۲۰
Waste management

مدیریت پسماند

فصلنامه آموزشی-پژوهشی | شماره ۲۰ | پاییز-زمستان ۱۴۰۰

- میکروپلاستیک‌ها در منابع آبی: توزیع، اثرات و سرنوشت
- چالش‌های زیست محیطی کیسه‌های پلاستیکی
- میزان مصرف مواد پلیمری (پلاستیک) در جهان و در پسماندهای شهری ایران و راهکارهای پیشگیری
- امتداد مسؤولیت تولیدکننده و مدیریت پسماندهای جامد شهری
- چالش‌ها، فرصت‌ها و نوآوری‌های مدیریت پسماند شهری حین و پس از همه‌گیری ویروس کرونا
- نقش هضم بی‌هوازی و بیوگاز در اقتصاد چرخشی
- کاربرگ‌های مدیریت پسماند در زمان کووید
- راهنمای اجرای طرح پایلوت تفکیک در مبدأ پسماندهای خانگی

محور این شماره:
پلاستیک و میکروپلاستیک‌ها

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
ناشر: سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور
طراح و صفحه آرا: فریده دارستانی فراهانی

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

نشانی: تهران، بلوار کشاورز، ابتدای خیابان نادری، پلاک ۱۷، مرکز مطالعات راهبردی و آموزش 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

گفتگوی ویژه
– مدیریت پلاستیک و میکروپلاستیک در ایران و جهان ۳

مصاحبه
ـ مدیریت پسماندهای جامد شهری؛ چالش‌ها و راهکارها، مصاحبه با مهندس عزیزی مدیرعامل سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران..... ۶

مقالات
ـ میکروپلاستیک‌ها در منابع آبی: توزیع، اثرات و سرنوشت ۱۲
ـ چالش‌های زیست‌محیطی کیسه‌های پلاستیکی..... ۲۱
ـ میزان مصرف مواد پلیمری (پلاستیک) در جهان و در پسماندهای شهری ایران و راهکارهای پیشگیری (کاهش ـ بازیافت) با استفاده از مطالعات علمی ـ اجرایی پروژه بازیافت و پردازش پسماندهای شهر کرمانشاه... ۳۳
ـ امتداد مسؤولیت تولیدکننده و مدیریت پسماندهای جامد شهری..... ۴۸
ـ چالش‌ها، فرصت‌ها و نوآوری‌های مدیریت پسماند شهری حین و پس از همه‌گیری ویروس کرونا..... ۶۱
ـ وضعیت میزان تولید و ترکیب پسماندهای شهری در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران..... ۷۲
– تأثیر مسؤولیت محیط‌زیستی بر تغییر رفتار مصرف‌کننده بازار پایدار در اسلواکی..... ۸۵
– سنجش کارآیی مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران در حوزه پسماند با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها... ۹۶
– راهنمای مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی توسط خانوارها..... ۱۰۹

آموزش
ـ نقش هضم بی‌هوازی و بیوگاز در اقتصاد چرخشی ۱۲۴
– کاربرگ‌های مدیریت پسماند در زمان کووید ۱۹..... ۱۳۹

یک تجربه
–راهنمای اجرای طرح پایلوت تفکیک در مبدأ پسماندهای خانگی..... ۱۶۳

اخبار..... ۱۷۵

معرفی کتاب..... ۱۷۹

مهدی جمالی نژاد

معاون عمران و توسعه‌ی امور شهری و روستایی وزارت کشور و رئیس سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور

کیسه‌های پلاستیکی نمادی از فرهنگ مصرف‌گرایی در دنیای مدرن امروز می‌باشند. هزینه پایین، دسترسی آسان، مسایل بهداشتی، آسانی حمل‌ونقل و میزان بالای تحمل وزن، این محصولات را به یکی از پرمصرف‌ترین مواد پلیمری جهان تبدیل نموده است. در این میان شیوع بیماری کووید ۱۹ نیز بر شدت مصرف کیسه‌های پلاستیکی دامن زده و بر عمق این مشکل زیست‌محیطی افزوده است. این محصولات پلیمری به دلیل روند بسیار آهسته‌ی تجزیه، نرخ پایین بازیافت و از همه مهم‌تر ورود به پهنه‌های دوردست جنگل‌ها، رودخانه‌ها، کویرها، دشت‌ها و اقیانوس‌ها و تهدید حیات جانوری و گیاهی، به یکی از نگرانی‌های جدی زیست‌محیطی برای فعالان این حوزه تبدیل گشته است.

همچنین ظهور پدیده جدیدی به نام ریزپلاستیک‌ها (میکروپلاستیک‌ها) نیز بر مشکلات زیست‌محیطی و بهداشتی افزوده است. این ذرات ریز پلاستیکی که با گذشت زمان و بر اثر تابش نور خورشید و ضربات مکانیکی، به مواد پلاستیکی رها شده در طبیعت تبدیل می‌شوند، به راحتی وارد زنجیره غذایی انسان‌ها و جانوران شده و مشکلات بهداشتی متعددی را در پی دارند. بر این اساس بسیاری از شهرها و کشورهای جهان به دنبال اصلاح چارچوب‌های قانونی و آماده‌سازی زیرساخت‌ها برای کاهش استفاده از کیسه‌های پلاستیکی، منع استفاده از آن‌ها و یا توسعه جایگزین‌هایی برای این محصولات هستند. در کشور ما نیز به همت سازمان حفاظت از محیط‌زیست، وزارت کشور، وزارت صمت و برخی از شهرداری‌ها، اقدامات قانونی در این خصوص صورت پذیرفته است. ولی با توجه به دفن بیش از ۷۰ درصد پسماندها در سطح کشور و اختصاص بخش عمده‌ای از پسماندهای دفنی به مواد پلیمری از جمله پسماند کیسه‌های پلاستیکی، می‌توان اذعان داشت که تلاش‌های صورت گرفته کافی نبوده و به اقداماتی زیربنایی و کاراتر در این حوزه نیاز است. در این میان همکاری جدی نهادها و سازمان‌های موظف در قانون مدیریت پسماندها (مصوب سال ۱۳۸۳) و به ویژه سازمان صداوسیما و وزارت آموزش‌وپرورش از تأثیرگذاری بالایی بر آموزش و اطلاع‌رسانی مردم عزیز کشور درخصوص کاهش مصرف کیسه‌های پلاستیکی برخوردار می‌باشد. از سوی دیگر بایستی تلاش شود تا با در نظر گرفتن تمامی جوانب اقتصادی، زیست‌محیطی و فرهنگی و اجتماعی، شرایط مناسب و بهینه برای کاهش مصرف کیسه‌های پلاستیکی در کشور فراهم شود. بر این اساس، محور اصلی این شماره از فصلنامه مدیریت پسماند به این موضوع مهم اختصاص یافته است. امید است که با همکاری هر چه بیشتر تمامی نهادها و سازمان‌ها و همچنین مشارکت داوطلبانه مردم عزیزمان، شاهد کاهش و کنترل مصرف کیسه‌های پلاستیکی در کشور باشیم.

مدیریت پلاستیک و میکروپلاستیک در ایران و جهان

مهدی مختاری

عضو هیات علمی دانشگاه و مدیر گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی یزد و دبیر علمی اولین سمینار ملی پلاستیک و محیط‌زیست

با توجه به اهمیت موضوع ریزپلاستیک‌ها و نقش آن‌ها در آلودگی محیط‌زیست و تأثیری که مدیریت غیراصولی پسماندهای پلاستیکی در تولید ریزپلاستیک‌ها و بروز آلودگی‌های بهداشتی و زیست‌محیطی دارد و به بهانه برگزاری اولین همایش پلاستیک و محیط‌زیست در تیرماه سال جاری در شهر یزد، گفتگوی ویژه این شماره فصلنامه با آقای دکتر مهدی مختاری دبیر علمی این همایش انجام شده است که در ادامه می‌خوانید.

: وضعیت تولید پلاستیک‌ها و مدیریت پسماندهای آن‌ها در دنیا و کشور ما چگونه است؟

مختاری: در دنیایی که زندگی می‌کنیم پلاستیک‌ها بخش اعظم مواد اطراف را تشکیل می‌دهند و هر روزه به تنوع مواد پلاستیکی افزوده می‌شود. می‌توان گفت پلاستیک بخش مهمی از واقعیت امروز زندگی انسان است که به نظر نمی‌رسد حداقل تا ده‌ها سال آینده قابل‌حذف باشد. آمارها نشان می‌دهد از سال ۱۹۵۰ تاکنون بیش از ۸ میلیارد تن پلاستیک در دنیا تولیدشده است. در سال‌های اولیه به میزان ۱/۵ میلیون تن در سال و در حال حاضر نزدیک به ۴۰۰ میلیون تن در سال و این یعنی یک رشد عجیب‌وغریب.

کشور ما ایران، هفدهمین تولیدکننده بزرگ پلاستیک در دنیا محسوب می‌شود و در حال حاضر نزدیک به ۴ میلیون تن پلاستیک در سال تولید می‌کند. بیشتر پلاستیک تولیدی در بسته‌بندی مواد استفاده می‌شود و ساخت‌وساز در مرتبه دوم قرار دارد. بخش قابل‌توجهی از پلاستیک مصرفی به پسماند تبدیل می‌شود. با توجه به انواع پلاستیک‌ها، بخش کمی از پسماندهای پلاستیکی به‌عنوان زائدات باارزش وارد چرخه بازیافت می‌شود اما متأسفانه بخش بیشتری از پلاستیک‌ها بازیافت نشده و اکثراً وارد محل‌های دفن پسماند می‌شوند (بیش از ۶۰ درصد).

: در خصوص میکروپلاستیک‌ها و آسیب‌های ناشی از آن از دیدگاه بهداشت محیط و محیط‌زیست توضیحاتی را ارایه فرمایید؟

مختاری: مواد پلاستیکی پس از مصرف، به‌صورت حجم عظیمی از مواد زائد وارد محیط‌زیست می‌شوند. برنامه محیط‌زیست سازمان ملل (UNEP)[1] آلودگی پلاستیک را به‌عنوان یکی از ۱۰ مشکل اصلی زیست‌محیطی در جهان معرفی کرده است. بررسی‌های دو دهه اخیر نشان می‌دهد که ورود زائدات پلاستیکی به محیط‌زیست باعث تولید ذرات ریز پلاستیک (میکرو و

1. United Nations Environment Programme

نانو پلاستیک‌ها) شده است.

ریز پلاستیک‌ها بر اساس منشأ ورودشان به محیط، به دو گروه اولیه و ثانویه طبقه‌بندی می‌شوند. ریز پلاستیک‌های اولیه شامل ریز پلاستیک‌هایی هستند که به‌صورت عمدی و در صنعت در اندازه میکرو یا نانو ساخته شده و در بسیاری از محصولات مراقبت شخصی، آرایشی، خمیردندان‌ها، بیوسنسورها، نانوکامپوزیت‌ها، رنگ‌ها، درجنت‌ها، بیوسنسورها، نانوکپسول‌ها برای انتقال دارو و غیره وجود دارند. ریز پلاستیک‌های ثانویه از شکسته شدن و تخریب قطعات بزرگ پلاستیکی در اثر فرآیندهای مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی ناشی می‌شوند. آسیب‌های ریزپلاستیک‌ها به انسان و محیط‌زیست بسیار قابل‌توجه است. مطالعات نشان می‌دهد که شاخص‌های مرتبط با ریز پلاستیک‌ها در بدن انسان بالاست و این می‌تواند در درازمدت آسیب‌های جدی چون اختلال در رشد و متابولیسم، ایجاد استرس اکسیداتیو، سمیت ژنتیکی، اختلالات عصبی، تغییر بیولوژیکی آنزیم‌ها، اثرات رفتاری، کاهش توانایی تولیدمثلی و سمیت سلولی ایجاد کند. در زمینه آلودگی محیط‌زیست هم آلودگی منابع آب‌وخاک و هوا به ریز پلاستیک‌ها در مطالعات بسیاری گزارش شده است و در برخی موارد به حد هشدار رسیده است.

دنیای پسماند: آیا تاکنون در خصوص کنترل و کاهش مشکلات ناشی از میکرو پلاستیک‌ها در جهان و کشور اقدامات مؤثری صورت پذیرفته است؟

مختاری: در کشور ما چند سالی است که برخی مطالعات در این زمینه انجام شده که به علل مختلف از جمله فقدان استاندارد ملی روش‌های آنالیز، نتایج آن‌ها قابل استناد نبوده است. طبیعتاً به علت فقدان مطالعات جامع، سازمان‌های متولی هم در جریان مشکلات ناشی از میکروپلاستیک‌ها نبوده و اقدامات خاصی در سطح کلان انجام نشده است.

اما در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته، با توجه به بررسی‌های دقیق و درست علمی چند سالی است که اهمیت ریزپلاستیک‌ها به شکل گسترده‌ای موردتوجه قرار گرفته و برخی دولت‌ها روش‌های مدیریتی مناسبی را در این زمینه اعمال کردند. برای مثال کاهش مصرف پلاستیک‌های کم‌ارزش، مدیریت مناسب پسماندهای پلاستیکی از طریق بازیافت و پاک‌سازی محیط‌های آبی از پلاستیک‌ها از جمله اقداماتی بوده که در این زمینه انجام شده و نتایج مثبتی را در پی داشته است.

دنیای پسماند: نقش دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی در خصوص کنترل و کاهش معضل میکروپلاستیک‌ها چیست؟

مختاری: پلاستیک واقعیت انکارناپذیر زندگی امروزه ماست. باید بپذیریم که پلاستیک‌ها نقش مهمی در زندگی ما دارند. نگاه ما به پلاستیک باید واقع‌گرایانه باشد. ما باید به سمت

کاهش تولید پسماندهای پلاستیک کم‌ارزش حرکت کنیم و در مقابل به بازیافت قانونمند پلاستیک‌های باارزش بها دهیم. در جهت نیل به این هدف، باید همکاری متقابلی بین مراکز دانشگاهی و صنایع تولیدکننده پلاستیک وجود داشته باشد. انجام تحقیقات هدفمند با همکاری دانشگاه و صنعت می‌تواند مسیر روشنی را برای مدیریت بهتر پسماندهای پلاستیکی در آینده ایجاد نماید.

پژوهش‌های فعلی انجام شده در زمینه پلاستیک، اثرات آن بر انسان و محیط‌زیست و مدیریت زائدات آن، معدود بوده و موازی‌کاری زیادی در آن‌ها مشاهده می‌شود. توصیه می‌شود با مشارکت سازمان محیط‌زیست، وزارت بهداشت، وزارت کشور و انجمن صنایع پلیمر ایران، شورای پژوهشی در این زمینه تشکیل شود و طرح‌های تحقیقاتی ملی در این زمینه تعریف شود. با معرفی این طرح‌ها به مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی، از موازی کاری‌های فعلی کاسته شده و انجام تحقیقات، هدفمند می‌گردد. همچنین لازم به ذکر است که با توجه به حجم بالای پسماندهای پلاستیکی تولیدی در کشور و اثرات مخرب آن‌ها بر محیط‌زیست، اولویت پژوهش‌ها در زمینه پلاستیک باید بر راه‌های کاهش و بازگردش این پسماندها متمرکز شود.

: برای مدیریت بهتر پسماندهای پلاستیکی در کشورمان چه توصیه‌ای دارید؟

مختاری: مهم‌ترین نگرانی فعلی در مورد پسماندهای پلاستیکی، حجم زیاد تولید آن‌ها بالاخص در مورد کیسه‌های پلاستیکی است. با توجه به قیمت پایین تولید و سهل‌الوصول بودن، مصرف کیسه‌های پلاستیکی در کشورمان بسیار زیاد است. توصیه می‌شود در این زمینه سیاست‌های تشویقی و تنبیهی برای تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان، توسط دولت اعمال شود تا از تولید بی‌رویه کیسه‌های پلاستیک کاسته شده و مردم نیز تمایلی به مصرف آن‌ها نداشته باشند.

در مدیریت پایدار پسماند توجه به نقش مردم بسیار مهم است. مردم باید آموزش ببینند و آگاهی‌های لازم را کسب نمایند. صداوسیما باید مطابق با قانون مدیریت پسماند در زمینه آموزش مردم همکاری نماید. با افزایش میزان آگاهی‌های جامعه، می‌توان مصرف کیسه‌های پلاستیکی را کاهش داد.

به‌طور کلی هم باید بگویم مدیریت غیرعلمی پسماند یکی از چالش‌های امروز پسماند کشور است. خوشبختانه در حال حاضر فارغ‌التحصیلان زیادی در رشته‌های مهندسی بهداشت محیط و محیط‌زیست (با گرایش مدیریت پسماند) وجود دارند. باید زمینه‌های حضور این افراد در ساختار مدیریتی پسماند در کشور از لحاظ قانونی فراهم گردد و از اعطای پست‌های مدیریتی پسماند به افراد غیرمرتبط اجتناب گردد. قطعاً این اقدام باعث بهبود وضعیت مدیریت پسماند در کشور خواهد شد.

مدیریت پسماندهای جامد شهری؛ چالش‌ها و راهکارها

مهندس محمدمهدی عزیزی
مدیرعامل سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران

مقدمه:

امروز تولید پسماند به‌عنوان یکی از چالش‌های مدیریت شهری و محیط‌زیست مطرح است. بروز انواع آلودگی‌ها در محیط‌زیست شهری، باعث شده است تا بسیاری از شهرهای بزرگ جهان با مسایل و مشکلات عدیده‌ای روبرو گردند و سلامت شهروندان مورد تهدید قرار گیرد و این به معنی ناپایداری شهرها می‌باشد.

مدیریت پسماند شهری یکی از مباحث مهم در مدیریت شهری بوده و هزینه زیادی را برای متولیان امر جمع‌آوری و دفع آن در پی دارد. با افزایش سطح آگاهی اجتماعی و شناخت بیشتر از مسایل بهداشتی و محیط‌زیست، کاهش ذخایر مواد اولیه و کمبود انرژی در کنار افزایش تقاضا و گسترش شهرنشینی برنامه‌ریزان شهری را به سمت یافتن راهی برای مدیریت بهینه پسماند شهری هدایت کرده است. دستیابی به چنین برنامه‌ای نیازمند یک دید همه‌جانبه و کلی‌نگر به تمامی عوامل مؤثر بر مدیریت پسماند شهری است.

هدف از این مصاحبه ارایه سیمایی از وضعیت جاری و برنامه‌های آتی مدیریت پسماندهای جامد شهری تهران می‌باشد.

صدای پسماند: مهم‌ترین مشکلات پیش روی مدیریت پسماند کشور از نظر شما چیست؟

عزیزی: یکی از مهم‌ترین مشکلات مدیریت پسماند در کشور مربوط به مسائل اقتصادی است. در حال حاضر در ایران ۸۰ درصد کل مخارج مدیریت پسماندها، مربوط به جمع‌آوری است که ۶۰ درصد از آن صرف حقوق و دستمزد کارگران می‌شود. اهمیت این موضوع از آن جهت قابل‌توجه است که بهبود اندکی در عملیات جمع‌آوری می‌تواند تأثیر فراوانی در کاهش هزینه‌های مدیریت پسماند داشته باشد. لیکن بر اساس نتایج حاصل از جلسات برگزار شده با کارشناسان و خبرگان مدیریت پسماند مهم‌ترین مشکلات پیش روی مدیریت پسماند کشور را می‌توان به‌صورت زیر برشمرد:

۱. عدم وجود قوانین، دستورالعمل‌ها و سایر اسناد بالادستی به روز، تخصصی و ریزبینانه مدیریت پسماند در کشور
۲. حضور و وجود مخازن ذخیره‌سازی پسماندها در معابر و خیابان‌های شهرها و روستاهای کشور (عدم امکان جمع‌آوری پسماندها از درب انواع مبادی تولید بر اساس وزن و حجم تولیدی)
۳. بالا بودن میزان و سهم دفن پسماندها در کشور (حدود ۷۵ درصد)
۴. سهم بالای دفن سنتی و غیر مهندسی پسماندها در کشور (حدود ۶۸ درصد)
۵. عدم‌حمایت مالی، اداری و اعتباری از سرمایه‌گذاران بخش خصوصی در فرایند مدیریت پسماند کشور
۶. تمرکز و نگاه اقتصادی دولت، مجلس شورای اسلامی، شهرداری‌ها و سازمان‌های مدیریت پسماند کشور بر موضوع مدیریت پسماندها (به‌جای نگاه زیست‌محیطی)

۷. عدم همکاری مناسب میان بخش دانشگاه، صنعت و شهرداری‌ها در حوزه مدیریت پسماندها در کشور
۸. فعالیت پیمانکاران بخش خصوصی غیرتخصصی و غیرحرفه‌ای در حوزه مدیریت پسماند کشور

مدیریت پسماند: وضعیت مدیریت پسماند و امکانات و تجهیزات مربوط به آن در کلانشهر تهران چگونه است؟

عزیزی: شهر تهران با وسعتی بالغ بر ۷۲۰ کیلومترمربع و جمعیتی بالغ بر ۹ تا ۱۲ میلیون نفر به‌عنوان بزرگ‌ترین شهر کشور و پایتخت ایران محسوب می‌گردد. شهر تهران از ۲۲ منطقه و ۱۲۳ ناحیه در تقسیم‌بندی شهری خود برخوردار بوده و وظیفه رفت‌وروب و مدیریت پسماندهای جامد شهری آن بر عهده سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران می‌باشد. این سازمان گسترده که از ادغام دو سازمان ۱- بازیافت و تبدیل مواد و ۲- خدمات موتوری شهرداری تهران در سال ۱۳۹۰ تشکیل گردید وظیفه مدیریت یکپارچه روزانه بیش از ۷۰۰۰ تن انواع پسماند جامد شهری این کلانشهر را بر عهده دارد. سازمان مدیریت پسماند به منظور مدیریت بهینه این حجم عظیم پسماندهای جامد شهری بیش از ۱۰۰۰ نفر پرسنل سازمانی و پیمانکاری و انواع تجهیزات و ماشین‌آلات مختلف بهره می‌برد. شایان ذکر است که در این کلانشهر انواع پسماندهای مختلفی تولید و بخش قابل‌توجهی از آن توسط شهرداری تهران مدیریت می‌گردد.

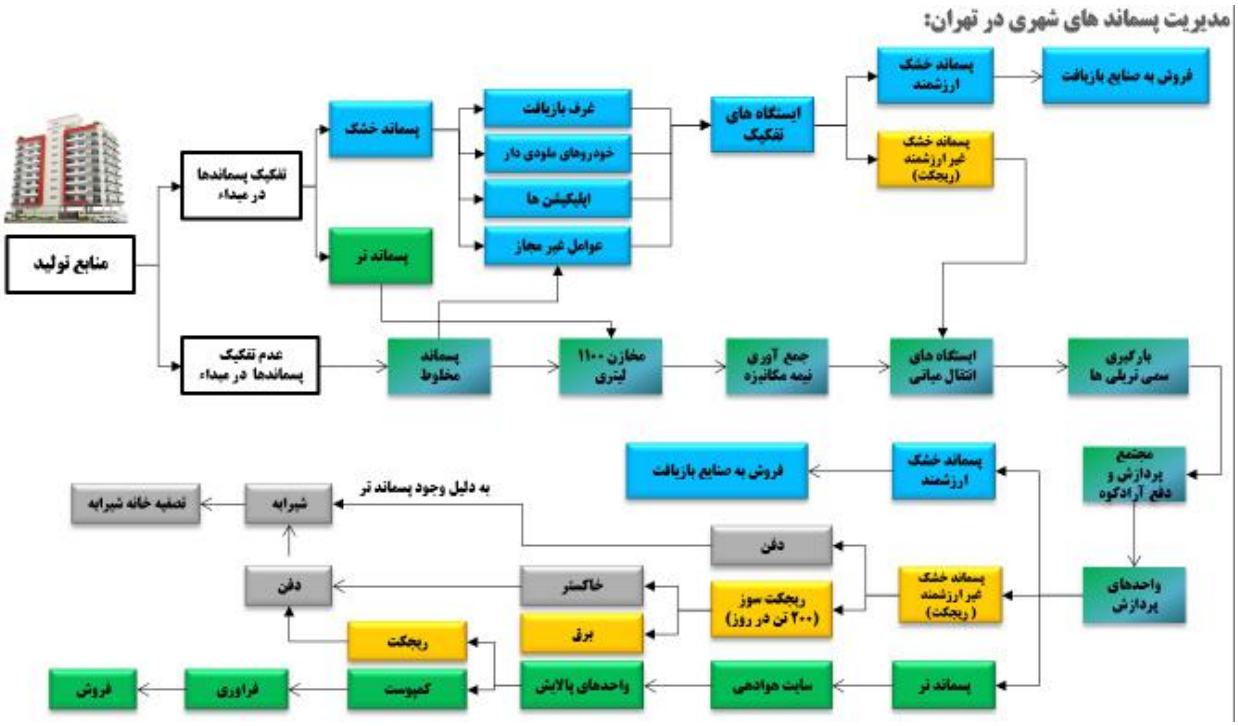
شکل زیر فرایند مدیریت پسماندهای حاصل از منابع خانگی و غیر خانگی را در شهر تهران در حال حاضر نشان می‌دهد.

ادوات و تجهیزات مدیریت پسماندهای تر شامل: ۵۳۰۰۰ عدد مخزن ذخیره‌سازی پسماند تر (۱۱۰۰ لیتری)، ۱۱ جایگاه ایستگاه انتقال میانی پسماند، حدود ۱۲۷۵۰ نفر نیروی انسانی (رفت‌وروب و جمع‌آوری پسماند تر)، حدود ۱۳۵۰ خودرو جمع‌آوری مکانیزه پسماند تر، حدود ۱۰۰ دستگاه سمی تریلر، حدود ۸۰ دستگاه کشنده سمی، به همراه بیش از ۱۰۰۰ دستگاه خودروی تخصصی خدمات شهری.

ادوات و تجهیزات پسماند خشک شامل: ۲۹ جایگاه ایستگاه بازیافت، ۴۶۵ جایگاه غرفه بازیافت، بیش از ۸۳۰ خودروی جمع‌آوری پسماند خشک، بیش از ۱۹۰۰ نفر نیروی انسانی (جمع‌آوری پسماند خشک)

ادوات و تجهیزات پردازش و دفع شامل: تعداد ۸ خط پردازش

مدیریت پسماند های شهری در تهران:



با ظرفیت اسمی ۶۵۰۰ تن در روز، تعداد ۹ خط پالایش با ظرفیت اسمی ۱۴۱۰ تن در روز، نیروگاه تولید برق: سامانه ریجکت سوز (ظرفیت اسمی: ۳ مگاواتی ۲۰۰ تن پسماند ریجکت در روز)، نیروگاه تولید برق: هاضم (ظرفیت اسمی: ۲ مگاواتی ۳۰۰ تن پسماند مخلوط)

دنیای پسماند: میزان سرانه تولید پسماند در تهران چه مقدار است و در مقایسه با کلانشهرهای دیگر جهان چگونه است؟

عزیزی: در برخی از موارد نیز این‌گونه بیان شده است که سرانه تولید پسماند شهری تهران دو یا چند برابر سرانه جهانی است. این در حالی است که بررسی‌های انجام شده در خصوص آنالیز فیزیکی پسماند شهر تهران در سال ۱۳۸۸، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ نشان‌دهنده این حقیقت است که سرانه تولیدی پسماند شهر تهران در حدود ۷۰۰ الی ۸۰۰ گرم به ازای هر نفر در روز متغیر است که این میزان با توجه به محدوده در نظر گرفته شده برای کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا و همچنین کشورهایی با درآمد متوسط رو به بالا در گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۱۸ تحت عنوان What a waste 2.0 مطابقت دارد. ولی با این وجود تراکم جمعیتی شهر تهران در مقایسه با بسیاری از کلانشهرهای معروف جهان بسیار بالا بوده و به‌صورت متوسط در هر کیلومترمربع از این کلانشهر در حدود ۱۲,۰۰۰ نفر زندگی می‌کنند. در نتیجه به دلیل تراکم بالای جمعیتی حجم بالایی از پسماند از مساحت مشخصی از شهر تهران (مناطق مسکونی که ممکن است تراکم جمعیتی بیش از ۱۲,۰۰۰ نفر نیز) جمع‌آوری می‌گردد. لذا در این بخش نیز انجام برنامه‌ریزی متعادل‌سازی تراکم جمعیت شهر از اهمیت و تأثیر بالایی بر مدیریت پسماندها برخوردار می‌باشد.

هرچند که بر اساس بازدیدهای بسیاری از کارشناسان، سفرا و نمایندگان شرکت‌های خارجی، مدیریت پسماند شهر تهران در میان کشورهای آسیایی و خاورمیانه در وضعیت مطلوب و قابل‌قبولی قرار دارد ولی با این وجود و با توجه به تجربیات خبرگان سازمانی و مشاهدات صورت گرفته در بازدیدهای خارجی می‌توان به این حقیقت اشاره کرد که وضعیت مدیریت پسماند شهر تهران به‌ویژه در حوزه مدیریت پیش از تولید، تفکیک در مبدأ، پردازش و دفع نهایی در وضعیت مناسبی در مقایسه با بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته و حتی در حال توسعه قرار نداشته و تمرکز اصلی دولت و شهرداری‌ها بر موضوعات اقتصادی مدیریت پسماندها بنا نهاده شده که این مهم در خصوص کشور ایران (به‌عنوان پنجمین کشور بزرگ تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای در جهان) از چشم‌انداز روشنی در آینده برخوردار نمی‌باشد.

دنیای پسماند: با توجه به مواردی که توضیح دادید، نقاط قوت مدیریت پسماند شهر تهران را شامل چه مواردی می‌دانید؟

عزیزی: فارغ از این مواردی که در سؤال قبل پاسخ داده شد، برخی از مهم‌ترین نقاط قوت سیستم مدیریت پسماند شهر تهران را به‌صورت زیر می‌توان برشمرد:

۱. پوشش کامل (حدود ۹۰ درصدی) سیستم جمع‌آوری پسماندها و ارایه خدمات شهری به کلیه شهروندان در شهر تهران
۲. پردازش تمامی پسماندهای خانگی و غیرخانگی ورودی به مجتمع آرادکوه جهت پردازش و بازیابی مواد
۳. توقف یا کاهش قابل‌توجه دفن مستقیم پسماند مناطق ۲۲ گانه
۴. حرکت به سوی انحراف از دفن در مجتمع آرادکوه و آبعلی به‌ویژه در طی دهه گذشته
۵. برنامه‌ریزی به سمت بهسازی محل‌های دفن قدیمی و بازیابی انرژی از طریق استحصال گاز
۶. برنامه‌ریزی برای مدیریت در سایت پسماندهای چوب و سرشاخه در محل مناطق ۲۲ گانه به‌جای ارسال به مجتمع آرادکوه
۷. وجود بیش از ۴۶۰ غرفه بازیافت در سطح شهر تهران جهت جمع‌آوری پسماندهای خشک از شهروندان
۸. آشنایی بخش عمده شهروندان تهرانی با موضوع تفکیک پسماندها در مبدأ
۹. تصویب طرح جامع مدیریت پسماند

دنیای پسماند: آیا نسبت به شناسایی آسیب‌های اصلی مدیریت پسماند شهر تهران اقدام شده است؟

عزیزی: بر اساس آخرین آمار موجود، روزانه حدود شش الی هفت هزار تن پسماندهای خانگی و غیرخانگی و قریب به سی هزار تن پسماند ساختمانی و عمرانی در شهر تهران تولید و جمع‌آوری می‌شود. این حجم عظیم از پسماند در کنار فقدان یک نظام یکپارچه که بتواند مراحل مختلف مدیریت پسماند از تولید و جمع‌آوری گرفته تا انتقال و دفع را به نحوی مؤثر و اثربخش ساماندهی و نظارت نماید، ضمن اینکه سیستم مدیریت شهری را با چالش‌های اجرایی (مثلاً فعالیت عوامل غیرمجاز جمع‌آوری پسماندهای خشک، جمع‌آوری چند بار در روز با حداقل تفکیک در مبدأ) و اقتصادی (ناپایداری مالی سیستم و عدم توانایی شهرداری در اخذ بهای خدمات مدیریت پسماند از شهروندان که به یک طلب انباشتی حدود ۱۶۰۰ میلیارد تومانی بدل شده) روبرو ساخته، محیط‌زیست انسانی را نیز با مخاطرات جدی مواجه کرده و نارسایی‌های اجتماعی مهمی همچون گسترش زباله‌گردی را نیز موجب شده است.

بر اساس یافته‌های حاصل از مطالعات طرح جامع پسماند شهر تهران، اهم آسیب‌های موجود سیستم مدیریت پسماند در پایتخت (که تشابه زیادی با دیگر کلانشهرها نیز دارد) را می‌توان در قالب موارد ذیل برشمرد:

❖ **آسیب‌های فنی**
- سیستم ناقص ثبت داده‌های پسماند تولیدی
- سیستم ذخیره‌سازی نامتناسب جهت افزایش تفکیک از مبدأ
- فرکانس بالای سیستم جمع‌آوری
- تولید کمپوست نامرغوب به دلیل عدم تفکیک در مبدأ و وجود ناخالصی و فرآیند تولید غیریکنواخت
- روش‌های واگذاری‌های نامناسب به بخش خصوصی

❖ **آسیب‌های اجتماعی**
- عدم آگاهی و دانش عمومی شهروندان در خصوص پسماند
- 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 سلیقه‌ای و منقطع در زمینه تفکیک
- عدم همکاری مؤثر دستگاه‌ها و نهادهای ذی‌ربط (صداوسیما، سازمان حفاظت محیط‌زیست، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی)

❖ **آسیب‌های اقتصادی**
- نبود تعادل میان هزینه‌ها و درآمدها و لذا ناپایداری اقتصادی سیستم
- ناتوانی در دریافت بهای خدمات مدیریت پسماند
- نبود یکپارچگی در تأمین و هزینه‌کرد درآمدهای سیستم
- سیستم اخذ تعرفه ناعادلانه و غیرمؤثر بر رفتار شهروندان

❖ **آسیب‌های بهداشتی- زیست‌محیطی**
- ریزش شیرابه در فرآیند جمع‌آوری و حمل به معابر شهر
- آلودگی بالای کامیون‌های جمع‌آوری و سمی‌تریلرها
- الزامات زیست‌محیطی در بخش‌های مختلف مجتمع آرادکوه مانند انتشار مداوم متان، شیرابه، انتشار بو، ذرات معلق، ...
- استفاده حداقلی از تجهیزات حفاظتی توسط زباله‌گردان و بروز اثرات بهداشتی

❖ **آسیب‌های ساختاری**
- وجود خلأهای قانونی در برخورد با زباله‌گردها
- غیریکپارچگی ساختار سازمانی و تعدد عوامل تصمیم‌گیر
- تعدد ذینفعان رسمی و پتانسیل بالای بروز فساد
- تعدد پیمانکاران در بخش جمع‌آوری
- عدم برنامه محوری در میان مدیران و تغییر در اولویت‌ها در اثر تغییرات مدیریتی

صدای پسماند: برنامه‌های پیشنهادی شما و طرح جامع برای اصلاح مدیریت پسماند شهر تهران چیست؟

عزیزی: بدون شک با توجه به مصوبه فروردین ماه شورای اسلامی شهر تهران در خصوص برنامه‌های مطروحه در دومین طرح جامع مدیریت پسماند شهر تهران برای چشم‌انداز ۱۴۲۰ شهر تهران، نمی‌توان برنامه کلان جدیدی در خصوص ایجاد تغییر و اصلاحات اساسی در فرایند مدیریت پسماند شهر تهران ارایه داد ولی با این وجود و با توجه به تجربیات سال‌های اخیر می‌توان برخی از پیشنهادات اصلاحی را در خصوص بهبود وضعیت مدیریت پسماند شهر تهران در کوتاه، میان و بلندمدت مطرح کرد. برای مثال برخی از پیشنهادات ارایه شده عمومی و جامع در خصوص بهبود مدیریت پسماند شهر تهران عبارتند از:

۱. بهره‌گیری از نیروی باتجربه، متخصص و تحصیل‌کرده در بدنه مدیریتی سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران و ادارات مدیریت پسماند شهرداری‌های مناطق تهران
۲. پیگیری بازنگری و تخصصی‌تر نمودن قانون مدیریت پسماندها، آیین‌نامه اجرایی آن
۳. تلاش در جهت تغییر نگاه شهرداری تهران به موضوع پسماندها از حالت صرف اقتصادی به حالت ترکیبی زیست‌محیطی و اقتصادی
۴. به روزرسانی دستورالعمل‌ها، بخشنامه‌ها، مصوبات و اسناد بالادستی موجود در حوزه مدیریت پسماند شهر تهران
۵. بهره‌گیری از توان‌بخش خصوصی در سرمایه‌گذاری در حوزه دفع بهینه و استاندارد
۶. افزایش سطح فناوری پردازش پسماندها در شهر تهران
۷. تعامل سازنده با نهادها و سازمان‌های درج شده در قانون مدیریت پسماندها و آیین‌نامه اجرایی آن
۸. بهره‌گیری از توان تخصصی و مشاوره‌ای دانشگاه‌ها و بخش خصوصی در سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران
۹. حمایت اداری، اعتباری و ... از سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و تخصیص تسهیلات مناسب از طرف شهرداری تهران به آن‌ها جهت ورود به حوزه بازیافت و دفع پسماندها
۱۰. استفاده از فناوری‌های نوین جهت هوشمندسازی فرایند مدیریت پسماند شهر تهران
۱۱. اعزام نمایندگان سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران به خارج از کشور برای شرکت در دوره‌های بین‌المللی آموزشی مدیریت پسماند

۱۲. استفاده از نیروهای جوان و تحصیل‌کرده مرتبط با حوزه مدیریت پسماندها در سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران
۱۳. بهسازی مراکز دفن موجود در مجتمع آرادکوه و آبعلی
۱۴. برنامه‌ریزی جهت استحصال گاز متان و تولید انرژی از مراکز دفن قدیمی در مجتمع آرادکوه
۱۵. طراحی و راه‌اندازی هر چه سریع‌تر یک مرکز دفن جدید بهداشتی و مهندسی در مجتمع آرادکوه

از سوی دیگر و با توجه به چشم‌انداز در نظر گرفته شده در دومین طرح جامع شهر تهران تمرکز بر جمع‌آوری تدریجی مخازن از سطح معابر شهری و جمع‌آوری پسماندها از درب منابع تولید با رویکرد واقعی سازی دریافت بهای خدمات مدیریت پسماندها، کنترل تولید، کاهش شیرابه در مبدأ و افزایش تفکیک پسماندهای خشک، تر و جزء ویژه خانگی در کوتاه و میان‌مدت را می‌توان از مهم‌ترین برنامه‌های پیش روی شهرداری تهران در نظر گرفت. از سایر موارد پیشنهادی در این خصوص (کوتاه‌مدت و میان‌مدت) نیز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. تلاش در جهت طراحی، احداث و مدیریت بهینه ۴ واحد MRF در سطح شهر تهران با رویکرد افزایش حداکثری تفکیک پسماندها و کاهش پسماندهای ارسالی به مجتمع آرادکوه
۲. بهینه‌سازی موضوع آموزش، اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی مدیریت پسماندها بر اساس چشم‌انداز سیستم PAYT (pay as you throw یا پرداخت متناسب با تولید) در شهر تهران
۳. بهینه‌سازی غرف بازیافت، وانت‌های ملودی، اپلیکیشن‌ها، ایستگاه‌های تفکیک بر اساس چشم‌انداز سیستم PAYT در شهر تهران
۴. برنامه‌ریزی برای بازیافت حداکثری پسماندهای ریجکت تولیدی در مجتمع آرادکوه
۵. احداث هر چه زودتر شهرک بازیافت (پردازش ثانویه) در مجتمع آرادکوه جهت مدیریت بهینه پردازش و بازیافت پسماندهای خشک تفکیک شده در مبدأ و مقصد در شهر تهران
۶. ساماندهی، کاهش و کنترل تدریجی موضوع زباله‌گردی در شهر تهران با همکاری جدی ادارات پسماند مناطق ۲۲ گانه شهر تهران و مدیریت بهینه پیمانکاران پسماند خشک مربوطه
۷. بهینه‌سازی ایستگاه‌های انتقال میانی مناطق بر اساس چشم‌انداز سیستم PAYT و راه‌اندازی ۴ واحد پردازش جدید در شهر تهران
۸. افزایش تدریجی ظرفیت واحدهای بازیافت و استحصال پسماندهای ساختمانی و عمرانی در شهر تهران
۹. بهینه‌سازی دفع پسماندهای بیمارستانی شهر تهران از طریق راه‌اندازی واحدهای بی‌خطرسازی مرکزی و سامانه پسماندسوزی مرکزی در مجتمع آرادکوه
۱۰. بهینه‌سازی مدیریت شیرابه در ایستگاه‌های انتقال میانی شهر تهران
۱۱. بهینه‌سازی مدیریت شیرابه در مجتمع آرادکوه
۲۱. بهبود کیفی و کمی تولید کمپوست در مجتمع آرادکوه با رویکرد فروش مناسب و بلندمدت کمپوست تولیدی به بخش خصوصی
۱۳. برنامه‌ریزی جهت جمع‌آوری و تفکیک تدریجی پسماندهای جزء ویژه خانگی از منابع خانگی و غیرخانگی شهر تهران

از سوی دیگر در خصوص برنامه‌های بلندمدت پسماند شهر تهران علاوه بر برنامه‌های در نظر گرفته شده در دومین طرح جامع پسماند شهر تهران می‌توان به پیشنهادات زیر اشاره کرد:

۱. همکاری با دولت و مجلس در خصوص تصویب قانون «امتداد مسؤولیت تولیدکننده» یا «EPR» در کشور
۲. کاهش تدریجی تحویل کیسه پلاستیکی رایگان در سطح شهر تهران
۳. همکاری با نهادهای مرتبطی چون معاونت شهرسازی شهرداری تهران و وزارت مسکن در خصوص تغییر قوانین موجود در خصوص ساخت‌وساز و استفاده از مصالح بازیافتی در ساختمان‌ها با رویکرد افزایش عمر مفید ساختمان‌ها، کاهش تولید پسماندهای ساختمانی و عمرانی در مبدأ و استفاده حداکثری از مصالح بازیافتی در ساختمان‌سازی کشور و شهر تهران
۴. همکاری با نهادهای مرتبطی چون معاونت شهرسازی شهرداری در خصوص اجباری نمودن احداث اتاقک‌های ذخیره‌سازی و تفکیک پسماندها در ساختمان‌های جدیدالحداث در شهر تهران
۵. افزایش آگاهی مدیریت پسماندی شهروندان تهرانی به‌جای تمرکز بر افزایش سطح سواد محیط‌زیستی آن‌ها
۶. بهره‌مندی از ظرفیت‌های اجتماعی جهت جلب حداکثری مشارکت مردم در مدیریت بهینه پسماند و بهره‌برداری از فرصت‌های بالقوه فرهنگی، اجتماعی، هنری توأمان در بخش‌های درون و برون‌سازمانی (درون و برون شهرداری تهران) که فهرست‌وار می‌توان به عناوین آن‌ها اشاره نمود:
۱. ظرفیت‌های درون شهرداری تهران
۱.۱. معاونت امور اجتماعی و فرهنگی

- ✓ اداره کل آموزش‌های شهروندی
- ✓ اداره کل فرهنگی
- ✓ اداره کل امور بانوان
- ✓ اداره کل سلامت
- ✓ اداره کل مطالعات فرهنگی و اجتماعی

۱.۲. سازمان فرهنگی و هنری شهرداری تهران
۱.۳. مرکز ارتباطات و امور بین‌الملل
۱.۴. روزنامه همشهری
۱.۵. مرکز فعالیت‌های دینی
۱.۶. سازمان زیباسازی
۱.۷. سازمان تاکسیرانی
۱.۸. شرکت مترو تهران
۱.۹. شرکت واحد اتوبوسرانی
۱.۱۰. مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهرداری تهران
۱.۱۱. مناطق ۲۲ گانه (معاونت‌های فرهنگی و اجتماعی)

۲. ظرفیت‌های برون شهرداری تهران
۲.۱. سازمان صداوسیما
۲.۲. وزارت آموزش‌وپرورش
۲.۳. وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی
۲.۴. اتاق بازرگانی و اصناف
۲.۵. سازمان حفاظت محیط‌زیست
۲.۶. وزارت نفت

۲.۷. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
۲.۸. دبیرخانه شورای فرهنگ عمومی
۹.۲. وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

۳. تمرکز ویژه براجرای برنامه‌های آموزشی و فرهنگ‌سازی مدیریت پسماندها در مهدهای کودک و مدارس دوره اول متوسطه شهر تهران

۴. پهنه‌بندی مدیریت پسماند شهر تهران با تمرکز بر بهره‌گیری از توان‌بخش خصوصی متخصص، سرمایه‌گذار و کارآمد

امیدواریم با اجرای طرح جامع مدیریت پسماند، تهران الگویی برای سایر شهرهای کشور باشد.

میکروپلاستیک‌ها در منابع آبی: توزیع، اثرات و سرنوشت

یلدا هاشم‌پور[1]
(نویسنده مسئول)
استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

محمدعلی ززولی
استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

1.Y.hashempour@mazums.ac.ir

چکیده

آلودگی محیط‌های آبی با پسماندهای پلاستیکی، نگرانی‌های زیادی را در سال‌های اخیر در سراسر جهان ایجاد کرده است. در این بررسی، اطلاعات مربوط به آلودگی میکروپلاستیک در منابع آبی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که ضعف مدیریت و اجرای ناکافی قوانین و مقررات مربوطه تا حدی منجر به وضعیت فعلی آلودگی میکروپلاستیک در سراسر جهان شده است. فراوانی بالای میکروپلاستیک‌ها در مناطق توسعه‌یافته نیز مشاهده شده است. مسیرهای مختلف ورود میکروپلاستیک‌ها به محیط‌های آبی شامل رواناب‌ها، رودخانه‌ها، تجزیه پلاستیک، فاضلاب لباسشویی و فاضلاب شهری، فعالیت‌های کشاورزی و ... است. میکروپلاستیک‌ها در آب پایداری کمتری دارند و می‌توانند تحت تأثیر هوازدگی یا تجزیه نوری قرار گیرند، به دلیل تجزیه زیستی به سمت کف آب ته‌نشین شوند، توسط ارگانیسم‌های آبزی بلعیده شده یا با جریان حمل شوند. میکروپلاستیک‌ها توسط میکروارگانیسم‌ها از طریق انحلال، یونیزاسیون، هیدرولیز و فرایندهای تخریب کاتالیز شده با آنزیم، بسته به انواع پلیمر، وزن مولکولی و شرایط محیطی تخریب می‌شوند. فراوانی میکروپلاستیک در آب‌های سطحی ممکن است وضعیت آلودگی فعلی را نشان دهد و فراوانی میکروپلاستیک در رسوبات منعکس‌کننده آلودگی تجمعی میکروپلاستیک‌ها برای مدت طولانی است. میزان ته‌نشینی میکروپلاستیک‌ها به تراکم، اندازه و شکل آن‌ها مربوط است و رفتار ته‌نشینی می‌تواند توسط فرایند هوازدگی و تجزیه زیستی تغییر کند. اولویت‌های تحقیقاتی متعددی شناسایی شده است و ما پیشنهاد می‌کنیم که دولت‌ها باید در مقابله با مشکلات آلودگی پلاستیک برای حفاظت از محیط‌زیست و انجام مسؤولیت‌های بین‌المللی فعال‌تر باشند.

