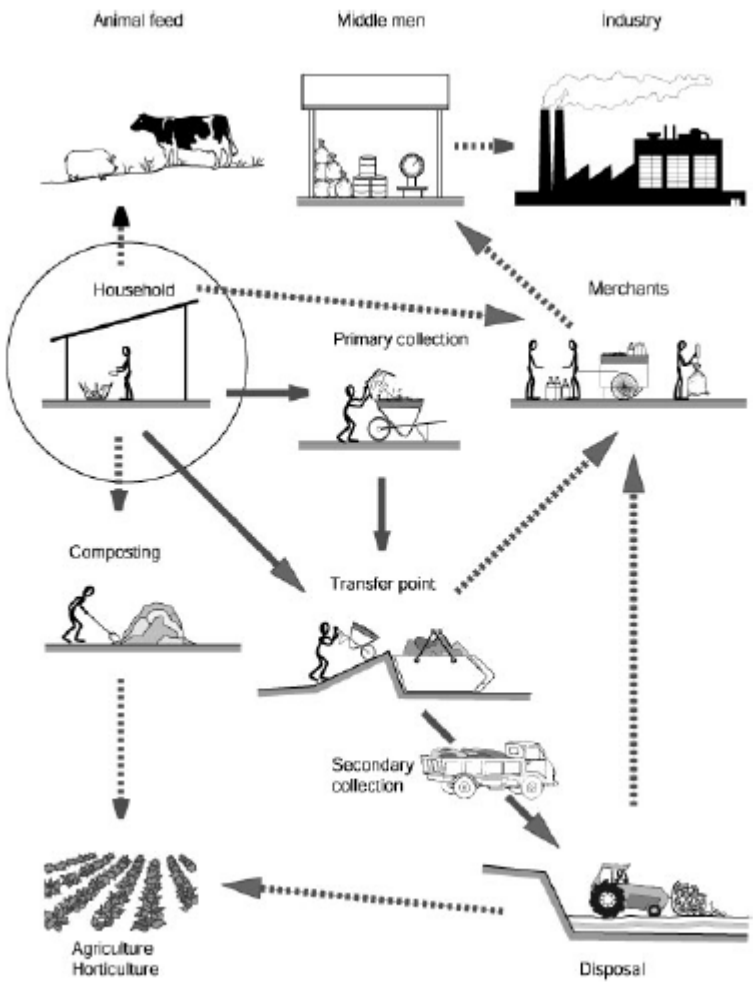


Figure 1: Typical elements of a solid waste management system in low- or middle-income countries (source: SANDEC/EAWAG)

3. Solid waste management in developing countries

For a variety of reasons, poor waste management practices and its implications to public health remain acutely troublesome in many developing countries a century and a half after the European sanitary revolution, despite enhancing globalization (Konteh, 2009). In industrial countries, benefits of health from solid waste and sanitation systems are hugely taken for granted, and the concentration has switched from sanitation-related communicable disease to diseases of affluence such as cancer drug and alcohol abuse and cardiovascular disease and sustainability (Konteh, 2009; Langeweg et al., 2000; McGranahan, 2001).

Meanwhile, most of low income developing countries are presently influenced by the 'double burden' of the combined effects of the diseases of affluence and communicable disease (Boadi et al., 2005; Konteh, 2009). Wilson (2007, p. 204) demonstrates that "in some countries, simple survival is such a predominant concern, that waste management does not feature strongly on the list of public concerns". Furthermore, when SWM is on the public agendum in low income developing countries, it is driven by the same concerns same as industrialized countries, though it tends to be driven most potently by public health; the key preference is still getting the waste out from under backyard as it was for Europe and the United States till 1960s (Coffey and Coad, 2010; Memon, 2010; Rodic et al., 2010; Wilson, 2007).

Environmental protection is still relatively slight on the public and political schedule, although this is going to change (Wilson, 2007). Although the regulation and legislation is frequently in place requiring closure and phasing out of unregulated disposal, implementation tends to be poor (Wilson, 2007). The resources validity of waste is an essential motive in many low income developing countries nowadays; unofficial recycling affords a livelihood for the urban poor in many sections of the world (UN-HABITAT, 2010; Wilson, 2007). Besides, climate change is a significant motive worldwide – the clean improvement mechanism under the Kyoto protocol, in which improved countries can purchase 'carbon credits' from low income developing nations, can afford a vital source of revenue to motivate cities in developing countries to develop waste management systems (Wilson,2007).