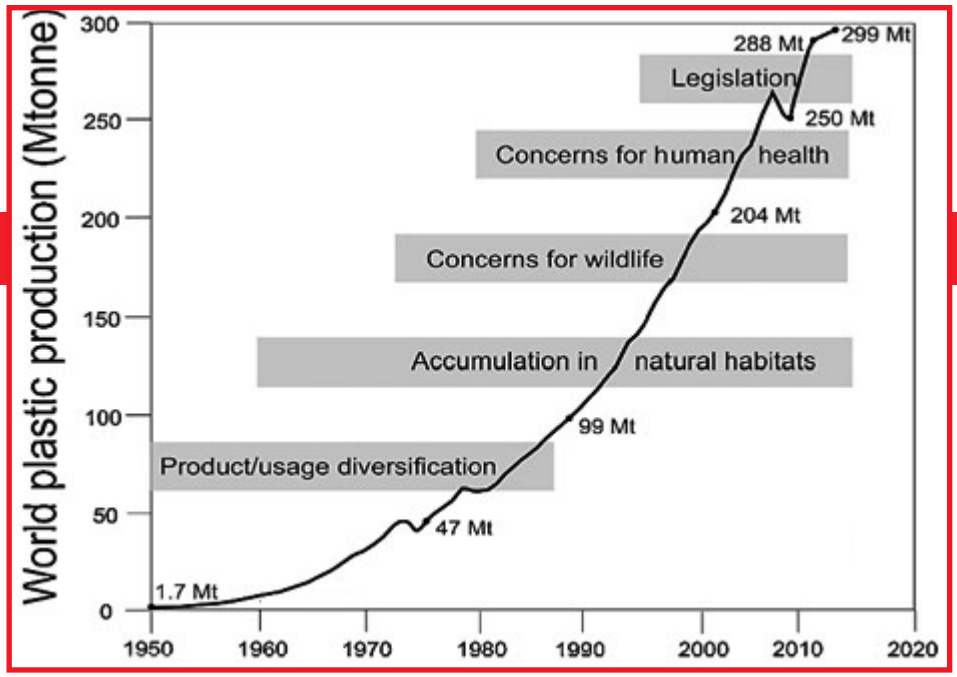
واژگان کلیدی: میکروپلاستیک، منابع آبی، مدیریت، منابع

مقدمه

در سال‌های اخیر، میکروپلاستیک به‌عنوان آلاینده نوظهور شناخته شده است. در حال حاضر، حدود ۸٪ نفت جهان برای تولید پلاستیک استفاده می‌شود. سالانه ۳۳۵ میلیون تن پلاستیک در سراسر جهان تولید می‌شود که بسیاری از زباله‌های آن به محیط، به‌ویژه محیط‌های دریایی وارد می‌شوند. پلاستیک حدود ۸۵٪ از زباله‌های دریایی را ایجاد می‌کند که باعث نگرانی گسترده شده و به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر محیط‌های دریایی و اکوسیستم‌ها تأثیر می‌گذارد (۱, ۲).

میکروپلاستیک‌ها یک آلاینده انسانی گسترده است که شامل قطعات پلاستیکی با اندازه‌های مختلف از ۰/۱ میکرومتر تا ۵ میلی‌متر است که از لایه‌بردارهای مورد استفاده در بسیاری از محصولات مراقبت شخصی، مواد ساینده، گلوله‌های رزین، الیاف مصنوعی یا تجزیه محصولات پلاستیکی بزرگ سرچشمه می‌گیرد (۳, ۴). آن‌ها به‌طورکلی از انواع مختلف پلیمرها از جمله پلی‌اتیلن (PE)، پلی‌پروپیلن (PP)، پلی استایرن (PS)، پلی وینیل الکل (PVA) و پلی آمید (PA) تشکیل شده‌اند. وجود میکروپلاستیک در انواع محیط‌ها در سراسر جهان از آب شیرین (۵) گرفته تا آب دریا (۶)، از شهرها گرفته تا مناطق دورافتاده (۷) و از ساحل تا رسوبات در اعماق دریا (۸) گزارش شده است.

میکروپلاستیک‌ها از طریق مسیرهای مختلف از جمله رودخانه‌ها، تجزیه پلاستیک، فاضلاب



شکل ۱: روند تولید و تکامل پلاستیک‌ها

لباسشویی و فاضلاب شهری وارد محیط‌های آبی می‌شوند. میکروپلاستیک‌ها با چگالی بالا در رسوب تجمع می‌یابند، اما میکروپلاستیک‌ها با چگالی کم روی سطح آب شناور می‌شوند. نگرانی‌ها به دلیل تأثیرات نامطلوب احتمالی ناشی از مواجهه موجودات آبزی با میکروپلاستیک مطرح شده است. حیوانات آبزی می‌توانند پلاستیک‌های کوچک را بلعیده و به دلیل گرسنگی ناشی از سیری کاذب بمیرند (۳). تاکنون گزارش شده است که این میکروپلاستیک‌ها در سراسر دنیا در موجودات و جانوران مختلف آبزی مانند زئوپلانکتون، صدف، ماهی، میگو و نهنگ وجود داشته است (۱۱-۹). مصرف میکروپلاستیک‌ها در موجودات آبزی منجر به استرس پاتولوژیک، اشباع کاذب، اختلال در تولیدمثل، انسداد در تولید آنزیم، کاهش سرعت رشد و استرس اکسیداتیو می‌شود؛ بنابراین این موجودات آبزی می‌توانند فلزات سنگین، ترکیبات آلی و سایر آلاینده‌ها را در بافت‌های خود جمع کرده و درنهایت آن‌ها را از طریق زنجیره غذایی به بدن انسان منتقل کنند (۱۲, ۱۳). شکل ۱ روند تولید و تکامل پلاستیک‌ها در جهان را نشان می‌دهد.

علاوه بر این، مواد افزودنی و یا مونومرهای سمی نیز می‌توانند از پلاستیک‌های میکروبی خارج شوند (۱۴). علاوه بر این، میکروپلاستیک‌ها می‌توانند به‌عنوان حاملی برای انتقال سایر مواد شیمیایی سمی مانند هیدروکربن‌های معطر چندحلقه‌ای (PAH)، پلی برومین دی فنیل اتر (PBDE) و فلزات سنگین عمل کنند (۱۵). انتقال میکروپلاستیک‌ها از راه غذا نیز نشان داده شده است (۱۸-۱۶) و این روند خطرات بالقوه‌ای را برای حیوانات در سطوح بالای تغذیه‌ای ایجاد می‌کند (۱۹)؛ بنابراین، میکروپلاستیک‌ها خطری بالقوه برای زندگی آبزیان، امنیت غذایی، رفاه اقتصادی اجتماعی و در نتیجه سلامت انسان به حساب می‌آیند.

میکروپلاستیک‌ها در محیط دریایی عمدتاً منشأ زمینی دارند (۲۰). تخمین زده شد که ۲۷۵ میلیون تن پسماند پلاستیکی در ۱۹۲ کشور ساحلی در سال ۲۰۱۰ تولیدشده و ۴.۸ تا ۱۲.۷ میلیون تن پسماند پلاستیکی به اقیانوس رسیده است (۲۱). همان‌طور که توسط Geyer و همکاران (۲۲) تخمین زده شده است، تقریباً ۶۳۰۰ میلیون تن پسماند پلاستیکی تا سال ۲۰۱۵ در سطح جهانی تولیدشده است و فقط ۹٪ بازیافت شده، ۱۲٪ سوزانده شده و ۷۹٪ در محل دفن پسماندها یا در محیط طبیعی دور ریخته شده است؛ بنابراین، منابع آبی می‌توانند برای انتقال و تجمع میکروپلاستیک‌ها بسیار مهم باشند؛ بنابراین، اهداف این بررسی شامل: ۱) منابع بالقوه، مسیرها و استراتژی‌های کنترل آلودگی میکروپلاستیک؛ ۲) ارزیابی اثرات احتمالی آلودگی میکروپلاستیک در منابع آبی و ۳) شناسایی خلأ تحقیقاتی و اولویت‌های تحقیق در کارهای بعدی است.

۱. حضور میکروپلاستیک‌ها در سیستم‌های آبی

۱,۱. حضور میکروپلاستیک‌ها در دریاچه‌ها

دریاچه‌ها مناطق کم‌عمقی هستند که توسط آب‌های زیرزمینی، بارندگی و یا رودخانه‌ها در یک حوضه آبریز تغذیه و تخلیه می‌شوند. پسماندهای پلاستیکی تولیدشده در حوضه آبریز دریاچه می‌توانند به دریاچه منتقل شده و در آنجا جمع شوند. صدف‌ها باعث تجمع زیستی میکروپلاستیک در رسوبات می‌شوند. به‌طوری‌که در مطالعه Su و همکاران نسبت فراوانی میکروپلاستیک در صدف‌ها به رسوبات از

۳۸ تا ۳۸۱۰ گزارش شده است (۱۸). Wang و همکاران (۲۳) آلودگی میکروپلاستیک در آب‌های سطحی شهری در شهر ووهان (از جمله ۲۰ دریاچه و دو رودخانه) را مطالعه کردند. در دریاچه‌های شهری، فراوانی میکروپلاستیک از ۶۶۰٫۱±۱۶۶۰ تا ۱۵۹۱±۸۹۲۵ ذره در هر مترمکعب در آب‌های سطحی متغیر است و مشخص شد که با فاصله از مرکز شهر ارتباط منفی دارد. در رسوبات ساحل از حوضه Co Siling در شمال تبت، میکروپلاستیک‌ها نیز با فراوانی متغیر از ۱۴±۸ تا ۱۲۱۹±۵۶۳ ذره در هر مترمربع شناسایی شد و به احتمال زیاد ورودی‌های رودخانه به سطوح بالای میکروپلاستیک کمک می‌کنند (۱۰). از نظر فضایی، فراوانی میکروپلاستیک بیشتری در ناحیه مرکزی دریاچه مشاهده شد و توزیع میکروپلاستیک‌ها احتمالاً به جریان دریاچه و گردشگری مربوط می‌شود (۲۴). میکروپلاستیک در صدف می‌تواند تغییرپذیری میکروپلاستیک در محیط آب شیرین را منعکس کند و می‌تواند به‌عنوان شاخص زیستی آلودگی میکروپلاستیک در سیستم‌های آب شیرین مورد استفاده قرار گیرد (۲۵).

۱،۲. حضور میکروپلاستیک‌ها در رودخانه‌ها

رودخانه جریانی است که به رودخانه‌های دیگر تخلیه شده و به دریاچه‌ها یا اقیانوس‌ها ختم می‌شود و حامل مهم حمل‌ونقل مواد زائد پلاستیکی هستند. مشخص شده است که رودخانه‌ها منبع اصلی آلودگی میکروپلاستیک در محیط دریایی هستند (۲۶). در مطالعه Peng و همکاران، فراوانی میکروپلاستیک‌ها در رسوبات خور یانگ تسه از ۲۰ تا ۳۴۰ ذره در کیلوگرم (وزن خشک) متغیر بود (۲۷). در مصب‌های اوجیانگ و جیاوجیانگ، فراوانی میکروپلاستیک در آب‌های سطحی به ترتیب ۲۸۴.۶±۶۸۰ و ۸۴۸.۷±۹۵۵.۶ ذره به ازای هر مترمکعب گزارش شد (۲۸).

توسعه ساخت‌وساز در حاشیه رودخانه بالادست، ورود فاضلاب به درون آب، ریختن زباله در حاشیه رودخانه و سواحل دریاچه، فعالیت‌های کشاورزی و گردشگری زمینه‌ساز ایجاد آلودگی میکروپلاستیک در بالادست رودخانه هستند. عدم وجود تصفیه‌خانه فاضلاب در برخی مناطق منجر به رهاسازی فاضلاب خانگی داخل آب شده است. این فاضلاب می‌تواند حاوی ذرات میکروپلاستیک شسته‌شده از شوینده‌های مختلف و محصولات آرایشی بهداشتی و میکروپلاستیک‌های رشته‌ای ناشی از شستن البسه و پارچه‌ها باشد. ریختن پسماندهای خانگی، نخاله‌های ساختمانی توسط ساکنین محلی و زباله‌هایی مانند بطری‌های نوشابه و آب و کیسه‌های پلاستیکی توسط گردشگران به درون آب و سواحل رودخانه می‌تواند منشأ میکروپلاستیک‌هایی باشد. همچنین، تردد وسایل نقلیه در جاده‌ها که با فاصله کمی از رودخانه احداث شده‌اند، احتمال انتقال ذرات لاستیکی کوچک و پلاستیک ناشی از ساییدگی لاستیک خودروها توسط رواناب جاده‌ها به درون آب را نیز ممکن می‌کند (۱، ۲، ۲۰).

۱،۳. حضور میکروپلاستیک‌ها در سدها

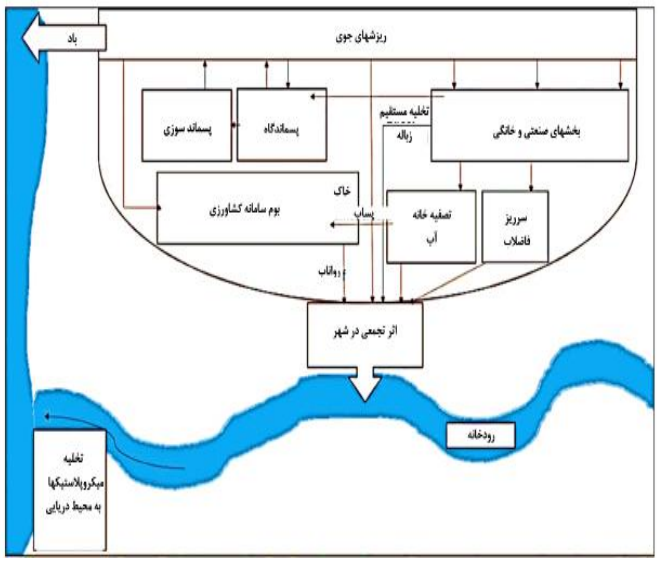
سدها آب مصنوعی هستند که در اثر سد کردن رودخانه به منظور کنترل سیلاب، تولید برق، آبیاری و حمل‌ونقل ایجاد می‌شوند. خصوصیات هیدرودینامیکی یک سد شبیه به یک دریاچه است. کاهش میزان جریان سد، مخازن را برای تجمع بقایای میکروپلاستیک مطلوب می‌کند. فراوانی میکروپلاستیک در آب‌های سطحی از ۳۴۰۷٫۷×۱۰۳ تا ۱۳۶۱۷٫۵×۱۰۳ ذره در کیلومترمربع در جریان اصلی رودخانه یانگ تسه و ۱۹۲٫۵×۱۰۳ تا ۱۱۸۸۹۷٫۷×۱۰۳ ذره در کیلومترمربع در خورهای فرعی متفاوت بود. فراوانی میکروپلاستیک با افزایش مجاورت رودخانه به سد تمایل فزاینده‌ای را نشان می‌دهد. ژانگ و همکاران (۱۱) بیشتر به بررسی آلودگی میکروپلاستیک در منطقه آب‌های پشت رودخانه شیانگشی پرداختند. فراوانی میکروپلاستیک از ۰٫۵۵×۱۰۵ تا ۳۴۲×۱۰۵ ذره در کیلومترمربع در آب‌های سطحی، ۸۶۴-۸۰ ذره در مترمربع در رسوب و ۰٫۳۳ تا ۱٫۵ ذره در ماهی متفاوت بود. سطح فراوانی میکروپلاستیک بالاتر در فصل مرطوب در مقایسه با فصل خشک مشاهده شد و توزیع میکروپلاستیک مربوط به شرایط هیدرودینامیکی بود (۲۹). آلودگی میکروپلاستیک در آب‌های سطحی در مناطق شهری جدی‌تر است، در حالی که آلودگی میکروپلاستیک در رسوبات در مناطق روستایی بارزتر است (۲۴).

میکروپلاستیک‌ها در آب پایداری کمتری دارند و می‌توانند در اثر هوازدگی تجزیه شوند (۳۰)، به دلیل گرفتگی زیستی یا biofouling به سمت کف آب ته‌نشین شوند (۳۱)، توسط ارگانیسم‌های آبزی بلعیده شده (۳۲) و یا با جریان حمل شوند (۳۳). میکروپلاستیک در رسوب می‌تواند میزان ورودی پسماندهای پلاستیکی را منعکس کند (۳۴)؛ بنابراین، فراوانی میکروپلاستیک در آب‌های سطحی ممکن است وضعیت آلودگی فعلی را نشان دهد و فراوانی میکروپلاستیک در رسوبات منعکس‌کننده آلودگی تجمعی میکروپلاستیک‌ها برای مدت طولانی است (۲۴).

۲. منابع، مسیرها و سرنوشت میکروپلاستیک‌ها در منابع آبی

۲،۱. منابع میکروپلاستیک

صنعت پلاستیک محصولات بسیار متنوعی از پلاستیک تولید می‌کند که به‌طور گسترده در زندگی روزمره ما مورد استفاده قرار می‌گیرد. محصولاتی مانند گلوله‌های رزینی و ریزدانه‌ها منابع اصلی میکروپلاستیک‌ها محسوب می‌شوند. گلوله‌های رزینی مواد اولیه‌ای هستند که برای تولید سایر محصولات پلاستیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. گلوله‌های رزینی را می‌توان به‌طور ناخواسته در حین ساخت و حمل‌ونقل در محیط آزاد کرد (۳۵). ماده‌های ریز در محصولات مراقبت شخصی مانند لایه‌بردارها و در محصولات صنعتی مانند



شکل ۲: منابع بالقوه میکروپلاستیک‌ها در محیط شهری

ساینده استفاده می‌شوند (۳۶).
سایر محصولات پلاستیکی به‌طور گسترده در بسته‌بندی، منسوجات، ساختمان و ساخت‌وساز، خودرو، محصولات الکتریکی و الکترونیکی، کشاورزی، محصولات خانگی و غیره استفاده می‌شوند. این محصولات پلاستیکی در پایان عمر خود به‌طور ایده‌آل با بازیافت، سوزاندن یا ریختن در محل‌های دفن پسماند، دفع می‌شوند. با این حال، مقادیر قابل‌توجهی از پسماندهای پلاستیکی سوء مدیریت شده و از طریق مسیرهای مختلف به محیط‌زیست ریخته می‌شوند (۲۲). هنگامی که در محیط قرار گرفتند، روند هوازدگی می‌تواند این محصولات را به آرامی تجزیه کند و مقادیر زیادی میکروپلاستیک ثانویه یا حتی نانو پلاستیک تولید شود (۳۷, ۳۸).
در بین محصولات پلاستیکی، پلاستیک‌های بسته‌بندی کوتاه‌ترین طول عمر را دارند (۲۲) و معمولاً ارزان و یک‌بار مصرف هستند و معمولاً در محیط دور ریخته می‌شوند. از مالچ پلاستیک معمولاً در کشاورزی برای افزایش عملکرد محصول استفاده می‌شود. الیاف مصنوعی که به‌طور گسترده در منسوجات مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توانند در طول استفاده به الیاف میکروپلاستیک تجزیه شوند. بسیاری از مطالعات نشان داده است که الیاف میکروپلاستیک در حین شستشوی خانگی تولید می‌شوند. الیاف میکروپلاستیک همچنین می‌توانند در هنگام استفاده منظم یا پوشیدن منسوجات تولید شوند، اما این فرآیند به خوبی مشخص نشده است. علاوه بر این، ذرات لاستیک حاصل از سایش و پارگی لاستیک‌های تولیدشده در هنگام سایش در جاده‌ها نیز به‌عنوان میکروپلاستیک شناخته می‌شوند (۲۰, ۲۲). شکل ۲ منابع بالقوه میکروپلاستیک‌ها در محیط شهری را نشان می‌دهد.

۲,۲. مسیرهای انتقال میکروپلاستیک به منابع آبی

فاضلاب خانگی منبع مهمی از میکروپلاستیک‌ها به‌ویژه برای microbeads[۱] و الیاف مصنوعی است. در مناطق توسعه‌نیافته، فاضلاب خانگی با تصفیه کم یا بدون تصفیه مستقیماً به محیط اطراف تخلیه می‌شود. در مناطق شهری، بیشتر فاضلاب‌های خانگی در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب (WWTP) جمع‌آوری و تصفیه می‌شوند. بخش بزرگی از میکروپلاستیک‌ها می‌توانند از پساب فاضلاب خارج شوند، اما با تخلیه پساب، مقدار قابل‌توجهی از میکروپلاستیک‌ها در آب‌های گیرنده آزاد می‌شود (۳۹, ۴۰). بخش بزرگی از میکروپلاستیک‌های حذف شده در لجن فاضلاب در طی فرآیندهای ته‌نشینی تصفیه فاضلاب نگهداری می‌شود و کاربرد زمینی لجن فاضلاب تصفیه شده می‌تواند این میکروپلاستیک‌ها را به خاک وارد کند (۴۱). رواناب مسیر مهم دیگری برای انتقال پلاستیک‌ها، ماکروپلاستیک‌ها و میکروپلاستیک‌ها از محیط‌های زمینی به منابع آبی است. به دلیل سوء مدیریت معمولاً پسماندهای پلاستیکی در نزدیکی جاده‌ها، در خاک یا در مکان‌های تخلیه غیرمجاز پراکنده می‌شوند. Nizzetto و همکاران (۴۲) یک مدل نظری برای ارزیابی انتقال میکروپلاستیک در حوضه‌های آبریز رودخانه توصیف کرده و پیش‌بینی کردند که میکروپلاستیک‌های کوچک‌تر از ۰,۲ میلی‌متر و میکروپلاستیک‌های سبک‌تر از آب می‌توانند در یک حوضه آب نگهداری و به سیستم‌های آبی دیگر و محیط دریا منتقل شوند. به غیر از مواد زائد پلاستیکی از زباله، لاستیک و سایش جاده نیز می‌توانند از طریق رواناب جاده منتقل شوند. در یک مطالعه مدل‌سازی دیگر، مشخص شد که ذرات ساییدگی لاستیک و جاده ۴۲٪ پلاستیک‌های انتقال یافته توسط رودخانه‌ها به دریاها را تشکیل می‌دهند (۹).
از آنجا که بسیاری از ماکروپلاستیک‌ها و میکروپلاستیک‌ها دارای وزن کمی هستند، حمل‌ونقل جوی نیز مسیر مهمی برای انتقال آن‌ها در سیستم‌های آبی است. باد می‌تواند مواد زائد پلاستیکی را از زمین، محل‌های تخلیه و حتی محل دفن پسماند با مدیریت ضعیف دور کرده و در مناطق دور از سایت‌های اصلی از جمله آب‌های زیرزمینی ذخیره کند. میکروپلاستیک‌های انتقالی در اثر عوامل جوی در فرانسه غالباً از نوع الیاف مصنوعی تشخیص داده شدند (۴۳). با این حال، میکروپلاستیک‌ها ممکن است در مقایسه با آلاینده‌های گازی یا سایر ذرات معلق دارای خصوصیات متفاوتی باشند و رفتارهای جوی انتقال پلاستیک باید بیشتر مورد بررسی قرار گیرد.

۲,۳. سرنوشت میکروپلاستیک‌ها در منابع آبی

سرنوشت میکروپلاستیک در منابع آبی به خوبی درک

۱- Microbead ذرات پلاستیک جامد با ابعاد کمتر از یک میلی‌متر هستند. آن‌ها اغلب از پلی‌اتیلن ساخته می‌شوند اما می‌توانند از سایر پلاستیک‌های پتروشیمی مانند پلی‌پروپیلن و پلی‌استایرن نیز تولید شوند. آن‌ها در محصولات مراقبت شخصی، خمیردندان و در تحقیقات زیست‌پزشکی و علوم بهداشتی نیز استفاده می‌شوند.

نشده است. پلاستیک‌های کوچک همراه با جریان رودخانه به پایین‌دست منتقل می‌شوند. در حین حمل‌ونقل، میکروپلاستیک‌ها می‌توانند بیشتر شکسته شده، رسوب کنند و یا روانه ساحل شوند. میکروپلاستیک‌هایی که همچنان در آب حضور دارند درنهایت توسط جریان رودخانه‌ها به دریاچه‌های بسته منتقل می‌شوند. در دریاچه‌ها یا مخازن سدها، کاهش سرعت جریان آب سبب تسهیل شدن ته‌نشینی میکرو پلاستیک‌های سنگین‌تر از آب می‌شود. مشخص شده است که میزان ته‌نشینی میکروپلاستیک‌ها به تراکم، اندازه و شکل آن‌ها مربوط است و رفتار ته‌نشینی می‌تواند توسط فرایند هوازدگی و گرفتگی زیستی تغییر کند (۴). شرایط هیدرودینامیکی ضعیف نیز به نفع توسعه بیوفیلم‌ها در سطح میکروپلاستیک است. نتایج مدل‌سازی پیش‌بینی کرد که حرکت عمودی ذرات میکروپلاستیک منجر به حداکثر غلظت در عمق متوسط اقیانوس می‌شود (به دلیل گرفتگی زیستی) (۴۴). اثرات گرفتگی زیستی در انتقال عمودی میکروپلاستیک در آب‌ها تا حد زیادی ناشناخته است، اما با توجه به نتایج زیست‌محیطی تحقیقات قبلی، عواملی مانند نور، مواد مغذی، دما و شرایط هیدرولیکی تنظیم‌کننده‌های مهم توسعه بیوفیلم هستند (۳۷).

میکروپلاستیک‌ها در منابع آبی بیشتر در معرض هوازدگی قرار می‌گیرند. میکروپلاستیک‌هایی که روی سطح آب شناور هستند قابل تجزیه نوری هستند. تجزیه نوری به‌عنوان عامل اصلی اکسیداسیون پلاستیک در نظر گرفته می‌شود و بیشتر پلاستیک‌ها در معرض تخریب ناشی از اشعه ماورا بنفش و نور مرئی هستند (۴۰). با این حال، آب کدر و گرفتگی زیستی می‌تواند نور خورشید را سایه افکند و مانع تجزیه نوری شود. تنش مکانیکی همچنین می‌تواند به تخریب میکروپلاستیک کمک کند، به‌ویژه برای آن‌هایی که قبلاً تخریب گسترده‌ای داشته‌اند و شکننده شده‌اند. تخریب مکانیکی میکروپلاستیک‌ها در منابع آبی می‌تواند به شرایط هیدرولیکی و وجود ذرات مشکوک دیگر مربوط باشد. علاوه بر این، میکروپلاستیک‌ها توسط میکروارگانیسم‌ها از طریق انحلال، یونیزاسیون، هیدرولیز و فرایندهای تخریب کاتالیز شده با آنزیم، بسته به انواع پلیمر، وزن مولکولی و شرایط محیطی تخریب می‌شوند. تجزیه بیولوژیکی پلاستیک‌ها فرآیند بسیار کندی است اما به دلیل تغییر در ویژگی‌های سطح و بافت که پیوستگی میکروارگانیسم‌ها را از بین می‌برد و به آن‌ها حمله می‌کند، می‌تواند با هوازدگی تسریع شود. در حال حاضر، بیشتر دانش در مورد تخریب پلاستیک‌ها از علم مواد و پلیمر نشات می‌گیرد، اما برای درک بهتر هوازدگی پلاستیک در محیط، مطالعات بیشتری لازم است. میکروپلاستیک در منابع آبی می‌تواند توسط موجودات آبزی بلعیده شوند. مصرف مواد پلاستیکی ریز توسط حیوانات آبزی به دلیل وجود اثرات سوء، یک نگرانی عمده است (۲۴).

تجمع زیستی و بزرگنمایی زیستی فرآیندهای میکروپلاستیک در اکوسیستم‌های آبی به خوبی درک نشده است. اگرچه مطالعات نشان داده است که تجمع زیستی میکروپلاستیک و انتقال تروفیک امکان‌پذیر است (۱۷, ۲۵)، اما برخی مطالعات نشان داده‌اند که میکروپلاستیک‌ها می‌توانند به سرعت از بدن دفع شوند (۱۹, ۲۲). صرف‌نظر از اینکه میکروپلاستیک در بدن حیوانات آبزی حفظ شود، مقدار قابل‌توجهی از میکروپلاستیک وارد محیط آبزی می‌شود و انتظار می‌رود که در بدن آبزیان تجمع یابد. علاوه بر این، تخریب میکروپلاستیک‌ها در دستگاه گوارش حیوانات آبزی نیز ممکن است به دلیل وجود دستگاه گوارش روده و معده و وجود مایعات روده و میکروارگانیسم‌ها امکان‌پذیر باشد (۲۲).

۲,۴. اثرات و خطرات احتمالی میکروپلاستیک در منابع آبی

تأثیرات ماکروپلاستیک و میکروپلاستیک بر روی موجودات آبزی شامل سایش و زخم، انسداد دستگاه گوارش، افزایش مرگ‌ومیر، کاهش باروری، پاسخ التهابی، تغییرات متابولیسم، تغییرات تغذیه، اختلال در تولیدمثل، تغییر در رفتار، کاهش ذخایر انرژی، ترشح مونومرهای سمی و یا مواد افزودنی و حامل سایر آلاینده‌ها هستند. این اثرات تحت تأثیر اندازه، شکل و انواع پلیمری این پلاستیک قرار می‌گیرند (۳۶, ۴۳). با این حال، همه مطالعات گزارش کردند که اثرات منفی به غلظت میکروپلاستیک بسیار بیشتری از آنچه در نمونه‌های محیطی تشخیص داده شده است، نیاز دارند. از microbead استاندارد معمولاً در مطالعات سمیت‌سنجی استفاده می‌شود و آن‌ها نمی‌توانند تأثیرات ویژگی‌های مورفولوژیکی (مثلا به دلیل هوازدگی) میکروپلاستیک‌های جمع‌آوری‌شده را منعکس کنند. بسیاری از محققان نگرانی‌های خود را در مورد مطالعات فعلی سمیت‌شناسی مربوط به میکروپلاستیک ابراز کرده و به لزوم بهبود قابلیت اطمینان و ارتباط تحقیقات زیست‌محیطی در مورد میکروپلاستیک اشاره کرده‌اند (۶, ۲۰, ۳۴). به غیر از تأثیرات بیولوژیکی بر موجودات زنده، تأثیرات اکولوژیکی ماکروپلاستیک و میکروپلاستیک نیز به خوبی اثبات شده است. به‌عنوان مثال، کیسه‌های پلاستیکی دور انداخته شده شرایط بی‌اکسیژنی را در داخل رسوب ایجاد می‌کنند، بهره‌وری اولیه و مواد آلی را کاهش می‌دهند و فراوانی بی‌مهرگان زیرزمینی را کاهش می‌دهند (۲۲). وجود پلی استایرن (PS) ممکن است بر ترکیب باکتری در محیط‌های آبی تأثیر بگذارد. قرار گرفتن در معرض میکروپلاستیک می‌تواند بر فیلتراسیون Ostrea edulis[1] و Mytilus edulis[2] تأثیر بگذارد و غلظت آمونیوم آب و زیست‌توده سیانوباکتریوم اعماق دریا را کاهش دهد (۴۵). توصیه می‌شود در آینده اثرات اکولوژیکی میکروپلاستیک‌ها،

۱- Ostrea edulis که معمولاً به عنوان صدف مسطح اروپایی شناخته می‌شود، گونه‌ای از صدف بومی اروپا است. در بریتانیا و ایرلند به صدف گلی یا صدف خوراکی، در فرانسه به عنوان صدف‌های مسطح شناخته می‌شوند.

۲- Mytilus edulis صدف آبی که به عنوان صدف معمولی نیز شناخته می‌شود، یک نرم تن دریایی دوکفه ای خوراکی با اندازه متوسط در خانواده صدف‌ها است. صدف‌های آبی در معرض استفاده تجاری و آبزی‌پروری فشرده هستند. گونه‌ای با گستره وسیع و پوسته های خالی معمولا در سواحل سرتاسر جهان یافت می‌شوند.

مانند تأثیرات چند نسلی و تغییر در تنوع زیستی، ساختار جامعه و عملکرد اکوسیستم، مورد بررسی قرار گیرد. اگرچه بسیاری از مطالعات اثرات میکروپلاستیک را نشان داده‌اند، اما به دلیل عدم تطابق بین میکروپلاستیک‌های جمع‌آوری‌شده میدانی و پلاستیک‌های مورد استفاده در مطالعات سمیت شناسی، نمی‌توان از این داده‌های مرتبط مستقیماً برای ارزیابی ریسک استفاده کرد. با این حال، در مطالعات اکوتوکسیکولوژیکی آینده باید با دقت بیشتری به ویژگی‌های مورفولوژیک میکروپلاستیک‌ها و آلاینده‌های منتقله از طریق میکروپلاستیک توجه شود. علاوه بر این، نانو پلاستیک‌ها که اغلب سمی‌تر از ماکروپلاستیک‌ها هستند، به دلیل محدودیت‌های روش نمونه‌گیری فعلی و تحلیلی، کنترل نشده‌اند (۴۰). با این وجود، مطالعات اخیر وجود نانو پلاستیک در محصولات مراقبت شخصی را تأیید کرده است (۱۴, ۴۵) بنابراین، برای تعیین کمیت نانو پلاستیک در محیط و ارزیابی سرنوشت و تأثیرات آن در آینده، به توسعه بیشتر روش مناسب نیاز است.

۳. نمونه‌برداری و تجزیه‌وتحلیل میکروپلاستیک

۳,۱. روش‌های مورد استفاده برای سنجش میکروپلاستیک

روش‌های مورد استفاده در جمع‌آوری نمونه و پیش تیمار در شکل ۳ خلاصه شده است. روش‌های استفاده شده در سیستم‌های آبی مشابه روش‌های استفاده شده در محیط‌های دریایی است. به‌طور کلی، نمونه‌ها از محیط جمع‌آوری‌شده و سپس مراحل اندازه‌گیری، هضم، جداسازی بر اساس دانسیته و فیلتراسیون را طی می‌کنند. از نمونه‌های آماده شده برای بررسی و شناسایی بیشتر استفاده شود.

۳,۲. جمع‌آوری نمونه

میکروپلاستیک در آب‌های سطحی با استفاده از نمونه‌بردار Neuston Nets[1]، پمپ‌ها و نمونه‌بردار bulk[2] جمع‌آوری می‌شوند. مسافت تراولینگ با استفاده از تورهای Neuston بسته به فراوانی میکروپلاستیک‌های شناور از ۲۵ متر تا ۲ کیلومتر در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر متغیر بود و اندازه مش ۱۱۲ یا ۳۳۳ میکرومتر است. آب‌های سطحی جمع شده با استفاده از پمپ‌ها یا نمونه‌بردارهای bulk در کارهای مختلف از عمق مختلف گرفته شده و حجم آن از ۱ لیتر تا ۲۰ لیتر است. میکروپلاستیک موجود در رسوبات از ناحیه ساحلی با استفاده از یک بیل جمع‌آوری می‌شود (۲۳, ۴۶). منطقه نمونه‌برداری از رسوبات در سطح ۴۰۰ تا ۲۵۰۰ سانتی‌مترمربع و عمق نمونه‌برداری از ۰ تا ۲ تا ۰–۵ سانتی‌متر متغیر است. میکروپلاستیک در رسوبات زیرآب با استفاده از نمونه‌برداری لحظه‌ای (۱۱, ۲۵, ۲۹) یا box corer[3] (۲۷) جمع‌آوری می‌شود و منطقه نمونه‌برداری توسط اندازه دهانه نمونه‌بردار تعیین می‌شود.

۳,۳. آنالیز نمونه

نمونه‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از فیلتر تحت یک مرحله انتخاب سایز قرار می‌گیرند. اندازه منافذ فیلترهای مورد استفاده از ۱ میکرومتر تا ۰,۵ میلی‌متر متغیر است. جداسازی بر اساس دانسیته برای جداسازی میکروپلاستیک‌ها از ماتریس‌های متراکم‌تر و محلول‌های NaCl (۱.۲ گرم بر سانتی‌مترمکعب)، NaI (۱.۶ گرم در سانتی‌مترمکعب)، ZnCl۲ (۱.۵ گرم در سانتی‌مترمکعب) و فرمات پتاسیم (۱.۵ گرم در سانتی‌مترمکعب) استفاده می‌شود. یک مرحله هضم با استفاده از ۳۰٪ H۲O۲ قبل یا بعد از جداسازی بر اساس دانسیته برای حذف مداخلات آلی انجام می‌شود. سپس، نمونه‌های تصفیه شده فیلتر شده و ذرات معلق در فیلترها به‌صورت بصری مورد بررسی قرار می‌گیرند. برای جلوگیری از مثبت بودن کاذب و شناسایی انواع پلیمرهای آن‌ها، میکروپلاستیک‌های مشکوک باید بررسی شوند. شناسایی میکروپلاستیک‌ها به‌طور معمول با استفاده از طیف‌سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه (FTIR)[4]، طیف‌سنجی رامان[5]، طیف‌سنجی جرمی کروماتوگرافی گاز پیرولیز (pyro-GC/MS)[6] انجام می‌شود (۴۷, ۴۸).

سایر مسائل مربوط به نمونه‌برداری و تجزیه‌وتحلیل میکروپلاستیک

trawling سطحی با تور پلانکتون پرکاربردترین روش برای بررسی اقیانوس‌ها است (۴). از مزایای این روش، نمونه‌برداری از یک منطقه وسیع است، اما میکروپلاستیک‌های کوچک از طریق شبکه عبور می‌کنند. علاوه بر این، اندازه‌های مختلف مش که در مطالعات مختلف استفاده می‌شود، مقایسه داده‌ها را با مشکل روبرو می‌کند. برای جمع‌آوری میکروپلاستیک‌های کوچک‌تر می‌توان از نمونه‌بردار bulk pumpor استفاده کرد، اما منطقه نمونه‌برداری محدود می‌شود که ممکن است نمونه نماینده مناسبی از کل نباشد زیرا توزیع فضایی میکروپلاستیک‌ها بسیار متغیر است. در صورت استفاده از پمپ یا نمونه‌بردار bulk، باید چندین تکرار از یک سایت جمع‌آوری شود.

نمونه‌های جمع‌آوری‌شده را می‌توان در بطری‌های پلاستیکی یا شیشه‌ای یا در کیسه‌های فویل پلاستیکی یا آلومینیومی

۱- ابزاری با ساختار توری مانند که برای نمونه‌برداری از پلانکتون‌ها یا میکروپلاستیک‌های موجود در چند سانتی‌متر اول ستون آب طراحی شده است.

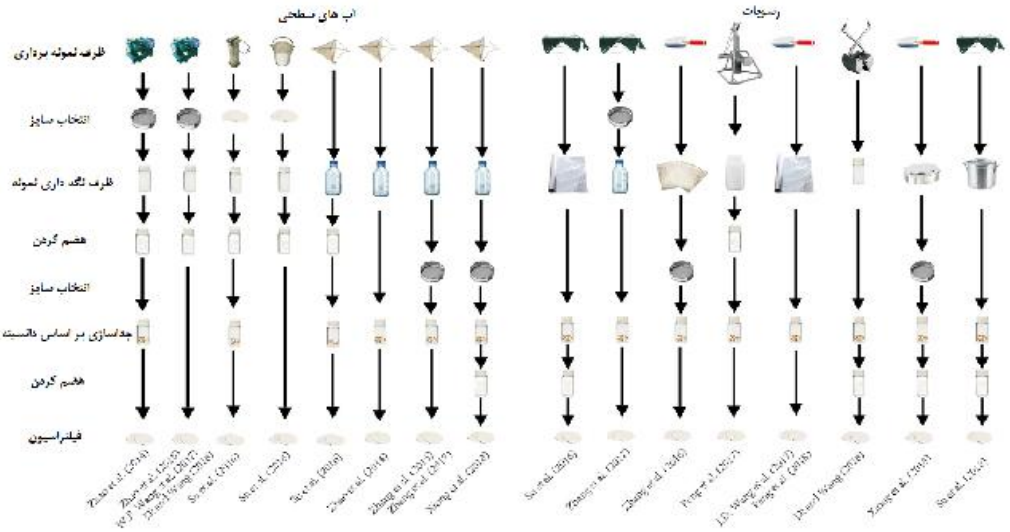
۲- روشی از نمونه‌برداری فیزیکی با حجم زیاد از موادمعدنی است که از یک منطقه با منبع شناخته شده برای اهداف تحقیقاتی گرفته می‌شود. نمونه برای تعیین خواص فیزیکی و یا شیمیایی ماده، مورد آزمایش قرار می‌گیرد.

۳- یک ابزار نمونه‌برداری دریایی برای رسوبات نرم در دریاچه‌ها یا اقیانوس‌ها است.

4.Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

5. Raman Spectroscopy

6. Pyrolysis Gas Chromatography Mass Spectrometry (pyro-GC/MS)



شکل ۳: روش‌های نمونه‌برداری و پیش تصفیه مورد استفاده در مطالعات میکروپلاستیک در سیستم‌های آبی

نگهداری کرد. کنترل‌های خالی باید در آن گنجانده شود، مخصوصاً وقتی از ظروف پلاستیکی استفاده می‌شود. نمونه‌های حجیم آب و رسوبات می‌توانند فیلتر شوند تا قبل از ذخیره‌سازی حجم آن‌ها کاهش یابد، اما میکروپلاستیک‌های کوچک از بین می‌روند. محلول NaCl اشباع به‌طور گسترده‌ای در جداسازی بر اساس دانسیته مورد استفاده قرار می‌گیرد (احتمالاً به این دلیل که ارزان و به راحتی در دسترس است). با این حال، چگالی محلول NaCl اشباع ۱٫۲ گرم در میلی‌لیتر است و بنابراین فقط پلاستیک‌های با چگالی کم را می‌توان جدا کرد. محلول NaI، ZnCl۲ و فرمات پتاسیم می‌توانند چگالی بالاتر از ۱٫۵ گرم در میلی‌لیتر داشته باشند؛ بنابراین پلاستیک‌های متراکم می‌توانند روی سطح شناور شوند و از هم جدا شوند؛ اما این راه‌حل گران‌تر است و ممکن است باعث ایجاد مشکلات آلودگی شود.

در برخی از آب‌ها، جلبک‌ها و بقایای گیاهان به وفور یافت می‌شود. روش هضم کردن می‌تواند به از بین بردن برخی از این مداخلات کمک کند، اما پسماندهای چوب به سختی پاک می‌شوند. غربالگری گاهی اوقات قبل از جداسازی بر اساس دانسیته برای از بین بردن بقایای زیادی انجام می‌شود که ممکن است بر جداسازی بر اساس دانسیته تأثیر بگذارد. پس از پیش تصفیه، نمونه‌های نگهداری شده روی فیلترها و یا الک‌ها به‌صورت بصری با یا بدون کمک میکروسکوپ نوری طبقه‌بندی می‌شوند. میکروپلاستیک‌های مشکوک با توجه به ویژگی‌های مورفولوژیکی آن‌ها به‌صورت دستی شناسایی می‌شوند.

میکروپلاستیک‌ها در مقایسه با مواد طبیعی، معمولاً اشکال، بافت، رنگ و خصوصیات براق متمایزی را نشان می‌دهند. با این حال، ممکن است منفی کاذب، به‌ویژه برای میکروپلاستیک‌های هوازده رخ دهد. تأثیر عوامل انسانی بر مرتب‌سازی بصری اجتناب‌ناپذیر است و باید پذیرفت. بیشتر میکروپلاستیک مشکوک را می‌توان با استفاده از ابزار شناسایی کرد. با این حال، شناسایی ابزاری زمان‌بر و گران است؛ بنابراین، این مرحله معمولاً در زیرمجموعه‌ای از نمونه‌ها در بیشتر مطالعات انجام می‌شود. علاوه بر این، شناسایی ابزاری به مرتب‌سازی بصری بستگی دارد. کار با میکروپلاستیک‌های بسیار کوچک دشوار است که ممکن است منجر به سوگیری در شناسایی شود (۲۴).

نتیجه‌گیری و دیدگاه‌ها

مروری بر متون موجود نشان می‌دهد که آلودگی میکروپلاستیک در منابع آبی در همه جا وجود دارد. ضعف مدیریت و اجرای ناکافی قوانین و مقررات مربوط تا حدی منجر به وضعیت فعلی آلودگی میکروپلاستیک در سرتاسر جهان شده است. در سال‌های اخیر، میکروپلاستیک‌ها به یک موضوع داغ در تحقیقات محیطی تبدیل شده‌اند، اما هنوز بسیاری از مسائل فنی و مشکلات مربوط به آن‌ها باید حل شوند. به‌طور کلی موارد اولویت زیر در مورد میکروپلاستیک‌ها باید موردتوجه قرار گیرد:

- ایجاد روش‌های تحلیلی استاندارد برای شناسایی و کمی‌سازی قابل‌اعتماد میکروپلاستیک‌ها و نانوپلاستیک‌ها در ماتریس‌های مختلف.
- بررسی فرآیندهای هوازدگی و سرنوشت زیست‌محیطی ماکروپلاستیک و میکروپلاستیک در منابع آبی.
- مسیرهای حمل‌ونقل میکروپلاستیک‌ها از منابع زمینی به منابع آبی را مشخص کنید. توسعه و کالیبراسیون مدل‌ها برای ارزیابی تجمع میکروپلاستیک در آب‌ها و ورودی رودخانه میکروپلاستیک به اقیانوس‌ها.
- ارزیابی اثرات میکروپلاستیک بر روی ارگانیسم‌های آبزی از سطح مولکولی تا سطح جامعه و تأثیر آن بر عملکردهای اکوسیستم. روابط بین خصوصیات فیزیکی-شیمیایی میکروپلاستیک و اثرات سمی آن‌ها را درک کنید.

- توسعه و ارتقا جایگزین‌های دوستدار محیط‌زیست و اقتصادی برای پلاستیک‌ها.

پیشرفت در همه جبهه‌ها، از جمله نظارت، تحقیق، مدیریت و تدوین سیاست‌ها، به محققان در درک بهتر خطرات میکروپلاستیک در منابع آبی کمک می‌کند و توسعه ابزارها و استراتژی‌های کاهشی را راهنمایی می‌کند. دولت‌ها باید اقدامات مدیریت پسماند پلاستیک را بیشتر بهبود بخشند، اجرای قوانین و مقررات مربوطه را تشدید کنند، سیاست‌های جدیدی را برای هدف قرار دادن منابع نوظهور پسماندهای پلاستیکی ایجاد کنند و تبلیغات و آموزش را برای بهبود آگاهی مردم از حفاظت از محیط‌زیست به‌طورکلی و آلودگی ناشی از پلاستیک‌های کوچک افزایش دهند.

منابع:

1. Chen H, Qin Y, Huang H, Xu W. A Regional Difference Analysis of Microplastic Pollution in Global Freshwater Bodies Based on a Regression Model. Water. 2020;12(7):1889.
2. Abidli S, Akkari N, Lahbib Y, El Menif NT. First evaluation of microplastics in two commercial fish species from the lagoons of Bizerte and Ghar El Melh (Northern Tunisia). Regional Studies in Marine Science. 2021;41:101581.
3. Cole M, Lindeque P, Halsband C, Galloway TS. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. Marine pollution bulletin. 2011;62(12):2588-97.
4. Hidalgo-Ruz V, Gutow L, Thompson RC, Thiel M. Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. Environmental science & technology. 2012;46(6):3060-75.
5. Free CM, Jensen OP, Mason SA, Eriksen M, Williamson NJ, Boldgiv B. High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. Marine pollution bulletin. 2014;85(1):156-63.
6. Law KL, Morét-Ferguson SE, Goodwin DS, Zettler ER, DeForce E, Kukulka T, et al. Distribution of surface plastic debris in the eastern Pacific Ocean from an 11-year data set. Environmental science & technology. 2014;48(9):4732-8.
7. Hirai H, Takada H, Ogata Y, Yamashita R, Mizukawa K, Saha M, et al. Organic micropollutants in marine plastics debris from the open ocean and remote and urban beaches. Marine pollution bulletin. 2011;62(8):1683-92.
8. Van Cauwenberghe L, Vanreusel A, Mees J, Janssen CR. Microplastic pollution in deep-sea sediments. Environmental pollution. 2013;182:495-9.
9. Siegfried M, Koelmans AA, Besseling E, Kroeze C. Export of microplastics from land to sea. A modelling approach. Water Research. 2017;127:249-57.
10. Zhang K, Su J, Xiong X, Wu X, Wu C, Liu J. Microplastic pollution of lakeshore sediments from remote lakes in Tibet plateau, China. Environmental pollution. 2016;219:450-5.
11. Zhang K, Xiong X, Hu H, Wu C, Bi Y, Wu Y, et al. Occurrence and characteristics of microplastic pollution in Xiangxi Bay of Three Gorges Reservoir, China. Environmental science & technology. 2017;51(7):3794-801.
12. He B, Goonetilleke A, Ayoko GA, Rintoul L. Abundance, distribution patterns, and identification of microplastics in Brisbane River sediments, Australia. Science of The Total Environment. 2020;700:134467.
13. James K, Vasant K, Padua S, Gopinath V, Abilash K, Jeyabaskaran R, et al. An assessment of microplastics in the ecosystem and selected commercially important fishes off Kochi, south eastern Arabian Sea, India. Marine pollution bulletin. 2020;154:111027.
14. Hermabessiere L, Dehaut A, Paul-Pont I, Lacroix C, Jezequel R, Soudant P, et al. Occurrence and effects of plastic additives on marine environments and organisms: A review. Chemosphere. 2017;182:781-93.
15. Wardrop P, Shimeta J, Nugegoda D, Morrison PD, Miranda A, Tang M, et al. Chemical pollutants sorbed to ingested microbeads from personal care products accumulate in fish. Environmental science & technology. 2016;50(7):4037-44.
16. Farrell P, Nelson K. Trophic level transfer of microplastic: Mytilus edulis (L.) to Carcinus maenas (L.). Environmental pollution. 2013;177:1-3.
17. Setälä O, Fleming-Lehtinen V, Lehtiniemi M. Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. Environmental pollution. 2014;185:77-83.
18. Su L, Xue Y, Li L, Yang D, Kolandhasamy P, Li D, et al. Microplastics in taihu lake, China. Environmental Pollution. 2016;216:711-9.
19. Santana M, Moreira F, Turra A. Trophic transference of microplastics under a low exposure scenario: insights on the likelihood of particle cascading along marine food-webs. Marine pollution bulletin. 2017;121(1-2):154-9.
20. Auta HS, Emenike C, Fauziah S. Distribution and importance of microplastics in the marine environment: a review of the sources, fate, effects, and potential solutions. Environment international. 2017;102:165-76.
21. Jambeck JR, Geyer R, Wilcox C, Siegler TR, Perryman M, Andrady A, et al. Plastic waste inputs from land into the ocean. Science. 2015;347(6223):768-71.
22. Geyer R, Jambeck JR, Law KL. Production, use, and fate of all plastics ever made. Science advances. 2017;3(7):e1700782.
23. Wang W, Ndungu AW, Li Z, Wang J. Microplastics pollution in inland freshwaters of China: a case study in urban surface waters of Wuhan, China. Science of the

Total Environment. 2017;575:1369-74.
24. Zhang K, Shi H, Peng J, Wang Y, Xiong X, Wu C, et al. Microplastic pollution in China's inland water systems: A review of findings, methods, characteristics, effects, and management. Science of the Total Environment. 2018;630:1641-53.
25. Su L, Cai H, Kolandhasamy P, Wu C, Rochman CM, Shi H. Using the Asian clam as an indicator of microplastic pollution in freshwater ecosystems. Environmental pollution. 2018;234:347-55.
26. Lebreton LC, Van Der Zwet J, Damsteeg J-W, Slat B, Andrady A, Reisser J. River plastic emissions to the world's oceans. Nature communications. 2017;8(1):1-10.
27. Peng G, Zhu B, Yang D, Su L, Shi H, Li D. Microplastics in sediments of the Changjiang Estuary, China. Environmental Pollution. 2017;225:283-90.
28. Zhao S, Zhu L, Li D. Microplastic in three urban estuaries, China. Environmental Pollution. 2015;206:597-604.
29. Di M, Wang J. Microplastics in surface waters and sediments of the Three Gorges Reservoir, China. Science of the Total Environment. 2018;616:1620-7.
30. Weinstein JE, Crocker BK, Gray AD. From macroplastic to microplastic: Degradation of high-density polyethylene, polypropylene, and polystyrene in a salt marsh habitat. Environmental Toxicology and Chemistry. 2016;35(7):1632-40.
31. Long M, Moriceau B, Gallinari M, Lambert C, Huvet A, Raffray J, et al. Interactions between microplastics and phytoplankton aggregates: impact on their respective fates. Marine Chemistry. 2015;175:39-46.
32. Vendel A, Bessa F, Alves V, Amorim A, Patrício J, Palma A. Widespread microplastic ingestion by fish assemblages in tropical estuaries subjected to anthropogenic pressures. Marine Pollution Bulletin. 2017;117(1-2):448-55.
33. Isobe A, Kubo K, Tamura Y, Nakashima E, Fujii N. Selective transport of microplastics and mesoplastics by drifting in coastal waters. Marine pollution bulletin. 2014;89(1-2):324-30.
34. Matsuguma Y, Takada H, Kumata H, Kanke H, Sakurai S, Suzuki T, et al. Microplastics in sediment cores from Asia and Africa as indicators of temporal trends in plastic pollution. Archives of environmental contamination and toxicology. 2017;73(2):230-9.
35. Mato Y, Isobe T, Takada H, Kanehiro H, Ohtake C, Kaminuma T. Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment. Environmental science & technology. 2001;35(2):318-24.
36. Duis K, Coors A. Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. Environmental Sciences Europe. 2016;28(1):1-25.
37. Lambert S, Wagner M. Formation of microscopic particles during the degradation of different polymers. Chemosphere. 2016;161:510-7.
38. Song YK, Hong SH, Jang M, Han GM, Jung SW, Shim WJ. Combined effects of UV exposure duration and mechanical abrasion on microplastic fragmentation by polymer type. Environmental science & technology. 2017;51(8):4368-76.
39. Murphy F, Ewins C, Carbonnier F, Quinn B. Wastewater treatment works (WwTW) as a source of microplastics in the aquatic environment. Environmental science & technology. 2016;50(11):5800-8.
40. Mason SA, Garneau D, Sutton R, Chu Y, Ehmann K, Barnes J, et al. Microplastic pollution is widely detected in US municipal wastewater treatment plant effluent. Environmental Pollution. 2016;218:1045-54.
41. Mahon AM, O'Connell B, Healy MG, O'Connor I, Officer R, Nash R, et al. Microplastics in sewage sludge: effects of treatment. Environmental Science & Technology. 2017;51(2):810-8.
42. Nizzetto L, Bussi G, Futter MN, Butterfield D, Whitehead PG. A theoretical assessment of microplastic transport in river catchments and their retention by soils and river sediments. Environmental Science: Processes & Impacts. 2016;18(8):1050-9.
43. Dris R, Gasperi J, Mirande C, Mandin C, Guerrouache M, Langlois V, et al. A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments. Environmental pollution. 2017;221:453-8.
44. Kooi M, Nes EHv, Scheffer M, Koelmans AA. Ups and downs in the ocean: effects of biofouling on vertical transport of microplastics. Environmental science & technology. 2017;51(14):7963-71.
45. Green DS, Boots B, O'Connor NE, Thompson R. Microplastics affect the ecological functioning of an important biogenic habitat. Environmental science & technology. 2017;51(1):68-77.
46. Zhang K, Gong W, Lv J, Xiong X, Wu C. Accumulation of floating microplastics behind the Three Gorges Dam. Environmental pollution. 2015;204:117-23.
47. Qiu Q, Tan Z, Wang J, Peng J, Li M, Zhan Z. Extraction, enumeration and identification methods for monitoring microplastics in the environment. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2016;176:102-9.
48. Shim WJ, Hong SH, Eo SE. Identification methods in microplastic analysis: a review. Analytical methods. 2017;9(9):1384-91.

چالش‌های زیست‌محیطی کیسه‌های پلاستیکی

ریحانه بهبودی[1]
(نویسنده مسئول)
کارشناس آموزش مدیریت پسماند از منطقه غرب سیدنی

سعید مرادی کیا
کارشناس سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران

چکیده

کیسه‌های پلاستیکی نمادی از فرهنگ مصرف‌گرای دنیای مدرن هستند. هزینه پایین کیسه‌های پلاستیکی، در دسترس و بهداشتی بودن آن‌ها، آسانی حمل‌ونقل و نرخ بالای تحمل وزن، این محصولات را تبدیل به یکی از پرمصرف‌ترین مواد پلیمری کرده است. این محصولات پلیمری به دلیل روند بسیار آهسته تجزیه، نرخ بسیار پایین بازیافت، استفاده از منابع تجدید ناپذیر و از همه مهم‌تر ورود به پهنه‌های دوردست اقیانوس‌ها و تهدید حیات دریایی تبدیل به یکی از نگرانی‌های جدی زیست‌محیطی برای فعالان این حوزه شده‌اند. هم اکنون بسیاری از شهر و کشورها به دنبال اصلاح چارچوب‌های قانونی و آماده‌سازی زیرساخت‌ها برای کاهش استفاده از کیسه‌های پلاستیکی، منع استفاده از آن‌ها و یا توسعه جایگزین‌هایی برای این محصولات هستند. هدف از این مقاله بررسی دقیق‌تر و عمیق‌تر دلایل نگرانی‌های موجود نسبت به ماهیت و مصرف بی‌رویه کیسه‌های پلاستیکی است. به این منظور اثرات زیست‌محیطی مخرب این پسماند پلاستیکی با مطالعه و مرور ادبیات موضوع به تفصیل موردبحث قرار می‌گیرد.

کلمات کلیدی: کیسه پلاستیکی، اثرات زیست‌محیطی، پسماندهای پلاستیکی، چرخه عمر، حیات دریایی، بازیافت

۱. مقدمه

در سال‌های اخیر کیسه‌های پلاستیکی به دلیل تولید از منابع تجدیدناپذیر نفت و گاز طبیعی، نرخ پایین بازیافت در پایان عمر، آلودگی‌های بصری قابل‌توجه و تهدیدات گسترده برای حیات دریایی موردتوجه فعالان محیط‌زیست و به تبع آن دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی قرار گرفته‌اند. کیسه‌های پلاستیکی یکی از انواع پلاستیک‌ها هستند. پلاستیک‌ها مواد پلیمری انسان‌ساز هستند که از مولکول‌های آلی بلند زنجیره‌ای تشکیل شده‌اند (Nk-wachukwu et.al.2013). مواد اولیه ساخت پلاستیک‌ها نفت، ذغال سنگ و گاز طبیعی است (Ali Shah,2008). انعطاف‌پذیری و ماندگاری پلاستیک‌ها آن‌ها را تبدیل به یکی از پرمصرف‌ترین مواد در جهان کنونی کرده است. مصرف جهانی پلاستیک‌ها از ۵/۱ میلیون تن در سال ۱۹۵۰ به ۲۴۵ میلیون تن در سال ۲۰۰۸ افزایش یافته است (Hammer et al.2012). این رشد ۱۶۳ برابری در طول حدود شصت سال نشان از محبوبیت روزافزون پلاستیک‌ها دارد. مصرف کیسه‌های پلاستیکی نیز که یکی از اقسام پلاستیک‌ها هستند روز به روز فزونی می‌گیرد. این مواد جزء جدایی‌ناپذیری از زندگی روزانه ما شده‌اند. کیسه‌های پلاستیکی مسأله نوین، همه‌گیر و چالش‌برانگیز جهان مصرف‌گرای ما هستند. کیسه‌های پلاستیکی امروزه راه خود را به تمام عرصه‌های زندگی و طبیعت اطراف ما باز کرده‌اند، از مراکز دفن و دشت‌های اطراف آن گرفته تا جنگل‌ها، زمین‌های کشاورزی و مناطق دوردست اقیانوس‌ها (Jalil et al.2013). بسیاری از تحقیقات و گزارش‌های علمی تأیید می‌کنند که کیسه‌های پلاستیکی سبک، حالا یکی از سنگین‌ترین مشکلات مشترک سیاره ما شده‌اند. با توجه به افزایش جهانی استفاده از کیسه‌های پلاستیکی و چالش‌های موجود در این حوزه برای مدیریت این پسماندها این مقاله به بررسی مشخصه‌ها، سابقه و آثار مخرب زیست‌محیطی کیسه‌های پلاستیکی می‌پردازد.

1.reyhanehbehboudi@gmail.com

۲. کیسه‌های پلاستیکی چه هستند و از چه موادی ساخته شده‌اند؟

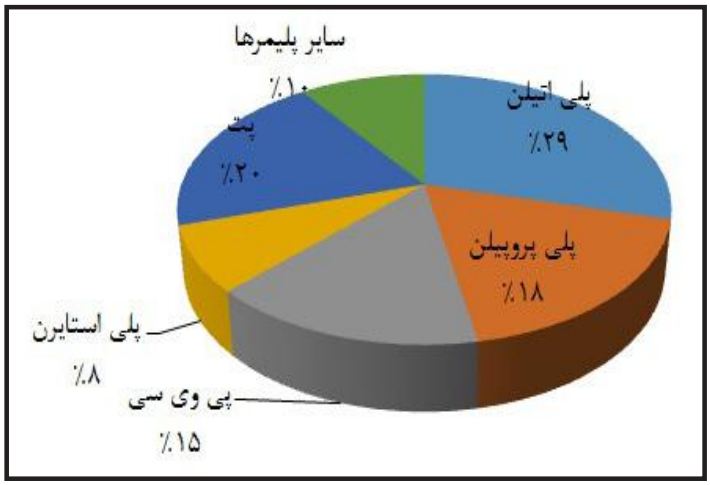
کیسه‌های پلاستیکی معادل‌های متفاوتی در زبان فارسی و در زبان انگلیسی دارند. در زبان فارسی واژه‌های «مشمع» و «نایلون» هر دو برای کیسه‌های پلاستیکی به کار می‌روند. از آن جا که نایلون به پلی‌آمیدها[1] اطلاق می‌شود، کاربرد این واژه در این معنا صحیح نیست. پلی‌آمیدها یکی از قدیمی‌ترین نوع پلیمرها هستند که توسط شیمیدان آمریکایی کاروترز پدید آمدند. پلی‌آمیدها خود اقسام متفاوتی دارند، مانند نایلون ۶ و نایلون ۱۰(Harper,2006). یکی از موارد پرکاربرد نایلون‌ها در صنایع الیاف مصنوعی و تولید فرش است. واژه «مشمع» هم از آنجا که کمتر به کار برده می‌شود در این جا مورد استفاده واقع نشده است. در زبان انگلیسی نیز وضع به همین ترتیب است و حتی معادل‌های به مراتب بیشتری در این زمینه کاربرد دارد. کلمه‌های bag retail ,bag carryout Plastic ,bag grocery ,carrier plastic ,bag plastic conventional ,bag use-single ,bag shopping plastic و bag disposable همه در مورد کیسه‌های پلاستیکی به کار رفته‌اند. کاربری اصلی کیسه‌های پلاستیکی حمل، جابه‌جایی بار و خریدهای صورت گرفته و نگهداری مواد غذایی است؛ بنابراین فروشگاه‌ها، میادین میوه و تره‌بار و خرده‌فروشی‌ها (مغازه‌ها) از جمله مهم‌ترین مبادی توزیع این محصولات پلاستیکی هستند.

کیسه‌های پلاستیکی یکی از انواع پلیمرها هستند که با نام «پلی‌اتیلن[2]» شناخته می‌شوند. مخفف و نشان تجاری پلی‌اتیلن PE است. پلی‌اتیلن پرمصرف‌ترین پلیمر گرمانرم[3] دنیاست. نزدیک به ۳۰ درصد از پلاستیک‌های تولیدی از این دست در جهان را پلی‌اتیلن‌ها تشکیل می‌دهند (شکل ۱). چقلمگی، انعطاف‌پذیری، نفوذناپذیری در برابر بخار و جذب بسیار پایین آب همه از دلایل محبوبیت این نوع از پلاستیک‌ها هستند (Harper,2006). سهم بزرگی از رزین‌های پلی‌اتیلن برای ساخت ساک‌ها و کیسه‌های پلاستیکی صرف می‌شوند. برای مثال، در اتحادیه اروپا بیش از ٪۸۵ درصد ساک‌های پلاستیکی از پلی‌اتیلن ساخته می‌شوند (ser- biointelligence vice,2011). پلی‌اتیلن دارای سه نوع تجاری با نام‌های پلی‌اتیلن خطی کم‌چگالی (LLDPE[4])، پلی‌اتیلن کم‌چگالی (LDPE[5]) و پلی‌اتیلن پرچگالی (HDPE[6]) است. این سه نوع پلی‌اتیلن ماده اصلی تشکیل‌دهنده کیسه‌های پلاستیکی معمول[7] در سراسر دنیا هستند. HDPE با کد ۲ و LDPE با کد ۴ در صنایع پلاستیک شناخته می‌شوند. کیسه‌های پلاستیکی ارایه شده در مغازه‌ها، فروشگاه‌های بزرگ (مانند شهروند)، کیسه‌های زباله و همچنین کیسه‌های معروف به کیسه فریزر از HDPE ساخته می‌شوند. این کیسه‌ها معمولاً به‌صورت شفاف و سبک ساخته می‌شوند. کیسه‌های پلاستیکی مخصوص نشان‌های تجاری خاص معمولاً از LDPE بهره می‌برند. این کیسه‌ها ضخیم‌تر بوده و قابلیت استفاده مجدد آن‌ها بیشتر است. کیسه‌های پلاستیکی معمولی می‌توانند از مواد دسته اول تهیه شوند و یا می‌توانند ترکیبی از مواد دست اول و مواد بازیافتی باشند.

۳. سابقه و میزان استفاده از کیسه‌های پلاستیکی

استفاده مردم از کیسه‌های پلاستیکی از دهه ۱۹۷۰ میلادی آغاز شد و این محصولات در دو دهه آخر قرن بیستم همه‌گیر شدند (Jalil et al,2013). کیسه‌های پلاستیکی بادوام، سبک، نفوذناپذیر، در دسترس و ارزان هستند و از همین رو تولید و استفاده آن‌ها در جهان به سرعت افزایش یافته است. اگرچه به دست آوردن آماری دقیق از میزان استفاده و دورریز کیسه‌های پلاستیکی در سراسر جهان وجود ندارد، سازمان‌های بین‌المللی بر اساس آمارهای ملی برآورد می‌کنند که سالانه حدود ۱ تریلیون کیسه پلاستیکی دورریز می‌شود (Jalil et al,2013). سایر گزارش‌ها میزان تولید سالانه کیسه‌های پلاستیکی را حتی بین ۴ تا ۵ تریلیون نیز برآورد کرده‌اند (Sharp et al, 2010). این رقم بدین معناست که هر یک از ساکنین کره زمین سالانه ۱۵۰ عدد کیسه پلاستیکی دورریز می‌کنند. تنها در اتحادیه اروپا سالانه ۵۷ تا ۴۲۵ میلیارد کیسه پلاستیکی دورریز می‌شود. سرانه مصرف کیسه‌های پلاستیکی در اروپا بین ۱۱۳ تا ۸۵۰ عدد برای هر نفر برآورد می‌شود (bio intel- ligence Service,2011). در کشور انگلستان در سال ۲۰۰۸، ۱۰ میلیارد کیسه پلاستیکی دورریز شده است. این میزان معادل سرانه هفتگی ۱۰ عدد کیسه پلاستیکی برای هر خانوار در سال است (UK Environment Agency,2011). براساس آمارهای یک گروه زیست‌محیطی، کانادایی‌ها سالانه ۹ تا ۱۵ میلیارد کیسه پلاستیکی دورریز می‌کنند. در استرالیا سالانه ۷ میلیارد کیسه پلاستیکی دورریز می‌شود. این بدین معناست که هر استرالیایی سالانه ۲۰۰ عدد کیسه پلاستیکی دورریز می‌کند (Nolan-ITU,2002). در ژاپن سالیانه حدود ۳۰ میلیارد کیسه پلاستیکی معادل ۳۰۰.۰۰۰ تن از این محصول دورریز می‌شود (Sugii,2008). در شهر تهران، بر اساس طرح آنالیز فیزیکی و شیمیایی صورت گرفته در سال ۱۳۸۷، کیسه‌های پلاستیکی ۲ درصد وزنی کل پسماندهای جامد شهری این شهر را تشکیل می‌دهند (مهدی پور). اگر این میزان را در کل پسماندهای جامد شهری تولیدشده روزانه شهر تهران (متوسط ۶۵۰۰ تن) ضرب کنیم، عدد ۱۳۰ تن به دست خواهد آمد. اگر وزن متوسط هر کیسه پلاستیکی را ۱۲ گرم در نظر بگیریم (متوسطی تخمینی از وزن کیسه‌های LDPE و HDPE با در نظر گرفتن نسبتی تخمینی)، میزان تولید روزانه کیسه‌های پلاستیکی در شهر تهران معادل ۱۰,۰۰۰,۰۰۰ کیسه پلاستیکی خواهد شد. در این صورت دورریز سالانه این

1.Polyamides
2. Polyethylene
3.Thermoplastic
4 Linear Low-density PE.
5. Low-density PE
6. High-density PE
۷. در این مقاله منظور از عبارت «کیسه‌های پلاستیکی معمول»، کیسه‌های پلاستیکی هستند که برای اهداف تخریب‌پذیری سریع تولید نشده و همچنین در آن‌ها از موادی با پایه‌های زیستی استفاده نشده است. در سایر موارد نیز منظور از «کیسه‌های پلاستیکی» همان کیسه‌های پلاستیکی معمول است.



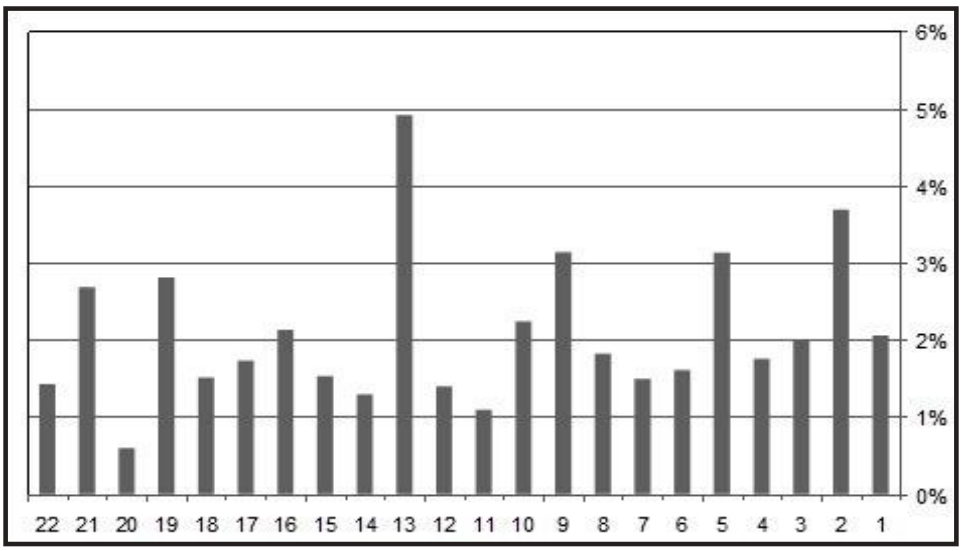
شکل ۱: ظرفیت تولید رزین‌های گرما نرم در دنیا در سال ۲۰۰۸، (Hammer et al.2012)

شهر حدود ۳ میلیارد کیسه پلاستیکی خواهد بود. اگرچه باید به این نکته توجه کرد که دلیل عمده کم بودن سهم وزنی کیسه‌های پلاستیکی در کل پسماندهای جامد شهری، سبک بودن این پسماند است و از همین رو مطالعات صورت گرفته در این حوزه معمولاً به‌جای وزن بر تعداد تأکید می‌کنند. شکل ۲ نشان‌دهنده درصد کیسه‌های پلاستیکی دورریز شده از کل پسماندهای جامد شهری تولیدشده در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران است. در مورد کیسه‌های پلاستیکی دورریز شده ایران به نظر می‌رسد که گزارش آماری دقیقی در این زمینه منتشر نشده است و آمار و ارقام ارایه شده بیشتر برآوردی هستند.

۴.چرخه عمر کیسه‌های پلاستیکی

یکی از روش‌های معمول برای درک اثرات زیست‌محیطی کیسه‌های پلاستیکی روش «ارزیابی چرخه عمر[1]» می‌باشد. هدف از این روش بررسی تمام ابعاد زیست‌محیطی یک محصول از زمان تولد تا مرگ آن است. از همین رو به این رویکرد، روش «از گهواره تا گور[2]» نیز گفته می‌شود. این روش در دهه ۱۹۹۰ میلادی توسط سازمان بین‌المللی استاندارد، در قالب ISO14040 به شکل استاندارد درآمده و هم اکنون بیش از ۳۰ سال است که به‌عنوان یکی از روش‌های شناخته شده ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Miliute & Staniskis,2010). از مزیت‌های این روش می‌توان به کمی‌سازی آثار زیست‌محیطی از نقطه استحصال مواد تا سناریوهای آخر عمر و در نتیجه مقایسه گزینه‌های متفاوت با یکدیگر اشاره کرد (Lewis et al,2010). پس از سال ۲۰۰۰ میلادی، در نتیجه جدی شدن چالش‌های زیست‌محیطی کیسه‌های پلاستیکی و همچنین ورود گزینه‌های جایگزین متنوع از جمله پلاستیک‌های زیست تخریب‌پذیر، پلاستیک‌های با پایه زیستی و همچنین مشکل تصمیم‌سازان برای انتخاب گزینه‌های بهینه، شرکت‌های متعددی به سفارش سازمان‌های متولی به بررسی چرخه عمر کیسه‌های پلاستیکی و مقایسه آن با چرخه عمر جایگزین‌ها پرداختند. از جمله جایگزین‌های بررسی شده در این ارزیابی‌ها می‌توان به پاکت‌های مقوایی، کیسه‌های پلاستیکی با پایه زیستی، کیسه‌های پلاستیکی ساخته شده از مواد کاملاً دست اول[3]، کیسه‌های پلاستیکی ساخته شده با ترکیبی از مواد دست اول و مواد بازیافتی، کیف‌های پارچه‌ای از الیاف نبافته و کیف‌های پارچه‌ای از الیاف بافته اشاره کرد. هر یک از این گزارش‌ها بر اساس فرض‌های متفاوتی شکل گرفته، اثرات زیست‌محیطی متفاوتی را در نظر گرفته، از نرم‌افزارها و داده‌های متفاوتی استفاده کرده و بنابراین در بعضی از موارد به نتایج متفاوتی نیز رسیده‌اند. از جمله اثرات زیست‌محیطی بررسی شده می‌توان به تولید و انتشار گازهای گلخانه‌ای (اثر گرمایشی)، تولید آلاینده‌های زیست‌محیطی (باران‌های اسیدی)، حجم و وزن پسماند تولیدی، میزان استفاده از آب در فرایند استحصال مواد و بازیافت مواد اشاره کرد. از مهم‌ترین گزینه‌های غایب که سنجش آن نیز به ابزارهای کیفی نیاز دارد تأثیر هر گزینه بر حیات‌وحش سیاره و همچنین در نظرگرفتن سناریوهای دفع (بازیافت، دفن، زباله‌سوز) هر گزینه است. از آن جا که هدف این مقاله پرداختن به جزئیات این گزارش‌ها نیست تنها به دستاوردهای کلی این پیمایش‌ها اشاره می‌شود. قریب به اتفاق گزارش‌ها تأیید می‌کنند که کیف‌های قابل استفاده مجدد (از پارچه بافته یا نبافته) دارای اثرات زیست‌محیطی به مراتب کمتری نسبت به کیسه‌های پلاستیکی معمولی هستند. اگرچه برای تحقق این امر کیف‌های با قابلیت استفاده مجدد حداقل باید ۵۰ بار مورد استفاده قرار گیرند تا اثرات زیست‌محیطی آن‌ها کمتر از کیسه‌های پلاستیکی معمول باشد. دلیل این امر میزان ماده موردنیاز برای ساخت این کیف‌ها و در نتیجه انرژی موردنیاز برای استحصال ماده خام و همچنین حمل‌ونقل این محصولات است. با توجه به این موضوع، ترویج کیف‌های قابل استفاده مجدد تنها زمانی مطلوب است که در مورد حداقل دفعات استفاده اطلاع‌رسانی شود (Lewis et al2010;BSR,2009;UK Environment Agency,2011). گزارش آژانس محیط‌زیست انگلستان تأکید می‌کند که یک کیف ساخته شده از پارچه نبافته باید ۱۱ بار و یک کیف ساخته شده از پارچه نبافته باید ۱۳۱ بار مورد استفاده قرار بگیرد تا اثرات زیست‌محیطی آن‌ها کمتر از یک کیسه پلاستیکی معمولی HDPE شود (۲۰۱۱). اغلب گزارش‌های موجود در این زمینه تأکید می‌کنند که پاکت‌های کاغذی نامناسب‌ترین گزینه برای محیط‌زیست هستند (BSR,2009) و برخلاف آن چه که تصور عمومی است، کیسه‌های پلاستیکی با پایه زیستی دارای بیشترین اثرات در حوزه گرمایش زمین هستند (Lewis et al,2010). بر اساس داده‌های این تحقیقات، اثرات زیست‌محیطی کیسه‌های پلاستیکی در زمینه استفاده از

1..Life Cycle Assessment (LCA)
2..Cradle to Grave
3..Virgin Materials



شکل ۲: درصد وزنی کیسه‌های پلاستیکی در پسماندهای جامد شهری مناطق ۲۲ گانه تهران، (مهدی پور، ۱۳۸۷)

سوخت‌های فسیلی و تولید پسماندهای جامد از همه گزینه‌ها پیشی می‌گیرد (Lewis et al,2010).

با توجه به موارد فوق و با توجه به وضعیت خاص ایران که مفروض‌های آن متفاوت از سایر کشورهاست، برای مثال ایران خود صاحب منابع تولید مواد اولیه و همچنین دارای صنایع پتروشیمی است، انجام یک ارزیابی چرخه عمر برای بررسی اثرات زیست‌محیطی کیسه‌های پلاستیکی معمولی و مقایسه آن با سایر گزینه‌ها ضروری به نظر می‌رسد. شکل ۳ مراحل مختلف حیات یک کیسه پلاستیکی را به شکل ساده نمایش می‌دهد.

۵. چالش‌های زیست‌محیطی کیسه‌های پلاستیکی

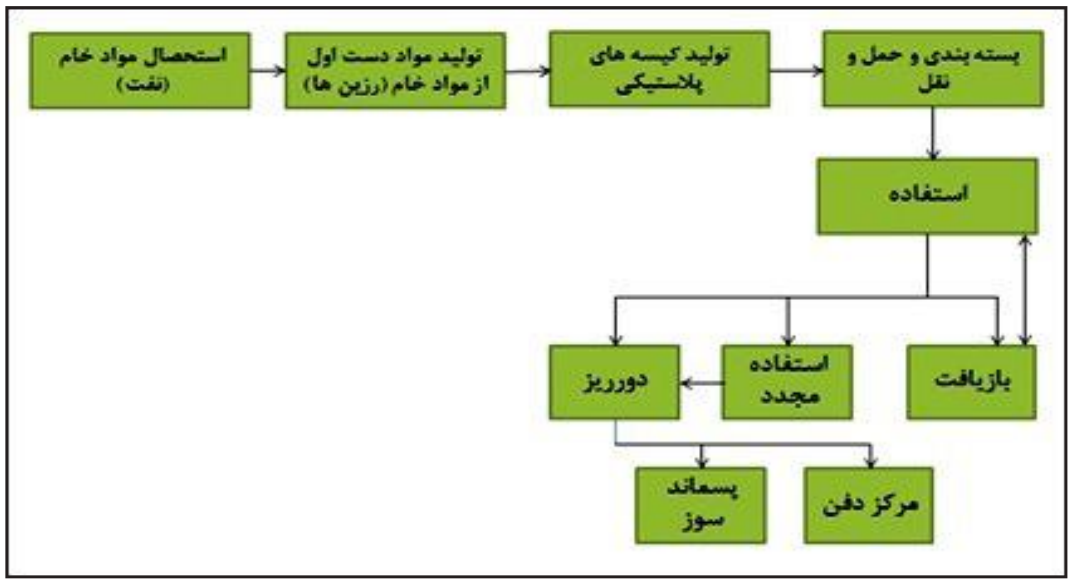
کیسه‌های پلاستیکی از یک‌سو اکتشاف ممتاز قرن بیستم محسوب می‌شوند که استفاده از آن‌ها در قرن بیست و یکم نیز ادامه یافته و از سوی دیگر چالشی بزرگ برای محیط‌زیست سیاره ماست. این محصولات اگرچه خواص منحصر به فردی دارند که منجر به افزایش رغبت و استفاده ما از آن‌ها شده است اما از سوی دیگر آسیب‌هایی جبران‌ناپذیری به محیط‌زیست ما وارد کرده‌اند. سؤال این جاست که ما چرا نمی‌توانیم به استفاده خود از کیسه‌های پلاستیکی ادامه دهیم. جواب این سؤال به تفصیل در زیربخش‌هایی که در ادامه خواهند آمد، بررسی خواهد شد.

● طول عمر کیسه‌های پلاستیکی

سؤال اول در این زمینه این خواهد بود که طول عمر یک پسماند پس از دورریز شدن چگونه محاسبه خواهد شد. معمولاً از بین رفتن و تجزیه یک پسماند بر اساس درصدی که مشخصه‌های مفید خود را از دست می‌دهد محاسبه می‌شود. یک قانونی عمومی و عامیانه در حوزه پسماندهای پلاستیکی به ما می‌گوید هنگامی یک پسماند پلاستیکی تجزیه شده محسوب می‌شود که ۹۰٪ از قابلیت کششی خود را از دست داده باشد، زیرا همین میزان کافی است تا شیء پلاستیکی موردنظر غیرقابل استفاده شود (Harper,2006). در تعریفی دیگر تجزیه پلاستیک‌ها به هر تغییر فیزیکی یا شیمیایی پلاستیک در نتیجه عوامل محیطی مانند نور، گرما، رطوبت، شرایط شیمیایی و یا فعالیت‌های زیستی اطلاق می‌شود. این تغییر باید منجر به باز پس‌نشینی مشخصه‌های کاربردی و اصلی پلیمر شود. تجزیه می‌تواند نوری[1]، گرمایی و یا زیستی باشد (Ali Shah et al,2008). در برخی دیگر از تحقیقات تجزیه کیسه‌های پلاستیکی بر اساس دو معیار از دست رفتن قابلیت کششی و از دست رفتن مساحت سطح، مورد آزمون قرار گرفته‌اند(O'Brine& Thompson,2010)

.چالش بزرگ در مورد پلاستیک‌ها تعریف معیاری برای «تجزیه شده» است. این معیار می‌تواند برای هر پژوهشی متفاوت باشد و بر اساس اهداف پژوهش تعریف شود. بسیاری از پلاستیک‌ها به علت قدرت جذب بالای اشعه یووی در شرایط طبیعی بعد از جذب این انرژی شروع به تجزیه شدن می‌کنند. در تجزیه گرمایی، ساختار مولکولی بر اساس گرمادهی زیاد تغییر می‌کند. بر اثر تجزیه گرمایی مشخصه‌های فیزیکی و ظاهری پلاستیک نیز تغییر خواهد کرد. در میان انواع پلاستیک‌ها، پلی‌اتیلن‌ها، نوعی از پلیمرهای ترکیبی هستند که فرایند تجزیه آن‌ها بسیار آهسته صورت می‌پذیرد. پلی‌اتیلن‌ها، پلاستیک‌هایی هستند معروف به دیر تجزیه‌پذیری و از همین رو کاربرد آن‌ها بسیار گسترده است. یکی از دلایل اصلی این دیر تجزیه‌پذیری وزن مولکولی بالای آن‌هاست که آن‌ها را تبدیل به ماده اولیه نامناسبی برای میکروارگانیسم‌ها می‌کند. اگرچه پژوهش‌های اخیر نشان از تجزیه زیستی پلی‌اتیلن‌ها توسط میکروارگانیسم‌های خاص دارد اما همان‌طور که پیش از این نیز گفته شد وزن مولکولی زیاد این ماده این فرایند را بسیار کند می‌کند (Restrepo-Florez et al,2013). تحقیقات علمی صورت گرفته در این زمینه نشان می‌دهند که در محیط طبیعی (محیط آبی، یا زیر نور خورشید) تجزیه زیستی پلی‌اتیلن‌ها بعد از تجزیه نوری و

1. Photo- degradation



شکل ۳: چرخه عمر یک کیسه پلاستیکی

گرمایی آن‌ها رخ خواهد داد. تجزیه پلی‌اتیلن‌ها آبیوتیک[1] و یا بیوتیک[2] است. آبیوتیک به معنای تأثیر عوامل طبیعی از جمله دما و اشعه فرابنفش بر فرایند تجزیه و تجزیه بیوتیک به معنای تأثیر میکروارگانیسم‌ها بر فرایند تجزیه است. ممکن است که در طبیعت این دو فرایند به‌صورت هم‌زمان رخ دهند (Restrepo-Florez et al,2013). اگرچه بسیاری از محققان معتقدند که تجزیه آبیوتیک و به‌ویژه تجزیه نوری در مورد کیسه‌های پلاستیکی از سایر انواع تجزیه پیشی می‌گیرد. گفته می‌شود که یکی از مشکلات اساسی این نوع از تجزیه، خرد و تکه‌تکه شدن[3] پلاستیک‌ها به‌جای هضم و تجزیه است. در نتیجه کیسه‌های پلاستیکی به مرور به تکه‌های کوچک و کوچک‌تر تقسیم شده اما به سختی از بین می‌روند (Clap& Swanston,2009). پسماندهای پلاستیکی در نتیجه این خرد شدن مانند رزین‌های اولیه پلاستیکی درآمده و به تدریج رنگ خود را نیز از دست می‌دهند (شکل ۴). گزارش شده است که این تکه‌های پلاستیکی به شعاع ۲ میکرون نیز در سواحل مشاهده شده‌اند (UNEP,2009). در طول سی سال گذشته مطالعات بسیاری در حوزه تجزیه‌پذیری پلی‌اتیلن‌ها صورت گرفته و همه آن‌ها متفق‌القول‌اند که فرایند این تجزیه بسیار بسیار آهسته است. زمان لازم برای تجزیه کیسه‌های پلاستیکی متأثر از محیطی است که در آن قرار گرفته‌اند. به‌طور حتم بازه زمانی لازم برای تجزیه این پسماندها در محیط آبی (اقیانوس‌ها) متفاوت از زمان لازم برای تجزیه آن‌ها در مراکز دفن خواهد بود. در این معنا نه تنها زمان بلکه فرایند تجزیه نیز متفاوت خواهد بود. در محیط اقیانوس‌ها و دریاها عوامل مکانیکی مانند ضربات موج‌ها و باد بر خردشدن کیسه‌های پلاستیکی تأثیر خواهند گذاشت. تخمین زده می‌شود که تجزیه پلاستیک از جمله کیسه‌های پلاستیکی در محیط آبی صدها سال به طول خواهد انجامید (UNEP Year Book,2011) و حال باید در نظر داشت که تجزیه این مواد در مراکز دفن که دور از هرگونه عامل مؤثر فیزیکی و نوری تجزیه هستند این روند را بسیار بسیار طولانی‌تر خواهد کرد. برخی از آزمایش‌ها مدت زمان لازم معدنی شدن[4] پلاستیک‌های LDPE عاری از مواد افزودنی را بر روی خاک طبیعی و در معرض اشعه فرابنفش بیشتر از ۱۰۰ سال ذکر کرده‌اند (Obrine & Thompson,2010). بعضی از منابع بدون ذکر مکان تجزیه این فرایند را ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ سال عنوان کرده‌اند (Ritch et al,2009). در این مقاله با وجود ذکر شدن بازه‌های زمانی متفاوت از ۲۰ سال تا ۱۰۰۰ سال، برای پرهیز از نقل منابع غیرعلمی تعداد دقیق سال‌های موردنیاز برای تجزیه پلی‌اتیلن‌ها ذکر نمی‌شود اما آن چه واضح و مبرهن است این مساله است که دنیای مدرن در بازه زمانی کوتاهی پسماندهایی را به طبیعت تحمیل کرده است که در وضعیت طبیعی تجزیه آن‌ها بسیار به طول می‌انجامد. به بیان دیگر سرعت تولید پسماندها هم اکنون بیش از ظرفیت و زمان موردنیاز طبیعت برای تجزیه آن‌هاست. در مورد کیسه‌های پلاستیکی این مسأله بسیار قابل‌توجه و چالش‌برانگیز است. مصرف و دورریز جهانی این محصول به شکل تأسف باری بر قدرت تجزیه طبیعت پیشی گرفته است. طول عمر مفید یک کیسه پلاستیکی در دست مصرف‌کننده بسیار کوتاه است و از همین روست که در زبان انگلیسی برای کیسه‌های پلاستیکی از صفت «یک‌بار مصرف[5]» استفاده می‌شود. بعضی از گزارش‌ها در این زمینه تخمین زده‌اند که متوسط طول عمر مفید یک کیسه پلاستیکی در دست مصرف‌کننده بین ۱۲ تا ۲۰ دقیقه است (www.Cleanup.com.au)، در حالی که مدت زمان لازم

1. Abiotic
2. Biotic
3. Break down
4. Mineralization
5..Disposable

برای تجزیه یک کیسه پلاستیکی هنوز هم به شکل دقیق قابل تخمین دقیق نیست.

- **کیسه‌های پلاستیکی، آلوده‌سازی منظر و تشدید سیلاب**

کیسه‌های پلاستیکی یکی از عوامل مهم آلوده‌سازی منظرهای طبیعی و شهری هستند. کیسه‌های پلاستیکی سبک بوده و از همین رو به راحتی با جریان هوا و وزش باد جابه‌جا می‌شوند. از همین رو این پسماندها می‌توانند مناظر و مناطق گسترده‌ای را به خود آلوده کنند. این‌گونه مناظر حداقل در کشور ما فراوان دیده شده‌اند. سرشاخه درختان و بوته‌های روییده در دشت‌ها گاهی مملو از کیسه‌های پلاستیکی هستند. از آن جا که فرایند تجزیه این پسماندها بسیار آهسته است، این مناظر در صورت مدیریت نشدن تا سال‌ها به همین شکل خواهند ماند. در آفریقای جنوبی به تجمع کیسه‌های پلاستیکی «گل‌سفید» و در چین «آلودگی سفید» گفته می‌شود. کیسه‌های پلاستیکی حتی به مکان‌ها و طبیعت بکر مناطق کوهستانی و مرتفع زمین نیز راه پیدا کرده‌اند. گفته می‌شود که ۱۶ درصد از پسماندهای منطقه هیمالیا را پسماندهای پلاستیکی و کیسه‌های پلاستیکی تشکیل می‌دهند (Sungii,2009). علاوه بر دشت‌ها و جنگل‌ها، سواحل نیز به شدت از این پسماند متأثر شده‌اند. در گزارشی اشاره شده است که ۹۰٪ از سواحل کشور اندونزی آلوده به پسماندهای پلاستیکی و کیسه‌های پلاستیکی هستند. گفته می‌شود که در هر مترمربع از این سواحل ۲۹ قلم پسماند یافت می‌شود. در پیمایشی میزان پسماندهای پلاستیکی در بعضی از سواحل اندونزی بیش از ۴ قلم پسماند در هر مترمربع گزارش شده است (UNEP,2009). در بعضی از مناطق صنعتی نیوزلند وجود ۱۰۰.۰۰۰ تکه پسماند پلاستیکی در هر کیلومترمربع از سواحل گزارش شده است (UN,2005). علاوه بر موارد فوق، یکی از مهم‌ترین مشکلات پدید آمده توسط پسماند کیسه‌های پلاستیکی تشدید سیلاب است. این پسماندها به هنگام باران‌های شدید در اثر جریان آب در راه آب‌ها و مسیل‌ها تجمع کرده و مسیر آب را بند می‌آورند. این امر منجر به سرریز آب از مسیل‌ها می‌شود. این خطر به خصوص برای کشورها و شهرهای واقع شده در مناطق حاره‌ای مصداق دارد. در سال ۱۹۹۸، عامل اصلی سیلاب کشنده‌ای که جان ۹۰۰ نفر را گرفت تجمع پسماند کیسه‌های پلاستیکی شناخته شد. در این حادثه ۶۸ درصد از مساحت این کشور به زیر آب رفت. این فاجعه منجر به تصویب ممنوعیت کیسه‌های پلاستیکی در این کشور شد. بنگلادش یکی از اولین کشورهای آسیایی بود که نسبت به خطر کیسه‌های پلاستیکی واکنش نشان داد (Sungii,2009). علاوه بر موارد فوق کیسه‌های پلاستیکی می‌توانند تهدید مهمی برای کشورها و مناطق دارای فعالیت‌های گسترده کشاورزی محسوب شوند. محصولات کشاورزی نمی‌توانند در خاکی که در آن کیسه پلاستیکی وجود داشته باشد رشد کرده و ریشه بدوانند زیرا ریشه‌ها به علت سختی پلاستیک نمی‌توانند از آن عبور کنند. حتی کیسه‌های پلاستیکی نازک به قدری مقاومند که ریشه‌های درختان نیز نمی‌توانند آن را گسسته و از آن عبور کنند. از جمله مهم‌ترین آثار مخرب کیسه‌های پلاستیکی در بخش کشاورزی می‌توان به کاهش باروری خاک، پراکندگی محصولات و از دست رفتن نیتروژن خاک اشاره کرد (Jalil et al,2013).

- **کیسه‌های پلاستیکی، اقیانوس‌ها و حیات دریایی**

کیسه‌های پلاستیکی به همراه سایر پلاستیک‌ها بیشترین سهم را در تولید پسماندهای دریایی[1] دارند. پسماندهایی دریایی مشتمل بر تمام اشیایی است که به شکل طبیعی در دریاها و اقیانوس‌ها وجود نداشته‌اند و بر اثر فعالیت‌های انسانی به آن ریخته شده‌اند؛ که پسماندهای دریایی هم اکنون یکی از مهم‌ترین چالش‌های بین‌المللی محسوب می‌شوند. تخمین زده می‌شود که بیش از ۱۳.۰۰۰ تکه پسماند پلاستیکی در هر کیلومترمربع از اقیانوس‌ها شناورند (UNEP,2005). در سال ۱۹۹۷ آکادمی علوم آمریکا[2] برآورد کرد که در جهان سالانه ۶/۵ میلیون تن پسماند به اقیانوس‌ها سرازیر می‌شود. در گزارشی دیگر برآورد شده است که روزانه ۸ میلیون قلم پسماند به اقیانوس‌های سیاره ما وارد می‌شود. نتایج تحقیقی که در سال ۱۹۹۸ به انجام رسید نشان می‌دهد که بیش از ۸۹ درصد از پسماندهای دریایی در اقیانوس آرام شمالی را پلاستیک‌ها تشکیل می‌دهند (UNEP,2005). گزارش‌های دیگر تخمین می‌زنند که بین ۶۰ تا ۸۰ درصد پسماندهای دریایی را انواع پلاستیک‌ها تشکیل می‌دهند (UNEP,2009). منبع پسماندهای دریایی یا خشکی و یا فعالیت‌های انسانی دریایی (مانند ماهیگیری و گردشگری دریایی) هستند. مدیریت ضعیف پسماندهای جامد، کمبود و نقصان در سیاست‌های مرتبط، اجرای غیرمؤثر این سیاست‌ها، رفتارهای نادرست شهروندی و همچنین سیلاب‌ها و طوفان‌ها از دلایل اصلی ورود پسماندهای خشکی به دریاها و اقیانوس‌ها می‌باشند (UNEP Year Book,2011).