Swift urbanization is occoring particularly in low income nations. Universally, in 1985, almost 41% of world population lived in urban zones, and by 2015 it is assumed to increase to 60% (Schertenleib, 1992). In addition, of this urban population 68% will be living in th towns of low income and lower middle income countries (figure 2).

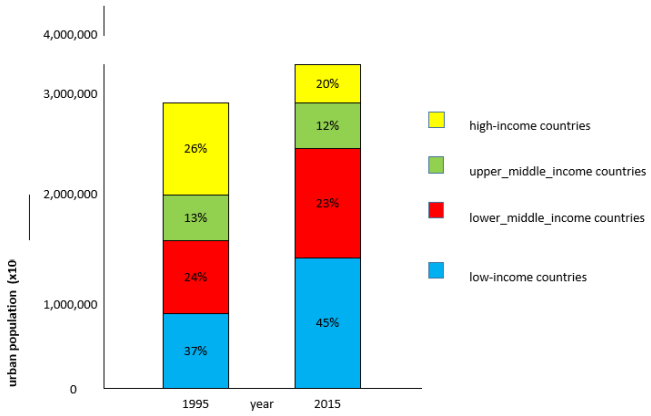


Figure 2: Global urban population categorized by of different economies (Schertenleib, 1992). Economies are divided according to 1996 GNP per capita: low income < 785 US$; low middle income 786-3115 US$; upper middle income 3116-9635 US$, and high income > 9636 US$ (http://www.worldbank.org/data/databytopic/class.htm)

There are many similarities which exist between the historical SWM improvement path of industrialized countries and the present path

of developing countries. Beside, a lot of cities in lower income nations are experiencing same situations to those of the 19th century in high income countries; "deteriorating sanitary conditions, unprecedented levels of morbidity and mortality and high levels of urbanization which influenced mainly the working class population" (Konteh, 2009, p. 70).

In point of fact, increasing urbanization and socioeconomic disparities, insufficient provision of sanitary and environmental facilities, social deprivation and inequalities pertain to current SWM systems, and high levels of morbidity and mortality connected to insufficient sanitation, waste disposal and water supply provision were joint particularly in poorer urban neighborhoods in lower income nations (Konteh, 2009).

In spite of the obvious parallels, the context in which developing countries are proper is absolutely different from the historical contexts of developed ones. Besides, quick urbanization, ascending inequality and the tension for growth in economy; varying economic, cultural, socio-economic, and political outlooks; governance, institutional, and liability issues; and international influences have created locally specific, technical and non-technical challenges of broad complication (see figure 3).