تجمع پسماندهای دریایی از جمله پلاستیک‌ها در مناطق خاصی از اقیانوس‌ها توجه عمومی را مدت‌هاست که به خود جلب کرده است. این پسماندهای به‌ویژه در ۵ منطقه اصلی که به «چرخه‌های اقیانوسی[3]» معروفند تجمع کرده‌اند. به این مناطق «سوپ پلاستیک‌ها[4]»، نیز گفته می‌شود(UNEP Year Book,2011). این مناطق در اقیانوس آرام شمالی، اقیانوس آرام جنوبی، اقیانوس اطلس شمالی، اقیانوس اطلس جنوبی و اقیانوس هند واقع شده‌اند (شکل ۵). در این مناطق به علت مواجهه آب‌های سرد و گرم اقیانوسی و همراه شدن آن با الگوی جریان‌های باد و جهت گردش زمین، پسماندهای دریایی در این چرخه‌ها تمرکز و تجمع یافته و به آرامی و

1. Marine waste/litter/debris
2. US Academy of Science
3. Ocean Gyre
4. Plastic soup

شکل ۴: خرده پلاستیک‌های رزین مانند پسماندهای پلاستیکی دریایی که بر اثر عوامل تجزیه خرد و تکه‌تکه شده‌اند

با سرعتی پیوسته شروع به چرخیدن و شناور شدن بر روی سطح آب می‌کنند (www.5gyre.org). حجم و اندازه دقیق این چرخه‌های پوشیده شده از تکه‌های پسماندهای دریایی هنوز به درستی مشخص نیست. از میان تحقیقات صورت گرفته بسیاری از آن‌ها بر روی چرخه اقیانوس آرام شمالی متمرکز هستند. این چرخه بسیار بزرگ‌تر و گسترده‌تر از سایر چرخه‌هاست. در بعضی از منابع اندازه این چرخه پوشیده شده از پسماندهای دریایی دو برابر ایالت تگزاس آمریکا، معادل حدود ۱۴۰،۰۰۰ کیلومترمربع، برآورد شده است (www. na-tionalgeographic.com). گفته شده که در این چرخه حدود ۵/۳ میلیون تن پسماند دریایی شناور هستند (www.UNEP.com) و غلظت پسماندهای دریایی در آن معادل ۲۰۰،۰۰۰ تکه پسماند در هر کیلومترمربع از این چرخه است (UNEP Year Book,2011). فیلم ۱۸ دقیقه‌ای ساخته شده توسط رامین بحرانی به ما در درک بهتر مسیر راه‌یابی کیسه‌های پلاستیکی از زمان استفاده توسط ما از مبادی مغازه‌ها و فروشگاه تا به اعماق اقیانوس آرام شمالی کمک می‌کند: http://futurestates.tv/episodes/plastic-bag (Williams et al,2013).

پسماندهای دریایی که بخش اعظم آن‌ها را پسماندهای پلاستیکی تشکیل می‌دهند هم اکنون جان ۲۶۷ گونه از جانداران دریایی را تهدید می‌کنند. بر اساس گزارش‌های موجود پسماندهای پلاستیکی سالانه جان یک میلیون پرنده دریایی، ۱۰۰،۰۰۰ پستاندار دریایی و تعداد بی‌شماری ماهی را می‌گیرند (bio Intelligence Service,2009). این گونه‌های جانداران دریایی بر اثر خوردن[1] این پسماندها و یا به دام افتادن[2]

1. Ingestion
2.Entanglement

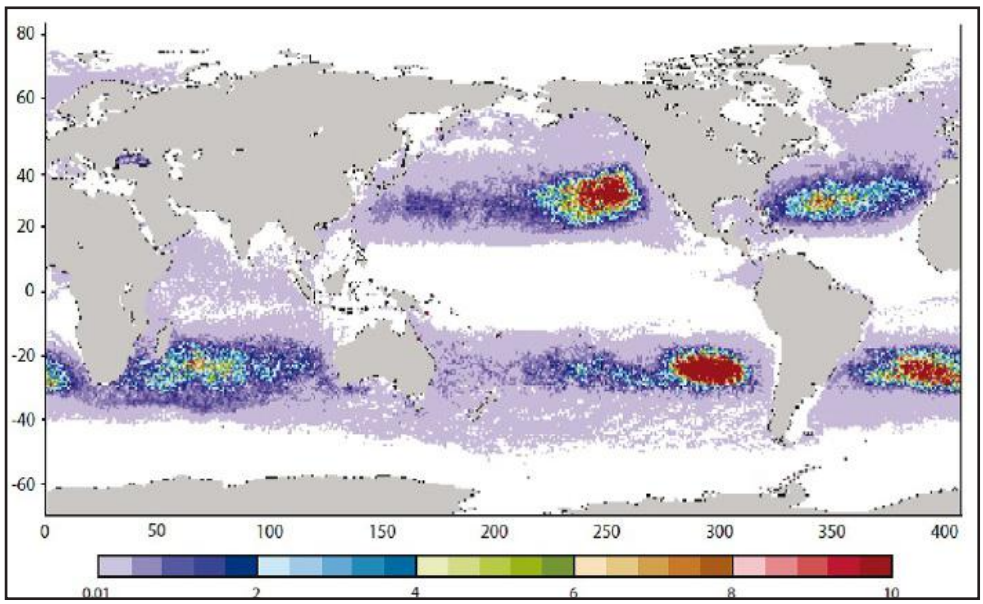
در آن‌ها جان خود را از دست می‌دهند (شکل ۶). خطر به دام افتادن در پسماندهای دریایی بسیاری از گونه‌های شیرهای دریایی، لاک‌پشت‌های دریایی، پرندگان دریایی و نهنگ‌ها را تهدید کرده است. در صورت به دام افتادن در پسماندهای دریایی معمولاً این جانداران بر اثر خفگی یا غرق شدن جان خود را از دست می‌دهند (UNEP,2009). بسیاری از جانداران دریایی تکه‌های پسماندهای پلاستیکی را به اشتباه شکار فرض کرده و آن‌ها را می‌خورند. برای مثال، لاک‌پشت‌های دریایی در بسیاری از موارد کیسه‌های پلاستیکی را با عروس‌های دریایی اشتباه می‌گیرند. خورده شدن پسماندهای پلاستیکی توسط جانداران دریایی منجر به تجمع این پسماندها در دستگاه گوارش این جانداران شده و آن‌ها را دچار پی‌اشتهایی کاذب می‌کند (UNEP,2009). این پدیده خصوصا در پرندگان به کرات مشاهده شده است. بی‌اشتهایی کاذب منجر به از دست رفتن چربی‌های بدن حیوان و درنهایت عدم توانایی برای مهاجرت فصلی و مرگ او خواهد شد. بعلاوه مواد شیمیایی پسماندهای خورده شده به بدن حیوان نشت کرده و این مواد خطرناک سلامتی حیوان را تهدید می‌کند. اگرچه این تهدید تنها منحصر به حیوانات نیست و با وارد شدن مواد سمی نشت کرده به بدن حیوانات این مواد درنهایت به چرخه غذایی ما راه پیدا می‌کنند زیرا این مواد در برابر تجزیه مقاوم هستند و در بافت‌های چربی بدن حیوانات تجمع می‌کنند. بعلاوه مواد شیمیایی خطرناک آزاد شده از کیسه‌های پلاستیکی منجر به تغییرات هورمونی در حیوانات شده و ممکن است باعث ایجاد ناهنجاری در حیوانات و یا از بین رفتن جمعیت گونه‌های در معرض خطر پسماندهای پلاستیکی شود (Ritch et al, 2009). تحقیقات نشان می‌دهند تکه‌های بسیاری کوچک و میکروسکوپی پلاستیک‌ها توسط جانداران کوچک دریایی از

جمله آمپیفادها[1]، لاگ ورمز[2] و بارناسلزها[3] خورده می‌شوند و به تبع آن وارد چرخه غذایی انسان می‌شوند (UNEP,2009). علاوه بر تمام خطرات فوق، پسماندهای پلاستیکی یکی از عوامل تهاجم گونه‌های غیربومی محسوب می‌شوند. از آن جا که پسماندهای پلاستیکی سبک بوده و روی آب شناور می‌شوند، جانداران کوچک به راحتی به آن‌ها چسبیده و مسافت‌های طولانی را با آن‌ها طی می‌کنند و از قلمرو زیستی خود خارج شده و به قلمروهای بیگانه می‌روند؛ به عبارت دیگر پسماندهای پلاستیکی به نوعی تبدیل به وسیله حمل‌ونقل آسان[4] جانداران دریایی شده‌اند. تا پیش از این بعضی از انواع گیاهان دریایی در فرایند طبیعی بعضی از انواع گونه‌های دریایی را به خارج از زیست‌بوم خود منتقل می‌کردند اما با ورود بیش از اندازه پسماندهای دریایی پلاستیکی این فرایند سرعت گرفته و از شکل طبیعی خود خارج شده است. گونه‌های غیربومی هم حیات زیست‌بوم جدید و هم تنوع زیستی تمام سیاره را تهدید می‌کند (UNEP,2009).

- **نرخ پایین بازیافت کیسه‌های پلاستیکی و سناریوی دفن**

یکی از چالش‌های اساسی کیسه‌های پلاستیکی نرخ پایین بازیافت آن‌ها در سراسر دنیاست. نرخ پایین بازیافت کیسه‌های پلاستیکی بدین معناست که بخش عمده‌ای از کیسه‌های پلاستیکی دورریز شده یا در پسماندسوزها سوزانده شده و یا سر از مراکز دفن در می‌آورند. بر اساس آمارهای منتشره توسط سازمان محیط‌زیست آمریکا (EPA[5])، در سال ۲۰۰۹ نرخ بازیافت پلاستیک در این کشور تنها معادل ۷/۱ از کل پلاستیک‌های تولیدی بوده است (EPA,2009). نرخ بازیافت کیسه‌های پلاستیکی LDPE در آمریکا تنها حدود ۵٪ گزارش شده است (Harper,2006). نرخ بازیافت کیسه‌های پلاستیکی HDPE به علت وجود سایر مواد پلاستیکی ساخته شده از این نوع رزین به شکل جداگانه بررسی نشده است اگرچه نرخ بازیافت فیلم‌های بسته‌بندی ساخته شده از HDPE ۱/۶ درصد ذکر شده است (EPA,2009). این در حالی است که نرخ بازیافت مقوا در سال ۲۰۰۶ در آمریکا ۵۱ درصد اعلام شده است(EPA,2007). در سال‌های اولیه قرن بیست و یکم بسیاری از برنامه‌های جمع‌آوری و بازیافت کیسه‌های پلاستیکی به علت وجود آلاینده‌ها و مواد ناخواسته در کیسه‌های پلاستیکی مصرف شده در آمریکا به حالت تعلیق درآمده‌اند. گزارش‌های مرتبط با کشور استرالیا نشان می‌دهند که کمتر از ۵٪ از کیسه‌های پلاستیکی دورریز شده بازیافت می‌شوند (www.Cleanup.org.au). گفته می‌شود که در کشور انگلستان کمتر از ۱ درصد کیسه‌های پلاستیکی بازیافت می‌شوند (www.reuseit.com). به‌طور کلی در مقایسه با سایر محصولات پلاستیکی، بازیافت کیسه‌های پلاستیکی به علت وزن کم آن‌ها و سختی زدودن آلاینده‌ها و مواد ناخواسته از آن‌ها به سختی امکان‌پذیر است. یکی از بازارهای اصلی مواد بازیافتی حاصل از کیسه پلاستیکی، کیسه سطل‌های زباله است. از دیگر موارد مصرف این مواد می‌توان به ورق‌های پلاستیکی حباب‌دار و لوازم منزل اشاره کرد (Harper,2006). بعضی از منابع اشاره می‌کنند که بازیافت کیسه‌های پلاستیکی معمولا به دلیل هزینه‌بر بودن فرایند جمع‌آوری جداگانه، نیاز به دسته‌بندی گسترده و دستی و ارزش غیراقتصادی مواد بازیافتی در مقایسه با رزین‌های دست اول به‌صرفه نیستند (Eureka,2009). در بعضی از متون اشاره شده است که کیسه‌های پلاستیکی در میان جریان پسماندهای جامد به لحاظ اقتصادی یکی از کم‌ارزش‌ترین دورریزهای قابل بازیافت هستند (Clapp & Swanston,2009). گزارش‌های دیگر نیز تأکید می‌کنند که هزینه و قیمت تمام شده بالای پلاستیک‌های بازیافتی در مقایسه با مواد دست اول یکی از مهم‌ترین عوامل بازدارنده صنایع بازیافت پلاستیک‌هاست (bio Intelligence Service,2010). این مورد به‌ویژه در مورد کیسه‌های پلاستیکی صدق می‌کند. علاوه بر نرخ پایین بازیافت کیسه‌های پلاستیکی، تحقیقات انجام شده در بعضی موارد نشان می‌دهند که حتی گزینه بازیافت، در صورتی که بتوانیم نرخ آن را افزایش دهیم، کمک چندانی به کاهش اثرات گلخانه‌ای و تولید گازهای گلخانه‌ای و همچنین کاهش اثرات مرتبط با استفاده از منابع طبیعی نمی‌کند (UK Environment Agency,2011-). اگرچه همه این گزینه‌ها باید به شکل جامع دیده شوند و باید در نظر داشت که رویکردهای متفاوت به این مساله می‌تواند نتایج متفاوتی دربرداشته باشد. برای مثال گزارشی دیگر (جدول ۱) در مورد گزینه‌های مدیریت پسماندهای پلاستیکی تأکید می‌کند که گزینه بازیافت از منظر کاهش خطرات تهدیدکننده سلامتی انسان بهترین گزینه است (WRAP,2010). بازیافت از استحصال و استفاده مواد دست اول تجدیدناپذیر و همچنین تولید پسماندهای جامد شهری جلوگیری می‌کند. ترویج بازیافت همچنین می‌تواند به افزایش اشتغال‌زایی کمک کند. «قابلیت بازیافت» و «نرخ بازیافت» در عین‌حال یکی از مشخصه‌های بسته‌بندی‌های پایدار محسوب می‌شود (Lewis et al,2010). به همین منظور تعدادی از کسب‌وکارهای بزرگ مانند وال‌مارت در انگلستان و بعضی از کشورها مانند کانادا در حال تلاش برای بهبود شرایط در جهت ارتقای نرخ بازیافت کیسه‌های پلاستیکی هستند (BSR,2010;http://www.plastics.ca). برخی از گزارش‌ها اعلام کرده‌اند که ۹۳ درصد از جمعیت کانادا به تأسیسات و مکان‌هایی که به بازیافت کیسه‌های پلاستیکی می‌پردازند دسترسی دارند (www. globenewswire.com). اگرچه در این مقاله هدف بررسی راه‌های موفقیت‌آمیز افزایش نرخ بازیافت کیسه‌های پلاستیکی نیست، بسیاری از تجربیات نشان می‌دهند که روش برگرداندن این پسماندها به مغازه‌ها و جمع‌آوری کیسه‌های پلاستیکی استفاده شده از همین مبادی

1. Ampiphads
2. Lugworms
3. Barnacles
4. Raft
5. Environment Protection Agency



شکل ۵: عکس ماهواره‌ای از مناطق تمرکز پسماندهای دریایی در اقیانوس‌ها، (UNEP Year Book,2011)

(خرده‌فروشی‌ها و یا فروشگاه‌ها) یکی از موفق‌ترین راه‌ها برای منظور بوده است؛ بنابراین نرخ پایین بازیافت کیسه‌های پلاستیکی به معنای عدم تلاش برای ایجاد انگیزه‌های لازم در جهت ترغیب صنعت بازیافت نیست بلکه در حقیقت منظور اصلی بیان نقصان نظام مدیریت پسماند کیسه‌های پلاستیکی است.

جدول ۱: رتبه‌بندی گزینه‌های مدیریت پسماندهای پلاستیکی از منظر خطرات سمیت برای سلامتی انسان، (WRAP,2010)

نوع پسماند	بازیافت	پسماند سوزی با قابلیت استحصال انرژی	دفن
PE	+++	++	+
PP	+++	++	+
PS	++	+++	+
PET	+++	++	+
PVC	+++	++	+

(+++=بهترین گزینه، ++=گزینه بینابین، +=نامناسب‌ترین گزینه)

با توجه به وضعیت موجود، دفن ناگزیر رایج‌ترین و معمول‌ترین روش برای دفع پسماندهای کیسه‌های پلاستیکی است. این گزینه بسیاری از زمین‌های سیاره ما را اشغال کرده و نتیجه آن تولید آلاینده‌های گازی، آلودگی‌های بصری و آزاد شدن بسیاری از مواد شیمیایی سمی و خطرناک در شیرابه حاصل از دفن است. دفن پسماند در قریب به اتفاق موارد به معنای از دست رفتن غیرقابل بازگشت پسماند دفن شده و زمین اختصاص یافته به دفن است (bio Intelligence Service,2010).

● کیسه‌های پلاستیکی، حفظ منابع تجدید ناپذیر و گرمایش جهانی

در حوزه مباحث گرمایش زمین و تولید گازهای گلخانه‌ای، برنامه طراحی شده توسط IPCC[1] چارچوبی را برای محاسبه اثر فعالیت‌ها و صنایع بر پدیده گرمایش زمین منتشر کرده است. این چارچوب بر اساس شاخص «قابلیت دارا بودن اثر گرمایش جهانی[2]» عمل می‌کند. این شاخص تمام گازهای منتشره را بر اساس گاز دی‌اکسیدکربن محاسبه می‌کند که به آن «دی‌اکسیدکربن معادل[3]» گفته می‌شود. بسیاری از تحقیقات و پژوهش‌های صورت گرفته در ارزیابی‌های چرخه عمر کیسه‌های پلاستیکی این اثر را محاسبه کرده‌اند. مبادی اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای در چرخه عمر کیسه‌های پلاستیکی عبارتند از فرایند تأمین انرژی لازم جهت استحصال مواد خام، ساخت مواد اولیه، ساخت محصول نهایی، حمل‌ونقل محصول از محل تولید به محل استقرار خرده‌فروشان و عمده‌فروشان، حمل‌ونقل پسماندها از مکان تولید به مکان بازیافت و یا دفع و گازهای گلخانه‌ای تولیدشده در فرایند بازیافت یا دفع. اگرچه باید در نظر داشت این ارزیابی‌ها ممکن است به چند مرحله از چرخه عمر این محصولات محدود شده باشند. نتایج یکی از ارزیابی‌های صورت گرفته در آمریکا نشان می‌دهد که دی‌اکسیدکربن معادل تولید، استفاده و دفع ۲۰ سال ۱۰۰۰ عدد کیسه پلاستیکی ۲۱,۳۵۰,۰۰۰ میلی‌گرم دی‌اکسیدکربن می‌باشد (BCAL).

کیسه‌های پلاستیکی از منابع تجدیدناپذیر تولید می‌شوند و ماده اولیه آن‌ها نفت و گاز طبیعی است (Muthu et al,2012). گفته می‌شود که مواد خام اولیه برای ساخت تنها ۱۴ کیسه پلاستیکی می‌تواند سوخت لازم برای حرکت یک خودرو به

1. Intergovernmental Panel on Climate Change
2. Global Warming Potential (GWP)
3. Carbon Dioxide Equivalent

شکل ۶: تصویر راست: به دام افتادن پرندگان دریایی در کیسه‌های پلاستیک، تصویر سمت چپ: خورده شدن پسماندهای پلاستیکی توسط پرندگان دریایی

اندازه یک مایل را فراهم کند (www. inspirationgreen.com). در گزارشی دیگر اشاره شده است که برای تولید ۹ عدد کیسه پلاستیکی به اندازه‌ای مواد خام مصرف می‌شود که می‌تواند انرژی لازم برای حرکت یک خودرو به اندازه یک کیلومتر را فراهم کند (Nolan-ITU,2002). بر اساس بعضی از برآوردها، در آمریکا به تنهایی ۱۲ میلیون بشکه نفت برای تولید ۱۰۰ میلیارد کیسه پلاستیکی موردنیاز سالانه مصرف می‌شود (Clapp & Swanston,2009).

یکی از عوامل تأثیرگذار بر روی میزان استفاده از منابع تجدیدناپذیر در تولید، حمل‌ونقل و دفع کیسه‌های پلاستیکی شرایط بومی است. برای مثال کشوری مانند ایران که خود دارای منابع نفت خام و تولیدکننده محصولات پتروشیمی است سوخت فسیلی قابل‌توجهی برای تأمین مواد اولیه (حمل‌ونقل آن‌ها) استفاده نمی‌کند و بنابراین ممکن است که عدد نهایی انرژی مورد استفاده در ایران با سایر کشورها متفاوت باشد. یکی از ارزیابی‌های صورت گرفته در این زمینه انرژی موردنیاز برای تولید، استفاده و دفع ۱۰۰۰ عدد کیسه پلاستیکی را معادل ۴۵۷ مگاژول محاسبه کرده است (?,BCAL). ارزیابی انجام شده در استرالیا نشان می‌دهد که انرژی لازم برای تولید یک کیسه پلاستیکی HDPE معادل ۰/۴۸ مگاژول است (No-lan-ITU,2002). همین ارزیابی میزان تولید دی‌اکسیدکربن معادل برای تولید هر کیلوگرم کیسه پلاستیکی HDPE را ۶ کیلوگرم دی‌اکسیدکربن محاسبه کرده است. در تحقیق دیگری برآورد شده است که میزان انرژی موردنیاز برای تولید مونومر و ساخت پلیمر هر کیلوگرم کیسه پلاستیکی (بدون در نظر گرفتن انرژی لازم برای استخراج و استحصال نفت) به ۱۹/۰۵ مگاژول انرژی نیاز دارد (Khoo & Tan,2010). آخرین ارزیابی چرخه عمر صورت گرفته برای کیسه‌های پلاستیکی در استرالیا برآورد کرده است که تولید هر کیلوگرم کیسه پلاستیکی ۱۷/۶ کیلوگرم دی‌اکسیدکربن معادل تولید کرده و ۱۹۹ مگاژول انرژی صرف می‌کند (Hyder,2009). شکل ۷ نشان‌دهنده میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای بر اساس دی‌اکسیدکربن معادل در مراحل مختلف عمر یک کیسه پلاستیکی است. برای گزینه‌های نهایی مدیریت پسماندهای کیسه‌های پلاستیکی نیز مطالعات متفاوتی صورت گرفته است. در صورت انتخاب گزینه پسماندسوزی، بررسی‌ها نشان می‌دهند که سوزاندن اصولی یک تن پسماند پلاستیکی به ۲۵۲ مگاژول انرژی نیاز دارد و این در حالی است که انرژی مفید استخراج شده از هر تن پسماند پلاستیکی معادل ۲۵ مگاژول است. برخی از تحقیقات نشان می‌دهد که سوزاندن هر تن از پسماندهای پلاستیکی ۶۱/۲ کیلوگرم دی‌اکسیدکربن و ۳۴/۲ کیلوگرم متان تولید می‌کند (Khoo & Tan,2010). جدول ۲ نشان‌دهنده میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای کیسه‌های پلاستیکی در دو گزینه پسماندسوزی و دفن است.

جدول ۲: میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای کیسه‌های پلاستیکی در گزینه‌های متفاوت دفع (Khoo & Tan,2010)

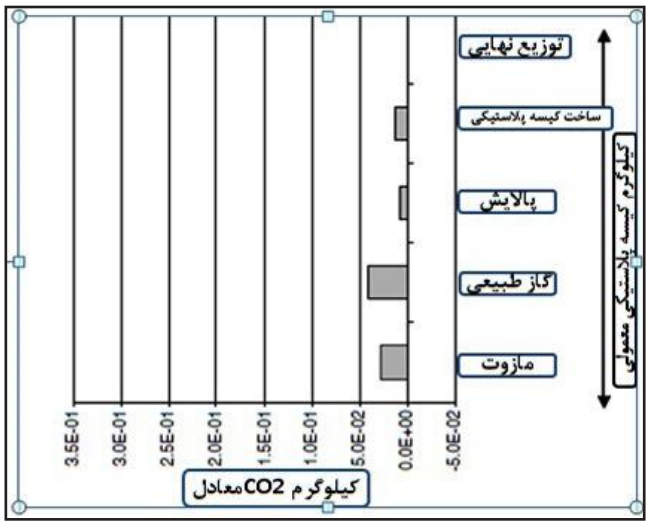
انتشار گاز (کیلوگرم پسماند/کیلوگرم)	دفن	پسماندسوزی
CO2	۵/۳۰E-۰۲	۲/۶۱E-۰۲
CH4	۱/۹۰E-۰۲	۲/۳۴E-۰۲

اگرچه نمی‌توان نتایج گزارش‌ها و تحقیقاتی را نیز نادیده گرفت که معتقدند تولید کیسه‌های پلاستیکی و جایگزین شدن آن با سایر مواد اولیه در دنیای مدرن به نوعی ذخیره انرژی است؛ زیرا هر ماده دیگری که بخواهد جایگزین کیسه‌های پلاستیکی شود در فرایند استحصال و تولید گازهای گلخانه‌ای بیشتری منتشر خواهد کرد. برای مثال نهاد اروپایی فیلم و بسته‌بندی[1] ادعا می‌کند که به ازای تولید هر تن دی‌اکسیدکربن در فرایند تولید پلاستیک‌ها، ۵ تن دی‌اکسیدکربن ناشی از استفاده نکردن از سایر مواد اولیه ذخیره می‌شود و بنابراین این نهاد مخالف سیاست‌های ممنوعیت کیسه‌های پلاستیکی است (William et al,2013)؛ اما باید در نظر داشت که قریب به اتفاق منابع غیرتجاری و علمی تأکید می‌کنند که فرایند تولید کیسه‌های پلاستیکی که مدت زمان استفاده از آن‌ها توسط مصرف‌کنندگان بسیار کوتاه است حجم عظیمی از سوخت‌های فسیلی را مصرف کرده و نتیجه این فرایند تولید محصولی است که یا سر از مراکز دفن درآورده و یا راهی اقیانوس‌ها می‌شود.

1. Packaging and Film Association (PAFA)

۶. نتیجه‌گیری

کیسه‌های پلاستیکی بدون شک یکی از پرمصرف‌ترین محصولات جهان هستند. استفاده و تولید این محصولات پلیمری با نرخ رشد قابل‌توجهی افزایش پیدا کرده است. در پاسخ به این وضعیت، تحقیقات بسیاری برای بررسی دقیق آثار واقعی کیسه‌های پلاستیکی و برای ارایه گزینه‌های با آثار مخرب کمتر و محدودتر صورت گرفته است. اگرچه این تحقیقات در بعضی از موارد به نتایج متفاوتی رسیده‌اند و بعلاوه تولیدکنندگان این محصولات برای از دست ندادن بازار بر مزایای آن تأکید می‌کنند، گزارش‌های علمی نشان می‌دهند که این محصولات بدون شک دارای اثرات زیست‌محیطی جبران‌ناپذیری بوده و با اصول و معیارهای توسعه‌پایدار همخوانی ندارند. تمام گزارش‌های علمی تأکید می‌کنند که این مواد فرایند تجزیه بسیار آهسته‌ای داشته و به همین دلیل سالیان متمادی در پهنه‌های طبیعی و حتی در مراکز دفن باقی خواهند ماند؛ بنابراین شاید بتوان گفت که مخرب‌ترین مشخصه این محصول دیر تجزیه‌پذیری قابل‌توجه آن است به‌گونه‌ای که در آینده کیسه‌های پلاستیکی بسیاری از مناظر طبیعی، چه در خشکی و چه در دریا را اشغال خواهند کرد. از طرف دیگر انرژی و منابع صرف شده برای تولید این محصول به علت به‌صرفه نبودن بازیافت آن، با دفن به هدر رفته و به چرخه انرژی باز نمی‌گردد. در این معنا، ما منابع تجدیدناپذیر و با ارزش خود را برای محصولی که عموماً تنها بین ۱۲ تا ۲۰ دقیقه در دست مصرف‌کننده باقی می‌ماند با ولع سیری‌ناپذیر صرف می‌کنیم. پر واضح است که این رفتار مصرفی هیچ توجیه منطقی، اقتصادی و زیست‌محیطی ندارد. مشاهدات گسترده اخیر نشان می‌دهند که آثار این محصول تنها محدود به خشکی نبوده و این مواد پلیمری جان بسیاری از گونه‌های جانوری دریایی را تهدید می‌کنند. این وضعیت به‌گونه‌ای است که هم اکنون سازمان ملل، پسماندهای دریایی را یکی از چالش‌های اصلی زیست‌محیطی سیاره اعلام کرده است. مواد شیمیایی آزاد شده از کیسه‌های پلاستیکی خرد شده در پهنه‌های دریایی به راحتی وارد چرخه غذایی گیاهان، جانوران و درنهایت ما انسان‌ها شده و سلامت ما را در خطر انداخته است. حال سؤال این جاست که در پاسخ به این تهدیدات مستند چه راهکارها و سیاست‌هایی باید اتخاذ شوند. اگرچه هدف از مقاله کنونی بررسی انواع سیاست‌ها و اثربخشی آن‌ها نبوده است اما بدون‌شک بعد از درک گستره خطرات و تهدیدات این محصول قدم بعدی اتخاذ تصمیم درست در مواجهه با این چالش است. تصمیم درست بدون شک باید بر اساس بررسی‌های بومی و چرخه عمر این مواد در کشور ایران گرفته شود زیرا دلیل اهمیت مکان و شرایط تولید و استفاده از این مواد نمی‌توان صددرصد به مفروضات مطالعات چرخه عمر سایر کشورها اتکا کرد. ارایه گزینه‌های جایگزین، کاهش در مبدأ وضع مالیات بر روی این محصولات برای مصرف‌کننده و اندیشیدن تمهیداتی برای افزایش نرخ بازیافت از جمله سیاست‌هایی است که می‌توان از یکی از آن‌ها



شکل ۷: میزان انتشار دی‌اکسیدکربن معادل در مراحل متفاوت عمر کیسه‌های پلاستیکی (Khoo & Tan,2010)

و یا ترکیبی از آن‌ها برای کاهش آثار زیست‌محیطی کیسه‌های پلاستیکی بهره برد.

منابع

- مهدی پور، الف. ۱۳۸۷. پروژه آنالیز فیزیکی و شیمیایی پسماند شهر تهران. معاونت امور مناطق.
- Ali shah ,A .Hasan ,Fariha .Hameed ,A .Ahmed ,Safia. .2008Biological degradation of plastics :A comprehensive review .Journal of Biotechnology Advances .Vol: ,26pp.246-265:
- BCAL .?.Life Cycle Assessment for three types pf grocery bags :recyclable plastic ,compostable ,biodegradable and recycled ,recyclable paper bag .Accessed at 30th November 2013 at:(http://heartland.org/sites/default/files/threetypeofgrocerybags.pdf).
- Bio Intelligence Service. 2011. Plastic Waste in the Environment. European Commision DG ENV. Accessed 1st October 2013 at: (http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/plastics.pd).
- BSR. 2010. Building long term solutions: retail shopping bag impacts and options. Chase, M. Hampole, N. Accessed at 1st January 2013 at: (www. Bsr.org).
- Clapp, J. Swanston, L. Doing away with plastic shopping bags: international patterns of norm emergence and policy implementation. Journal of Environmental Politics. Vol: 18 (3). Pp: 315-332.
- EPA, 2009. Municipal solid waste in United States; Facts and figures. Accessed at 15th January 2014 at: (http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/pubs/msw2009rpt.pdf).
- Eureka. 2009. Recycling Plastic: Complications & Limitations. Accessed 9th October 2013 at: (http://plasticbaglaws.org/wordpress/wp-content/uploads/2010/04/industry_Eureka-Recycling-newsletter-re-plastic-recycling.pdf).
- Hammer, J. Kraak, M. Parsons, J. R. Plastics in the

Bulletin. Vol: 60, pp: 2279- 2283.
- Restrepo-Florez, J. M. Bassi, A. Thompson, M. R. h.2013. Microbial degradation and deterioration of polyethylene- A review. International Biodeterioration & Biodegradation. Vol: 88. pp: 83-90.
- Ritch, E. Brennan, C. Macleod, C. 2009. Plastic bag politics: modifying consumer behavior for sustainable development. International Journal of Consumer Studies. Vol:23. Pp:168-174.
- Sharp, A. Hoj, S. Wheeler, M. 2010. Proscription and its impact on anti-consumption behavior and attitudes: the case of plastic bags. Journal of Plastic Behaviour. Vol:9, pp:407-484.
- Sugii, T. 2008. Plastic bag reduction: policies to reduce environmental impact. Unpublished Master thesis. TUFTS University.
- UK Environment Agency. 2011. Life Cycle Assessment of Super Market Carrier Bags. Chris, E. Fry, J. M.Accessed at: (http://www.environment-agency.gov.uk/research/library/publications/129364.aspx).
- UNEP. 2005. Marine Litter: AN ANLYTICAL OVERVIEW. Accessed at 12th December at: (http://www.unep.org/regionalseas/marinelitter/publications/docs/anl_oview.pdf).
- UNEP. 2009. Plastic Debris in the World's Oceans. Accessed at 12th December at: (http://www.unep.org/regionalseas/marinelitter/publications/docs/plastic_ocean_report.pdf).
- UNEP Year Book. 2011. Plastic Debris in the Ocean. Accessed at 15th December at :(http://www.unep.org/yearbook/2011/pdfs/plastic_debris_in_the_ocean.pdf).
- William, A.T, Pond, K. Ergin, A. Cullis, M. J. The hazards of beach litter. Coastal Hazards. Ed. Finkl, C. Springer: 2013.
- WRAP. 2010. Environmental Benefits of Recycling. Accessed at 17th January at: (http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Environmental_benefits_of_recycling_2010_update.3b174d59.8816.pdf).

marine environment: The dark side of a modern gift. 20102. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. DOI 10.1007/978-1-4614-3414-6_1.
- Harper, C, A. Handbook of Plastic Technologies. McGraw-Hill: 2006.
- Hyder. 2009. Zero Waste South Australia; LCA of shopping bags alternatives. Accessed at 2nd January 2014. Accessed at: (http://www.zerowaste.sa.gov.au/upload/resources/publications/plastic-bag-phase-out/F0008-AA002564-AAR-03%20LCA20%of20%shopping20%bag20%alternatives.pdf).
- Jalil, A. Mian, N. Khalilur Rahman, M. 2013. Using Plastic Bags and its Damaging Impact on Environment and agriculture: An Alternative proposal. International Journal of Learning and Development. Vol: 3(4), pp: 1-14.
- Khoo, H. R. Tan, T. 2010. Environmental Impacts of Conventional Plastic and Bio-based plastic bags. International Journal of Life Cycle Assess. Vol: 15, pp:338-345.
- Lewis, H. Veghese, K. Fitzpatrick, L. 2010. Evaluating sustainability impacts of Packaging: the plastic carry bag dilemma. Journal of Packaging Technology and Science. Vol:23, pp: 145-160.
- Miliute, J. Stanskis, K. 2010. Application of life cycle assessment in optimization of municipal solid waste management systems: the case of Lithuania. Journal of Waste Management & Research. DOI: 10.1177/0734242X09342149.
- Muthu, S. S. Li, Y. Hu, J. Mok, P. Ding, X. Eco-impact of plastic and paper shopping bags. Journal of Engineering Fibers and Fabrics, Vol: 7 (1), pp: 26-37.
- Nolan-ITU. 2002. Plastic Shopping bags- analysis of Levies and environmental impacts. Prepared for Environment Australia. Accessed at 3th October 2013 at: (http://www.environment.gov.au/archive/settlements/publications/waste/plastic-bags/pubs/analysis.pdf).
- O'Brine, T. Thampson, R. Degradation of Plastic Carrier bags in the marine environment. Marine Pollution

میزان مصرف مواد پلیمری (پلاستیک) در جهان و در پسماندهای شهری ایران و راهکارهای پیشگیری (کاهش ــ بازیافت) با استفاده از مطالعات علمی ــ اجرایی پروژه بازیافت و پردازش پسماندهای شهر کرمانشاه

هایده شیرزادی گیلانی

مدیرعامل شرکت بازیافت مواد و تولید کود آلی کرمانشاه

۱- مقدمه:

افزایش جمعیت، همراه با رشد شهرنشینی، افزایش صنایع بسته‌بندی، تغییر الگوهای مصرف و فرهنگ مصرف‌گرایی در ۵ دهه گذشته در جهان، به خصوص در اقتصادهای نوظهور آسیا، استفاده از انواع مواد پلیمری به دلیل **سبک بودن، دسترسی آسان و ارزان بودن** در تمامی بخش‌ها و چرخه زندگی مورد استفاده قرار گرفته است.

بخش عمده مواد پلیمری به‌عنوان پسماند در تمامی بخش‌های محیط‌زیست، کوه‌ها، دشت‌ها، دریاها و درنهایت انسان‌ها و جانوران زیان‌های جبران‌ناپذیری وارد نموده است. در کشورهای توسعه‌یافته چندین دهه است که برای جلوگیری از آلاینده‌های ناشی از پسماندهای پلیمری اقداماتی (بازیافت، سوخت و ...) انجام گرفته به‌طوری که بخشی از این پسماندها یا بازیافت، یا در زباله‌سوزها یا به‌عنوان انرژی جایگزین استفاده می‌شود. ولی **آلاینده‌های میکروپلاستیک** در تمامی کشورها اثبات شده است.

لذا در این گزارش در خصوص میزان تولید مواد پلیمری در جهان و برآورد میزان مواد پلیمری (پلاستیک) در پسماندهای ایران با استفاده از تجارب علمی، اجرایی در کارخانه پردازش و بازیافت پسماندهای شهر کرمانشاه آورده شده و راهکارهای کاهش و مدیریت آن با استفاده از تجارت کشورهای پیشرو ارایه می‌گردد.

۲- میزان تولید پسماند شهری (خانگی، تجاری) در جهان:

پسماندهای صنعتی، عمرانی و ساختمانی جزء این موارد نیستند.

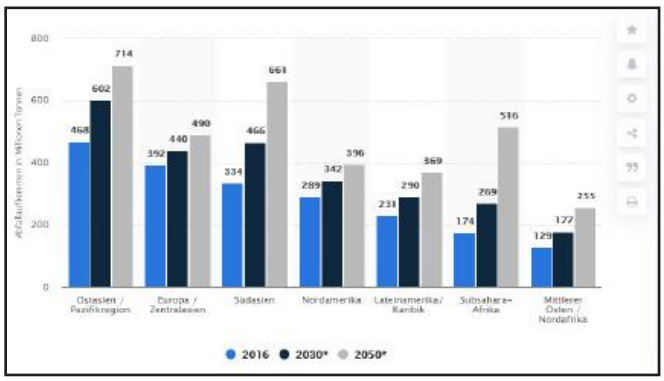
۲-۱ گزارش بانک جهانی

بانک جهانی در سال ۲۰۱۹ در گزارش "What A Waste" اعلام کرده که پسماند یکی از بزرگ‌ترین مشکلات انسان می‌باشد زیرا در سال ۲۰۱۶ با **۷ میلیارد و ششصد میلیون نفر، سالیانه ۲ میلیارد تن پسماند شهری** (خانگی و تجاری) تولید می‌شود. اگر تغییراتی در روند مصرف انجام نشود بر اساس جدول ۱ تا سال ۲۰۵۰ میزان تولید پسماندها تا ۷۰٪ یعنی برابر ۳/۴ میلیارد تن افزایش خواهد یافت (روزانه ۹/۳ میلیون تن).

افزایش جمعیت و تمایل به شهرنشینی و مصرف‌گرایی و همچنین سوء مدیریت مواد خام این بحران محیط‌زیستی را افزایش خواهد داد.

بر اساس نمودار ۱ پیش‌بینی میزان تولید پسماند در آینده مربوط به اقتصادهای نوظهور در کشورهای آسیایی و آفریقایی می‌باشد.

بر اساس نمودار ۲ بیشترین میزان تولید پسماند در شرایط موجود مربوط به کشورهای آمریکا و چین می‌باشد.



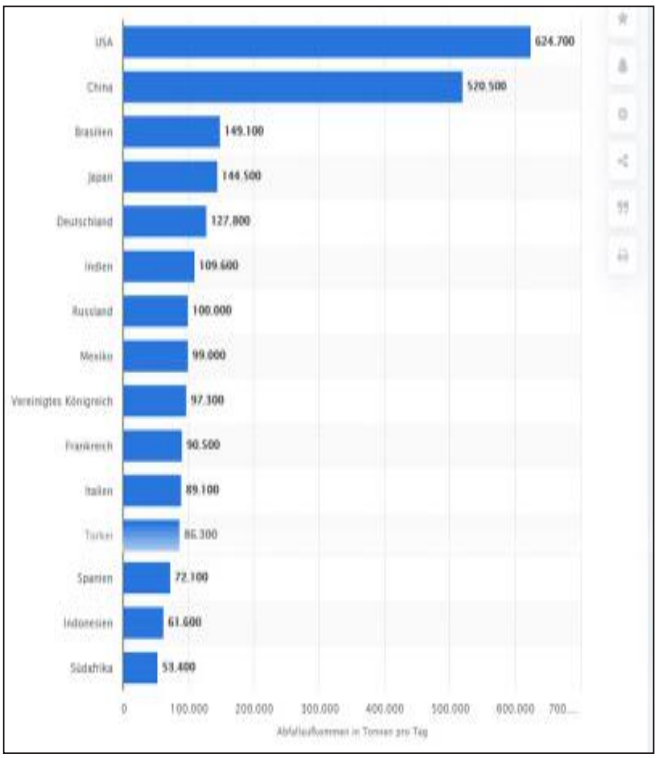
نمودار ۱) میزان تولید پسماند در مناطق جهان در سال ۲۰۱۶ و پیش‌بینی تولید پسماند برای سال‌های ۲۰۳۰ و ۲۰۵۰ (میلیون تن در سال)

جدول ۱) میزان تولید پسماند در مناطق جهان در سال ۲۰۱۶ و پیش‌بینی تولید پسماند برای سال‌های ۲۰۳۰ و ۲۰۵۰ (میلیون تن در سال)

سال	سالیانه /میلیون تن	روزانه/ میلیون تن
۲۰۱۶	۲۰۱۷	۵/۵
۲۰۳۰	۲۵۸۶	۷/۱
۲۰۵۰	۳۴۰۱	۹/۳

توجه:

* در سال ۱۹۰۰ روزانه ۳۰۰ هزار تن پسماند تولیدشده است.
* در سال ۲۰۰۰ روزانه ۳ میلیون تن پسماند تولیدشده است.



نمودار ۲) رده‌بندی میزان تولید پسماند در کشورهای انتخاب شده در جهان در سال ۲۰۱۸ (تن / روز)

۲-۲ گزارش سازمان همکاری توسعه اقتصادی (OECD)

سازمان همکاری توسعه اقتصادی (OECD) یک سازمان بین دولتی با **۳۷ کشور** عضو، مرکز آن در پاریس و متعهد به اصل دموکراسی و اقتصاد آزاد است. سالی دو بار مشاوران ارشد اقتصادی و روسای بانک‌های مرکزی باهم جلسه دارند و در بخش‌های مختلف اقتصاد مقایسه و گفتگو می‌کنند. در سال ۲۰۱۸ میزان تولید و مدیریت پسماند کشورهای عضو را بر اساس فاکتورهای ذیل ارزیابی و مقایسه کردند.

جدول ۲) ارزیابی مدیریت پسماند کشورهای عضو (OECD)

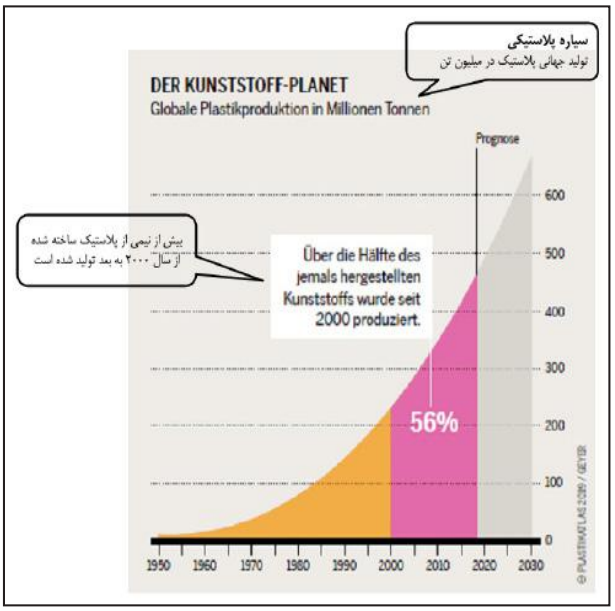
شرح	امتیاز	نوع امتیاز
تولید بیشتر پسماند	۰-۳	منفی
بازیافت مواد	۰-۴	مثبت
زباله‌سوزی	۰-۱	مثبت
دفن	۰-۳	منفی
تخلیه پسماند بدون برنامه‌ریزی	۰-۶	منفی
سایر موارد	۰-۶	منفی

توجه:

در جمع‌بندی ۰ تا ۱۰۰ بیشترین عدد یعنی کمترین آلاینده محیط‌زیست

مقایسه ارزیابی مدیریت پسماند کشورهای عضو (OECD) در جدول ۳ نشان می‌دهد که:

- بیشترین میزان تولید پسماند مربوط به کشور آمریکاست (سرانه روزانه ۵ کیلوگرم)؛ یعنی هر نفر در سال ۸۰۹ کیلوگرم پسماند تولید می‌کند.
- کمترین تولید پسماند مربوط به کشور لهستان با ۳۱۵ کیلوگرم در سال است.



جدول ۳ مقایسه ارزیابی مدیریت پسماند کشورهای عضو OECD

Rank	Country	Waste Generated	annually per capita in kg	Recycling	annually per capita in kg	Incineration	annually per capita in kg	Landfill	annually per capita in kg	Open Dump	annually per capita in kg	Unaccounted Waste
1	Turkey	1.11	425	0.00	0	0.00	0	1.49	216	10.00	176	0.59
2	Latvia	1.25	438	1.69	93	0.00	0	1.72	250	0.00	0	10.00
3	New Zealand	4.17	727	0.00	0	0.00	0	5.00	727	0.00	0	0.00
4	Mexico	1.08	421	0.38	21	0.00	0	2.16	314	5.03	89	0.00
5	Chile	0.73	387	0.03	1	0.00	1	2.27	330	1.86	33	3.04
6	Italy	1.76	489	2.31	127	0.37	92	0.89	129	0.00	0	7.89
7	Estonia	0.45	360	1.62	89	0.74	185	0.18	27	0.00	0	6.83
8	Canada	3.96	706	2.65	146	0.08	21	3.61	511	0.00	0	0.00
9	Slovak Republic	0.64	379	0.52	29	0.14	35	1.55	226	0.00	0	2.74
10		3.34	644	2.93	161	0.00	0	3.33	483	0.00	0	0.00
11	Greece	1.91	504	1.74	96	0.00	0	2.77	402	0.00	0	0.00
12	United States	5.00	809	5.10	280	0.42	104	2.93	425	0.00	0	0.00
13	Slovenia	1.56	471	3.56	219	0.31	77	0.70	102	0.00	0	4.07
14	Lithuania	1.42	455	1.90	104	0.21	52	1.66	242	0.00	0	0.92
15	Spain	1.49	462	1.42	78	0.20	51	1.65	240	0.00	0	0.00
16	Ireland	3.05	616	3.70	203	0.40	100	1.66	241	0.00	0	0.87
17	United Kingdom	1.55	468	2.32	128	0.61	152	0.75	109	0.00	0	1.84
18	Austria	2.58	570	2.66	146	0.85	212	0.11	17	0.00	0	1.84
19	Portugal	0.73	387	1.14	63	0.38	94	1.53	222	0.00	0	0.00
20	France	2.02	514	2.08	114	0.70	174	0.89	129	0.00	0	0.01
21	Hungary	0.71	385	1.82	100	0.21	53	1.39	202	0.00	0	0.03
22	Luxembourg	2.96	607	3.14	172	0.85	212	0.76	111	0.00	0	0.26
23	Iceland	3.45	656	6.67	366	0.12	30	3.31	481	0.00	0	0.00
24	Australia	2.48	560	4.29	236	0.22	55	1.88	273	0.00	0	0.00
25	Czech Republic	0.29	344	1.60	88	0.22	56	1.15	167	0.00	0	0.00
26	Denmark	4.72	781	3.88	213	1.67	416	0.06	9	0.00	0	0.02
27	Poland	0.00	315	1.51	83	0.15	38	0.87	127	0.00	0	0.00
28	Norway	1.08	422	2.01	110	0.89	221	0.10	14	0.00	0	0.88
29	Belgium	0.96	410	2.66	141	0.73	181	0.03	4	0.00	0	1.39
30	Finland	1.97	510	2.61	143	0.96	240	0.40	58	0.00	0	0.01
31	Germany	3.22	633	5.61	303	0.79	198	0.01	1	0.00	0	1.86
32	Netherlands	2.00	513	2.39	126	0.99	248	0.05	7	0.00	0	0.00
33	Switzerland	3.96	705	4.11	226	1.36	340	0.00	0	0.00	0	0.00
34	Japan	0.32	346	1.30	71	1.11	278	0.03	4	0.00	0	0.00
35	Sweden	1.39	452	2.66	146	0.92	229	0.02	4	0.00	0	0.00
36	South Korea	0.45	359	3.79	208	0.36	90	0.40	57	0.00	0	0.00

- **بیشترین میزان بازیافت** به نسبت سرانه تولید روزانه پسماند مربوط به کشور **آلمان است (۳۰۳ کیلوگرم و ۹۸ کیلوگرم سوخت)** می‌باشد و فقط ۱ کیلوگرم دفن می‌شود. بیشترین امتیاز را کسب نکرده چون سرانه تولید پسماند آن زیاد است.
- **بیشترین امتیاز مدیریت پسماند را کره جنوبی** داشته است.

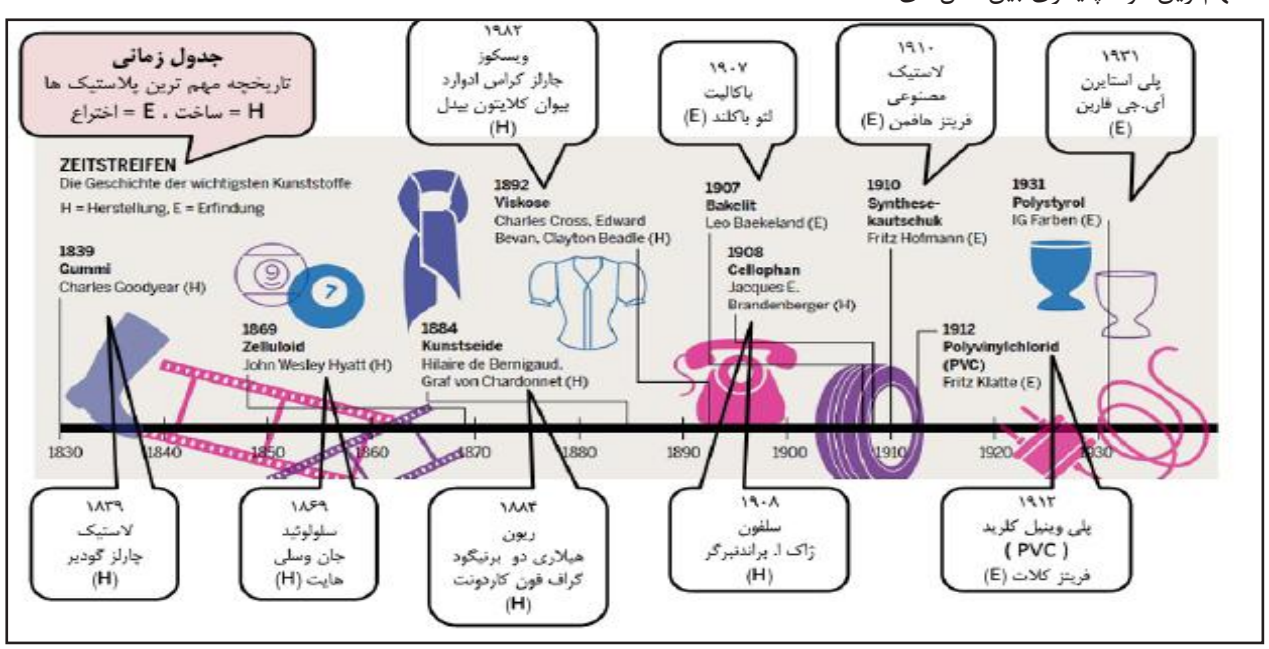
۳- میزان مصرف مواد پلیمری در جهان

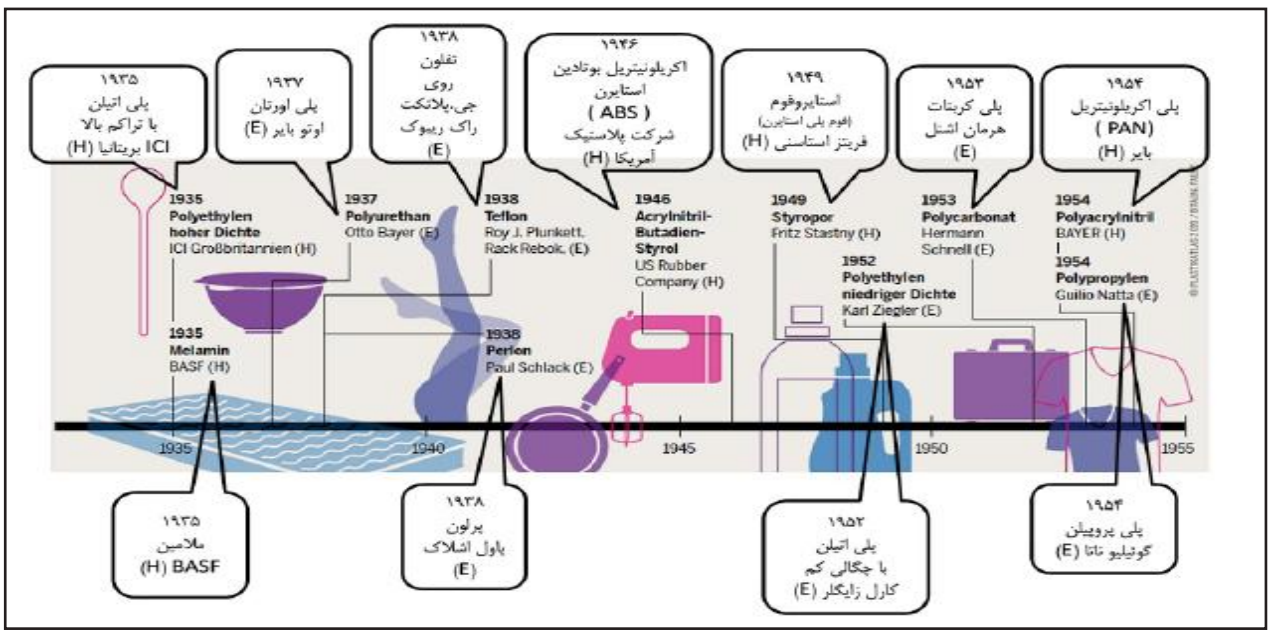
بین سال ۱۹۵۰ تا ۲۰۱۵، **۳/۸ میلیارد تن** پلاستیک تولیدشده که **٪۵۶** آن مربوط به سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ بوده است.

پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ میزان تولید به بیش از ۷۰۰ میلیون تن در سال برسد.

روند اختراع انواع مواد پلیمری

همان‌طور که از تصاویر ذیل ملاحظه می‌گردد تولید پلاستیک برای اولین بار از سال ۱۸۳۹ شروع شده و به‌صورت عمده بعد از سال ۱۹۱۲ (که PVC کشف شد) جایگاه خود را در تمام بخش‌های صنایع و مصارف روزمره باز کرده است.
مهم‌ترین مواد پلیمری بین سال‌های ۱۸۵۰ تا ۱۹۵۰ کشف شده است.





۳-۱ میزان مصرف مواد پلیمر در بخش‌های مختلف

بر اساس گزارش Plastic Atlas 2019 در سال ۲۰۱۵ در جهان **۴۰۷ میلیون تن** مواد پلیمری تولید و در بخش‌های ذیل استفاده شده است. بیشترین میزان (۱۴۶ میلیون تن) یعنی ۳۶٪ در صنعت بسته‌بندی استفاده شده است که طول عمر آن از چند دقیقه تا حداکثر ۶ ماه می‌باشد.

جدول ۴) میزان مصرف مواد پلیمر در بخش‌های مختلف

شرح	میلیون تن در سال	طول عمر (سال)
ماشین‌آلات صنعتی	۳	۲۰
الکترونیک	۱۸	۸
حمل‌ونقل	۲۷	۱۳
وسایل خانگی	۴۲	۳
پوشاک	۴۷	۵
ساختمانی	۶۵	۳۵
بسته‌بندی	۱۴۶	۰/۵
سایر	۵۹	-
جمع	**۴۰۷**	-

۴- میزان مواد پلیمری (پلاستیک) در پسماندهای شهری ایران

جهت برآورد میزان پسماندهای پلیمری ایران ابتدا میزان پسماندهای پلیمری در پسماندهای شهر کرمانشاه محاسبه و سپس به نسبت پسماندهای ایران برآورد می‌گردد.

۴-۱ میزان مواد پلیمری در پسماندهای شهر کرمانشاه

بر اساس نمودار ۳ آنالیز فیزیکی پسماندهای شهر کرمانشاه که هر ساله به‌صورت فصلی (پسماند درب منازل - پسماندهای تجاری و پسماندهای ورودی به کارخانه بازیافت) انجام می‌گیرد. به‌طور میانگین **۱۳ تا ۱۵٪ پسماندهای خانگی** و **۱۱ تا ۱۵٪ پسماندهای واحدهای اداری و تجاری پسماندهای پلیمری** می‌باشد (پسماندهای بهداشتی و لاستیک محاسبه نشده است).

جدول ۵) میزان تولید پسماندهای پلیمری شهر کرمانشاه بر اساس آنالیز فیزیکی سال ۹۹

شرح	تولید پسماند به نسبت سرانه	تولید پسماند به نسبت جمعیت	میزان تولید پسماندهای پلیمری		
	گرم / روز	تن / روز	%	تن / روز	تن/سال
سرانه تولید پسماند	۵۸۹	۶۸۴	۱۳/۱	۸۵	۳۱۰۰۰
سرانه تولید پسماندهای تجاری – کسبه	۹۵	۱۰۴	۱۱/۱	۱۲	۴۰۰۰
جمع / میانگین	۶۸۴	۷۵۲	۱۲	۹۷	۳۵۰۰۰

** پسماندهای بهداشتی و لاستیک در این جدول محاسبه نشده است

مقایسه نمودار آنالیز فیزیکی از پسماندهای پلیمری شهر کرمانشاه در سال ۹۹

نمودار ۴ مقایسه آنالیز فیزیکی پسماندهای پلیمری نشان می‌دهد؛ به‌طور میانگین ۳ تا ۴٪ پسماندهای قابل بازیافت و ارزشمند و پسماندهای کم‌ارزش حدود ۵٪ و پسماندهای دارای ارزش حرارتی حدود ۴ تا ۵٪ می‌باشد (تفاوت میزان پلیمر پسماندهای ورودی به کارخانه بازیافت با میزان پلیمر پسماندهای درب منازل این است که زباله‌گردها پسماندهای ارزشمند را در مخازن سطح شهر جداسازی می‌کنند).

۴-۲ محاسبه میزان تولید پسماندهای پلیمری شهر کرمانشاه بر اساس آنالیز فیزیکی سال ۹۹

بر اساس محاسبه سرانه تولید روزانه و سالیانه پسماندهای خانگی و تجاری و کسبه شهر کرمانشاه **۶۸۴ کیلوگرم** به نسبت جمعیت شهر کرمانشاه **حدود ۷۵۰ تن در روز** می‌باشد؛ یعنی از حدود **۲۷۰۰۰۰ تن پسماند شهر کرمانشاه** در سال، حدود ۳۵ هزار تن آن پسماند پلیمری می‌باشد که ۱۰ هزارتن آن ارزشمند و ۱۳ هزارتن آن کم‌ارزش (از نظر قیمت فروش) و ۱۲ هزارتن آن مواد دارای ارزش حرارتی می‌باشد.

سرانه تولید پسماندهای پلیمری در شهر کرمانشاه حدود ۳۲ کیلوگرم/سال برآورد می‌گردد.

۴-۳ برآورد میزان تولید پسماندهای پلیمری در ایران

بر اساس مقایسه آنالیز فیزیکی که شرکت بازیافت مواد و تولید کود آلی کرمانشاه به‌عنوان مشاور در سال‌های گذشته از پسماندهای **حدود ۱۰۰ شهر ایران** انجام داده **میزان تولید پسماندهای پلیمری ۱۲ تا ۱۵٪** (با انحراف معیار ۲ تا ۵٪) می‌باشد.

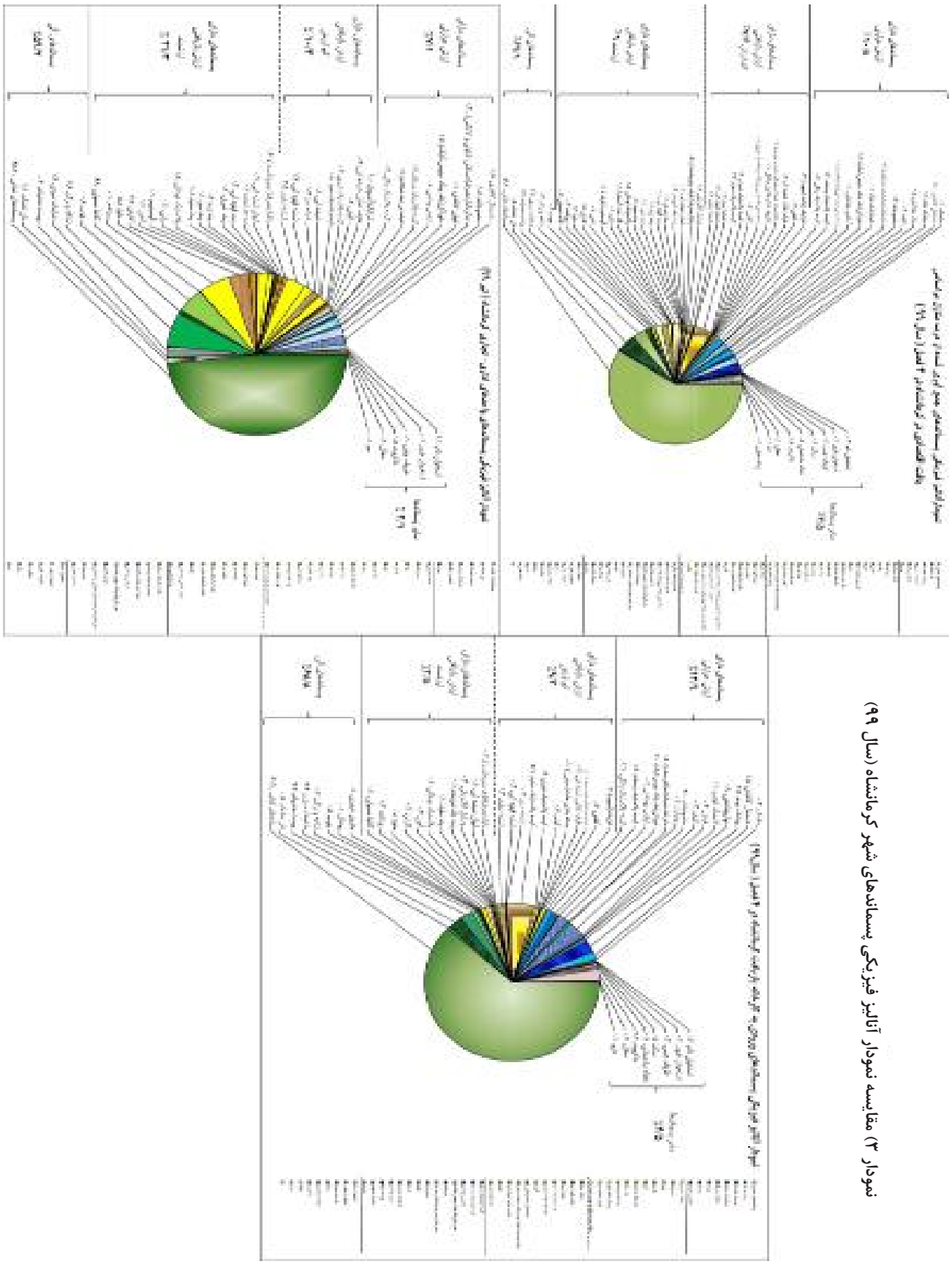
یعنی به نسبت میزان تولید پسماند ۵۸۰۰۰ تن/روز یا ۲۱ میلیون تن/سال پسماند در ایران، اگر ۱۳ تا ۱۵٪ آن پسماند پلیمری باشد **روزانه حدود ۲/۵ تا ۳ میلیون تن پسماند پلیمری** تولید می‌گردد یعنی:

- ۷۰۰ تا ۸۰۰ هزار تن مواد دارای ارزش بازیافتی ارزشمند
- ۱ میلیون تن مواد دارای ارزش بازیافتی کم‌ارزش
- ۹۰۰ هزار تا ۱ میلیون تن مواد دارای ارزش حرارتی

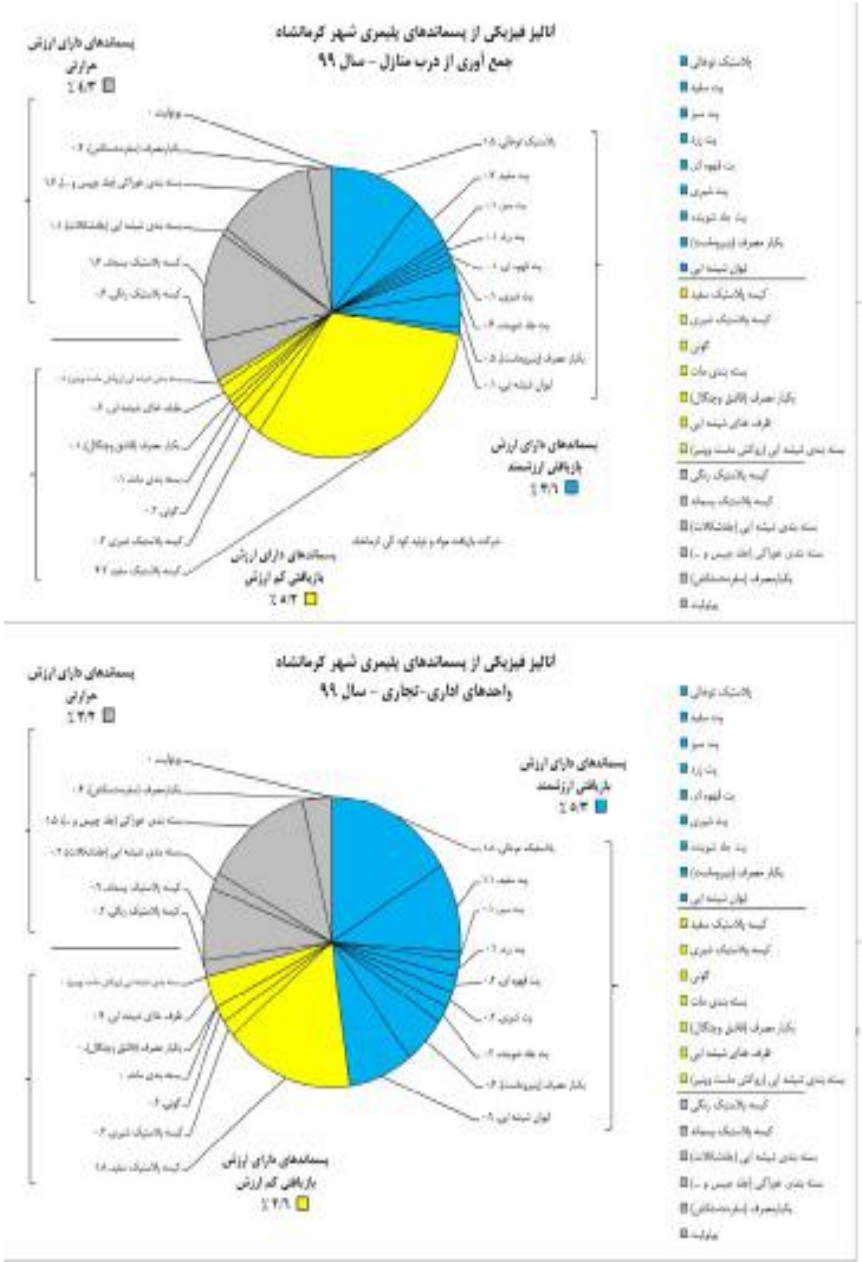
- چالش‌های مصرف مواد پلیمری (پلاستیک‌ها)

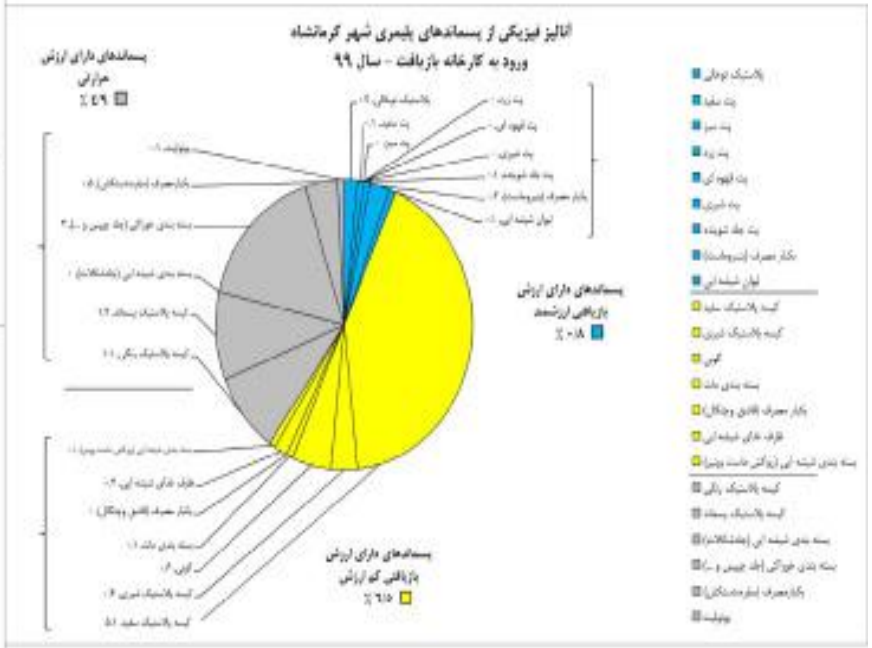
پراکندگی و تخلیه پسماندها در محیط (دشت‌ها، زمین، کوه، دریا و ساحل):

- **به خطر افتادن سلامت انسان‌ها**
- تأثیرات میکرو- نانوپلاستیک هنوز به‌طور کامل شناخته نشده است. در سال ۲۰۱۸ محقق اتریشی اولین بار

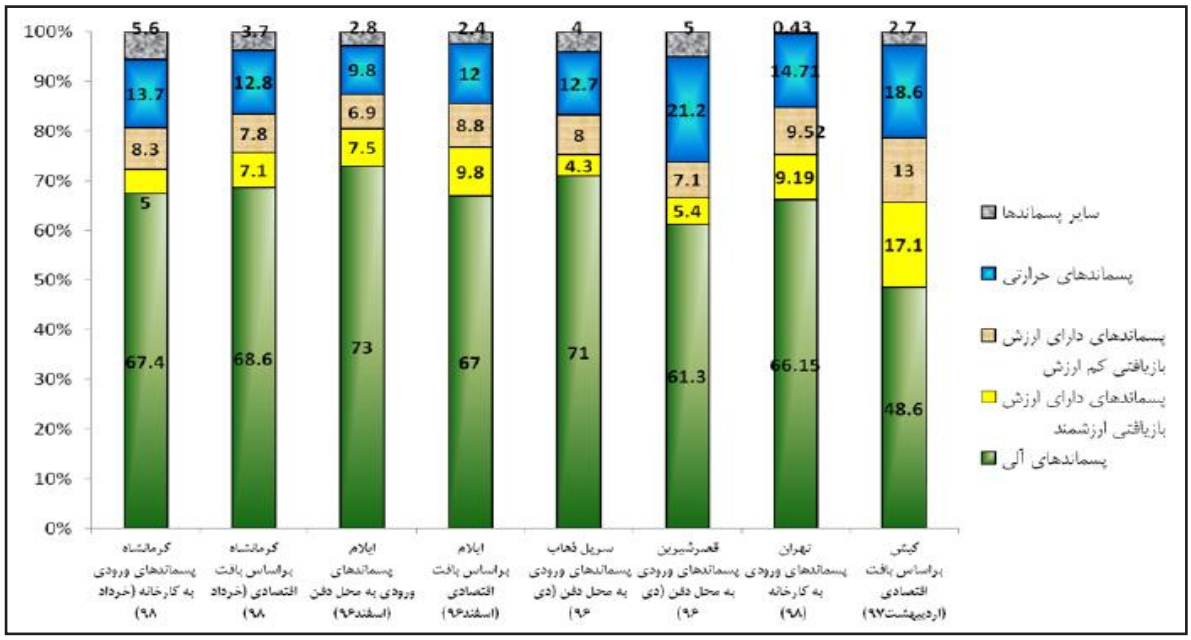


نمودار ۳) مقایسه نمودار آنالیز فیزیکی پسماندهای شهر کرمانشاه (سال ۹۹)





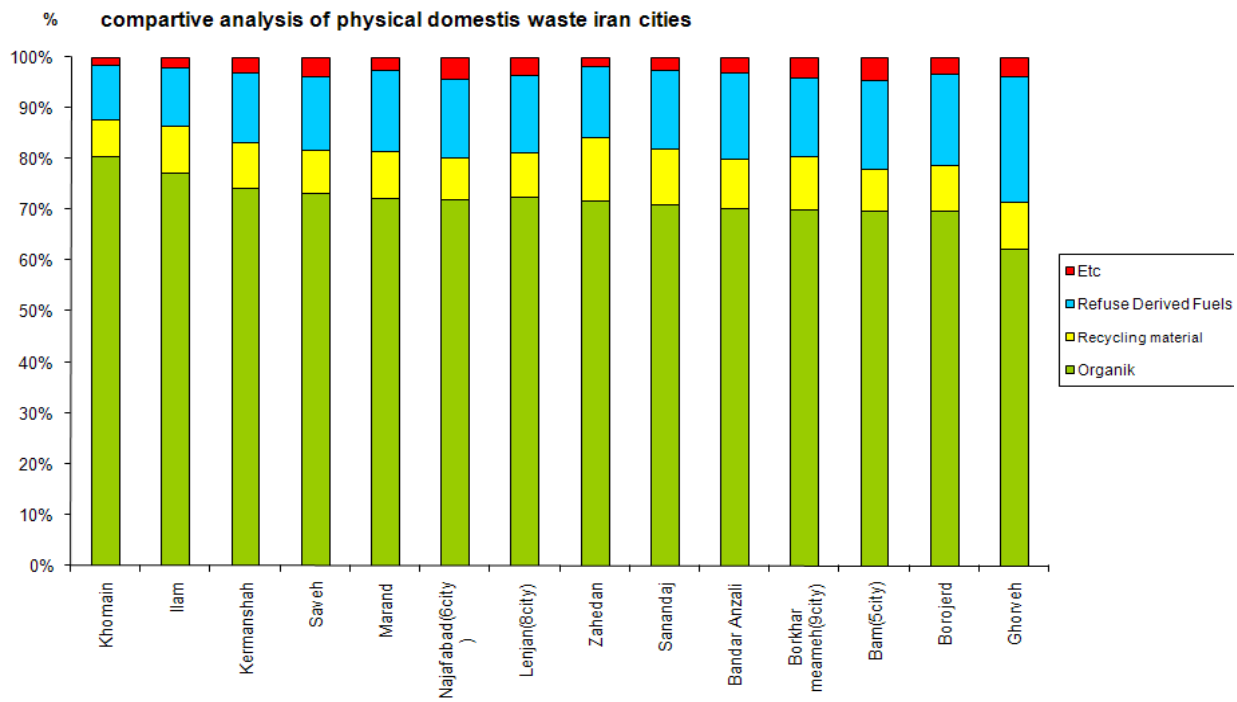
نمودار ۴) مقایسه آنالیز فیزیکی از پسماندهای پلیمری (سال ۹۹)



نمودار ۵) مقایسه آنالیز فیزیکی پسماندهای تعدادی از شهرهای ایران از سال ۹۴ تا ۹۸

میکروپلاستیک را در مدفوع انسان شناسایی کرد. علت آن هم بسیاری از آب‌معدنی‌ها بود که حاوی میکروپلاستیک بودند.

- از طریق غذا، مسواک، لوازم آرایشی، اسباب‌بازی‌ها و ... همراه این میکرو پلاستیک باکتری‌ها و ویروس هم **وارد بدن انسان می‌شود**.
- در مرحله تولید پلاستیک **۱۷۰ نوع مواد سرطان‌زا** ایجاد می‌شود که از طریق هوا وارد بدن می‌شود.
- تأثیرات شیمیایی **از طریق زنجیره غذای دریایی** به انسان می‌رسد.
- **تولید گاز گلخانه‌ای** در مرحله تولید پسماندهای پلاستیکی و سوزاندن.
- بازیافت ۱ میلیون تن مواد پلیمری برابر با این است که ۱ میلیون خودرو از چرخه تردد خارج شود.
- **به خطر افتادن جانوران**: بر اساس مطالعات انجام گرفته در سال **۱ میلیون پرنده دریایی** از گرسنگی از بین می‌روند چون پلاستیک در معده آن‌ها جا گرفته



نمودار ۶) مقایسه آنالیز فیزیکی پسماندهای تعدادی از شهرهای ایران از سال ۸۱ تا ۸۵

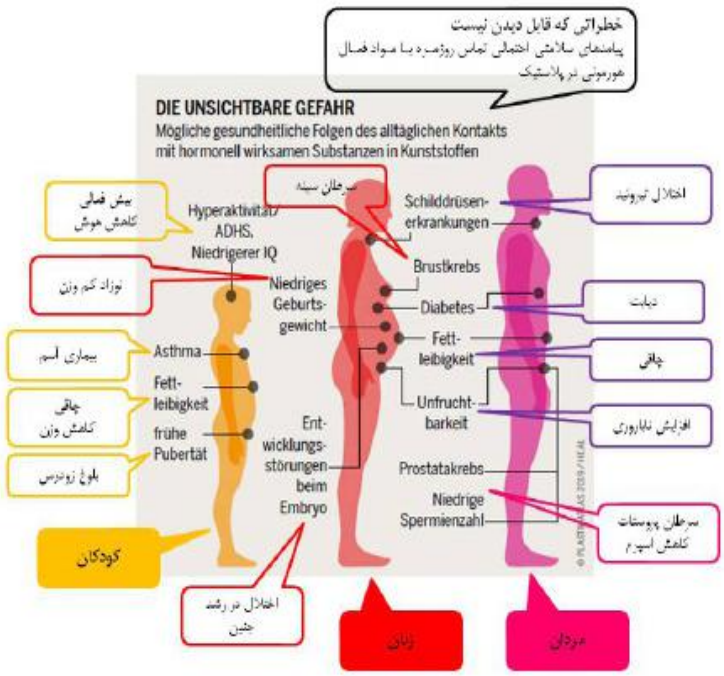
است.

- ❖ بر اساس برآورد **۱۵۰ میلیون تن پسماند پلاستیکی در دریاها** قرار دارد. شهرهای ساحلی در حاشیه دریاها فرش پلاستیک ایجاد کرده‌اند.
- ❖ بیش از ۵۰٪ پلاستیک‌ها شناور می‌شوند و به سمت ساحل می‌آیند و ۵۰٪ هم در کف دریا می‌ماند.
- ❖ پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۵۰ اگر اقدامی صورت نگیرد میزان پلاستیک (به وزن) بیشتر از ماهی‌ها می‌شود.
- ❖ ۸۰٪ پسماندهای پلاستیک در دریا **از کشورهای آسیایی** است.
- ❖ رودخانه یانگ تسه در چین سالیانه ۳۳۰ تن پلاستیک به دریا تخلیه می‌کند.
- ❖ ۴۹٪ پسماندهای دریایی مواد یک‌بارمصرف است.
- ❖ ۲۷٪ از تورهای ماهیگیری می‌باشد.
- ❖ ۱۸٪ پسماندها غیرپلاستیکی است.
- ❖ ۶٪ سایر پلاستیک‌ها می‌باشد.
- ❖ بر اساس قانون اتحادیه اروپا در سال ۲۰۲۱ باید تمامی کشتی‌ها سیستم مدیریت پسماندها را اجرا کنند و پسماند را در شهرهای ساحلی تحویل دهند و شهرهای ساحلی باید دریافت پسماندها را قبول کنند.

تأثیرات میکرو پلاستیک‌ها در انسان

در کودکان

- بیش فعالی، کاهش هوش، چاقی، کاهش وزن، بیماری آسم، بلوغ زودرس
-



در زنان

- بیماری تیروئید، سرطان سینه، دیابت، چاقی، نوزاد کم‌وزن، اختلال در رشد جنین، افزایش ناباروری

در مردان

- اختلال تیروئید، دیابت، چاقی، افزایش ناباروری، سرطان پروستات، کاهش اسپرم

زنان به دلیل استفاده از مواد آرایشی و بهداشتی و البسه و موارد دیگر بیشتر از مردان در معرض خطر پلاستیک هستند.

۵- راهکارهای پیشگیری و مدیریت پسماندهای پلیمری در اتحادیه اروپا به‌عنوان مثال در کشور آلمان

۵-۱ میزان تولید پسماند در کشورهای اتحادیه اروپا

بر اساس جدول ۶ میزان تولید پسماند در کشورهای اتحادیه اروپا **بیش از ۲/۵ میلیارد تن** پسماند در بخش‌های مختلف است که ۸٪ آن یعنی حدود **۲۰۰ میلیون تن** آن مربوط به پسماندهای خانگی است.

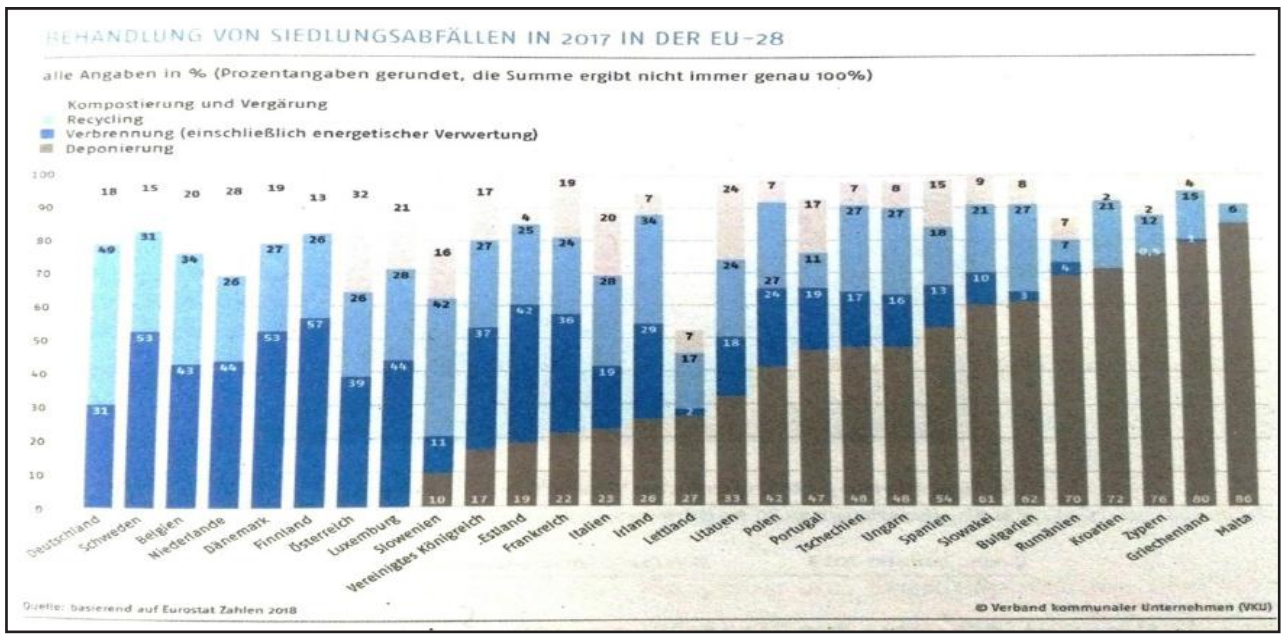
جدول ۶) میزان تولید و نوع پسماندهای کشورهای اتحادیه اروپا

کشاورزی ، جنگل و ماهیگیری	%1
خانگی	%8
ناشی از تولید کالا	%10
معادن	%30
ساختمانی و عمرانی	%34
سایر	%17

در جدول ۷ سرانه تولید پسماندهای شهری و خانگی کشورهای اتحادیه اروپا و اهداف بازیافت تا سال ۲۰۳۵ را اعلام کرده‌اند به‌طوری که **دفن پسماندها به کمتر از ۱۰٪** برسد.
در نمودار ۷ مقایسه مدیریت پسماند (بازیافت، دفن، استفاده از انرژی از پسماند) کشورهای اتحادیه اروپا ارایه شده است.
لازم به توضیح است برای سایر بخش‌های پسماندها هم همین اهداف را تعیین کرده‌اند.

۵-۲ میزان تولید پسماند در کشور آلمان

در نمودار ۸ روند تولید پسماند (از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷) نشان داده شده است که سالیانه حدود **۴۱۲ میلیون تن پسماند** در بخش‌های مختلف (شهری، معادن، عمرانی و صنعتی و پسماندهای واحدهای پردازش) تولید می‌گردد.



نمودار ۷) مقایسه وضعیت مدیریت پسماند در کشورهای اتحادیه اروپا (سال ۲۰۱۸)

۳-۵ راهکارهای اجرایی مدیریت پسماند در آلمان

- **ایجاد قوانین**

کشور آلمان به‌عنوان یک کشور پیشرو در بخش مدیریت پسماند می‌باشد و از ۱۹۷۲ تا ۲۰۲۱ **بیش از ۴۰ قانون** با اصلاحات آن **برای انواع پسماندها** (خانگی، تجاری، صنعتی، الکتریکی، خودرو و ...) وضع کرده که بسیاری از این قوانین تبدیل به قوانین کشورهای اتحادیه اروپا شده است.

برای کاهش و مدیریت پسماندهای بسته‌بندی که بخش عمده آن مواد پلیمری می‌باشد **در سال ۱۹۹۲ قانون پسماندهای بسته‌بندی** را تصویب کرده است. بر اساس این قانون تمامی کالاها و خدماتی که با مواد بسته‌بندی ارایه می‌شود باید هزینه‌های مدیریت آن از جمع‌آوری تا بازیافت و امحاء نهایی **بر روی کالا محاسبه و از مصرف‌کننده دریافت گردد.**

در سال ۲۰۰۲ وزارت محیط‌زیست آلمان **قانون‌گروی** برای بطری‌های نوشابه یک‌بارمصرف را تصویب کردند و تمامی تولیدکنندگان نوشیدنی آب و مایعات **ملزم به اجرای سیستم گروی برای بطری‌های یک‌بارمصرف** نمودند.

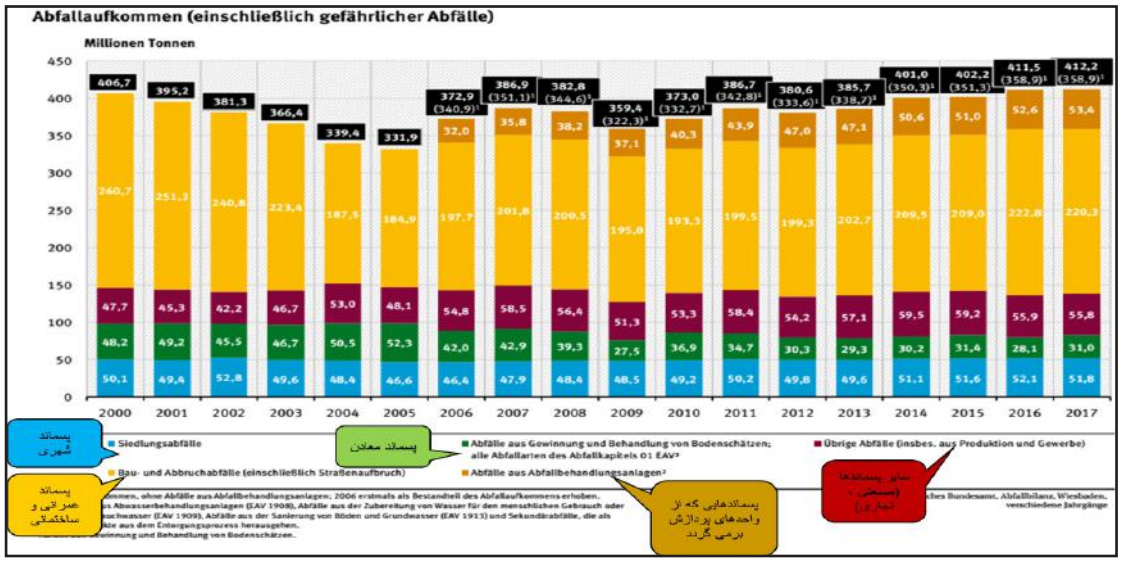
همچنین **قانون منع مصرف کیسه پلاستیک و محدود کردن کیسه پلاستیک** و مواد یک‌بارمصرف را در سال ۲۰۱۸ مصوب کردند که تا سال ۲۰۳۰ تمام مواد بسته‌بندی باید یا قابل استفاده مجدد یا قابل بازیافت باشد.

- **فراهم کردن امکانات تفکیک و جمع‌آوری انواع پسماندها در مبدأ**

در کشور آلمان برای تمامی بخش‌های پسماند بر اساس قانون، امکانات تفکیک در مبدأ و جمع‌آوری آن برای انتقال به واحدهای پردازش و بازیافت با برنامه‌ریزی در تمامی شهرها و روستاها فراهم شده است و تمامی شهروندان ملزم به رعایت و همکاری و پرداخت هزینه‌های مدیریت پسماند خود هستند.

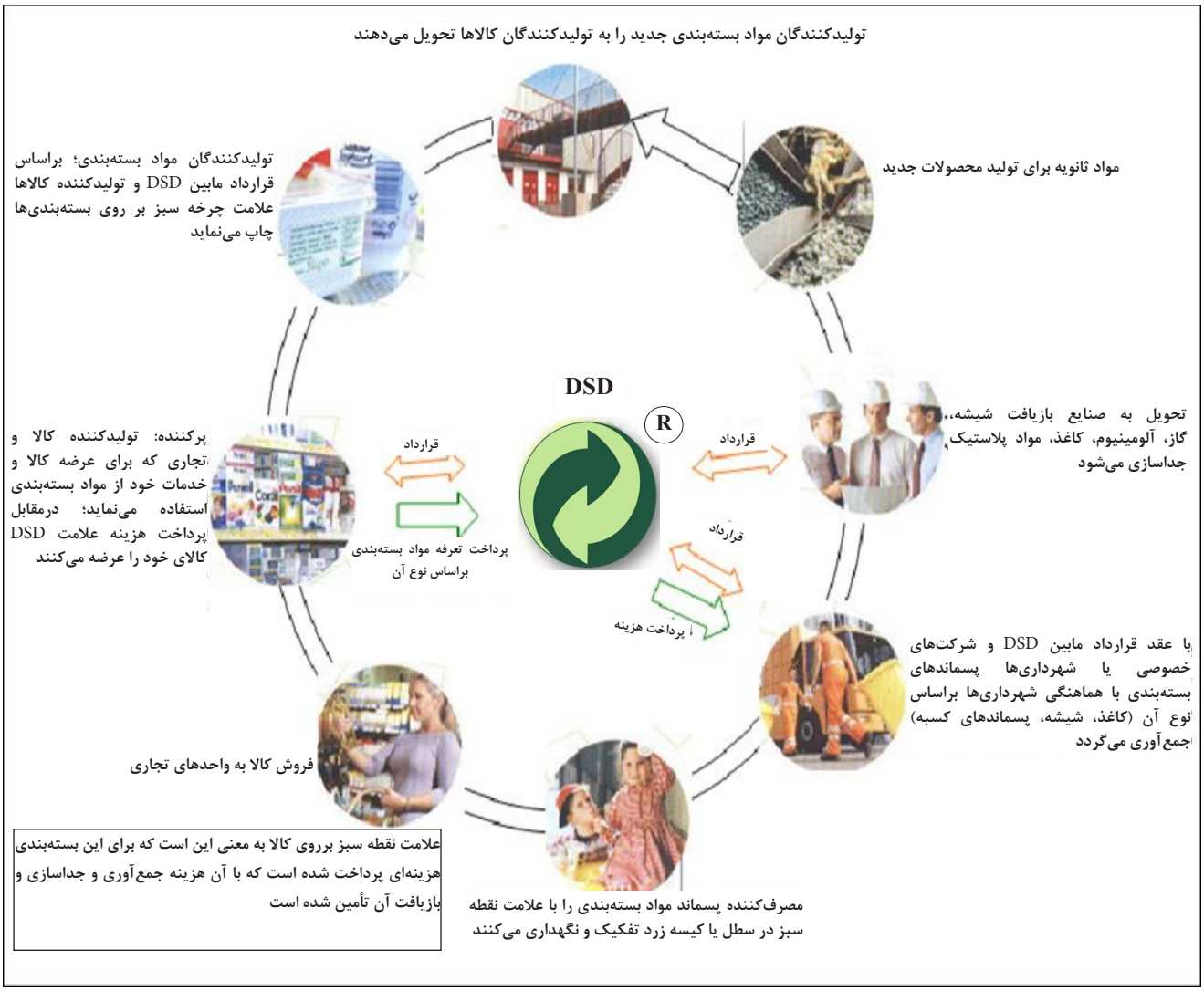
جدول ۷) سرانه تولید پسماند شهری در کشورهای اتحادیه اروپا

کشورها براساس آمار سال 2016	سرانه تولید پسماند شهری (کیلوگرم)	میزان بازیافت مواد و تولید کمپوست پسماندهای شهری (%)	میزان دفن پسماند (%)
	هدف اتحادیه اروپا تا سال 2025 بازیافت و استفاده مجدد پسماند شهری به ≥55%		هدف اتحادیه اروپا تا سال 2035 میزان دفن پسماند به ≤10%
اتحادیه اروپا	482	47	25
دانمارک	777	48	1
مالت	647	8	92
قبرس	640	19	81
آلمان	626	66	1
لوکزامبورگ	614	48	17
اتریش	567	42	22
اتونی	564	59	3
هلند	520	53	1
فرانسه	510	42	22
فنلاند	504	42	3
ایرلند	497	17	82
ایتالیا	497	51	28
انگلیس	482	45	28
پرتغال	453	30	49
اسلوونی	449	58	24
لوکزامبورگ	444	50	31
اسپانیا	443	30	57
سوئد	443	49	1
بلژیک	420	54	1
لتونی	410	28	72
بلغارستان	404	32	64
کرواسی	403	21	78
مجارستان	379	35	51
لهستان	376	32	12
اسلواکی	348	23	66
چک	339	34	50
لیتوانی	307	44	37
رومانی	261	15	80

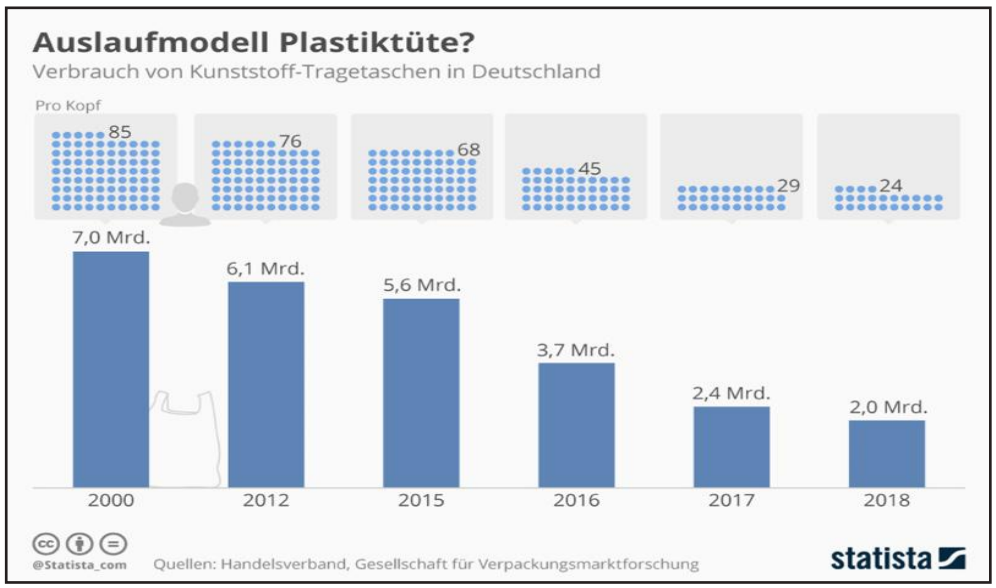


نمودار ۸) میزان تولید انواع پسماندها در آلمان

فرآیند اجرای قانون مواد بسته‌بندی (علامت نقطه سبز) از دیدگاه مدیریت اقتصاد چرخه‌ای



روند کاهش مصرف کیسه پلاستیک در آلمان



- **ایجاد زیرساخت‌ها برای پردازش و بازیافت و امحاء پسماندها**

در کشور آلمان درمجموع، **۹۹۱۹ واحد پردازش و بازیافت** پسماند برای تمام بخش‌های پسماند ایجاد شده است که حدود **۳۰۰ میلیون تن در سال** را پردازش و بازیافت می‌کنند.