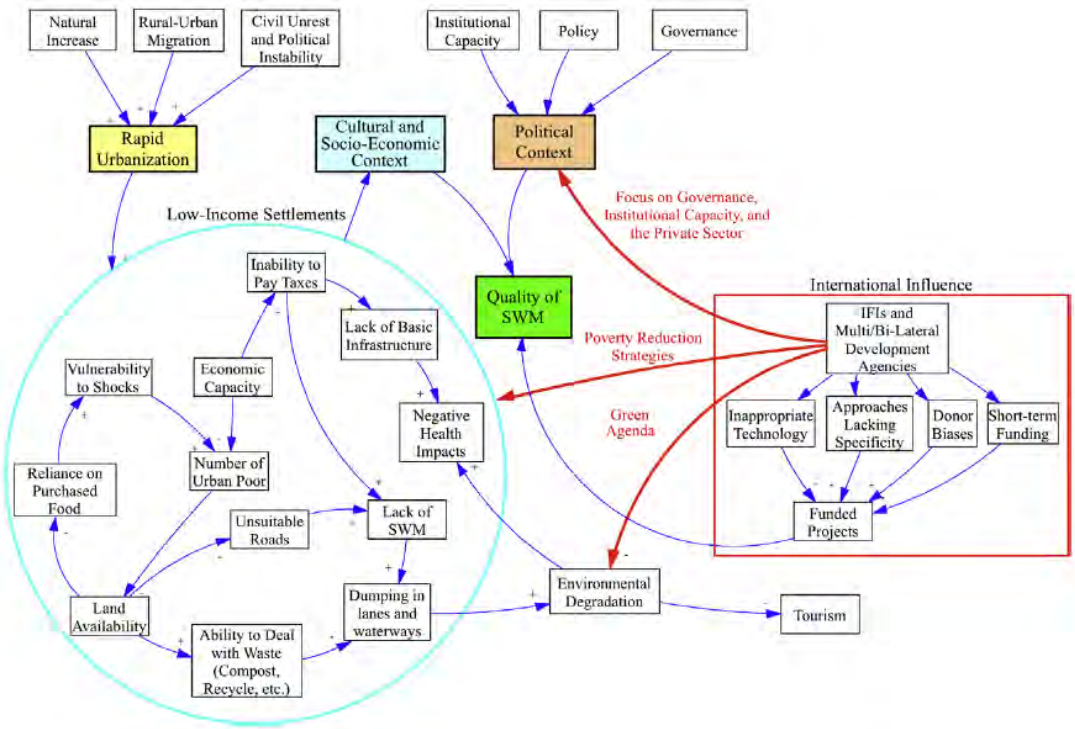


Fig. 3. Developing country SWM context.

4. Differences between developed and developing country cities that affect MSWM

There are a deep differences exist between developed and developing countries in terms of revenue, consumption patterns, institutional capacity, capital available for urban investment and standard of living. Conventional solution generally do not count these differences, resulting in less than optimized outcomes. Table 1 give an outline of the waste production per capita as well as total waste production in countries of different revenue levels. Inhabitants of low income nations are willing to produce less garbage than inhabitants in wealthier zones. For example, China with billion-plus population, increasing economy and developing standard of living exceled the US as the world's largest producer of solid waste in 2005. If the present trends remain, India will also produce more total waste than US in 2025 (Medina 2008a, b).

Table 1: Waste generation per capita and total waste generation

	Waste generation rate (lbs./person/day)	Total waste generation (million tons/year)
Low-income countries	1.3	569
Middle-income countries	1.8	986
High-income countries	3.1	566

The below illustrate the major differences between developing and developed countries that pertain to the layout of MSWM solutions:

- Developed nations benefit a relative affluence of capital and enjoy high labor prices, while developing ones have a relative rarity of capital and affluence of inexperienced and cheap labor. It makes sense for the former to improvise waste management systems centralized in capital and that save in the prices of labor, however, it continuously does not make sense for the latter to pursue the similar approach.

- The physical specifications of towns in developing and developed nations vary noticeably. Besides, towns in the developing ones have the wide areas with substandard conditions – slums with narrow, hilly, and unpaved avenues. Most of immigrants cannot afford to buy land on which to construct their houses. As a consequence, some of them occupy empty land and become squatters. Most of the zones which lack refuse collection services are slum and squatter settlements. Besides, some domestic authorities reject to provide refuse collection to squatters due to not paying taxes. This refusal to afford waste collection has a detrimental influence on the urban milieu.

- An essential difference between developing and developed nations refers to the heterologous amount and specifications of waste produced. The waste produced tends to rise as revenue growths. Further, in addition to low-income societies generating less refuse, the combination of the waste also tends to be different. Waste produced in developing nations involves a huge percentage of organic substances, generally three times more than that of developed ones. Besides, the waste is also more intense and wet, because of the common consumption of fresh fruits and vegetables, as well as unpacked food. In developed nations residents consume more

processed food and food packed in cans, bottle, plastics and jars containers than in developing counterparts. As a consequence, waste produced in the former contains high percentage of packaging materials than in that of latter.

- Multitude cities in the developing nations tolerate a dynamic unofficial segment which has evolved around waste, that provides revenue chances for recent migrants, unemployed, children, women, old people, and handicapped peoples. The most joint jobs are informal refuse collection and scavenging because of their significance.

5. Current challenges

Collection, transportation, and disposal of MSW demonstrates a huge expense for developing nation cities: management of waste generally accounts 30 to 50 percent of municipal operational budgets. Despite these high expenditures, cities collect just 50 to 80 percent of the refuse produced. For instance, in India as a developing countries about 50 percent of refuse produced is collected. Disposal receives less attention: as much as 90 percent of the MSW collected in developing cities ends up in an open dumps (Cointreau 2008; Medina 1997a).

Besides, in areas which lack refuse collection generally low-income communities inhabitants tend either to dump their rubbish at the closest empty lots, public space, creek, or river, or simply burn it in their backyards. Uncollected waste can stack on the avenues and block drains when it rains, which might lead to flooding. Furthermore, waste can also be carried away by run-off water to lakes, seas and rivers, influencing those ecosystems. Another option is to end up waste in an open dumps, whether legal or illegal: the most popular disposal technique in the developing nation. Open dumping of solid waste produces different environmental and health hazards. The decommission of organic substances generates methane gas which can bring about fire and explosions, and contributes to global warming and climate change.

The biological and chemical processes which take place in an open dumps generate potent leachates, which contaminate surface and groundwater. Furthermore, fires periodically break out in open dumps, producing smoke and contributing to air pollution. For instance, in the Mexican city of Tampico, on the Gulf of Mexico coast, a fire burned for over six months at the local open dump. Fires at open dumps frequently begin spontaneously, leaded to the methane and heat produced by biological decomposition. Besides, dump managers in some cities intentionally periodically set fire at the dumps in order to decrease the tonnage of the waste, which permits higher waste to be disposed there and hence expands the life of the dumps.

In addition, human scavengers might also lead deliberate fires, since metals are easier to spot and recover amongst the ashes after the fire than amongst piles of mixed wastes. Food dregs and kitchen waste attract rats, flies, birds and other kinds of animals to the dumping sites. Animal feeding at the dump sites can transmit diseases to humans living in the adjacency. Biodegradation of organic substances could last decades, which might restrict the future usage of the land on which open dump sites are located.

6. Current perspectives: 'emerging' and developing nations

6.1 Public health

There are possible hazards to environment and health from inappropriate handling of solid wastes. The direct health hazards concern majorly the workers in the field, who require to be protected, as far as possible, from contact with waste. Besides, there are also particular hazards in handling wastes from hospitals and health centers. For the general public, the major hazards to

health are indirect and come from the breeding of disease vectors, elementary flies and rats.

Uncontrolled hazardous waste from industries with the mixture of municipal wastes produce possible hazards to human health. Traffic accidents can cause toxic spilled wastes. There is particular peril of concentration of heavy metals in the food supply and chain, a difficulty which demonstrates the relationship between liquid industrial effluents involving heavy metals and municipal solid wastes which are discharged to a drainage/sewerage system and or open dumping sites of municipal solid wastes and the wastes discharged thereby keeps a bad cycle containing there some other types of difficulties which are chemical poisoning through chemical inhalation. Besides, uncontrolled waste can obstruct the runoff from storm water resulting flooding. Low birth weight, cancer, congenital malformations, neurological disease, nausea and vomiting, mercury toxicity from eating fish with levels of mercury in the river, plastic found in shores ingested by birds, resulted in high algal population in lakes and rivers and seas, deteriorates water and soil quality.

6.2 Environment

The disintegration of waste into constituent chemical materials is a usual source of domestic environmental pollution. This problem is particularly severe in developing countries. There are very few landfills in those poor countries which meet environmental standards which is approved in developed countries requirements, and with finite budgets there are presumably to be few sites strictly evaluated prior to use in near future.

The problem and obstacle is compounded by the issues connected with quick urbanization. Besides, a main environmental concern is release of gas by decomposing garbage. Methane is a by-product of the anaerobic respiration of bacteria, and these bacteria prosper in landfills with huge amounts of moist. In addition, methane concentrations can reach up to 50 percent of the composition of landfill gas at the maximum anaerobic decomposition.

Furthermore, a secondary problem with these gases is their participation to the enhanced greenhouse gas effect, global warming and climate change. The leachate management differs all over the landfills of the developing nations. Leachate demonstrates a menace to domestic surface and ground water systems. The usage of compact clay deposits at the bottom of the waste pits, coupled with plastic sheeting-type liners to avoid infiltration into the surrounding soil, is usually regarded as the optimized strategy to involve excess liquid. In this way, waste is motivated to be evaporated rather than infiltrate.

7. Conclusion

All in all, waste management in the developing countries is unfavorable, unsatisfactory and unaccepted. The inappropriate management of solid waste illustrates a source of air, land, and water contamination, and demonstrates hazards to human health and the environment. Besides, despites remarkable expenditure, the situation will tend to degrade further because of the quick increase of cities which is presumably to take place over the next few decades. Globalization could rise the amount of waste which requires to be collected, transported, and disposed of, further straining cities in developing countries in Africa, Asia, and Latin America. Conventional solutions to waste management in the developing countries frequently depend on high technology, high cost, bureaucratic, and intensive alternatives. In addition, conventional solutions generally do not view the deep differences between rich and low-income and middle-income nations, resulting in less than optimized consequences. Furthermore, conventional solutions continuously contain the transfer of waste management technique from developing to developed nations. International

improvement banks and mutual development agencies tend to favor this transfer technology. The experience on the usage of progressive technique in developing nations. However, has been hugely negative. Conventional waste management solutions generally neglect the possible contribution of the unofficial segment. Scavengers and informal reuse collectors give obvious economic and environmental profits to the community, and their activities should be developed and supported. Besides, a decentralized system would be more proper to the prevalent conditions in the developing countries. Successful usage of the low technology approaches, and the incorporation of unofficial refuse collectors and scavengers exist in different developing countries in Africa, Asia and Latin America. A decentralized system could assist to solve the apparently intractable problems and obstacles of the waste management in developing country cities in an socially favorable, economically reliable and environmentally sound manner.