- **واحدهای زباله‌سوز**

در کشور آلمان **حدود ۴۷ میلیون تن** انواع پسماند در **۷۰۷ واحد زباله‌سوز و RDF سوز و بیوماس** سوزانده می‌شود که **۴/۳ میلیون تن** آن از کشورهای همسایه وارد می‌شود.

برنامه محدود کردن مصرف کیسه پلاستیک در اتحادیه اروپا (در آلمان در سال ۲۰۱۸ به زیر ۲۴ عدد/سال/نفر رسیده است)

جدول ۸) تعداد واحدهای پردازش و بازیافت پسماندهای آلمان

توضیحات	تعداد	میزان (میلیون تن)
کمپوست (بیوکمپوست، کمپوست سبز)	۹۹۴	۱۲
بیوگاز (۴۹ واحد کمپوست و بیوگاز مشترک هستند)	۲۹۷	۵
تخمیر لجن فاضلاب	۱۴۷	۰/۶۷
پردازش مکانیکی بیولوژیکی پسماند	۵۲	۴
تفکیک پسماندهای بسته‌بندی	۱۱۰۳	۲۶
بازیافت خودرو	۱۲۵۷	۰/۵
بازیافت فلزات صنایع	۷۴۴	۱۶
سایر پسماندها (حجیم و ...)	۱۷۹۶	۵۵
پردازش پسماندهای عمرانی و ساختمانی	۲۷۳۷	۹۵
بازیافت مواد معادن	۱۷	۲۷
پردازش مواد خاص (خاک، روغن و ...)	۷۷۵	۵۹
جمع کل	**۹۹۱۹**	**۲۹۹**

جدول ۹) تعداد واحدهای زباله‌سوز و RDF سوز در کشور آلمان

توضیحات	تعداد	میزان (میلیون تن)
پسماندسوز	۸۴	۲۱
لجن فاضلاب سوز	۲۳	۲
واحد زباله‌سوز پسماندهای صنعتی و ویژه	۳۳	۱/۴
زباله‌سوز سایر	۱۶	۰/۱۱۳
سوخت بیوماس	۱۱۰	۸/۷
RDF سوز	۳۳	۴/۷
RDF در سوخت سیمان	۴۲	۳/۱
RDF در نیروگاه‌های حرارتی	۳۰۵	۱/۵
نیروگاه‌هایی که در واحدهای تولیدی RDF مصرف می‌کنند	۶۱	۴/۸
جمع کل	**۷۰۷**	**۴۷**

- **پردازش پسماندهای شیمیایی**

در کشور آلمان سالیانه **۵/۷ میلیون تن** پسماندهای شیمیایی در **۵۸۴ واحد** به روش فیزیکی – شیمیایی پردازش می‌شود که حدود ۵۰۰ هزار تن آن از کشورهای همسایه می‌باشد.

- **واحدهای دفن**

در کشور آلمان هنوز **۱۰۸۲ محل دفن** دارند. حدود **۴۶ میلیون تن** پسماند به شرح جدول ۱۱ پس از پردازش دفن می‌گردد و ۱/۳ میلیون تن از کشورهای همسایه دریافت می‌گردد.

جدول ۱۰) تعداد واحدهای پردازش پسماندهای شیمیایی در کشور آلمان

توضیحات	تعداد	میزان (میلیون تن)
پردازش فیزیکی شیمیایی	۴۶۶	۶/۶
بازیابی و پردازش مواد قلیایی اسیدی	۴۴	۰/۳۷۴
بازیابی فلزات از محلول‌ها	۷۴	۰/۵۸۲
جمع کل	**۵۸۴**	**۷/۵**

جدول ۱۱) تعداد واحدهای دفن در کشور آلمان

توضیحات	تعداد	میزان (میلیون تن)
محل تخلیه برای پسماندهای عمرانی و ساختمانی	۷۷۷	۱۹/۴
واحد برای پسماندهای عادی پردازش شده بد (درجه ۱)	۱۳۱	۱۶/۵
واحد برای پردازش پسماندهای نوع صنعتی درجه ۲	۱۴۴	۷/۲
واحد پسماندهای ویژه خطرناک	۲۶	۲/۹
واحد پسماندهای ویژه خطرناک که در حفره‌های عمیق زمین نگهداری می‌شوند.	۴	۰/۱۱
جمع کل	**۱۰۸۲**	**۴۶**

۶- پیشنهاد راهکارهای کاهش مصرف پلاستیک در ایران

همان‌طور که در بند ۳-۴ برآورد گردید **حدود ۲/۵ تا ۳ میلیون تن مواد پلیمری** به‌عنوان پسماند تولید می‌گردد (پسماندهای بهداشتی و لاستیک و صنعتی و ... شامل این برآورد نمی‌باشد) که به لحاظ حفظ محیط‌زیست و کاهش آلودگی‌ها و در راستای کاهش تولید و مدیریت آن، اقدامات ذیل پیشنهاد می‌گردد:

❖ **تصویب و اجرای قانون پسماندهای بسته‌بندی:**
همانند سایر کشورهای پیشرو در ایران هم باید قانون پسماندهای بسته‌بندی تصویب گردد برای اینکه هزینه‌های مدیریت پسماندهای بسته‌بندی که بیشتر آن مواد پلیمری است در مرحله تولید محاسبه و به قیمت کالای مصرفی افزوده و در یک صندوق واریز گردد و برای مدیریت پسماندهای بسته‌بندی در مرحله جمع‌آوری و بازیافت و امحاء نهایی استفاده شود؛ یعنی در واقع مصرف‌کننده هزینه مدیریت پسماندهای بسته‌بندی را غیرمستقیم پرداخت نموده و مجریان واحدهای بازیافت و پردازش پسماندها از آن صندوق به نسبت هزینه‌ها را دریافت می‌کنند.

❖ **ایجاد مسؤولیت اجتماعی**
با آگاه‌سازی مستمر در جامعه برای کاهش تولید و تفکیک پسماند و مشارکت در پرداخت هزینه‌ها به‌عنوان تولیدکننده پسماند برای حفظ محیط‌زیست، مسؤولیت‌پذیری را در جامعه گسترش داد.

❖ **کاهش مصرف کیسه پلاستیک** در زمان خرید
همانند سایر کشورهای پیشرو برنامه‌ای برای کاهش مصرف کیسه پلاستیک در زمان خرید (منع فروش و ارایه راهکارهای جایگزین مانند استفاده از سبد خرید و ...) ارایه شود.

❖ **مسؤولیت‌پذیری در تولیدکنندگان کالاها**

در یک برنامه زمان‌بندی تمامی ارائه‌دهندگان کالاها و خدمات ملزم به کاهش مواد بسته‌بندی و مواد غیرقابل بازیافت شوند.

❖ **اجرای طرح تفکیک و جمع‌آوری پسماندها در مبدأ**
فراهم کردن امکانات تفکیک و جمع‌آوری پسماندها در مبدأ به‌صورت گسترده در تمام ایران و الزام خانواده‌ها و واحدهای تجاری – اداری (تولیدکنندگان پسماند) به تفکیک در مبدأ به‌صورت یکپارچه با برنامه زمان‌بندی به‌عنوان مثال ۵ ساله.

❖ **ایجاد سیستم‌های مناسب پردازش و بازیافت کارآمد**

برای تمامی شهرها و روستاهای ایران به‌صورت منطقه‌ای واحدهای پردازش و بازیافت کارآمد با تکنولوژی مناسب احداث گردد.

❖ **فراهم کردن بودجه برای احداث واحدهای بازیافت پسماندهای پلیمری**

با توجه به میزان پسماندهای پلیمری و تکنولوژی نوینی که می‌تواند این پسماندها را تا ۱۵ بار مجدد به‌عنوان مواد اولیه برای مصرف کالاها بازیافت نماید ضرورت دارد که اعتباراتی برای صنعت بازیافت پلاستیک فراهم گردد.

❖ **حمایت از مصرف انرژی‌های جایگزین (RDF)**

حدود ۳۰٪ پسماندهای پلیمری قابل بازیافت نیستند و ۳۰٪ پسماندهای کم‌ارزش، با ارزش حرارتی میانگین ۴ تا ۵ هزار کیلوکالری/کیلوگرم، که می‌توان به‌عنوان انرژی جایگزین سوخت در صنعت سیمان یا ذوب‌آهن استفاده شوند. ضرورت دارد یارانه از محل کاهش مصرف انرژی سوخت و همچنین دریافت هزینه تولید پسماند از تولیدکنندگان یارانه و اعتباراتی برای تشویق شهرداری به ایجاد سیستم‌های پردازش کامل پسماندها تا مرحله تولید RDF و به کارخانه‌های سیمان برای تشویق مصرف انرژی جایگزین پرداخت شود.

۷- جمع‌بندی

استفاده از مواد پلیمری در تمام کالاهای صنعتی و مصرفی روزمره زندگی در حال افزایش است. آلودگی‌های زیست‌محیطی و به خطر افتادن سلامت انسان‌ها و جانوران بر همگان آشکار است. کشورهای توسعه‌یافته بیش از چند دهه است که برنامه‌هایی در راستای کاهش و مدیریت تمامی پسماندها که پسماندهای پلیمری هم بخشی از آن می‌باشد اجرا و **برنامه‌هایی برای ۳ دهه آینده** تعریف نموده‌اند.

در کشور ایران **روزانه بیش از ۵۸ هزار تن پسماند خانگی شهری** تولید می‌شود که **فقط ۱۵٪ آن پردازش و بازیافت** می‌گردد که بخش عمده‌ای از آن پسماندهای پلیمری می‌باشد که در محیط **رها و یا به‌صورت غیراصولی دفن** می‌گردد. برای سایر پسماندها هنوز برنامه‌ای وجود ندارد و ضرورت دارد که در راستای قانون پسماندهای ایران **یک مسؤولیت‌پذیری با خرد جمع** یعنی هم در نهادها برای برنامه‌ریزی و هم برای مردم و تولیدکنندگان کالاها در راستای کاهش تولید و مدیریت پسماندها در یک **برنامه زمان‌بندی کوتاه‌مدت** (ایجاد واحدهای پردازش و بازیافت پسماندهای کارآمد)، **میان‌مدت و بلندمدت** (برای اجرای تفکیک در مبدأ و کاهش تولید) ایجاد گردد.

منابع:

۱. مقاله قوانین و برنامه‌های اجرایی مدیریت پسماند در کشور آلمان، ارایه شده در سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، بهمن ۱۳۹۸

۲. مقاله راهکارهای اجرایی برای مدیریت پسماند شهرهای ایران با معرفی تجربه فرآیند پردازش و بازیافت پسماندهای شهر کرمانشاه به روش مکانیکی بیولوژیکی MBWT (Biolog- Mechanical Treatment Waste ical) تا مرحله تولید انرژی جایگزین Re- Fuels Derived fuse) RDF ((با رویکرد تبدیل چالش‌های پسماند به فرصت‌های مدیریت پسماند برای ایران) به‌عنوان الگو برای ایران، ارایه شده در سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، بهمن ۱۳۹۸

3. PLASTIKATLAS ,HEINRICH BöLL STIFTUNG, Daten und Fakten über eine Welt voller Kunststoff, 2019
4. MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN, Eine europäische Strategie für Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft {SWD(2018) 16 final}, Brüssel, den16.1.2018, COM(2018) 28 final
5. ANHÄNGE der Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen Eine europäische Strategie für Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft, {SWD(2018) 16 final}, Brüssel, den16.1.2018 COM(2018) 28 final, EUROPÄISCHE KOMMISSION
6. Plastik im Meer: Fakten, Auswirkungen und neue EU-Regelungen, 26-03-2021
7. Plastik-Fakten: Von erstaunlich bis erschreckend
8. Plastikmüll und Recycling in der EU: Zahlen und Fakten, 19-12-2018
9. Kunststoffabfälle: eine europäische Strategie zum Schutz unseres Planeten und unserer Bürger und zur Stärkung unserer Industrie
10. Plastik in der Umwelt, Bundesministerium für Bildung und Forschung

امتداد مسؤولیت تولیدکننده و مدیریت پسماندهای جامد شهری

سعید مرادی کیا[1]
(نویسنده مسئول)
دانشجوی دکترای مهندسی محیط‌زیست، گرایش مواد زائد جامد، دانشکده فنی، دانشگاه تهران

مسعود رضایی
دکترای مهندسی محیط‌زیست، مواد زائد جامد، کارشناس مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

1.s.moradikia@gmail.com

مقدمه:

مدیریت انواع پسماندهای جامد شهری، صنعتی، بهداشتی و درمانی، ساختمانی و عمرانی و حتی پسماندهای کشاورزی را می‌توان بی‌شک به‌عنوان مسائل مهم و پرحاشیه در طول سال‌های اخیر و آتی کشور در نظر گرفت. روند روبه رشد تولید پسماندها از یکسو و نقصان قوانین، مقررات و دستورالعمل‌های جامع و ریزبینانه در کنار بحران کسری بودجه شهرداری‌ها باعث شده تا فرایند مدیریت پسماندها در کشور نه‌تنها مسیر منطقی و هدفمندی را دنبال ننماید بلکه در بسیاری از موارد تصمیمات اخذ شده با بروز مشکلات مختلفی در حوزه‌های محیط‌زیست و بهداشت عمومی برای شهروندان و روستانشینان همراه باشد. بر اساس آمار منتشرشده از سوی سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور روزانه بیش از ۵۸۰۰۰ تن پسماند عادی (به استثنای پسماندهای ساختمانی و عمرانی) در ایران تولید می‌گردد که از این مقدار ۴۵۰۰۰ تن (۷۷/۵ درصد) در شهرها و مابقی (۱۳۰۰۰ تن) در روستاها تولید می‌شود. متأسفانه علیرغم پردازش و دفع بیش از ۴۱ درصد از کل این مقدار پسماند در کلانشهرها، بازهم وضعیت مدیریت پسماندها در کشور از وضعیت مطلوبی برخوردار نبوده و بر اساس آمار روزانه در حدود ۱۵۰۰ مترمکعب شیرابه با نرخ آلودگی بسیار بالا (COD)[1] در حدود ۳۰ هزار تا ۶۰ هزار میلی‌گرم بر لیتر) تولید می‌شود که این مقدار با آلودگی سالانه ۸۰ تا ۱۱۰ هکتار از زمین‌های مرغوب حاشیه شهرهای کشور همراه می‌باشد. در این میان میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از پسماند کشور در حدود ۸ میلیون تن معادل دی‌اکسیدکربن در سال است که این میزان در حدود ۲ برابر میانگین جهانی است. لذا می‌توان وضعیت موجود مدیریت پسماند کشور را حتی بدون در نظر گرفتن حجم بالای روزانه پسماندهای ساختمانی و عمرانی، وضعیتی نامطلوب و نگران‌کننده تلقی کرد که این امر در کنار سایر بحران‌های محیط‌زیستی موجود در کشور می‌تواند بقا و سلامت کودکان و نوجوانان ایران‌زمین را با مشکلات عدیده‌ای مواجه سازد. در کلانشهر تهران نیز با جمعیتی بالغ بر ۹ میلیون نفر، روزانه در حدود ۶۵۰۰ تن پسماند عادی و ۲۲۰۰۰ تن پسماندهای ساختمانی و عمرانی تولید می‌شود. در مقیاس جهانی نیز کشور ایران در گروه کشورهایی با درآمد متوسط رو به پایین و همچنین از لحاظ منطقه‌ای در گروه منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا با متوسط سرانه تولید ۷۹۰ گرم در روز به ازای هر نفر جای گرفته است. شایان ذکر است بانک جهانی در گزارشی و همچنین ISWA[2] وUNEP[3] در گزارشی مشترک به ترتیب متوسط سرانه تولید پسماند را ۱۲۰۰ و ۱۳۰۰ گرم در روز به ازای هر نفر در جهان اعلام نموده‌اند. بر اساس اطلاعات موجود نرخ جمع‌آوری پسماند در جهان از ۴۱ درصد برای کشورهایی با درآمد کم تا ۹۸ درصد برای کشورهایی با درآمد بالا متغیر است که خوشبختانه در این میان سهم کلانشهر تهران بیش از ۹۰ درصد می‌باشد. همچنین بر اساس آمار در حدود ۴۶ درصد از کل پسماندهای جهان را پسماندهای تر (فسادپذیر) و مابقی را (۵۴

1. Chemical oxygen demand
2. The International Solid WasteAssociation
3. United Nations Environment Programme

درصد) پسماندهای خشک تشکیل می‌دهد که این مقدار برای کشور به ترتیب ۷۰ و ۳۰ درصد می‌باشد. شایان ذکر است علیرغم تمامی پیشرفت‌های صورت گرفته، دفن پسماندها در مراکز دفن همچنان با فاصله‌ای قابل‌توجه به‌عنوان رایج‌ترین روش دفع پسماندها در جهان مطرح می‌باشد.

تلاش‌های صورت گرفته در خصوص بازبینی و اصلاح قانون مدیریت پسماندها (۱۳۸۳) و آیین‌نامه اجرایی آن (۱۳۸۴) نشان‌دهنده این حقیقت است که مدیریت پسماندها در کشور با مشکلاتی درخور توجه در تمامی حوزه‌ها از جمله قوانین، مقررات و دستورالعمل‌ها در سطح کلان و تخصصی مواجه است. تجربیات موفق کشورهای توسعه‌یافته در زمینه مدیریت پسماندها نشان‌دهنده این حقیقت است که پس از بروز مشکلات زیست‌محیطی مختلف ناشی از عدم مدیریت صحیح انواع پسماندها (همچون حادثه LOVE CANAL در ایالات‌متحده و حادثه خلیج مینامانا در کشور ژاپن) در کشورهای مختلف در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰، بسیاری از کشورها قوانین کلی پیشین را بازبینی و قوانین جدید و ریزبینانه‌تری را در دهه ۱۹۹۰ و سال‌های ۲۰۰۰ الی ۲۰۰۵ میلادی وضع و مصوب کرده‌اند که این مهم در خصوص کشورهای اتحادیه اروپا (به‌ویژه کشور آلمان)، ژاپن و ایالات‌متحده از اهمیت بیشتری برخوردار بوده است. با بررسی سطحی مدیریت پسماندها در کشورهای توسعه‌یافته و همچنین با در نظر گرفتن وضعیت فعلی مدیریت پسماند کشور، می‌توان دلایل توسعه‌نیافتگی شهرهای کشور را در این حوزه به شرح ذیل خلاصه کرد:

- ✓ عدم وجود قوانین، مقررات و دستورالعمل‌های ریزبینانه و تخصصی در حوزه مدیریت پسماندها
- ✓ عدم جمع‌آوری پسماندهای شهری بر اساس وزن و حجم از درب منازل و مبادی تولیدکننده
- ✓ عدم وجود نیروهای متخصص محیط‌زیست و مدیریت پسماند در بدنه شهرداری‌ها و شرکت‌های بخش خصوصی
- ✓ مدیریت سلیقه‌ای پسماندها توسط شهرداری‌ها و دهیاری‌ها بدون توجه به توسعه پایدار و ارزیابی چرخه عمر
- ✓ عدم توجه دولت به پسماند و عدم پیاده‌سازی فلسفه ZERO WASTE در کشور تاکنون
- ✓ عدم توجه دولت و شهرداری‌ها به موضوع «امتداد مسؤولیت تولیدکننده» و عدم پیاده‌سازی آن در کشور
- ✓ عدم اختصاص بودجه مناسب به موضوع مدیریت پسماندها در کشور از سوی دولت
- ✓ عدم ارتباط صحیح و منطقی میان شهرداری‌ها و بخش‌های دانشگاهی و تحقیقاتی کشور در حوزه مدیریت پسماندها
- ✓ عدم کاربردی بودن بسیاری از فعالیت‌های پژوهشی صورت گرفته در مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی کشور در فرایند اجرایی مدیریت پسماندها
- ✓ تغییرات مدیریتی زودهنگام در شهرداری‌ها و نهادهای زیست‌محیطی کشور و در نتیجه تمرکز مدیریت ارشد سازمان‌ها به اجرای پروژه‌های کوتاه‌مدت و غفلت از اجرای برنامه‌های آموزشی و فرهنگ‌سازی میان و بلندمدت در حوزه مدیریت پسماندها
- ✓ اثربخش نبودن فعالیت‌های آموزشی و فرهنگ‌سازی حوزه مدیریت پسماند و عدم انطباق آن‌ها با فعالیت‌های اجرایی صورت گرفته
- ✓ پایین بودن سطح دانش مدیریت پسماند و بازیافت (متفاوت از دانش محیط‌زیست) در میان شهروندان، مدیران و تصمیم‌گیران حوزه مدیریت پسماند
- ✓ عدم همکاری نهادها، سازمان‌ها و مؤسسات درگیر و نام برده شده در قانون مدیریت پسماندها و آیین‌نامه اجرایی آن با شهرداری‌ها و سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور

در این مقاله برآنیم تا از میان مسائل نامبرده شده در بالا، موضوع "امتداد مسؤولیت تولیدکننده یا EPR[1]" را با محوریت مدیریت پسماندهای جامد شهری مورد بررسی و تحلیل قرار دهیم.

بیان مسأله:

امروزه در شهر تهران و در بسیاری از شهرهای کشور، پسماندهای شهری به‌صورت روزانه جمع‌آوری و جهت دفع به سایت‌های نهایی ارسال می‌شوند. متأسفانه بر اساس آمار

1. Extended Producer Responsibility

موجود ارایه شده از سوی سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور بخش قابل‌توجهی (۷۴ تا ۸۰ درصد) از پسماندهای جمع‌آوری‌شده، دفن و مقدار ناچیزی از آن (۵ درصد) بازیافت می‌شود. این موضوع علاوه بر آسیب‌های زیست‌محیطی ناشی از آلودگی سه عنصر حیاتی آب، خاک و هوا با هدر رفت منابع و سرمایه‌های ملی کشور نیز همراه است. توجه به این نکته نیز ضروری است که حتی در صورت مدیریت صحیح تمامی پسماندها در کشور و تفکیک و بازیافت تمامی پسماندهای خشک و تر (فسادپذیر)، بازهم فرایند تولید پسماند توسط شهروندان و روستانشینان و الگوی ناصحیح مصرف ادامه داشته و تجربه کشور (ایالت شهر) سنگاپور در طی سال‌های ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۰ در کشور ایران نیز تکرار خواهد شد. کشور سنگاپور علیرغم تمامی تلاش‌های صورت گرفته در حوزه دفع مناسب و بهداشتی پسماندها بازهم با مشکل تولید پسماند و الگوی مصرف ناصحیح شهروندان خود مواجه بوده است. بررسی‌های صورت گرفته توسط محققین بومی نشان داد که تلاش‌های دولت سنگاپور در خصوص مدیریت پسماند تنها بخش انتهای فرایند مدیریت پسماند را تحت پوشش قرار داده و آموزش‌های صورت گرفته در ابتدای فرایند تنها باعث افزایش سطح دانش زیست‌محیطی شهروندان گردیده و این در حالی است که به عقیده کارشناسان مدیریت پسماند دستیابی به جامعه‌ای با رویکرد استفاده از پسماند به‌عنوان منبع، علاوه بر افزایش سطح دانش زیست‌محیطی شهروندان به افزایش سطح "دانش مدیریت پسماند و بازیافت" شهروندان نیز وابسته است. با کمی دقت و توجه به مدیریت پسماند در ایران و سایر کشورهای توسعه‌یافته به راحتی می‌توان به این حقیقت پی برد که دستیابی به مدیریت مطلوب پسماندها صرفاً با ایجاد فشار بر مصرف‌کننده (شهروندان) و مجبورسازی آن‌ها به تفکیک و کاهش تولید پسماند مقدور و امکان‌پذیر نخواهد بود و دست‌یابی به این مهم نیازمند مشارکت سه بخش ۱- دولت ۲- صنایع و تولیدکنندگان و ۳- شهروندان (مصرف‌کنندگان) می‌باشد. برای درک مناسب‌تر موضوع می‌توان به وضعیت فعلی پسماند شهر تهران اشاره کرد. آنالیز فیزیکی صورت گرفته در کلانشهر تهران در تابستان سال ۱۳۹۸ نشان داد که در حدود ۰,۲۸ درصد از پسماندهای شهر تهران در مبدأ تولید را پسماند بسته‌بندی‌های تتراپک (به‌عنوان پسماندی با قابلیت بازیافت پایین) و ۲,۷۰ درصد را پسماند بطری‌های PET[1] (به‌عنوان پسماندی با قابلیت بازیافت بالا) تشکیل می‌دهد و این در حالی است که مشاهدات صورت گرفته در مجتمع پردازش و بازیافت آرادکوه (به‌عنوان سایت دفع نهایی پسماند شهر تهران) نشان‌دهنده این حقیقت است که بخش عمده‌ای از پسماندهای تتراپک ورودی به مجتمع آرادکوه به مراکز دفن ارسال می‌شوند. حال با توجه به تولید روزانه ۷۰۰۰ تن پسماند شهری در کلانشهر تهران (میانگین سال ۱۳۹۸) می‌توان مقدار پسماندهای تتراپک در مبدأ تولید را ۱۹,۶ تن و مقدار پسماندهای بطری‌های PET را ۱۸۹ تن در روز پیش‌بینی نمود. حال سؤال اصلی اینجاست که با توجه به واقعیات موجود در کشور (نقش و جایگاه بسته‌بندی‌های تتراپک موادغذایی و نوشیدنی‌ها در الگوی مصرف شهروندان، توسعه بدون برنامه صنایع بسته‌بندی تتراپک بدون در نظر گرفتن سرنوشت نهایی پسماندهای این نوع بسته‌بندی با قابلیت بازیافت کم، عدم وجود واحدهای بازیافت بسته‌بندی‌های تتراپک در کشور و رهاسازی تعداد زیادی از پسماندهای بطری‌های PET توسط مصرف‌کنندگان در طبیعت، معابر و خیابان‌ها و مخازن ذخیره‌سازی پسماندهای تر) آیا می‌توان شهروندان تهرانی را مجبور ساخت تا از خرید موادغذایی و نوشیدنی‌های ارایه شده در درون بسته‌بندی‌های تتراپک امتناع نموده و یا از خرید بطری‌های آب‌معدنی در فعالیت‌های روزانه خودداری نمایند؟ بدون شک پاسخ این سؤال منفی است! حال در صورتی که دولت و در رأس آن سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور تمامی تولیدکنندگان و واردکنندگان مواد اولیه تولید بسته‌بندی‌های تتراپک را به ارایه برنامه‌ای مدون و اجرایی برای جمع‌آوری، حمل و بازیافت یا بازیابی پسماند بسته‌بندی‌های تتراپک مجبور نماید مشکل مدیریت این نوع از پسماندها نیز تا حد زیادی برطرف خواهد شد. در ادامه و برای درک بهتر این موضع می‌توان به نحوه مدیریت و آماده‌سازی پسماند بطری‌های PET در مبدأ تولید اشاره کرد. یک بطری PET معمولاً از سه بخش مختلف تشکیل می‌شود: ۱-درب و حلقه درب ۲- بدنه و ۳- لفافه تبلیغاتی دور بدنه که معمولاً با توجه به جنس متفاوت و درجه حرارت ذوب‌شدگی متفاوت این نوع پلیمرها در دستگاه‌های ذوب و تزریق تمایل زیادی برای ورود هم‌زمان ترکیبی این سه نوع پلیمر به دستگاه‌های موردنظر وجود ندارد. مشاهدات صورت گرفته از کارخانه PRT در شهر کاوازاکی ژاپن در خصوص بازیافت پسماند بطری‌های PET به روش شیمیایی نشان‌دهنده این حقیقت بود که پسماند بطری‌های PET جمع‌آوری‌شده و دریافتی از شهرهای اطراف بر اساس نحوه آماده‌سازی پسماند بطری به سه گروه B،A و D تقسیم‌بندی شده و قیمت خرید این پسماندها از شهرداری‌ها و بخش‌های خصوصی از نوع A به سمت نوع D روندی نزولی دارد. جدول ذیل ویژگی‌های بطری‌های PET نوع A، B و D را در این کارخانه به تصویر کشیده است.

درجه کیفی پسماند بطری PET	درب بطری جدا شده	لفافه دور بدنه بطری جدا شده
A	بلی	بلی
B	یا درب بطری و یا فقط لفافه دور بدنه جدا شده	
D	خیر	خیر

1. Polyethylene TerePhthalate

مصرف بیشتر موادشیمیایی برای بازیافت پسماند بطری‌های PET نوع B و D و آلودگی‌های ناشی از آن در این کارخانه (به‌عنوان تنها کارخانه بازیافت کننده شیمیایی پسماند بطری‌های PET در کشور ژاپن) و افزایش هزینه تمام شده بازیافت از یکسو و تمایل شهرداری‌ها و شرکت‌های بخش خصوص جمع‌آوری‌شده پسماند بطری‌های PET برای کسب درآمد بیشتر از طریق فروش پسماندهای بطری‌های PET نوع A از سوی دیگر، باعث گردیده تا تمرکز اصلی آموزش‌های مدیریت پسماند ارایه شده به شهروندان ژاپنی بر جداسازی کامل درب و لفافه از بدنه اصلی پسماند بطری‌های PET باشد. در این میان علاوه بر فعالیت شهرداری‌ها، دولت نیز با تعیین تمهیداتی برای شرکت‌های تولیدکننده بطری‌های PET، شرایط مناسب و تسهیلگرانه‌تری را برای آماده‌سازی پسماند این نوع بسته‌بندی‌ها فراهم آورده است. در این خصوص و برای مثال می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- ✓ به حداقل رسانی مصرف پلیمر PET برای ساخت بدنه بطری با در نظر گرفتن استانداردهای طراحی
- ✓ به حداقل رسانی میزان مواد به کار رفته در ساخت درب و حلقه آن
- ✓ استفاده از برش‌های پرفراژ بر روی لفافه با هدف افزایش سهولت کنده شدن لفافه از بدنه و کاهش آلودگی ناشی از باقی ماندن چسب و یا تکه‌های لفافه جدا نشده بر اثر اتصال به چسب روی بدنه (شکل زیر)
- ✓ نصب مخازن ذخیره‌سازی پسماند بطری‌های PET مجهز به محل دفع لفافه و درب بطری (شکل زیر)

شکل ۱: الف) خطوط پرفراژ در لفافه بطری‌های PET

بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته با درک این حقیقت، مفاهیمی تحت عنوان "پسماندصفر یا ZERO WASTE" و یا "امتداد مسؤولیت تولیدکننده یا EPR" به وجود آمده و حتی در سطح ملی توسط دولت‌ها به مرحله اجرا نیز درآمده است. هرچند که مفهوم پسماندصفر و امتداد مسؤولیت تولیدکننده –که بعضی اوقات در ایالات‌متحده امتداد مسؤولیت‌پذیری محصول نیز نامیده می‌شود- دارای وجوه مشترک زیادی هستند ولی با این وجود می‌توان تفاوت میان این دو سیستم و رویکرد فکری را به‌صورت زیر خلاصه کرد:

پسماندصفر در مفهوم کلی به معنی مدیریت و جلوگیری از تولید پسماندها در تمامی مراحل استخراج، فراوری، طراحی، تولید، حمل‌ونقل، انبارداری، بسته‌بندی و فروش است و این در حالی است که مفهوم امتداد مسؤولیت تولیدکننده به معنای پذیرش تمام یا بخشی از مسؤولیت مدیریت، بازیافت و بازیابی پسماندهای تولیدشده ناشی از محصولات یک شرکت تولیدکننده توسط خود اوست. در ادامه تلاش شده تا با ارایه تعاریف و مفاهیم تخصصی‌تر از سیستم امتداد مسؤولیت تولیدکننده، چشم‌انداز روشن و عمیق‌تری را در اختیار خواننده و متخصصین مدیریت پسماند کشور قرار دهیم.

امتداد مسؤولیت تولیدکننده و مدیریت پسماندهای جامد شهری:

امتداد مسؤولیت تولیدکننده، یک استراتژی مدیریت پسماند است که باعث کاهش تولید، ایجاد محیط‌زیستی تمیزتر و صرفه‌جویی در مالیات‌های پرداختی شهروندان می‌شود. امتداد مسؤولیت تولیدکننده که گاه «بازگشت به تولیدکننده» نیز نامیده می‌شود عبارتست از سیستم مدیریت پسماند و یا محصولات توسط تولیدکننده (و نه مصرف‌کننده یا دولت) به‌گونه‌ای که او مسؤولیت مدیریت ایمن و زیست‌محیطی پسماندهای ناشی از محصولات تولیداتش را پس از مصرف و پایان عمر مفید به‌صورت کامل پذیرا باشد. زمانی که تولیدکنندگان خود مسؤولیت بازیافت محصولاتشان را برعهده

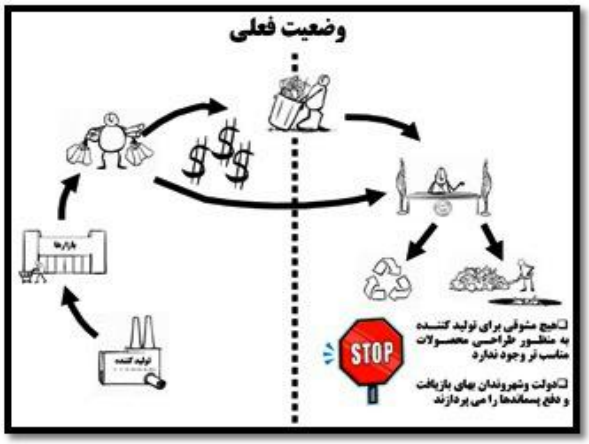
ب) مخازن مخصوص جداسازی درب بطری‌های PET

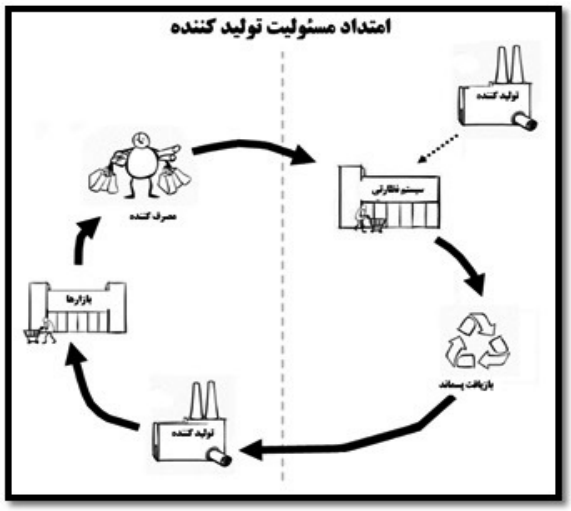
می‌گیرند موارد ذیل قابل پیش‌بینی خواهد بود:

- ✓ از مواد ایمن و سازگارتر با محیط‌زیست در فرایند تولید خود استفاده خواهد کرد
- ✓ از مواد اولیه کمتری در فرایند تولید خود استفاده خواهد کرد

- ✓ طراحی محصول بر اساس عمر مفیدی طولانی‌تر و کارایی بیشتر صورت خواهد گرفت
- ✓ برنامه‌های بازیافت ملموس‌تر و قابل اجراتری پیاده خواهد شد

برخی از شرکت‌های تولیدی معروف، برنامه «بازگشت به تولیدکننده» را برای محصولات برند تولیدی خود در اروپا به کار گرفته‌اند که از آن جمله می‌توان به شرکت‌های Sony، HP، Braun و Electrolux اشاره کرد. برخی از کشورها نیز در سطحی ملی به اجرای این مهم اقدام ورزیده‌اند. کشور ژاپن و اتحادیه اروپا قوانینی مفهومی در خصوص EPR را برای تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی و صنایع خودروسازی خود به کار گرفته‌اند. منتهی در این میان فراگیرشدن EPR در آمریکای شمالی با روندی کندتر در حال پیشروی است. شایان ذکر است که آمریکایی‌ها ۵۰ درصد از کل پسماندهای جامد جهان را تولید می‌کنند و این در حالی است که تنها ۵ درصد از جمعیت جهان در این کشور جای گرفته‌اند.





EPR چگونه باعث حل مشکل مدیریت پسماندهای جامد شهری می‌شود:

به‌صورت معمول و سنتی تولیدکنندگان خود را تنها مسؤول کیفیت محصول تولیدی می‌دانند. ولی با در نظر گرفتن EPR می‌توان مسؤولیت‌های آنان را کمی گسترده‌تر در نظر گرفته و مسائل زیست‌محیطی و تأثیرات محصولات تولیدی‌شان را بر محیط‌زیست مدنظر قرار داد.EPR برای اولین بار در قاره اروپا و با در نظر گرفتن میزان رشد پسماندهای خطرناک و کمبود زمین برای دفن پسماندها مطرح گردیده و همگانی شد که خوشبختانه این موضوع از سوی بسیاری از کشورها و نهادهای زیست‌محیطی جهان مورد تأیید و استقبال قرار گرفت. کشورهای عضو OECD[1] ایده EPR را پذیرفته و از آن به‌عنوان ابزاری برای بهینه‌سازی اقتصادی فرایندها و کاهش هزینه‌های مدیریت پسماندها بهره بردند.OECD امروزه دارای ۳۰ عضو بوده و نقش مهمی را در توسعه و اقتصاد جهانی ایفا می‌کند. مهم‌ترین مزایا و پیامدهای اجرای EPR در کشورهای عضو OECD عبارتند از:

- ✓ کاهش تعداد مراکز دفن و سامانه‌های پسماندسوزی و مشکلات ناشی از آن‌ها
- ✓ ایجاد انگیزه بیشتر در میان تولیدکنندگان برای استفاده بهینه از منابع طبیعی موجود
- ✓ کاهش بار مسؤولیت شهرداری‌ها در حوزه مدیریت مالی و فیزیکی پسماندها
- ✓ تقویت و توسعه صنایع بازیافت و بازیابی پسماندها
- ✓ بهبود طراحی محصولات برای فرایند دمونتاژ با رویکرد تسهیل فرایند بازیافت و یا استفاده مجدد
- ✓ تولید محصولات زیست‌محیطی و توسعه فرایندهای تولیدی سبزتر
- ✓ ارتقای ارتباط حاکم در میان مراکز فروش و شهروندان
- ✓ تشویق تولیدکنندگان به تولیدی رقابتی‌تر و اثربخش‌تر
- ✓ بهبود مدیریت مواد و پسماندها

زمانی که تولیدکنندگان مسؤولیت مدیریت پسماندهای ناشی از محصولات خود را بر عهده می‌گیرند هزینه‌های ناشی از بازیافت و یا دفع آن‌ها به نوعی بر قیمت تمام شده محصولات خود منعکس می‌کنند. در برخی موارد این افزایش قیمت یا به‌صورت مستقیم و با برچسبی مجزا بر روی محصول و یا به‌صورت غیرملموس تنها به‌صورت یک قیمت نهایی نشان داده می‌شود. در این حالت مصرف‌کنندگان نیز بخشی از هزینه‌های مدیریت پسماند و دفع نهایی آن را متقبل می‌شوند. در این حالت مصرف‌کننده مطمئن خواهد بود که محصول خریداری شده‌اش پس از مصرف یا پایان عمر مفید و تبدیل شدن به پسماند به درستی مدیریت خواهد شد. بایستی به یاد داشت زمانی که تولیدکننده بهای مدیریت پسماند محصول خود را چه به‌صورت ملموس و چه به‌صورت ناملموس بر روی محصول عرضه شده خود قید می‌کند، این قیمت نشان‌دهنده بهای

1 Organisation for Economic Co-operation and Development

تمامی مراحل جمع‌آوری، حمل و انتقال از مبادی تولید در شهرها تا مراکز دفع نیست. بلکه در برخی از موارد این بها تنها بخشی از کل فرایند فوق بوده است. در خصوص سیستم EPR در برخی از کشورها، تولیدکننده تمامی هزینه‌های مدیریت پسماندهای محصولات خود را تقبل کرده و در برخی از کشورها نیز دولت‌های محلی و خرده‌فروشان بخشی از هزینه‌های جمع‌آوری پسماند را از مصرف‌کنندگان عهده‌دار هستند.

EPR باعث کاهش مصرف مواد اولیه می‌شود:

تجربه موفق و طولانی کشور آلمان در حوزه پیاده‌سازی EPR در زمینه بسته‌بندی نشان داد که این سیستم باعث کاهش مصرف مواد اولیه خواهد شد. قانون بسته‌بندی کشور آلمان که اولین بار در سال ۱۹۹۰ وضع گردید گاه تحت عنوان "orig-inal Green Dot system" نیز نامیده می‌شود. از مهم‌ترین نتایج وضع و اجرای قانون بسته‌بندی کشور آلمان می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- ✓ افزایش استفاده از بسته‌بندی‌هایی با قابلیت استفاده مجدد
- ✓ کاهش استفاده از بسته‌بندی‌های کامپوزیت (چندسازه‌ای) و پلاستیکی
- ✓ تغییرات کاملاً مشهود در بخش طراحی بسته‌بندی‌ها
- ✓ کاهش عمده در حجم و وزن بسته‌بندی‌ها از طریق ایجاد تغییرات در شکل و ابعاد بسته‌بندی‌ها
- ✓ توسعه فناوری‌های جدید در حوزه بازیافت مواد بسته‌بندی

برای مثال در کشور آلمان و بر اثر اجرای این قانون، مصرف بسته‌بندی‌های کامپوزیت تا ۵۰ درصد و مصرف حجمی بسته‌بندی‌های پلاستیکی نیز از ۴۰ درصد تا ۲۷ درصد کاهش یافت. همچنین علاوه بر کاهش مصرف پلاستیک، از میزان مصرف PVC[1] (پلی‌وینیل‌کلراید) کاسته شده و بر مصرف PE[2] (پلی‌اتیلن) و PP[3] (پلی‌پروپیلن) که از قابلیت بیشتری برخوردار هستند، افزوده شده است. بر اساس گزارش دولت آلمان، استفاده از بطری‌های شیشه‌ای با قابلیت پرکردن مجدد باعث کاهش میزان تولید پسماندها تا میزان ۱,۲ میلیون تن در سال و کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای شده است. قانون بسته‌بندی آلمان همچنین استفاده و به‌کارگیری از فناوری‌های جدید را در خصوص بازیافت مواد و پسماندهای بسته‌بندی را به تولیدکنندگان توصیه نموده است. فناوری‌های موجود در خصوص بازیافت شیشه و کاغذ در کشور آلمان مجدداً مورد بازبینی قرار گرفته تا علاوه بر افزایش پتانسیل و ظرفیت آن‌ها، امکان تولید محصولاتی مرغوب‌تر همچون کاغذهای مرغوب چاپ و مخصوص بسته‌های موادغذایی (نوشیدنی‌ها) را فراهم آورد. فناوری‌های جدید نیز در حوزه تفکیک و جداسازی و همچنین بازیافت پسماندهای پلاستیکی توسعه یافت تا آلمان امروزه به‌عنوان یکی از پیشگامان عرصه بازیافت پسماندهای بسته‌بندی در جهان مطرح گردد.

هزینه "بازگشت به تولیدکننده" برای مصرف‌کنندگان:

هزینه‌های ذیل، مبالغ محاسبه شده برای برنامه‌های بازگشت به تولیدکننده فراورده‌های الکترونیکی می‌باشد:

- ✓ شرکت Apple مبلغ ۸۰ سنت برای هر کیلوگرم محصول الکترونیک را برای مصرف‌کنندگان در نظر گرفته است
- ✓ در اتحادیه اروپا بسته به برنامه‌های ملی کشورهای عضو، هزینه برنامه بازگشت به تولیدکننده برای یک رایانه شخصی از ۷ دلار در سوئیس تا ۱۴ دلار در هلند متفاوت است
- ✓ برای دستگاه‌های تلویزیون در سوئد هزینه برنامه بازگشت به تولیدکننده از ۳ تا ۸ دلار، در هلند از ۴,۴ تا ۱۵ دلار و در سوئیس از ۱۲ الی ۴۲ دلار متفاوت است

در کشور آلمان بین سال‌های ۱۹۹۱ الی ۱۹۹۷، پیاده‌سازی سیستم نقطه سبز (Green Dot system) باعث کاهش سالانه ۳ درصدی در بسته‌بندی‌ها شد. میزان کل بسته‌بندی تا یک میلیون تن یعنی در حدود ۱۵ کیلوگرم به ازای هر نفر کاهش یافت. هزینه اضافی تحمیل شده بر مصرف‌کنندگان برای برنامه بازگشت به تولیدکننده برای قوطی‌های آلومینیومی مواد نوشیدنی کمتر از ۰,۵ سنت به ازای هر قوطی محاسبه و دریافت گردید. برای مثال و مقایسه می‌توان به این حقیقت اشاره کرد که در بین سال‌های ۱۹۹۱ الی ۱۹۹۵ میزان بسته‌بندی در کشور آلمان با کاهشی ۱۴ درصدی و در کشور آمریکا با افزایشی ۱۳ درصدی همراه بوده است.