8. References

Minghua, Z., Xiumin, F., Rovetta, A., Qichang, H., Vicentini, F., Bingkai, L., Giusti, A., Yi, L., 2009. Municipal solid waste management in Pudong New Area, China. Journal of Waste Management 29, 1227–1233.

Sujauddin, M., Huda, M.S., Rafiqul Hoque, A.T.M., 2008. Household solid waste characteristics and management in Chittagong, Bangladesh. Journal of Waste Management 28, 1688–1695.

Burntley, S.J., 2007. A review of municipal solid waste composition in the United Kingdom. Journal of Waste Management 27 (10), 1274–1285.

Henry, R.K., Yongsheng, Z., Jun, D., 2006. Municipal solid waste management challenges in developing countries – Kenyan case study. Journal of Waste Management 26, 92–100.

Nemerow, N.L., 2009. Environmental Engineering: Environmental Health and Safety for Municipal Infrastructure, Land Use and Planning, and Industry, sixth ed. Wiley, Hoboken, N.J..

Wilson, D.C., 2007. Development drivers for waste management. Waste Management & Research 25 (3), 198–207.

Tacoli, C., 2012. Urbanization, Gender and Urban Poverty: Paid Work and Unpaid Carework in the City. International Institute for Environment and Development: United Nations Population Fund, London, UK.

Yousif, D.F., Scott, S., 2007. Governing solid waste management in Mazaten Konteh, F.H., 2009. Urban sanitation and health in the developing world: reminiscing the nineteenth century industrial nations. Health & Place 15 (1), 69–78.

UNDP, 2010. Regional Human Development Report for Latin America and the Caribbean 2010. United Nations Development Programme, Costa Rica.

Charnpratheep, K.S., Garner, B., 1997. Preliminary landfill site screening using fuzzy geographical information systems. Waste Management and Research 15 (2), 197–215.

Chang, N.B., Chen, Y., Wang, S., 1997. A fuzzy interval multiobjective mixed integer programming approach for the optimal planning of solid waste management systems. Fuzzy Sets and Systems 89 (1), 35–60.

Chang, N.B., Wang, S., 1996. Managerial fuzzy optimal planning for solid waste management systems. Journal of Environmental Engineering 122 (7), 649–658.

Chang, N.B., Pires, A., Martinho, G., 2011. Empowering systems analysis for solid waste management: challenges, trends and perspectives. Critical Reviews in Environmental Science and Technology 41 (16), 1449–1530.

Morrissey, A.J., Browne, J., 2004. Waste management models and their application to sustainable waste management. Waste Management 24 (3), 297–308.

Shmelev, S., Powell, J., 2006. Ecological-economic modelling for strategic regional waste. Ecological Economics 59 (1), 115–130.

UN-HABITAT (2003). The Challenge of Slums: Global Report on Human Settlements 2003. London: Earthscan.

Suez Lyonnaise des Eaux (1998). 'Alternative Solutions

for Water Supply and Sanitation in Areas with Limited Financial Resources'. Nanterre: Suez Lyonnaise des Eaux.

World Resources Institute, United Nations Environment Programme, United Nations Development Programme, The World Bank, 1996. World Resources 1996-97 - The Urban Environment, Oxford University Press, Oxford.

UNEP-IETC, HIID, 1996. International Source Book on Environmentally Sound Technologies for Municipal Solid Waste Management, United Nations Environment Programme (UNEP), International Environmental Technology Centre (IETC).

Kungskulniti, N., 1990. Public Health Aspects of a Solid Waste Scavenger Community in Thailand, Waste Management & Research 8(2), 167-170.

Lohani, B. N., 1984. Recycling Potentials of Solid Waste in Asia through Organised Scavenging, Conservation & Recycling 7(2-4), 181-190.