"The Green Dot symbol

در دنیای رقابتی تجارت امروز، EPR می‌تواند به‌عنوان امتیازی برای تولیدکننده محسوب گردد:

تولیدکنندگانی که مجبور به پرداخت هزینه‌های مربوط به

1 Polyvinyl chloride
2 polyethylene
3 Polypropylene

EPR برای مصارف بازیافت و دفع مناسب پسماند محصولات خود هستند می‌توانند از این شرایط به وجود آمده و مشوق‌های در نظر گرفته شده برای تولید محصولاتی اقتصادی‌تر و با قابلیت بازیافت بیشتر استفاده کنند. شرکت‌های زیادی وجود دارند که به‌کارگیری EPR را به فرصتی برای افزایش رقابت‌پذیری خود در بازارهای موجود تبدیل کرده‌اند. در سال ۲۰۰۱ میلادی در اتحادیه اروپا تعداد زیادی از تولیدکنندگان محصولات الکترونیک بیانیه‌ای را در خصوص حمایت از قانون پسماندهای تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی (WEEE)[1] منتشر نمودند. پس از آن مسؤولیت تولیدکننده در خصوص WEEE تصویب و این مهم به دلیل روند روبه رشد تولید پسماندهای خطرناک ناشی از WEEE در اروپا به سرعت مورد استقبال قرار گرفت. پس از آنکه تعداد اندکی از کشورها به پیاده‌سازی سیستم EPR در خصوص WEEE پرداختند، اتحادیه اروپا در اقدامی، دو دستورالعمل را برای هماهنگی بیشتر در مواجه با مشکلات ناشی از این پسماندها و افزایش اثربخشی صنایع تولیدکننده محصولات الکتریکی و الکترونیکی وضع نمود: ۱- دستورالعمل WEEE و ۲- دستورالعمل محدودیت بر مواد خطرناک (ROHS)[2]. دستورالعمل WEEE بر مسؤولیت انفرادی دلالت دارد. به عبارتی دیگر این دستورالعمل به شرکت‌های تولیدکننده محصولات الکتریکی و الکترونیکی اختیار می‌دهد تا به‌صورت مستقیم مسؤولیت بازیافت پسماند محصولات برند تولیدی‌شان را برعهده بگیرند. واگذاری مسؤولیت انفرادی مدیریت WEEE به شرکت‌های تولیدی بسیار اثربخش‌تر از واگذاری‌های تجمیعی و مشارکتی بوده و آزادی عمل بیشتری را در اختیار تولیدکنندگان قرار می‌دهد. از مهم‌ترین شرکت‌های اروپایی که در راستای EPR نسبت به جمع‌آوری و مدیریت پسماند محصولات تولیدی خود اقدام کرده‌اند می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ✓ شرکت Apple
- ✓ شرکت HP
- ✓ شرکت SONY
- ✓ شرکت NOKIA
- ✓ شرکت Gillette
- ✓ شرکت Intel
- ✓ شرکت Sanyo

شرکت‌های متعهد به EPR از تمایل بیشتری برای بهبود فرایند طراحی محصولات خود برخوردار هستند:

شرکت‌هایی که در راستای پیاده‌سازی EPR به جمع‌آوری و مدیریت پسماند محصولات خود متعهد گشته‌اند نسبت به سایر شرکت‌ها از تمایل بیشتری برای طراحی مناسب‌تر، کاهش استفاده از مواد سمی در تولید محصولات و افزایش قابلیت بازیافت‌پذیری آن‌ها برخوردارند. این مهم باعث خواهد شد تا در آینده پسماند و مواد پاکیزه‌تری جهت بازیافت و دفع در اختیار آن‌ها قرار گیرد؛ که همین امر با تسهیل تمامی فرایندهای جمع‌آوری، حمل و انتقال و بازیافت و دفع نهایی برای شرکت‌ها و درنتیجه کاهش هزینه‌های تحمیلی همراه خواهد بود. مطالعه و بررسی صورت گرفته در بازار خودروسازی دو کشور ژاپن و سوئد که سیستم EPR در صنایع خودروسازی آن‌ها پیاده شده است، نشان داد که برخی شرکت‌ها با هدف افزایش بازیافت‌پذیری قطعات پلاستیکی خودرو به اقدامات مختلفی دست زده‌اند. برای مثال شرکت Nissan برای تولید قطعات مختلف پلاستیک خودرو، استفاده از انواع مختلف پلاستیک‌ها را کاهش داده و از تعداد محدودتر و البته بازیافت‌پذیرتری از پلاستیک‌ها استفاده نموده است. در همین راستا شرکت Toyota نیز موفق به تولید پلاستیک خاصی شده که می‌توان پس از بازیافت و با کمترین افت کیفیت مجدداً برای تولید همان قطعات در خودروی موردنظر استفاده کرد. یکی از شرکت‌های خودروسازی سوئدی نیز در همین راستا کارکنان خود را به واحدهای دمونتاژ خودروهای اوراقی فرستاده تا از نزدیک با مشکلات موجود آشنا شده و در راستای رفع آن‌ها در حین فرایندهای طراحی و تولید تلاش کنند.

پیاده‌سازی سیستم EPR باعث صرفه‌جویی در مالیات‌های اخذشده از مالیات‌دهندگان می‌شود:

سیاست‌های سیستم EPR به‌گونه‌ایست که مبالغ دریافت شده در قالب مالیات از مالیات‌دهندگان به روش‌های صحیح‌تر و با اثربخشی بیشتر صرف گردند. تجربه پیاده‌سازی EPR در کشورهای عضو OECD نشان داده است یکی از مهم‌ترین و اصلی‌ترین وظایف سیستم EPR انتقال هزینه‌ها و مبالغ دریافتی از مالیات‌دهندگان از اختیار دولت‌های محلی به حوزه تولیدکنندگان است.

مسؤولیت‌پذیری فردی:

مسؤولیت‌پذیری فردی زمان حادث می‌گردد که شرکت تولیدکننده آمادگی خود را برای قبول تمام مسؤولیت‌های مربوط به مدیریت پسماندهای ناشی از محصولات خود اعلام می‌نماید. در این حالت تولیدکننده تلاش می‌کند تا با طراحی مجدد محصولات و استفاده از مواد سمّی کمتر و موادی با قابلیت بازیافت بیشتر علاوه بر تسهیل فرایند بازیافت، نسبت به کاهش هزینه‌های مورد انتظار در این خصوص اقدام نماید. این مهم در خصوص شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد. بر همین اساس دستورالعمل WEEE مصوب شده در اتحادیه اروپا در سال ۲۰۰۳، شرکت‌های تولیدکننده این تجهیزات را موظف ساخته تا پایان سال ۲۰۰۵ میلادی نسبت به پذیرش مسؤولیت جمع‌آوری و مدیریت پسماندهای

1 waste electrical and electronic equipment
2 Restriction of Hazardous Substances

حاصل از محصولات برند خود اقدام نمایند. در همین راستا شرکت‌هایی چون SONY، HP،Braun و Electolux نسبت به پیاده‌سازی سیستم EPR در مجموعه خود در اتحادیه اروپا اقدام کرده‌اند. بایستی توجه داشت که در مواردی همچون پسماندهای تولیدی ناشی از بسته‌بندی‌های مصرف شده توسط شهروندان، پسماند تولیدشده به‌صورت مخلوط شده با سایر انواع پسماندهای خشک قابل بازیافت بوده و جمع‌آوری جداگانه آن‌ها تا حد زیادی در مناطق شهری و همچنین مسؤولیت‌پذیری شرکت‌های تولیدی تا حد زیادی غیرممکن می‌گردد. در این حالت تأسیس و راه‌اندازی سازمانی تحت عنوان "سازمان مسؤولیت‌پذیری تولیدکنندگان یا PRO"[1] برای مدیریت پسماند ناشی از محصولات برندهای مختلف بسیار مؤثر و کارآمد خواهد بود. منتهی در این میان بایستی همانند حالت مسؤولیت‌پذیری مستقل نسبت حمایت و تشویق شرکت‌های تولیدکننده‌ای که در تلاش برای طراحی و تولید محصولاتی با سازگاری زیست‌محیطی و بازیافت‌پذیری بیشتر هستند اهتمام ورزید.

استانداردهای زیست‌محیطی و تأسیسات بازیافت:

سیستم EPR بر این اعتقاد است که تأسیسات بازیافت و مدیریت محصولات اوراقی بایستی تمیز بوده و از امنیت مناسبی برای کارگران و جوامع اطراف برخوردار باشد.

محدودیت‌های مواد:

برنامه‌های EPR به محدود نمودن استفاده از موادی با مشکلات بالا همچون فلزات سنگین نیازمند است. اعمال این تغییرات از مهم‌ترین مراحل ایجاد تغییرات مثبت به واسطه پیاده‌سازی سیستم EPR می‌باشد. لذا بیشتر شرکت‌های پیشرو در این حوزه در تلاشند تا مواد اولیه خطرناک موجود را با موادی بی‌خطر در فرایند تولید محصولاتشان جایگزین کنند.

برچسب‌زنی، اطلاع‌رسانی به مصرف‌کننده و بازپس‌گیری رایگان:

برای اطلاع‌رسانی و آگاه‌سازی مصرف‌کنندگان و مدیران بخش‌های بازیافت محصولات اوراق شده، تولیدکنندگان محصولات بایستی نسبت به الصاق برچسب‌هایی به محصولات خود با درج اطلاعات ذیل اقدام کنند:

- ✓ نام برند مربوطه
- ✓ مواد خطرناک موجود در محصول
- ✓ الزامات مربوط به اطلاع‌رسانی در خصوص مناسب نبودن پسماند محصول برای دفن در لندفیل‌ها (مراکز دفن)، دفع در سامانه‌های پسماندسوزی و ...
- ✓ درج شماره تماسی رایگان و یا درج وب‌سایتی که مصرف‌کننده بتواند به راحتی به اطلاعات موردنیاز جهت دفع مناسب پسماند محصول موردنظر دست یابد

ممنوع سازی مراکز دفن و سامانه‌های پسماندسوزی:

برنامه‌های EPR بایستی به‌گونه‌ای طراحی و اجرا گردند تا از استفاده مجدد و بازیافت پسماندهایی که پیش از این به لندفیل‌ها و یا به سامانه‌های پسماندسوزی ارسال می‌شدند اطمینان حاصل نماید.

ممنوعیت‌های صادرات:

برنامه‌های EPR بایستی به گونه طراحی و اجرا گردند تا از صادرات پسماندهای حاصل از محصولات تولیدی شرکت‌ها با سایر کشورهای جهان جلوگیری به عمل آورد. از دیدگاه EPR پسماندها به‌عنوان کالا در نظر گرفته نمی‌شوند. متأسفانه در سال‌های اخیر بسیاری از پسماندهای خطرناک تولید در ایالات‌متحده تحت پوشش عنوان "بازیافت" به کشورهای

1 Producer Responsibility Organisation

درحال توسعه آسیایی و آفریقایی صادرشده‌اند. در بسیاری از موارد گروه‌های زیست‌محیطی ردپای پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی صادرشده به آسیا را ردگیری کرده‌اند. بررسی‌ها نشان داده‌اند پسماندهای صادرشده از پتانسیل آلودگی و بیماری‌زایی بالایی برای شهروندان مناطق مجاور برخوردار هستند.

نظارت بخش دولتی:

به منظور بررسی و انطباق فعالیت‌های صورت گرفته با موارد از پیش تعیین شده در سیستم EPR، حضور و فعالیت یک بخش نظارتی دولتی ضروری است. تعیین جرایم برای تولیدکنندگانی که به تعهدات خود عمل ننموده‌اند از مهم‌ترین وظایف این واحد نظارتی است. شایان ذکر است دسترسی آسان به اطلاعات از مهم‌ترین رموز موفقیت این واحد نظارتی خواهد بود.

امتداد مسؤولیت تولیدکننده به‌عنوان یک اصل زیست‌محیطی می‌تواند باعث ایجاد تحولاتی بزرگ در حوزه نوآوری طراحی و تولید محصولات، کاهش هزینه‌ها و افزایش وفاداری مشتریان به‌صورت هم‌زمان با رشد بازار در داخل و خارج از کشورها گردد. امروزه افزایش تمایل جهان برای دستیابی به محصولاتی با پیچیدگی‌های بیشتر در کنار تغییرات و رویکردهای جدید به وجود آمده در حوزه توسعه پایدار باعث روشن‌تر شدن محدودیت‌های موجود در استراتژی‌های پیشین و سنتی حفاظت از محیط‌زیست شده است. کنترل تمام خروجی‌ها و حتی اندازه‌گیری و بررسی میزان کاهش آلودگی‌ها در واحدهای صنعتی کوچک و بزرگ همگی نشان‌دهنده تأثیرات و اهمیت رو به رشد حفاظت از محیط‌زیست می‌باشد. ولی با این وجود تأثیرات مختلف و پراکنده ناشی از محصولات تولیدی بر طبیعت تاکنون چندان مورد بررسی و رصد قرار نگرفته است. فشارهای موجود برای توسعه سیستم‌های تولید محصولات «سبز» را می‌توان به‌عنوان نشان‌های برای جلوگیری از تولید و نشر آلودگی‌های بیشتر و حفاظت از منابع موجود در نظر گرفت. این طرز فکر و نگرش با تأثیرات شگرفی بر بازارهای جهانی همراه بوده است. به‌عنوان مثال در اروپا روند بازپس‌گیری و بازیافت پسماندهای ناشی از پسماند محصولات ارایه شده در بازار توسط خود تولیدکنندگان محصولات در حال همه‌گیری و توسعه است. این روند فکری رو به رشد که «امتداد مسؤولیت تولیدکننده » نامیده می‌شود، در تلاش است تا علاوه بر کاهش پتانسیل تولید پسماند ناشی از محصولات ارایه شده در بازار و افزایش میزان و پتانسیل بازیافت آن‌ها، باعث افزایش و توسعه فرایند «طراحی زیست‌محیطی» گردد. شایان ذکر است برخی از کشورهای آسیایی و همچنین برخی از ایالات کشور کانادا نیز همراه با اتحادیه اروپا به اقدامات درخور توجهی را در این حوزه انجام داده‌اند. در ایالات‌متحده نیز این روند فکری به شکلی دیگر و تحت عنوان «امتداد مسؤولیت محصول» مطرح می‌باشد. امتداد مسؤولیت محصول در تلاش است تا پتانسیل‌های موجود در میان تولیدکنندگان را برای کاهش تأثیرات منفی زیست‌محیطی محصولات شناسایی نماید. اشاعه دهندگان این انقلاب فکری بر این اعتقادند که دستیابی به پیشرفت‌هایی ماندگار در حوزه محیط‌زیست نیازمند همکاری، خلاقیت و تعهد تمامی عناصر درگیر در حوزه تولید محصولات مختلف از تأمین‌کنندگان مواد اولیه تا فراوری کنندگان مواد، طراحان، توزیع‌کنندگان، خرده‌فروش‌ها، مشتریان، بازیافت کنندگان، تولیدکنندگان مواد بازیافتی و دفع‌کنندگان پسماند می‌باشد. هرچند که کاهش میزان پسماند نهایی حاصل از یک محصول

را می‌توان به‌عنوان بخش مهمی از روند فکری امتداد مسؤولیت تولیدکننده و محصول در نظر گرفت ولی شناسایی و بررسی سایر تأثیرات زیست‌محیطی تولید محصولات همچون مصرف انرژی و راندمان آن از دیگر بخش‌های مدنظر این روند فکری است. لذا می‌توان این‌گونه برداشت کرد که EPR بر اساس تمامی نتایج به دست آمده در این حوزه‌های مختلف نسبت به طراحی و تولید "محصولات سبز" اقدام می‌نماید. EPR در فرایند رو به رشد خود همواره با چندین سیاست کلی محیط‌زیست از جمله جلوگیری از تولید آلودگی، طراحی زیست‌محیطی محصولات، سبز نمودن زنجیره تأمین مواد اولیه، نظارت بر تولید محصول، اثربخشی زیستی تولید محصول و توسعه‌پایدار در ارتباط نزدیک بوده است. در این میان نکته‌ای که EPR را از سایر سیاست‌های زیست‌محیطی متمایز ساخته است تمرکز و تأکید EPR بر مشارکت تمامی افراد و عناصر موجود در زنجیره تولید محصولات برای دستیابی به محصولاتی سبز می‌باشد. در واقع EPR ابزاری برای پایدارسازی (زیست‌محیطی) فرایندهای تولید محصولات تولیدشده در جوامع است.

آژانس حفاظت از محیط‌زیست ایالات‌متحده یا EPA بر این اعتقاد است که دولت و مصرف‌کننده به‌عنوان دو عضو حیاتی و کاملاً تأثیرگذار در حوزه EPR مطرح هستند. لذا با توجه به فلسفه تقسیم و به اشتراک‌گذاری "مسؤولیت‌ها" در میان عناصر درگیر در حوزه تولید محصولات، EPA با انجام اقداماتی در تلاش بوده تا شرایط مناسب برای هر یک از عناصر درگیر را جهت کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی فراهم آورد. به‌عنوان مثال در ایالات‌متحده دولت و EPA در تلاشند تا با ملموس‌سازی مسائل مالی و هزینه‌ای برای شهروندان (مصرف‌کنندگان) از طریق تعیین قیمت و تعرفه‌های متفاوت برای دفع انواع پسماندها، مصرف‌کنندگان را به‌صورت داوطلبانه به انتخاب محصولاتی سبزتر و منطبق بر اصول محیط‌زیست علاقه‌مند نماید. شرکت‌ها و واحدهای تولیدی زیادی توانسته‌اند با درک و به‌کارگیری مفهوم EPR به نتایج مناسب و درخور توجهی در حوزه بازدهی مصرف انرژی، راندمان تولید و کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی دست یابند. بسیاری از تولیدکنندگان به این حقیقت دست یافته‌اند که تولید محصولات سبز با افزایش رضایت و اعتماد مشتریان همراه بوده که این مهم در دنیای تجارت امروز به منزله پشتوانه‌ای ارزشمند برای هر واحد تولیدی مطرح است. از سوی دیگر و در همین راستا کاهش میزان مواد سمی به کار رفته در تولید محصولات به تولیدکنندگان این اطمینان را می‌دهد که با توجه به افزایش فشارهای زیست‌محیطی موجود و آتی، محصول تولیدشان برای سالیان متمادی از قابلیت فروش و عرضه بی‌دغدغه در بازارهای داخلی و بین‌المللی برخوردار خواهد بود. EPR می‌تواند به واسطه استفاده مجدد و همچنین بازیافت مواد پسماند پیشین تولیدشده در واحدهای تولیدی، باعث کاهش هزینه‌ها و افزایش راندمان تولید آن‌ها گردد. برخی از شرکت‌های بزرگ و مطرح تولیدی به این نتیجه رسیده‌اند که در بلندمدت می‌توان با استفاده مجدد و بازیافت پسماند محصولات تولید خود به منافع مالی قابل‌توجهی (در مقایسه با فرایند تولید محصول از مواد اولیه دست اول) دست یافت. برای مثال شرکت معروف زیراکس (Xerox) در اولین سال از اجرای برنامه "مدیریت بازیافت" موفق شد با بازپس‌گیری دستگاه‌های قدیمی خود، احیای آن‌ها و یا حتی بازیافت آن‌ها به صرفه‌جویی مالی در حدود ۵۰ میلیون دلار دست یابد. یا به‌عنوان مثالی دیگر شرکت معروف خودروسازی فورد (FORD) توانست با پیاده‌سازی برنامه "بازپس‌گیری سپرهای پلاستیکی اوراقی" و بازیافت آن‌ها به صرفه‌جویی مالی در حدود ۲ میلیون دلار در سال دست یابد.

EPR چگونه کار می‌کند:

برای بسیاری از تولیدکنندگان، ماهیت EPR همان پایبندی به مسؤولیت‌های جدید واگذار شده در خصوص حفاظت از محیط‌زیست و کاهش فشار بر آن (برخلاف روال حاکم در گذشته) و نشان دادن و آشکارسازی این تأثیرات برای مشتریان می‌باشد. این مفهوم زیست‌محیطی می‌تواند با تفکر مجدد و بازبینی بسیاری از قواعد و اصول حاکم، بر وضعیت فعلی و گذشته تولید محصولات همراه باشد که برای مثال می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

۱. ارایه خدمات به‌جای فروش محصولات
۲. سیستم‌های جدید تحویل کالا
۳. ایجاد چرخه و سیستم‌های تحویل و برگشت پسماند محصولات تولیدی به شرکت
۴. طراحی زیست‌محیطی محصولات
۵. استفاده از مواد بازیافتی به‌جای مواد دست اول و حفاظت از منابع

در ادامه و برای توضیحات بیشتر به ارایه برخی از روش‌های تولید محصولاتی متفاوت بر اساس مفهوم EPR خواهیم پرداخت:

انتخاب مواد اولیه: واحدهای تولید می‌توانند میزان و سمّیت مواد اولیه خود را کاهش داده و یا حتی درصدهای متفاوتی

از مواد بازیافت شده نیز به‌عنوان ماده اولیه در فرایند تولید خود استفاده نمایند. به‌عنوان مثال شرکت معروف HP علاوه بر توجه به استانداردهای موردنیاز برای مواد اولیه خود، از تأمین‌کنندگان مواد اولیه خود خواسته است تا با توجه به استانداردهای سری E (استانداردهای محیط‌زیست) به موضوع حداقل استفاده از موادپلاستیکی بازیافت شده در مواد خود توجه نمایند. این بدان معنی است که شرکت HP علاوه بر درنظرگرفتن کیفیت مناسب مواد اولیه موردنیاز خود تا حد امکان تلاش می‌کند از مواد اولیه پلاستیکی بازیافت شده برای تولید محصولات متنوع خود استفاده کند.

تأثیرات محصول: شرکت‌ها می‌توانند با انجام بررسی‌های لازم، نسبت به کاهش پسماندهای تولیدی در فرایند، مصرف انرژی و مواد سمّی به کار رفته در تولید محصولاتشان اقدام کنند. شرکت Nortel به همراه شرکت‌های تأمین‌کننده مواد اولیه خود، برنامه‌ای تحت عنوان "صرفه‌جویی مشترک" را به مرحله اجرا گذاشت. در این برنامه مبنای انعقاد قراردادهای خرید مواد اولیه شیمیایی برخلاف گذشته که بر مبنای حجم مواد بود تغییر کرده و مشوق‌هایی مالی برای تأمین‌کنندگانی که از مواد اولیه شیمیایی سمی‌تری استفاده کرده‌اند از سوی شرکت Nortel درنظرگرفته شده است.

مصارف محصول: شرکت‌های تولیدی می‌توانند محصولات و خدمات خود را به‌گونه‌ای طراحی نمایند که علاوه بر کاهش مصرف انرژی، پسماند تولیدشان پس از خروجی واحد تولید و فروش در بازار را بدون ایجاد تعهد و هزینه‌ای برای مصرف‌کننده به حداقل برساند. برای مثال شرکت Interface Flooring System به‌جای فروش فرش و موکت به اجاره آن‌ها به مشتریان خود می‌پردازد. در این حالت شرکت بر اساس محاسبه و برآورد میزان تردد افراد در محل موردنظر نسبت به نصب فرش و موکت در محل‌های موردنظر اقدام کرده و درنهایت بخش‌های فرسوده را جدا و پس از بازیافت مجدداً موکت‌های جدید را در محل موردنظر نصب می‌کند.

بازیافت و استفاده مجدد: محصولات را می‌توان به‌گونه‌ای طراحی کرد تا قابلیت بازیافت، تعمیر، نوسازی، استفاده مجدد و دمونتاژ آن افزایش یابد. در این خصوص و به‌عنوان مثال می‌توان به اقدام شرکت Frigidaire در استفاده از چند نوع پلاستیک جدید به‌صورت مخلوط با مواد پلی‌کربنات به کار رفته در تولید یخچال و فریزرها اشاره کرد که این مهم قابلیت بازیافت این مواد را در هنگام تبدیل شدن به پسماند تا حد زیادی افزایش می‌دهد.

پایان عمر مفید محصول: شرکت‌ها می‌توانند با بازپس‌گیری محصولات فروخته شده و قدیمی خود و حتی پسماند ناشی از آن یا از آن‌ها برای تولید مجدد محصولات جدید استفاده کرده و یا پس از بازیافت به‌عنوان ماده اولیه در خط تولید خود استفاده کنند. به‌عنوان مثال در سال ۱۹۹۵ در ایالات‌متحده برخی از تولیدکنندگان باطری‌های قابل شارژ نیکل - کروم نسبت به ایجاد شرکتی با عنوان "شرکت بازیافت باطری‌های قابل شارژ" یا RBRC[1] اقدام نمودند. با همکاری بیش از ۲۸ هزار خرده‌فروش در سرتاسر ایالات‌متحده، RBRC توانست نسبت به پیاده‌سازی برنامه موفق خود برای جمع‌آوری پسماند باطری‌های قابل شارژ نیکل –کروم و بازیافت آن‌ها اقدام نماید.

تعهد در پیاده‌سازی سیستم EPR:

یکی از نکات مهم و کلیدی در پیاده‌سازی EPR در هر شرکت و واحد تولیدی را بایستی در تعهد شرکت به مسائل زیست‌محیطی از رأس مدیریتی به پایین جستجو کرد. این بدان معنی است که ریاست شرکت بایستی خود به مفهوم EPR معتقد بوده و گرما و اشتیاق خود برای پیاده‌سازی چنین مفهوم فکری و غیرتجاری را به سایر اعضای شرکت در زیردست و همچنین سایر شرکت‌های همکار در این حوزه منتقل نماید. توجه به این نکته ضروری است که پیاده‌سازی مفهوم EPR برای تمامی شرکت‌ها و محصولات تنها از یک طریق و روش مشخص امکان‌پذیر نمی‌باشد. معمولاً و در بسیاری از موارد شرکت‌هایی در حوزه پیاده‌سازی EPR موفق هستند که نسبت به پیاده‌سازی مفهوم EPR در قالب یک استراتژی برای بهبود کیفیت زیست‌محیطی محصول خود و به دست آوردن سهمی از بازارهای فروش اقدام نموده‌اند.

حقایقی در خصوص امتداد مسؤولیت تولیدکننده در خصوص پسماندهای بسته‌بندی:

دستورالعمل بسته‌بندی و پسماندهای بسته‌بندی اتحادیه اروپا (PPWD)[2] را می‌توان به‌عنوان سندی قانونی و چارچوبی موفق در خصوص نوآوری پیوسته، پیشرفت‌های زیست‌محیطی و توسعه پایدار پیوسته در اتحادیه اروپا در نظرگرفت. با توجه به "کاهش تأثیرات زیست‌محیطی پسماندهای بسته‌بندی" به‌عنوان یکی از موضوعات اصلی مدنظر در این دستورالعمل، PPWD را می‌توان به‌عنوان عامل اصلی و محرک افزایش نرخ بازیافت پسماندهای بسته‌بندی در اتحادیه اروپا از زمان مصوب شدن این دستورالعمل در سال ۱۹۹۴ در نظر گرفت. در ماه جولای سال ۲۰۱۴ میلادی، اتحادیه اروپا پیشنهادی را مبنی بر بازنگری اهداف در نظر گرفته شده برای بازیافت پسماندها و تشویق کشورهای عضو به توسعه اقتصاد چرخشی و استفاده از پسماند به‌عنوان منبع ارایه داد. همچنین در این پیشنهاد به مسأله شفافیت و اثربخشی هزینه‌های مربوط به «امتداد مسؤولیت تولیدکننده» نیز توجه ویژه‌ای شده که این مهم در دستورالعمل چارچوب پسماند یا WFD[3] به‌طور ویژه مورد بررسی قرار گرفته است. دستورالعمل پسماند

1 The Rechargeable Battery Recycling Corporation
2 Packaging and Packaging Waste Directive
3 Waste Framework Directive

(دستورالعمل چارچوب پسماند) را می‌توان به‌عنوان سندی قانونی در خصوص نحوه مدیریت پسماندها در اتحادیه اروپا در نظر گرفت. از اهداف این دستورالعمل قانونی می‌توان به کاهش تأثیرات منفی زیست‌محیطی ناشی از پسماندها و توسعه استفاده اثربخش از منابع موجود از طریق استفاده مجدد، بازیافت و سایر فرم‌های مختلف بازیابی است. این دستورالعمل آخرین بار در سال ۲۰۰۸ میلادی مورد بازبینی قرار گرفت. دستورالعمل بسته‌بندی و پسماندهای بسته‌بندی (PPWD) اتحادیه اروپا نیز با هدف همسانسازی و وضع مقرراتی مشابه برای بسته‌بندی‌ها و تجارت محصولات بسته‌بندی شده در اتحادیه اروپا به‌صورت آزاد وضع شده است. دو هدف عمده در این دستورالعمل مدنظر است:۱- به حداقل رسانی موانع موجود در خصوص تجارت محصولات بسته‌بندی شده در اتحادیه اروپا و ۲- به حداقل رسانی تأثیرات منفی زیست‌محیطی ناشی از بسته‌بندی و پسماندهای بسته‌بندی در اتحادیه اروپا. این دستورالعمل "الزامات ضروری" مربوط به طراحی بسته‌بندی‌ها و همچنین میزان و نرخ بازیافت پسماندهای بسته‌بندی را در کل اتحادیه اروپا به تصویر کشیده است. پس از تصویب این دستورالعمل در اوایل دهه ۱۹۹۰ (۱۹۹۴) در اتحادیه اروپا، PPWD به‌عنوان عنصری تأثیرگذار بر افزایش نرخ بازیابی و بازیافت پسماندهای بسته‌بندی در این قاره سبز مطرح بوده است. بر اساس آمار رسمی ارایه شده در سال ۲۰۱۲ میلادی، ۶۴,۶ درصد از پسماندهای بسته‌بندی اتحادیه اروپا بازیافت شده‌اند. در متن دستورالعمل‌های WFD و PPWD از "امتداد مسؤولیت تولیدکننده" به‌عنوان ابزاری سیاستی برای تعیین میزان تمام یا بخشی از مسؤولیت مالی تولیدکننده در قبال سرنوشت نهایی پسماند محصول تولیدشده پس از مصرف و به سررسیدن عمر نهایی آن با هدف کمک به افزایش میزان بازیافت و بازیابی مواد در کشورهای عضو یاد شده است. دستورالعمل PPWD کشورهای عضو را به ایجاد سیستمی برای بازپس‌گیری یا جمع‌آوری و بازیافت یا بازیابی بسته‌بندی‌های مصرف شده (پسماندهای بسته‌بندی) با توجه به اهداف و نرخ‌های مشخص شده متعهد می‌سازد. در این میان EPR که در سطحی ملی مورد اجرا قرار می‌گیرد تولیدکنندگان و واردکنندگان محصولات مختلف را به اجرا و توجه به قوانین و مقررات مربوط به بازیافت و بازیابی پسماندهای بسته‌بندی متعهد می‌سازد. تقریباً تمامی اعضای اتحادیه اروپا متعهد گشته‌اند تا تولیدکنندگان را به دستیابی به اهداف و نرخ‌های بازیافت و بازیابی در نظر گرفته شده در دستورالعمل‌ها مجبور سازند. از آنجایی که در PPWD نحوه اجرای EPR برای کشورهای عضو مشخص نشده است لذا روش‌های مختلفی برای تعیین میزان مسؤولیت‌های مالی در میان تمام عناصر درگیر (تولیدکننده، مقامات محلی، مصرف‌کننده و بخش‌های خصوصی و دولتی مدیریت پسماند و ...) توسط اعضا به کار گرفته شده است. EPR مسؤولیت‌ها و وظایف تولیدکنندگان محصولات را در خصوص دستیابی به اهداف ملی مشخص شده برای بازیافت و بازیابی پسماندهای بسته‌بندی به‌ویژه پسماندهای ناشی از محصولات مصرف شده توسط شهروندان را مشخص می‌نماید. EPR برای دستیابی به این اهداف بایستی از وجود برنامه‌هایی برای جمع‌آوری، تفکیک و بازیافت پسماند در کشور عضو موردنظر اطمینان حاصل کند. منابع مالی موردنیاز برای حصول برنامه‌های فوق از محل مبالغ دریافت شده از تولیدکنندگان و واردکنندگان محصولات مختلف تأمین می‌گردد. شایان ذکر است که این مبلغ بر اساس تناژ (وزن) مواد بسته‌بندی ایست که تولیدکننده یا واردکننده با بازارهای ملی کشور عضو تزریق می‌نماید. در حال حاضر میزان مبلغ دریافتی از تولیدکنندگان و واردکنندگان محصولات دارای بسته‌بندی در اتحادیه اروپا در حدود ۳,۱ میلیارد یورو تخمین زده می‌شود. گفتنی است که مبلغ دریافتی به ازای هر تن مواد بسته‌بندی بر اساس EPR متغیر بوده و بسته به مقررات و شرایط حاکم بر کشور عضو متغیر است. نکته درخور توجه در اینجاست که این مبالغ دریافتی توانسته تمام یا بخش قابل‌توجهی از هزینه‌های مربوط به جمع‌آوری و تفکیک را در برمی‌گیرد.

در برخی از کشورهای عضو، مبالغ دریافتی EPR به‌صورت مستقیم به شرکت‌های مدیریت پسماند که وظیفه جمع‌آوری و تفکیک پسماندهای بسته‌بندی موردنظر را به عهده دارند تزریق می‌گردد (مانند کشورهای جمهوری چک و اسپانیا). در برخی از کشورها نیز مبالغ EPE دریافتی به دولت‌های محلی تزریق و از سوی آن‌ها به مؤسسات، شرکت‌ها و بخش‌های موردنظر تقدیم می‌گردد (مانند اتریش، بلژیک و سوئد). پسماندهای تفکیک شده بسته‌بندی یا به بازیافت کنندگان این مواد و یا به سامانه‌هایِ مختلف استحصال انرژی از پسماند فروخته می‌شوند. معمولاً عواید حاصل از این فروش برای جبران کسری ناشی از مبالغ موردنیاز EPR مورد استفاده قرار می‌گیرد. در برخی از کشورها نیز فرایند دریافت مبالغ EPR با فرایند شرح داده شده در فوق متفاوت است (برای مثال کشور انگلستان و لهستان). تقسیم‌بندی درآمدهای ناشی از EPR از چارچوب خاصی پیروی نکرده و بسته به شرایط حاکم بر کشور عضو متفاوت است. ولی در اغلب موارد این درآمد به بخش‌های ذیل تعلق می‌گیرد:

۱- جمع‌آوری پسماندهای بسته‌بندی به منظور ارسال به واحدهای بازیافت و بازیابی به‌صورت جداگانه از پسماندهای خانگی
۲- جداسازی و تفکیک پسماندهای بسته‌بندی و ارسال آن به واحدهای بازیافت و بازیابی
۳- کمپین‌های آگاه‌سازی و آموزش مشتریان و مصرف‌کنندگان

شایان ذکر است در مواردی که جمع‌آوری پسماندها بسته‌بندی به‌صورت مخلوط با سایر انواع پسماندها صورت می‌گیرد، هزینه‌های مربوط به بخش غیر بسته‌بندی از کل

هزینه‌ها کاسته خواهد شد. اتحادیه اروپا در گزارش خود به این نکته اشاره دارد که هیچ ارتباط معنی‌داری میان میزان مبلغ EPR و میزان موفقیت پیاده‌سازی آن در کشورهای عضو برای دستیابی به نرخ‌های بازیافت و بازیابی تعیین شده وجود ندارد. ولی با این وجود فاکتورهای متعددی وجود دارند که بر میزان هزینه‌های مربوط به جمع‌آوری، بازیابی و بازیافت جداگانه پسماندهای بسته‌بندی تأثیرگذارند:

- ✓ انواع و محدوده پسماندهای بسته‌بندی که به‌صورت جداگانه جمع‌آوری‌شده‌اند (برای مثال بسته‌بندی‌های صنعتی، تجاری و یا پسماندهای ناشی از مصارف شهروندان)
- ✓ مبنای محاسبات صورت گرفته در خصوص مبلغ دریافتی از تولیدکنندگان و واردکنندگان که این مهم یا مبنای وزن بوده و یا بر مبنای نوع مواد بسته‌بندی
- ✓ نوع جمع‌آوری و محل‌های برداشت پسماند (برای مثال جمع‌آوری کنار جدولی، مراکز محلی جمع‌آوری و پسماند، جمع‌آوری از واحدهای صنعتی، تجاری و مؤسسات)
- ✓ سطح و میزان راندمان و کارایی فرایند جمع‌آوری و پردازش پسماندهای بسته‌بندی
- ✓ شرایط جغرافیایی منطقه تحت پوشش جمع‌آوری (برای مثال وسعت منطقه، تراکم جمعیتی و درصد پوشش فرایند جمع‌آوری)
- ✓ فاصله انتقال و تناوب جمع‌آوری پسماند (تراکم جمعیت، فاصله میان نقاط جمع‌آوری و واحدهای پردازش و بازیافت)
- ✓ میزان قدرت و اختیارات شهرداری‌ها
- ✓ وجود یک یا چند برنامه EPR در یک منطقه موردنظر که این امر با به وجودآمدن فضای رقابتی در فرایند ارتباطی مستقیم دارد
- ✓ میزان اثربخشی و کارآمدی فراساخت‌های شهری
- ✓ هزینه جمع‌آوری پسماندهای خانگی شهری
- ✓ هزینه دفن پسماندها
- ✓ هزینه‌های فعالیت‌های عمومی همچون کارگر، سوخت، کرایه ساختمان و ...

منابع:

۱. سند آسیب‌شناسی کلانشهرها در بخش خدمات شهری و محیط‌زیست و مدیریت پسماند، معاونت امور شهرداری‌های سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، وزارت کشور، ۱۳۹۳

۲. بررسی مدیریت پسماندهای جهان و چشم‌انداز آن تا سال ۲۰۵۰ میلادی، رضا نقوی، سعید مرادی‌کیا، فصلنامه مدیریت پسماندها، پیاپی ۱۷ (بهار ۱۳۹۸)، ص ۵۷

۳. گزارش سفر دوره آموزشی " برنامه‌ریزی زباله‌سوز و بازیابی انرژی "، رضا نقوی، دفتر همکاری‌های بین‌المللی دولت ژاپن، JICA،۱۳۹۶

۴. گزارش سفر دوره آموزشی "مدیریت پسماندهای جامد شهری توسط دولت‌های محلی"، سعید مرادی کیا، دفتر همکاری‌های بین‌المللی دولت ژاپن، JICA،۱۳۹۳

۵. بررسی مدیریت پسماندهای خانگی شهر تهران، سعید مرادی‌کیا، واحد پژوهش سازمان مدیریت پسماند، ۱۳۹۳

۶. نگاهی گذرا بر مدیریت پسماندهای جامد در کشور سنگاپور، سعید مرادی‌کیا، واحد پژوهش سازمان مدیریت پسماند، ۱۳۹۵

۷. گزارشی تحلیلی در خصوص مدیریت پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی، سعید مرادی‌کیا، واحد پژوهش سازمان مدیریت پسماند، ۱۳۹۵

8. E-WASTE MONITOR ,2014 Quantities ,flows and resources ,United nation university
9. WHAT A WASTE ,A Global Review of Solid Waste Management ,Word Bank2013,
10. EXTENDED PRODUCERRESPONSIBILITY ,A waste management strategy that cuts waste ,creates a cleaner environment and saves taxpayers money ,Clean Production Action Co2014 ,.
11. Extended Product Responsibility ,A Strategic Framework for SustainableProducts ,EPA1998,
12. Extended Producer Responsibility) EPR (for use d Packaging ,The Euroean Organization forPackaging and and the Environment2014,

چالش‌ها، فرصت‌ها و نوآوری‌های مدیریت پسماند شهری حین و پس از همه‌گیری ویروس کرونا

چکیده

مرتضی رحمانزاده[1]

(نویسنده مسئول)

دکتری محیط‌زیست-آب فاضلاب، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران

حلیا سادات حسینی شکرابی

دکتری مهندسی محیط‌زیست گرایش آب و فاضلاب، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

بحران ناشی از بیماری همه‌گیر کووید ۱۹ منجر به تغییر در میزان و ترکیب تولید پسماند در جهان شده است؛ بنابراین توجه ویژه به مدیریت پسماند در طی بیماری‌هایی همه‌گیر ضروری است. مشکلات پیش‌آمده ناشی از نوسانات غیرمنتظره در ترکیب و کمیت پسماند نیاز به پاسخ پویا و جامع از طرف سیاست‌گذاران دارد.

در این مقاله چالش‌های بخش مدیریت پسماند جامد که در طی بیماری همه‌گیر با آن روبرو است برشمرده شده است و در ادامه راهکارهای اساسی جهت رفع نقاط ضعف در سیستم مدیریت پسماند موجود پیشنهاد شده است.

پسماندهای پزشکی، پسماندهای پلاستیکی و پسماندهای زنجیره تأمین غذا علل اصلی ایجاد نگرانی در این بحران هستند. با مشارکت و همکاری فعال شهروندان، کارکنان بخش بهداشت، کارکنان مدیریت پسماند و مدیران و سیاست‌گذاران این حوزه، پسماندهای پزشکی به درستی پردازش خواهند شد و مسائل بهداشتی و ایمنی کارگران پسماند و بهداشت رعایت خواهد شد. نگرانی انتقال ویروس به سبب عدم رعایت بهداشت، مصرف پلاستیک‌های یک‌بارمصرف را افزایش داده است. با بازیافت صحیح پسماندهای پلاستیکی این مواد مجدد به چرخه تولید بازخواهند گشت. علاوه بر آن با خرید آگاهانه کالاهای فاسدشدنی در حین قرنطینه و همچنین رفع مشکلات زنجیره تأمین غذایی به‌ویژه مشکلات حمل‌ونقل و نیروی انسانی، پسماند مواد غذایی کاهش خواهد یافت. در این مقاله ضمن ارایه راه‌حل‌های نوآورانه جهت رفع چالش‌های موجود در مدیریت پسماند فعلی، پیشنهادهایی نیز به سیاست‌گذاران برای مدیریت بحران‌های این‌چنینی و آتی داده است.

کلمات کلیدی: مدیریت پسماند، تصمیم‌گیری چند معیاره، تصمیم‌گیری چند شاخصه، تصمیم‌گیری چندهدفه، مکانیابی و راهبردهای مدیریتی

1.Rahmanzadeh52@yahoo.com

مقدمه:

ویروس کرونا بیش از ۱۸۰ میلیون نفر را در سراسر جهان درگیر کرده و منجر به مرگ بیش از ۳,۹ میلیون نفر تا زمان نگارش این مقاله شده است. ایران نیز همانند سایر کشورها در تلاش مقابله با این ویروس می‌باشد. تا زمان نگارش این مقاله طبق آمارهای رسمی اعلام شده توسط وزارت بهداشت، در ایران بیش از ۳.۱ میلیون نفر درگیر این بیماری شده‌اند و بیش از ۸۳ هزار نفر جان خود را بر اثر این بیماری از دست داده‌اند (JHU CSSE COVID-19 Data 2020, June24).

در این بحران بی‌سابقه، حمایت از زندگی و معیشت مردم به هسته اصلی تصمیمات و اقدامات دولت در هر سطح تبدیل شده است. در حالی که جهان به واسطه قرنطینه سراسری ناشی از همه‌گیری ویروس کووید ۱۹ شاهد اثرات مثبت زیست‌محیطی همچون آب‌وهوای پاک‌تر شده است (Gar-diner, 2020)، مدیریت پسماند شهری برخلاف سایر مسائل محیط‌زیستی با چالش‌های فراوانی همراه شده است. همه‌گیری کرونا، پویایی تولید زباله را تغییر داده و باعث ایجاد دردسرهایی در بین سیاست‌گذاران و کارکنان بهداشت شده است (Mal-lapur, 2020). در طی شیوع این بیماری انواع مختلفی از زباله‌های پزشکی و خطرناک از جمله ماسک‌های آلوده، دستکش‌ها و سایر تجهیزات محافظتی تولیدشده و با حجم بالاتری از مواد غیرآلوده ترکیب شده است (UNEP, 2020). شناسایی، جمع‌آوری، جداسازی، ذخیره‌سازی، حمل‌ونقل، تفکیک و دفع مناسب این نوع پسماندها همچون سایر جنبه‌های مهم مرتبط از جمله ضدعفونی، مراقبت، محافظت و آموزش پرسنل بخشی از مدیریت مؤثر پسماندهای پزشکی و بهداشتی می‌باشد (UNEP, 2020)؛ بنابراین، دولت‌ها مدیریت پسماند زباله‌های بهداشتی، خانگی و سایر مواد خطرناک را به‌عنوان یک سرویس عمومی ضروری و فوری برای به حداقل رساندن تأثیرات ثانویه احتمالی این ویروس بر سلامتی افراد و محیط‌زیست کشورشان درنظرگرفته‌اند (UNEP, 2020).

با قرنطینه سراسری و بسته شدن مکان‌های تجاری و تفریحی، کافه‌ها و رستوران‌ها به منظور رعایت دستورالعمل‌های بهداشتی و رعایت فاصله اجتماعی، تقاضا برای خدمات تحویل در منزل تمامی کالاها افزایش یافت که این اقدامات منجر به افزایش تولید زباله‌های پلاستیکی بسته‌بندی همچون پلی‌پروپیلن (PP[1])، پلی‌اتیلن با چگالی کم (LDPE[2])، پلی‌اتیلن با چگالی بالا (HDPE[3])، پلی‌اتیلن ترفتالات (PET[4])، پلی استایرن (PS[5]) و غیره شده است (Tenenbaum, 2020).

به دلیل کاهش فعالیت‌های بازیافت (Kaufman & Chasan, 2020) در نتیجه شیوع ویروس کرونا، مدیریت و بازیافت زباله‌های پلاستیکی به چالشی بزرگ در صنعت مدیریت پسماند تبدیل شده است (Torret- & Ferronato ,ta ۲۰۱۹). صنایع تجهیزات پزشکی که در دوران همه‌گیری به سختی می‌توانند تقاضای لجستیک پزشکی ضروری سراسر جهان را برآورده کنند نیز عامل دیگر افزایش پسماند بسته‌بندی پلاستیکی شده‌اند (WHO& UNICEF,2020). به علاوه، در پی نگرانی‌های موجود در مورد بهداشت عمومی، مردم استفاده از محصولات پلاستیکی یک‌بارمصرف را به سایر روش‌ها ترجیح می‌دهند که مغایر با محدودیت‌های اعمال شده توسط بسیاری از کشورها می‌باشد (Tenenbaum, 2020). بیماری همه‌گیری کووید ۱۹ زنجیره تأمین مواد غذایی را که با چالش‌ها و تبعات زیادی روبرو است نیز فلج کرده است. ترس ناشی از قرنطینه و تعطیلی در سراسر کشور در بسیاری از کشورها منجر به ذخیره غیرمنطقی مواد غذایی و سایر مواد غذایی شده است و پویایی تولید زباله‌های غذایی را دچار اختلال کرده است (l,Nee, 2020). این اختلال توسط دلالان فرصت‌طلب جهت کسب سود بیشتر به وجود آمده است که کشاورزان و دامداران را متضرر کرده است. کشاورزان و دامداران نیز به نشانه اعتراض مواد غذایی فسادپذیر همچون شیر، گوشت و میوه را در محل دفن زباله محلی و یا در کنار جاده‌ها تخلیه کرده‌اند (Bellany, 2020) در نتیجه نیاز به توسعه زنجیره تأمین انعطاف‌پذیر مواد غذایی پیش از پیش پررنگ‌تر شده است.