Shekdar, A., 2009. Sustainable solid waste management: an integrate

Sujauddin, M., Huda, M.S., Rafiqul Hoque, A.T.M., 2008. Household solid waste characteristics and management in Chittagong, Bangladesh. Journal of Waste Management 28, 1688–1695.

Geng, Y., Zhu, Q., Doberstein, B., Fujita, T., 2009. Implementing China's circular economy concept at the regional level: a review of progress in Dalian, China. Journal of Waste Management 29, 996–1002.

Tai, J., Zhang, W., Che, Y., Feng, D., 2011. Municipal solid waste source-separated collection in China: a comparative analysis. Journal of Waste Management 31, 1673–1682.

Zhuang, Y., Wu, S.W., Wang, Y.L., Wu, W.Z., Chen, Y.X., 2008. Source separation of household waste: a case study in China. Journal of Waste Management 28, 2022–2030.

Scheinberg, A., 2011. Value added: modes of sustainable recycling in the modernisation of waste management systems. Ph.D. Wageningen University, Netherlands.

Ekere, W., Mugisha, J., Drake, L., 2009. Factors influencing waste separation and utilization among households in the Lake Victoria crescent, Uganda. Journal of Waste Management 29, 3047–3051.

Hazra, T., Goel, S., 2009. Solid waste management in Kolkata, India: practices and challenges. Journal of Waste Management 29, 470–478.

Moghadam, M.R.A., Mokhtarani, N., Mokhtarani, B., 2009. Municipal solid waste management in Rasht City. Iran Journal of Waste Management 29, 485–489.

Sharholy, M., Ahmad, K., Mahmood, G., Trivedi, R.C., 2008. Municipal solid waste management in Indian cities.A review. Journal ofWasteManagement 28, 459–467.

Tadesse, T., Ruijs, A., Hagos, F., 2008. Household waste disposal in Mekelle city. Northern Ethiopia Journal of Waste Management 28, 2003–2012.

Chung, S., Lo, C., 2008. Local waste management constraints and waste administrators in China. Journal of Waste Management 28, 272–281.

Pokhrel, D., Viraraghavan, T., 2005. Municipal solid waste management in Nepal: practices and challenges. Journal of Waste Management 25, 555–562.

Scheinberg, A., 2011. Value added: modes of sustainable recycling in the modernisation of waste management systems. Ph.D. Wageningen University, Netherlands.

Scheinberg, A., Wilson, D.C., Rodic, L., 2010. Solid waste management in the World's Cities. UN-Habitat's Third Global Report on the State of Water and Sanitation in the World's Cities. EarthScan, Newcastle-upon-Tyne, UK.

Gonzalez-Torre, P.L., Adenso-Diaz, B., 2005. Influence of distance on the motivation and frequency of household recycling. Journal of Waste Management 25, 15–23.

Minghua, Z., Xiumin, F., Rovetta, A., Qichang, H., Vicentini, F., Bingkai, L., Giusti, A., Yi, L., 2009. Municipal solid waste management in Pudong New Area, China. Journal of Waste Management 29, 1227–1233.

Nissim, I., Shohat, T., Inbar, Y., 2005. From dumping to sanitary landfills – Solid waste management in Israel. Journal of Waste Management 25, 323–327.

Matete, N., Trois, C., 2008. Towards zero waste in emerging countries – A South African experience. Journal of Waste Management 28, 1480–1492.

Henry, R.K., Yongsheng, Z., Jun, D., 2006. Municipal solid waste management challenges in developing countries – Kenyan case study. Journal of Waste Management 26, 92–100.

Mrayyan, B., Hamdi, M.R., 2006. Management approaches to integrated solid waste in industrialized zones in Jordan: a case of Zarqa City. Journal of Waste Management 26, 195–205.

Asase, M., Yanful, E.K., Mensah, M., Stanford, J., Amponsah, S., 2009. Comparison of municipal solid waste management systems in Canada and Ghana: a case study of the cities of London, Ontario, and Kumasi, Ghana. Journal of Waste Management 29, 2779–2786.

Ekere, W., Mugisha, J., Drake, L., 2009. Factors influencing waste separation and utilization among households in the Lake Victoria crescent, Uganda. Journal of Waste Management 29, 3047–3051.

Sharholy, M., Ahmad, K., Vaishya, R.C., Gupta, R.D., 2007. Municipal solid waste characteristics and management in Allahabad, India. Journal of Waste Management 27, 490–496.
Sujauddin, M., Huda, M.S., Rafiqul Hoque, A.T.M., 2008. Household solid waste characteristics and management in Chittagong, Bangladesh. Journal of Waste Management 28, 1688–1695.

Vidanaarachchi, C.K., Yuen, S.T.S., Pilapitiya, S., 2006. Municipal solid waste management in the Southern Province of Sri Lanka: problems, issues and challenges. Journal of Waste Management 26, 920–930.

Seng, B., Kaneko, H., Hirayama, K., Katayama-Hirayama, K., 2010. Municipal solid waste management in Phnom Penh, capital city of Cambodia. Waste Management & Research 29, 491–500.

Zurbrügg, C., Drescher, S., Rytz, I., Sinha, M., Enayetullah, I., 2005. Decentralised composting in Bangladesh, a win–win situation for all stakeholders. Resources, Conservation and Recycling 43, 281–292.

Mrayyan, B., Hamdi, M.R., 2006. Management approaches to integrated solid waste in industrialized zones in Jordan: a case of Zarqa City. Journal of Waste Management 26, 195–205.

C. Zurbrugg, February 2003, USWM-Asia
Konteh, F.H., 2009. Urban sanitation and health in the developing world: reminiscing the nineteenth century industrial nations. Health & Place 15 (1), 69–78.

Langeweg, F., Hilderink, H., Maas, R., 2000. Urbanisation, Industrialisation and Sustainable Development Globo Report Series No. 27: RIVM.

McGranahan, G., 2001. The Citizens at Risk: From Urban Sanitation to Sustainable Cities. Earthscan: Stockholm Environment Institute, London, Sterling, VA.

Boadi, K., Kuitunen, M., Raheem, K., Hanninen, K., 2005. Urbanisation without development: environmental and health implications in African cities. Environment, Development and Sustainability 7 (4), 465–500.

Coffey, M., Coad, A., 2010. Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries. UN-HABITAT, Malta.

Memon, M.A., 2010. Integrated solid waste management based on the 3R approach. Journal of Material Cycles and Waste Management 12 (1), 30–40.

Rodic, L., Scheinberg, A., Wilson, D.C., 2010. Comparing Solid Waste Management in the World's Cities. Paper Presented at the ISWA World Congress 2010, Urban Development and Sustainability – A Major Challenge for Waste Management in the 21st Century, Hamburg, Germany.

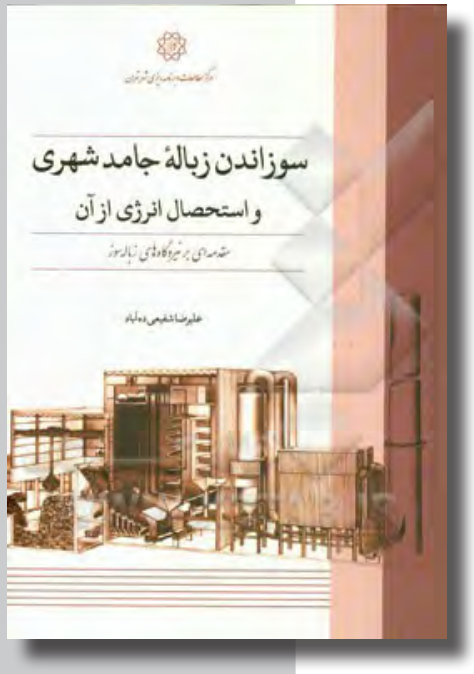
Schertenleib, R., Meyer, W., 1992. Municipal Solid Waste Management in DC's: Problems and Issues; Need for Future Research, IRCWD News (No. 26), Duebendorf, Switzerland.
Medina, M. (2008a). 'The Informal Recycling Sector in Developing Countries: Asset or Liability?' GRIDLINES. Washington, DC: World Bank.

Medina, Martin (2010): Solid wastes, poverty and the environment in developing country cities: Challenges and opportunities, Working paper // World Institute for Development Economics Research, No. 2010, 23, ISBN 978-92-9230-258-0

سوزاندن زباله جامد شهری و استحصال انرژی از آن : مقدمه‌ای بر نیروگاه‌های زباله سوز

محمد طولابی

نویسنده: علیرضا شفیعی‌ده‌آبادی
چاپ اول: ۱۳۹۴
ناشر: مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهری تهران



یکی از مشکلاتی که شهرداری‌ها به‌طور روزانه با آن مواجه هستند، جمع‌آوری، انتقال، دفن و پردازش پسماندهای شهری است که شهرداری‌ها همواره کوشیده‌اند به بهترین نحو و با کمترین آلودگی زیستمحیطی، فرآیند نابودی آنها را انجام دهند. در سال‌های اخیر با توجه به افزایش جمعیت و در پی آن افزایش تولید زباله و کمبود مکان و فضای مناسب برای دفن پسماند، استفاده از زباله‌سوزها در دستور کار بسیاری از شهرداریهایی که امکان ایجاد دفنگاه ندارند، قرار گرفته که این فرآیند محاسن و معایب بسیاری دارد و لازم است قبل از تأسیس یک ایستگاه زباله‌سوز، تمامی جنبه‌ها و پیامدهای زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و... آن در نظر گرفته شود.

از مهم‌ترین محاسن زباله‌سوزها، به دست آوردن انرژی، کاهش حجم پسماندها، از بین رفتن زباله‌های خطرناک، کاهش میزان آلاینده‌های هوا و گازهای گلخانه‌ای، از بین رفتن زیستگاه جانوران آزاردهنده، افزایش سرعت از بین رفتن زباله و کاهش خطر آلودگی آب‌های رو و زیرزمینی است و همچنین سرمایه‌گذاری اولیه سنگین، آلودگی گازهای ناشی از سوزانده شدن زباله‌ها، ایجاد بوی ناخوشایند و دقت و تخصص بالا در استفاده و نگهداری ایستگاه‌های زباله‌سوز از مهم‌ترین معایب آنها به شمار می‌رود.

کتاب "سوزاندن زباله‌ی جامد شهری و استحصال انرژی از آن" در سه بخش و پانزده فصل تدوین شده که در بخش اول، شش فصل به معرفی زباله جامد شهری و روش‌های به‌دست‌آوردن انرژی از آن با تأکید بر زباله‌سوزی و امکان‌سنجی سوزاندن زباله‌های جامد شهری و طرح‌ریزی واحدهای زباله‌سوزی پرداخته و بخش دوم در پنج فصل به توضیح بخش‌های اصلی واحدهای توده سوز، خوردگی لوله‌های دیگ بخار[=بویلر]، انتشار آلاینده‌ها به هوابار [=اتمسفر] و پسماندهای برجای مانده از زباله‌سوزی می‌پردازد. در بخش سوم که چهار فصل دارد، نویسنده سعی نموده مزایا و معایب زباله‌سوزی با تأکید بر فناوری توده‌سوز را برشمرده و ضمن بررسی آثار زیست‌محیطی، منافع اقتصادی آن را نیز برآورد و تحلیل نموده و در پایان، معیارها و ملاحظات کلیدی و اساسی در اجرای این نوع پروژه‌ها را ارائه دهد.

از آنجا که احداث و بهره‌برداری ایستگاه یا نیروگاه‌های زباله‌سوز بسیار پرهزینه است و به مطالعه و ارزیابی و امکان سنجی قبل از احداث نیاز دارد؛ کتاب حاضر کوشیده با بررسی همه جانبه این فرآیند، منظری پیش‌روی خوانندگان و مدیران اجرایی این حوزه قرار دهد تا با تفکر و بینش بیشتری در انتخاب یا رد این روش اقدام کنند.

ضمن تقدیر از نویسنده این کتاب که سعی کرده با بیانی شیوا به صورت جامع، بسیاری از ایستگاه‌های زباله‌سوزی را به طور رسا توضیح دهد، انتظار می‌رود در برگردان واژه‌های بیگانه تلاش بیشتری نماید و نسبت به پاسداشت بیشتر زبان پارسی تلاش کند. در پایان، مطالعه این کتاب را که شاید جایگاه آن در علم مدیریت پسماند کشور بسیار خالی و دیرهنگام است، به همه دستاندرکاران این حوزه توصیه می‌کنیم و منتظر آثار جدید و روزآمد از نویسنده این کتاب هستیم.

شنبه‌های آموزشی

پویش ملی شنبه‌های آموزشی به منظور بهره‌گیری از ظرفیت‌های موجود در فضای مجازی برای اولین بار در کشور توسط مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری و روستایی راه‌اندازی شد. از طریق این پویش ملی، هرهفته محتواهای آموزشی مورد نیاز جامعه هدف به استان‌ها ارسال می شود.

آدرس دریافت بسته آموزشی پویش ملی شنبه‌های آموزشی : imo.org.ir

18

مدیریت پسماند

Waste management

A Quartery Journal of Waste Management | No. 18 | Winter 2020

وزارت کشور
سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور
انتشارات