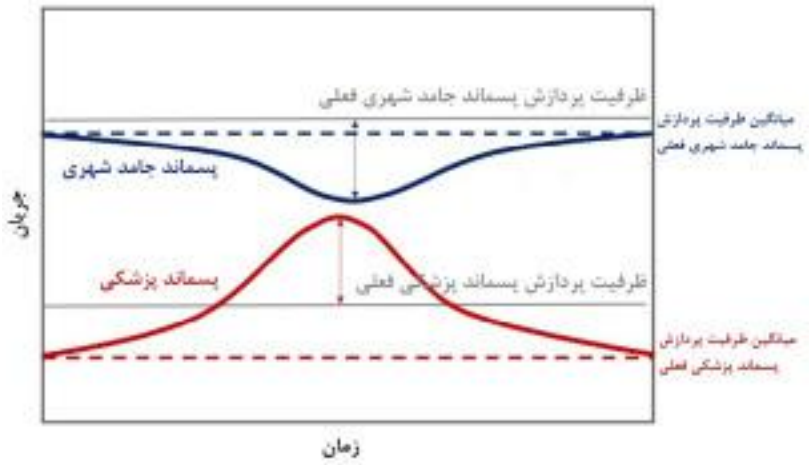
ضرورت توجه به مدیریت پسماند

قبل از بحران کووید ۱۹، تقریباً ۲ میلیارد نفر در سراسر جهان فاقد دسترسی به امکانات جمع‌آوری زباله و تقریباً ۳ میلیارد نفر فاقد امکانات دفع زباله کنترل شده بودند (Wilson و همکاران، ۲۰۱۵). از زمان انتشار خبر انتقال انسان به انسان ویروس کرونا، ناگهان تقاضای ماسک، دستکش، ضدعفونی‌کننده دست و سایر کالاهای اساسی افزایش یافت. زباله‌های عفونی فقط به بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی محدود نشدند زیرا افراد با علائم جزئی یا بدون علامت ناخواسته زباله‌های مملو از ویروس (ماسک، دستکش، دستمال و غیره دور ریخته شده) را در هر مکانی دور می‌ریختند. از آنجا که این ویروس بسیار ناشناخته است، دور ریختن چنین زباله‌هایی ممکن است زندگی کارکنان و کارگران مدیریت پسماند را به خطر بیندازد. در کشورهای در حال توسعه که کارکنان مدیریت پسماند به تجهیزات حفاظت شخصی مناسب مجهز نیستند وضعیت این اقشار بحرانی‌تر نیز شده است.

اکثر سیستم‌های مدیریت پسماند کشورها برای کار با تغییرات متوسط طراحی شده بودند که به دلیل تغییرات چشمگیر در میزان و همچنین کیفیت پسماندها حین بیماری همه‌گیری کووید ۱۹ دچار مشکل شدند (Kleme و همکاران، ۲۰۲۰)؛

1 Polypropylene
2 Low-Density Polyethylene
3 High-Density Polyethylene
4 Polyethylene Terephthalate
5 Polystyrene

بنابراین، اطمینان از جمع‌آوری، حمل‌ونقل و دفع زباله‌ها با حداقل مخاطرات بهداشتی و ایمنی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه به یک تلاش چالش‌برانگیز تبدیل شده است. کمبود دانش فنی و سایر منابع علمی و اقتصادی جهت مدیریت مؤثر پسماند در کشورهای در حال توسعه از دیگر عوامل محدودکننده هستند. شکل ۱ پیش‌بینی نرخ تولید پسماندخشک و عفونی در حین این بیماری همه‌گیری را نشان می‌دهد.



شکل ۱: پیش‌بینی روند تولید پسماند پزشکی و شهری در طول بحران ویروس کرونا (Kleme و همکاران، ۲۰۲۰)

بیماری همه‌گیری و ترس ناشی از قرنطینه سراسری باعث کمبود و عدم دسترسی اقلام ضروری از جمله غذا و در نتیجه آن ذخیره‌سازی غیرضروری کالاهای فاسدشدنی شده است. در نتیجه احتکار مواد غذایی با ماندگاری کم، تولید زباله را افزایش داده است. همچنین، قرنطینه و تعطیلی سراسری ابلاغ شده توسط کشورها، مردم را به خرید آنلاین کالا و مواد غذایی سوق داده است، که باعث افزایش ضایعات بسته‌بندی (کاغذ و پلاستیک) شده است. گزارش‌ها حاکی از آن است که تولید زباله‌های جامد شهری شهر نیویورک از ۵٪ به ۳۰٪ افزایش یافته و پسماند بخش تجاری و صنعتی تا ۵۰٪ کاهش داشته است (WasteAdvantage, 2020).

میزان تولید پسماند در تهران طی سال‌های اخیر پیش از شیوع ویروس کرونا به ۷٫۵ هزار تن رسیده بود که با اجرای طرح‌هایی همچون طرح کاپ این میزان به ۴٫۹ هزار تن کاهش پیدا کرده بود؛ اما در پی شیوع بیماری همه‌گیر کووید ۱۹ و تعطیلی مراکز تفکیک، پردازش و دفن پسماند این میزان به بیش از ۷ هزار تن در روز افزایش پیدا کرد.

تمام مواردی که دینامیک طبیعت و اندازه تولید زباله را همانند موارد مذکور در این بخش تغییر می‌دهد، نیاز به توجه ویژه به مدیریت پسماند در زمان بیماری‌های همه‌گیر جهانی مانند کووید ۱۹ را هرچه بیشتر تقویت می‌کند.

وضعیت کسب‌وکارهای مرسوم مدیریت پسماند در طی بیماری همه‌گیر کووید ۱۹

شماری از دولت‌های سختگیر اروپا برخی خدمات مدیریت پسماند خود را حذف کرده‌اند. به‌عنوان مثال ایتالیا، برای جلوگیری از هرگونه خطر انتشار ویروس جمع‌آوری زباله‌های بیماران کرونایی قرنطینه در منازل را ممنوع کرده است (Kaufman& Chasan, 2020). سازمان همکاری و توسعه اقتصادی[1] (OECD, 2020) اطمینان داده است که همه شهرها جمع‌آوری زباله را اما نه لزوماً برای انواع زباله‌های خاص ادامه می‌دهند، این سازمان همچنین پیشنهاد تعطیلی برخی از مراکز بازیافت را نیز داده است.

کانادا و اکثر کشورهای اروپایی مانند انگلیس، فرانسه و اسپانیا با وجود فعالیت کم و عدم تقاضا برای بازیافت مواد، به واحدهای بازیافت خود اجازه داده‌اند که در تمام مدت بحران باز بمانند و این صنعت را به‌عنوان یک بخش ضروری شناخته‌اند (BIR, 2020).

گزارش‌های حاکی از آن است (Commerce Ministry,2020) میزان پسماند جامد شهری تولیدشده در طی شیوع همه‌گیری و قرنطینه در چین ۳۰٪ کاهش یافته است. اداره بازیافت بین‌المللی، کاهش تقاضای پلاستیک‌های بازیافتی در صنعت پلاستیک جنوب شرق آسیا و چین به ۳۰ تا ۴۰ درصد از سطح قبل از همه‌گیری را به دلیل لغو سفارشات خارج از کشور و سقوط قیمت نفت اعلام کرده است. علاوه بر این، صنعت بازیافت در برخی از کشورهای خاورمیانه، هلند و هند تحت تأثیر اختلال به وجود آمده در حمل‌ونقل کالا در طی این بیماری همه قرار گرفته است (BIR, 2020).

1 OECD

ترکیب و میزان پسماند ایران نیز همانند سایر کشورها تغییر کرده است. تولید پسماند پلاستیکی به سبب رعایت پروتکل‌های بهداشتی افزایش یافته اما متأسفانه آمار دقیقی از میزان افزایش پسماند پلاستیکی در ایران وجود ندارد. به گفته مسؤولان سازمان مدیریت پسماند حدود ۱۰٪ از پسماند شهری تهران، پسماند پلاستیک ناشی از افزایش مصرف تجهیزات مراقبت فردی و خریدهای آنلاین است (روزنامه اعتماد، ۱۴۰۰).

مروری کلی بر مدیریت پسماندهای پزشکی موجود

سازمان بهداشت جهانی، پسماندهای تولیدشده توسط مراکز درمانی یا مراکز تحقیقاتی در طی هرگونه فعالیت پزشکی را به‌عنوان زباله‌های پزشکی و بهداشتی تلقی می‌کند (WHO,2015). این فعالیت‌های پزشکی شامل، تشخیص، مراقبت‌های پیشگیرانه، درمان و تسکین در زمینه داروهای انسانی و دامپزشکی است. زباله‌های تولیدشده در طول مراقبت‌های درمانی در خانه نیز به‌عنوان زباله‌های پزشکی و بهداشتی نیز طبقه‌بندی می‌شوند. زباله‌های پزشکی و بهداشتی شامل مواد زائد تیز، عفونی، پاتولوژیک، دارویی، شیمیایی و رادیواکتیوی است. به‌طور میانگین سهم مواد غیر خطرناک در زباله‌های بهداشتی و پزشکی ۸۵٪، زباله‌های خطرناک ۱۵٪، زباله‌های عفونی ۱۰٪ و مواد زائد شیمیایی یا رادیواکتیو ۵٪ است (WHO,2017). جدا از خطر انتقال تماس، روش‌های نادرست دفع زباله‌های پزشکی و بهداشتی می‌تواند باعث اثرات نامطلوب زیست‌محیطی از جمله آلودگی خاک، آلودگی آب‌های زیرزمینی، از بین رفتن میکروب‌های مفید در سیستم‌های سپتیک، صدمات فیزیکی از طریق نوک‌تیز پسماندهای تیز بهداشتی و غیره شود (Datta و همکاران، ۲۰۱۸). تجربیات اخیر شیوع بیماری‌های SARS-CoV، ابولا و MERS-CoV، نیاز به مدیریت صحیح پسماندهای پزشکی و بهداشتی برای پیشگیری و کنترل عفونت را هر روز پررنگ‌تر کرده است.

یکی از منابع عمده عفونت از طریق تماس تصادفی وسایل عفونی دور ریخته شده توسط کارکنان و مراجعه‌کنندگان در نقطه تولید است. در کشورهای پیشرفته مانند انگلیس و ایالات‌متحده، از نظر قانونی بیمارستان‌ها ملزم به جلوگیری عفونت ناشی از سو مدیریت پسماندهای بهداشتی و پزشکی هستند (WHO,2015;WHO,2005).

اغلب کشورهای در حال توسعه فاقد زیرساخت‌های لازم مانند سطل‌های زباله و کیسه‌های پلاستیکی مهروموم شده هستند که این امر منجر به ترکیب زباله‌های آلوده یا خطرناک با زباله‌های جامد شهری شده است. در این موارد شرکت‌های خصوصی پیمانکار پسماند که از حمایت و امتیازات دولتی بهره می‌برند، به منظور افزایش سود خود از سیستم‌های ضعیف ردیابی، جمع‌آوری، تفکیک، بازیابی و دفع زباله استفاده می‌کنند (WHO,2015) این شرکت‌ها مواد یک‌بارمصرف عفونی مانند تجهیزات نوک‌تیز و سایر مواد زائد عفونی را در بازارهای سیاه جهت استفاده مجدد به فروش می‌رسانند که این امر منجر به شیوع هرچه بیشتر بیماری می‌شود (WHO,2017). بروز چنین حوادثی در کشورهای در حال توسعه به دلیل عدم اجرای مقررات مشهودتر است.

عدم وجود زیرساخت کافی جهت مدیریت پسماند در مراکز درمانی موجود برای پاسخگویی به تغییر در تولید پسماندهای بهداشتی و پزشکی یکی دیگر از موارد نگران‌کننده در چنین بحران‌هایی است. بسیاری از این مراکز مجهز به زیرساخت‌هایی همچون اتوکلاو، مایکروویو، رادیو ویو، سوزاندن، ضدعفونی شیمیایی و غیره جهت رعایت اصول بهداشتی دفع پسماندهای بهداشتی و پزشکی است که توسط نهادهای نظارتی مشخص شده است. با این حال، عدم رعایت استانداردهای دقیق کنترل آلودگی در این مراکز، به دلیل کاهش هزینه‌ها، استفاده از این امکانات را محدود کرده است؛ بنابراین، طراحی و توسعه سیستم‌های مدیریت پسماند متمرکز می‌تواند، منجر به انطباق بهتر با استانداردهای زیست‌محیطی شود. همچنین می‌توان در طراحی این سیستم‌ها راهکارهای مقابله با جریان‌های عظیم تولید زباله در طی بلایایی مانند COVID-19 را لحاظ کرد (WHO,2015). ادغام ارگان‌های تصمیم گیر مربوط به این حوزه و تعیین قدرت این ارگان در مواقع اضطرار روشی مؤثر برای تطبیق بیمارستان‌ها، مراکز بهداشتی و کارکنان آن جهت مدیریت مؤثر زباله‌های پزشکی و بهداشتی در طول همه‌گیری‌ها باشد.

مدیریت پسماندهای پزشکی در زمان بیماری‌های همه‌گیر مانند COVID-19

افزایش تولید زباله‌های بهداشتی در اوج شیوع بیماری‌هایی همچون COVID-19 و به سبب آن مصرف بیشتر ماسک‌های یک‌بارمصرف آلوده و تجهیزات مراقبت شخصی، سیستم‌های مدیریت پسماند موجود را دچار مشکلات عدیده‌ای کرده است. علاوه بر این، گسترش مراقبت‌های بهداشتی به بیمارستان‌های موقت، بخش‌های ایزوله، اردوگاه‌های قرنطینه، خانه‌های قرنطینه شده و آزمایشگاه‌ها علاوه بر مراکز درمانی موجود، تفکیک و دفع صحیح این نوع زباله‌ها را به یک چالش بزرگ تبدیل کرده است. کمبود کارکنان بهداشتی آموزش دیده در سازمان‌ها و ارگان‌های مربوطه برای چنین شرایط اضطراری نیز دفع صحیح زباله‌های بهداشتی را با محدودیت همراه کرده است. محدودیت ظرفیت زباله‌سوزها و تأسیسات پردازش پسماند نیز منجر به تخلیه غیرقانونی زباله‌ها به مناطق حومه‌ای، جویبارها، مناطق باتلاقی و غیره شده است که این امر بهداشت عمومی را شدیداً تهدید می‌کند. در نتیجه نیاز به عقیم‌سازی حتی زباله‌های عمومی بیمارستان‌ها و تجهیزات مراقبتی شخصی پرسنل بهداشتی قبل از دفع به منظور کاهش آسیب‌های وارده به کارکنان جمع‌آوری پسماند

ضروری می‌باشد. رعایت بهداشت مطابق با دستورالعمل‌های بهداشتی در شرایط اضطراری عضو جدایی‌ناپذیر در کنترل خطرات انتقال عفونت و جلوگیری از شیوع آن است. علاوه بر سوزاندن سایر فناوری‌ها مانند: (الف) اتوکلاو، (ب) استریلیزاسیون گاز، (ج) ضدعفونی شیمیایی، (د) مایکروویو، (ه) تابش و (ز) غیرفعال سازی حرارتی می‌تواند به‌عنوان گزینه‌های مناسب برای مدیریت پسماندهای بهداشتی در نظر گرفته شود. در سال‌های اخیر، فناوری جدیدی به نام کربن سازی هیدروترمال برای کربن سازی زباله‌های پزشکی (بخش پلاستیکی غیر عفونی) با استفاده از روش اتوکلاو کردن فشار و دما بالا نیز ابداع شده است (Shen و همکاران، ۲۰۱۷).

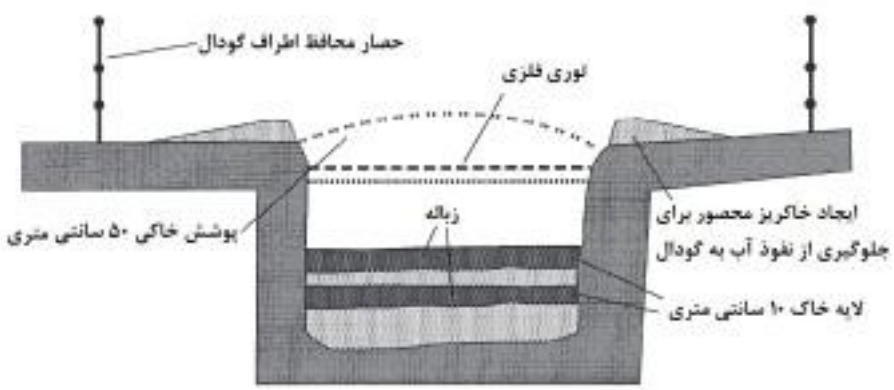
هیئت کنترل مرکزی آلودگی هند (CPCB)، WHO، سازمان ایمنی و بهداشت شغلی ایالات‌متحده (OSHA)، اتحادیه اروپا و سایر آژانس‌ها و کشورها مجموعه‌ای از دستورالعمل‌های جدیدی را برای رسیدگی به زباله‌های مرتبط با COVID-19 صادر کرده‌اند. این دستورالعمل‌های به روز شده جهت اطمینان از جلوگیری از هرگونه خطر احتمالی دیگر برای سلامتی انسان‌ها در طول بیماری همه‌گیری است و همچنین مکمل قوانین مربوط به مدیریت پسماندهای پزشکی هستند که می‌بایستی رعایت شوند. این دستورالعمل‌ها (جدول ۱) بر اساس دانش فعلی COVID-19 و روش‌های موجود در مدیریت پسماندهای عفونی تولیدشده در بیمارستان‌ها هنگام درمان و شیوع بیماری‌های ویروسی و سایر بیماری‌های مسری است و ممکن است با توجه به یافته‌های آتی به روز شوند (ACR+,2020).

جدول ۱: دستورالعمل‌های مدیریت بازیافت کشورها و سازمان‌های مختلف در شرایط COVID-19

نام کشور یا سازمان	شرح دستورالعمل
WHO	WHO تأکید کرد که تمام زباله‌های بهداشتی تولیدشده در طی مراقبت از بیماران مبتلا به COVID-19 باید در ظروف و کیسه‌های تعیین شده جمع‌آوری و سپس ترجیحاً در همان محل از بین برود و تنها در صورت وجود امکانات مناسب پردازش و دفع پسماند، زباله‌ها را می‌توان به محل پردازش پسماند انتقال داد. این سازمان همچنین تأکید کرده است که همه کارگران درگیر در فرآیند مدیریت پسماند بهداشتی درمانی باید از تجهیزات حفاظتی مناسب (چکمه، پیش‌بند، لباس آستین‌بلند، دستکش ضخیم، ماسک و عینک یا محافظ صورت) استفاده کنند (WHO & UNICEF,2020).
اتحادیه اروپا	اتحادیه اروپا در مورد مدیریت پسماند خانگی دستورالعمل/پیشنهادی را به شرح زیر صادر کرده است: دستمال‌کاغذی و ماسک صورت که توسط بیمار استفاده می‌شود باید بلافاصله در کیسه‌زباله‌ای که در همان اتاق بیمار قرار داده شده است قرار داده شود. کیسه‌زباله‌ی دیگری نیز باید برای نگهداری دستکش و ماسک صورت استفاده شده توسط مراقب بیمار و کلیه افرادی که با بیمار ارتباط مستقیم دارند جداگانه نگهداری شود. کیسه جمع شده باید همیشه بسته نگه داشته شود و نباید در کیسه دیگری خالی شود. همه این کیسه‌ها باید جمع شده و در یک کیسه‌زباله تمیز دیگری قرار گیرند (با این کار زباله‌ها در یک کیسه دو لایه جمع شوند). اگر فعالیت‌های فوق‌الذکر دقیقاً دنبال شود، می‌توان این کیسه‌ها را مستقیماً در زباله‌های طبقه‌بندی نشده قرار داد و فعالیت خاصی برای جمع‌آوری یا روش دفع دیگری لازم نیست (EU,2020).
ایتالیا	ایتالیا سعی کرده است بین دو دسته اصلی جریان زباله شهری تولیدشده توسط خانوارها تمایز قائل شود. دسته اول: زباله‌های شهری تولیدشده توسط خانوارهای دارای بیماران COVID-19 یا افرادی که در قرنطینه اجباری هستند. دسته دوم: زباله‌های شهری تولیدشده توسط خانوارها بدون افراد مبتلا به COVID-19 یا افرادی که در قرنطینه اجباری هستند. در این شرایط دسته اول باید به‌عنوان زباله‌های پزشکی عفونی طبقه‌بندی شود و قوانین مربوط به جمع‌آوری چنین زباله‌های می‌بایستی رعایت شود. به‌طور کلی، تعداد کمی از شرکت‌ها عملیات جمع‌آوری و پردازش چنین زباله‌هایی را انجام می‌دهند که عموماً این زباله‌ها را با استفاده از کیسه‌های استاندارد جمع‌آوری کرده و به دنبال آن عقیم‌سازی می‌کنند. در شرایط همه‌گیری جمع‌آوری چنین زباله‌هایی در کیسه‌های دو لایه تأکید شده و اشاره شده است که نیازی به جمع‌آوری جداگانه نیست. از طرف دیگر، زباله دسته دوم مطابق با سیستم جمع‌آوری در محل مرسوم جمع‌آوری می‌شود. دستمال، ماسک، دستکش‌های یک‌بارمصرف باید در کیسه جداگانه جمع‌آوری و تحویل داده شود. کارگرانی که در ارتباط با چنین زباله‌هایی هستند باید به تجهیزات حفاظتی مجهز شوند. در این دستورالعمل‌ها تأکید شده است که کارگران پسماند مسن نباید با زباله‌های دسته اول تماس داشته باشند، اما با انجام اقدامات احتیاطی لازم می‌توانند در فرآیند مدیریت پسماند دسته دوم به کار گرفته شوند (SNPA,2020).
ایالت متحده	اداره ایمنی و بهداشت شغلی ایالات‌متحده (OSHA) اظهار داشته است که زباله‌های مشکوک آلوده به COVID-19 احتیاط‌های ویژه فراتر از مواردی که قبلاً برای محافظت از کارگران در برابر خطرات حین انجام وظایف شغلی این‌چنینی نیاز داشت، نیاز ندارد با این حال توصیه کرده است که کارکنان مدیریت پسماند از تجهیزات حفاظت و مراقبت شخصی مانند دستکش، ماسک و عینک استفاده کنند (US OSHA,2020).

نام کشور یا سازمان	شرح دستورالعمل
هند	هیئت کنترل مرکزی آلودگی هند تأکید کرده است که باید از کیسه‌های دو لایه (۲ کیسه) برای جمع‌آوری زباله از بخش‌های مراقبتی بیماران COVID-19 استفاده شود تا از استحکام کافی و عدم نشتی اطمینان حاصل شود. این زباله‌ها باید دارای برچسب آلوده به ویروس باشند و بلافاصله پس از جمع‌آوری در محل‌های تعبیه شده دفع شوند. وجود زباله‌های آلوده به ویروس در خانه‌های دارای بیماران کرونا نیز باید توسط مردم گزارش شود تا اطمینان حاصل شود این زباله‌ها همانند زباله‌های پزشکی جمع‌آوری و دفع شوند. کارگرانی که در جمع‌آوری، انتقال و پردازش زباله‌های آلوده به ویروس مشارکت دارند باید دارای تجهیزات مراقبت شخصی مناسب از جمله ماسک سه لایه، پیش‌بند/روپوش ضد آب، دستکش نیتریل، چکمه‌های ضدآب و عینک ایمنی باشند. ناوگان جمع‌آوری این نوع زباله‌ها می‌بایستی بعد از هر بار سفر با هیپوکلریت سدیم کاملاً تمیز و ضدعفونی شود (CPCB,2020).
چین	وزارت بوم‌شناسی و محیط‌زیست جمهوری خلق چین «*راهنمای فنی و دفع اضطراری پسماندهای پزشکی پاندمی CO-VID-19*» را منتشر کرد است، در این راهنما ذکر شده است که با زباله‌های آلوده به ویروس کاملاً مطابق با استانداردهای زباله‌های ویژه پزشکی رفتار شود و واحدهای دفع زباله‌های پزشکی جمع‌آوری و دفع پسماندهای پزشکی عفونی را در اولویت قرار دهند. تأسیسات زباله‌سوز زباله‌های پزشکی و خانگی، کوره‌های صنعتی و سایر فعالیت‌های دفع اضطراری پسماندهای پزشکی مطابق با الزامات بهداشتی صورت پذیرد (Ministry of Ecology and Environment,2020).
ایران	مدیریت پسماند «*دستورالعمل تغییرات مدیریت پسماند شهری به‌ویژه پسماند پزشکی طی شیوع ویروس COVID-19*» منتشر کرده است. طی این دستورالعمل کلیه بیمارستان‌ها به‌ویژه بیمارستان‌های ویژه بیماران کرونایی موظف‌اند پسماند خود را در کیسه‌های سه لایه و یا حداقل دو لایه قرار دهند. همچنین شرکت‌های جمع‌آوری پسماند موظف‌اند سیستم حمل‌ونقل مجزا و ویژه برای این‌گونه پسماندها در نظر بگیرند و پسماندهای پزشکی را به‌صورت روزانه از مراکز تولید جمع‌آوری کنند در این دستورالعمل متذکر شده است که ماشین‌های حمل زباله‌های پزشکی به‌صورت روزانه باید ضدعفونی شوند. مدیریت پسماند برای پسماندهای پزشکی تولیدشده از این مراکز بهداشتی مکان مجزا و ویژه‌ای را برای دفن و سپس آهک پاشی در نظر گرفته است. همچنین کلیه فعالیت‌های مربوط به تفکیک از مبدأ، تفکیک از مخازن، پردازش و بازیافت را محدود و در برخی موارد به‌طور جدی ممنوع کرده است (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۹).

علاوه بر این دستورالعمل‌ها WHO (Chartier و همکاران، ۲۰۱۴) برای دفع ایمن زباله‌های بیمارستانی در موارد اضطراری (مانند COVID-19) در کشورهای کم‌درآمد که مدیریت پسماندهای پزشکی در آنجا به خوبی پیشرفت نکرده است پیشنهادهایی را ارایه کرده است. در این دستورالعمل پیشنهاد شده است زباله‌های جمع‌آوری‌شده مذکور را در گودالی (۲ × ۳ متر) که از مواد رس یا ژئوسنتتیک ساخته شده (شکل ۲) دفع کنند. در انتهای هر روز و پس از دفع زباله در گودال، آن را با خاک تازه یا مخلوط خاک-آهک پر کنند. درنهایت پس از تکمیل ظرفیت، ورودی گودال را با سیمان یا با توری فلزی پوشانده شود. سپس حدود ۵۰ سانتی‌متر دیگر آن را با خاک پوشانیده. گودال‌های مذکور باید از دسترس حیوانات یا انسان دور باشد.

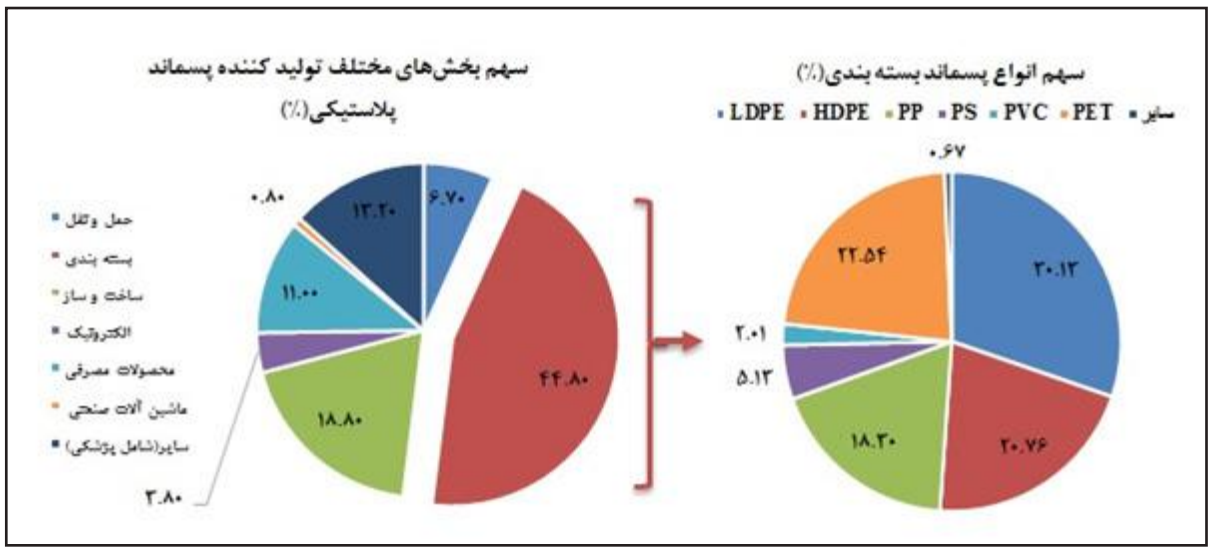


شکل ۲: مشخصات گودال برای دفن زباله در محل حین شرایط اضطراری (Chartier و همکاران، ۲۰۱۴)

پیامدهای قرنطینه سراسری ناشی از بیماری‌های همه‌گیر مانند COVID-19 در تولید زباله‌های پلاستیکی

نگرانی‌های مربوط به رعایت صحیح بهداشت در طی بیماری همه‌گیر منجر به افزایش قابل‌توجه بسته‌بندی‌های پلاستیکی شده

است. افزایش خریدهای آنلاین و خدمات تحویل درب منزل محصولات در طول قرنطینه سراسری همچنین پارانویای ناشی از ویروس کرونا که باعث انباشت غیرمنطقی مواد غذایی شده است منجر به افزایش پسماند ناشی از بسته‌بندی محصولات شده است. به‌عنوان مثال: هیون و همکاران در تحقیقی که در کره جنوبی در مقایسه با سال گذشته انجام داده‌اند ۹۲,۵٪ افزایش در خرید مواد غذایی آنلاین و ۴۴,۵٪ افزایش خرید مایحتاج روزانه در طی شیوع COVID-19 را گزارش داده‌اند (Hyun,2020). در گزارش همچنین از افزایش خرید آنلاین در کشورهایی مانند ویتنام (۵۷٪)، هند (۵۵٪)، چین (۵۰٪)، ایتالیا (۳۱٪) و آلمان (۱۲٪) در همین مدت خبر داد. افزایش تقاضا پلاستیک بسته‌بندی مواد غذایی که ترکیب آن شامل فیلم[1]، فوم و پلاستیک‌های چندلایه است به دلیل قابلیت بازیافت کم، نگرانی از مدیریت پسماند این مواد را دو چندان کرده است (UNEP,2018). پیش‌بینی روند افزایش زباله‌های پلاستیکی به تفکیک نوع به سبب مصرف پلاستیک‌های پزشکی و بسته‌بندی مواد غذایی در شکل ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل ۳ مشخص است انتظار می‌رود ضایعات پلاستیکی، به‌ویژه ضایعات بسته‌بندی (۴۴,۸٪) و سایر موارد از جمله پزشکی (۱۳,۲٪) در طول COVID-19 افزایش یابد.



شکل ۳: پیش‌بینی روند افزایش زباله‌های پلاستیکی پزشکی، بسته‌بندی مواد غذایی به تفکیک هر بخش (Geyer و همکاران، ۲۰۱۷)

از آنجاکه بیشتر پلاستیک‌های بسته‌بندی لوازم پزشکی (کیت‌های تجهیزات مراقبت فردی، ماسک، دستکش و غیره) از PE، PP یا PVC (پلی وینیل کلراید) تشکیل می‌شوند. علاوه بر این، با توجه به افزایش تقاضا خرید آنلاین مواد غذایی، انتظار می‌رود ضایعات بسته‌بندی پلاستیکی رایج مانند PP، HDPE،LDPE، PET و PS نیز افزایش یابد، بنابراین انتظار می‌رود که تقاضای این نوع مواد افزایش یابد. در نتیجه WHO از همه صنایع و دولت‌ها خواسته جهت رفع نیاز و تأمین تقاضای جهانی در بحران کرونا تولید پلاستیک را ۴۰٪ افزایش دهند (WHO,2020).

رکود قیمت نفت پس از COVID-19 را می‌توان برای رشد بخش بازیافت پلاستیک مضر دانست. کاهش در هزینه تولید پلاستیک‌های غیربازیافتی باعث کاهش بازیابی و استفاده مجدد از پسماند پلاستیکی می‌شود. به همین سبب قیمت نسبتاً بالاتر پلاستیک‌های بازیافتی، خلأ تقاضا در بازار بازیافت زباله ایجاد کرده است (Bell,2016). به علاوه، افزایش نگرانی قرار گرفتن کارکنان واحدهای پردازش پسماند در معرض مواد آلوده به ویروس و کمبود کارکنان این واحدها میزان و هزینه‌های بازیابی را افزایش داده است. محدودیت نقل‌وانتقال برون و بیرون مرزی نیز بر افزایش هزینه‌های پلاستیک‌های بازیافتی بی‌تأثیر نبوده است.

همان‌طور که به آینده‌ای پس از COVID-19 نگاه می‌کنیم، ترس ناشی از عدم رعایت صحیح بهداشت محصولات بازیافتی نگرانی اصلی سازمان‌های مدیریت پسماند خواهد بود.

سرمایه‌گذاری در تجهیزات و زیرساخت‌های ایمنی و بهداشت جمع‌آوری، بازیافت و حمل‌ونقل زباله برای کارگران این حوزه منجر به ایجاد جریان‌های پلاستیکی همگن برای بازیافت‌ها می‌شود. اتوماسیون و نوآوری در فن‌آوری‌های موجود و درحال ظهور مانند ایجاد هوش مصنوعی در جمع‌آوری و تفکیک، بار سیستم‌های سنتی و دستی را کاهش داده و به‌طور کارآمد نیاز مدیریت پسماند را برآورده می‌سازد. طراحی محصولات سازگار با محیط‌زیست مانند پلاستیک‌های زیستی و فناوری‌های خلق ارزش که موجب تقویت اصول اقتصادی چرخشی می‌شوند، جهت افزایش پایداری این چرخه مورد می‌بایستی توجه ویژه قرار گیرد.

1 film

تأثیرات COVID-19 بر روی زنجیره تأمین مواد غذایی و تولید پسماند غذایی

پسماند مواد غذایی خانگی: ترس ناشی از قرنطینه سراسری و تعطیلی اصناف به واسطه COVID-19 باعث شده مردم مواد غذایی فاسدشدنی که از میزان ماندگاری آن بی‌اطلاع هستند را ذخیره کنند. ارتقا سطح آگاهی مردم در مورد میزان ماندگاری مواد غذایی راهی مؤثر در کاهش ضایعات مواد غذایی می‌باشد.

جریبی و همکارانش در مطالعه خود گزارش داده‌اند، بحران COVID-19 آگاهی مردم در مورد ضایعات مواد غذایی به‌واسطه کمبود عرضه مواد غذایی را افزایش داده است که علت اصلی این تغییر رفتار به‌جای نگرانی زیست‌محیطی، ناشی از محدودیت‌های اقتصادی بوده است (Jribi و همکاران، ۲۰۲۰). علاوه بر این، نتایج حاکی از آن است که در بحران، مصرف‌کنندگان ترجیح می‌دهند سرمایه خود را پس‌انداز کنند که درنهایت منجر به تولید زباله کمتر خواهد شد (Durante & Laran,2016؛ Jribi و همکاران، ۲۰۲۰). جریبی و همکاران نیز در نتیجه مطالعه‌ی خود، خرید مواد غذایی آگاهانه در دوران رکود اقتصادی شدید همچون یونان و ایتالیا توسط مصرف‌کنندگان را اعلام کردند (Fanelli & Di Florio,2016 & ؛ Jribi و همکاران، ۲۰۲۰؛ Martinengo,2014). با این حال، محدودیت در ذخیره‌سازی، عادات بد پخت‌وپز یا پخت بیش از حد و احتکار بیش از حد در حین قرنطینه سراسری ممکن است تولید پسماند غذایی خانگی را افزایش دهد (Jribi و همکاران، ۲۰۲۰).

زنجیره تأمین مواد غذایی: تولید غذا معمولاً در مناطق روستایی انجام می‌شود، COVID-19 بیشتر در مناطق شهری نسبت به مناطق روستایی نفوذ می‌کند. از این‌رو، تأثیر CO-VID-19 در تولید مواد غذایی بیشتر به دلیل در دسترس نبودن مواد اولیه کشاورزی است. علاوه بر این قرنطینه شهرها و محدودیت در حمل‌ونقل کالا مانع ادامه کار کارگران در بخش تأمین مواد غذایی شده است. به همین علت حمل‌ونقل مواد غذایی به‌ویژه از انبارها به بازارها، با مشکلات عدیده‌ای همراه است. حمل‌ونقل برون‌مرزی مواد غذایی به دلیل بسته شدن مرزها دشوار و وقت‌گیر شده است و زنجیره تأمین غذا در مناطقی که به‌عنوان کانون ویروس شناخته شده‌اند، کاملاً شکسته شده است.

صنایع غذایی فرآوری و بسته‌بندی به دلیل در دسترس نبودن نیروی کار کافی در نتیجه استفاده از نیروی کار موجود و کار با حداقل ظرفیت نیروی انسانی به واسطه رعایت فاصله اجتماعی، ضربه سختی دیده است. این مسائل نه تنها در تأمین تقاضای مواد غذا اختلال ایجاد کرده است بلکه منجر به هدر رفتن منابع موجود در انبارها و مزارع شده است.

اگرچه بحران موجود چالش‌های فراوانی را به تمامی اقشار جامعه تحمیل کرده است، اما این بحران فرصت ابداع راه‌حل‌هایی برای زنجیره‌های تأمین پایدار و انعطاف‌پذیر را ضمن کاهش پسماند مواد غذایی فراهم کرده است. این راه‌حل‌ها می‌تواند جوامع را در برابر چنین همه‌گیری‌هایی آماده سازد. زنجیره تأمین مواد غذایی با تهیه مواد اولیه کشت محصول آغاز می‌شود و به دنبال آن برداشت، ذخیره‌سازی، حمل‌ونقل انجام می‌شود و درنهایت با خرید محصولات توسط مصرف‌کنندگان در بازارها پایان می‌یابد. گسترش COVID-19 سطوح مختلف این زنجیره را تحت شعاع قرار داده است؛ بنابراین، نیاز به به‌کارگیری راه‌حل‌های نوآورانه در هر یک از سطوح برای مقابله با کمبود غذا، مشکلات زنجیره تأمین و کاهش پسماند غذایی وجود دارد.

در ابتدا موانع تهیه مواد اولیه برای تولید مواد غذایی باید هموارتر شود. دولت و یا سایر ارگان‌های داوطلبانه بذر، وسایل، ابزار و ... موردنیاز کشاورزان را می‌بایستی تأمین کنند. این روش می‌تواند به مکانیزاسیون و سهولت ذخیره‌سازی و به حداقل رساندن پسماند مواد غذایی از تهیه مواد اولیه تا برداشت محصولات کمک کند. برای دوره زمانی میان‌مدت، مواد غذایی را می‌توان در انبارهای محلی ذخیره کرد و با همکاری دولت یا نهادهای مربوطه مواد غذایی ذخیره شده در انبارها را جهت توزیع و حمل به درستی مدیریت و عرضه کرد. راهکارهای سهولت حمل‌ونقل مانند تخفیف در عوارض، تخفیف در مالیات، مجوز تردد ویژه برای کامیون‌های حامل مواد غذایی می‌بایستی در نظر گرفته شود. اجرای این راهکارها احتمال فساد مواد غذایی به دلیل اختلال در سیستم حمل‌ونقل، ذخیره‌سازی طولانی‌مدت مواد غذایی و ... را کاهش می‌دهد و به‌طور مستقیم منجر به کاهش هدر رفت مواد غذایی می‌شود (Parfitt,2014 و همکاران، Mur-thy& Ramanayya,2010 ؛ Saini& Kozicka,2007). از آنجا که تحویل آنلاین به دلیل گسترش COVID-19 محبوبیت بیشتری پیدا کرده است، می‌توان برای تهیه و تحویل مواد غذایی از ارائه‌دهندگان خدمات آنلاین کمک گرفت.

قرنطینه سراسری و لزوم رعایت فاصله اجتماعی منجر به بیکاری طیف زیادی از کارگران شده است. این کارگران می‌توانند جهت راهبری کامیون‌ها و وانت‌ها، بارگیری، تخلیه و نگهداری انبارها بکار گرفته شوند. فعال ماندن صنایع و تعاونی‌های مقیاس کوچک باید در طول همه‌گیری ضروری است.

همچنین خانوارها می‌بایستی مصرف مواد غذایی و تولید پسماند غذایی خود را تا حد ممکن کاهش دهند. از این رو، فرهنگ باغبانی و تولید محصول در خانه و آپارتمان و تولید کمپوست از پسماند غذایی باید ترویج داده شود. این راهکارها اثرات چند جانبه‌ای دارد، زیرا تولید پسماند مواد غذایی را به حداقل می‌رساند و فقط آن دسته از محصولاتی که نمی‌توان در خانه و یا آپارتمان کشت شود خریداری خواهد شد.

پیشنهادها

همان‌طور که پیش‌تر به آن اشاره شد، قرنطینه سراسری منجر به افزایش تولید مواد غذایی و پسماند بسته‌بندی مواد غذایی شده است. این پسماندها باید طبق قوانین موجود جمع‌آوری زباله، مدیریت شوند. با توجه به پویایی تولید پسماند و تغییرات سهم پسماند خشک و تر هر محل در شرایط بحران همه‌گیری، برنامه جدید جمع‌آوری زباله‌ها می‌بایستی تنظیم شود. جهت حصول این امر می‌توان برنامه جمع‌آوری زباله‌های قابل بازیافت را بر اساس موجودی پسماند در هر محل تنظیم کرد. همچنین می‌توان حمل‌ونقل پسماند را با تشویق خانوار به ذخیره‌سازی پسماند خشک (در صورت وجود شرایط ذخیره‌سازی در منزل) تا رسیدن به حجم مطلوب و سپس تخلیه آن در مخازن تا حد مطلوبی کاهش داد. با این حال مدیریت پسماند جامد شهری با توجه به بیماری همه‌گیری و تولید بیشتر زباله تغییر محسوسی نکرده است زیرا بار پسماند غذاخوری‌ها، رستوران‌ها و سایر مجتمع‌های تجاری به خانوارها انتقال یافته است.

مدیران شهری باید تفکیک مناسب پسماند در منازل را به شهروندان آموزش دهند تا بار کار واحدهای پردازش بازیافت را کاهش دهند. جهت افزایش آگاهی مردم از چالش‌هایی که بخش مدیریت پسماند در بحران COVID-19 با آن روبرو است می‌توان از تبلیغات شهری، کمپین‌های محیط‌زیستی، کمپین‌های فعال رسانه‌های اجتماعی و فضای مجازی و ... استفاده کرد.

در نتیجه، عاقلانه است که باور کنیم ما می‌توانیم عملکردی بهتری نسبت به تنها تطبیق با شرایط به وجود آمده از بحران جدید داشته باشیم و می‌بایستی از این بحران به‌عنوان فرصتی برای شناسایی نواقص بخش مدیریت پسماند استفاده کنیم و در اقدامات لازم برای رفع آن‌ها سرمایه‌گذاری کنیم. درنهایت موارد زیر جهت طراحی سیستمی کارآمد برای مقابله با بیماری‌های همه‌گیر در آینده به سیاست‌گذاران این حوزه پیشنهاد می‌شود.

۱- **نقش حیاتی کارگران بهداشت باید پررنگ‌تر شود.** می‌بایستی با تجهیز کردن این قشر به تجهیزات حفاظتی و امنیتی از آن‌ها در برابر خطرات حفاظت شود. به‌عنوان مثال؛ دولت انگلستان عنوان "کارگران کلیدی" را به کارگران زباله اعطا کرده است، به این معنی که آموزش و مراقبت از فرزندان و خانواده آن‌ها در بحران COVID-19 ادامه خواهد یافت تا آن‌ها بتوانند خدمات خود را هرچه بهتر ادامه دهند.

۲- **مدیریت پسماند باید بخشی از برنامه‌ریزی مدیریت بحران باشد.** اقدامات و رهنمودهای لازم برای کنترل و انطباق با تغییرات تولید پسماند در طی همه‌گیرهای آتی باید اولویت‌بندی شود. چنین منشوری باید همراه با راهنمای برنامه‌ریزی مدیریت پسماند همواره به روزرسانی شود.

۳- **باید اطمینان حاصل شود که افراد درگیر با پسماند برای مواقع بحرانی به خوبی آموزش داده شده‌اند** تا از پسماندهای پزشکی و بهداشتی پرخطر محفوظ بمانند، این امر حتی می‌تواند با ایجاد یک پلت فرم مشترک بین‌المللی جهت اشتراک دستورالعمل‌های بهداشتی و علمی لازم منطبق با شرایط به وجود آمده صورت پذیرد.

۴- **یک آیین‌نامه جامع به همراه دستورالعمل‌های فنی و بهداشتی، عنصری اساسی برای یک سیستم مدیریت پسماند بهداشتی موفق و پایدار است.** اکثر کشورها در حال توسعه و توسعه‌یافته بر اساس چارچوب قانونی خود، تفکیک پسماند را بر اساس کد رنگی انجام می‌دهند. استانداردسازی جهانی کدگذاری بر اساس نوع و ماهیت زباله و آموزش به پرسنل بهداشتی از تولید بیش از حد زباله در مواقع همه‌گیری‌های جهانی و حتی تحت شرایط عادی جلوگیری می‌کند.

۵- **برای رفع مشکلات پیچیده مدیریت پسماند، سیستم‌ها باید به روز شوند.** استفاده از فناوری‌هایی مانند پیرولیز، گازی‌سازی، کربن زایی هیدروترمال و ... که محصولات جانبی با کیفیت بالا ارایه می‌دهند در حالی که امنیت شغلی و حداکثر ایمنی را برای کارکنان فراهم می‌آورند، توسعه یابد. علاوه بر این، باید از پیشرفت تحقیقات و سرمایه‌گذاری در این فناوری‌های نوظهور اطمینان حاصل شود. مقبولیت اجتماعی نیز جدا از امکان‌سنجی زیست‌محیطی و اقتصادی باید در طراحی آن‌ها لحاظ شود.

۶- **توسعه فن‌آوری‌های جدید و پایدار برای بازیافت انواع پلاستیک‌های ترکیبی و پیچیده باید موردتوجه قرار گیرد.** به‌کارگیری یادگیری ماشین در تفکیک و پردازش قطعات بازیافتی، منجر به افزایش نرخ بازیافت محصولات و تولید محصولات بازیافتی با کیفیت‌تر می‌شود. بسته‌بندی و محصولات پلاستیکی فانتزی و چندلایه که دارای خواص پیچیده هستند و از نظر اقتصادی امکان بازیافت ندارند باید محدود شوند. همچنین، سیاست‌های تشویقی به منظور استفاده از پلاستیک‌های همگن، پلاستیک‌های زیستی دوستدار محیط‌زیست و ... به‌طور مؤثر تدوین و اجرا شوند.

۷- **تولید و مصرف محلی مواد غذایی به رفع ناهنجاری زنجیره تأمین مواد غذایی در صورت بروز همه‌گیرهای آینده کمک می‌کند.** تسهیلات حمایتی همچون کاهش مالیات و اطمینان از امنیت مالی در زمان بحران‌های جهانی تا حد زیادی به تقاضای تولید و مصرف محلی کمک خواهد کرد. علاوه بر این، کاهش میزان پسماندهای غذایی، استفاده مجدد از مواد غذایی و بازیافت مواد مغذی (با استفاده از تولید کمپوست، سوخت

زیستی، برق و حرارت) از اصول اساسی اقتصاد چرخشی[1] در سیستم غذایی است و باید در سطح تولیدکننده و مصرف‌کننده اجرا شود.

۸- **بسته شدن حلقه راه‌حل‌های مبتنی بر اقتصاد چرخشی بیشتر در بخش مدیریت پسماند لازم است.** اتخاذ مدل‌های مبتنی بر اقتصاد چرخشی در بخش مدیریت پسماند شهری، نه تنها باعث سوق زباله‌های جمع‌آوری‌شده از محل‌های دفع به سمت کارخانه‌های بازیافت می‌شود بلکه در وهله اول به کاهش تولید زباله نیز کمک می‌کند. مدل‌های اقتصاد چرخشی به حفظ بیشتر و بیشتر منابع در دایره تولید و مصرف کمک می‌کند، بنابراین تولید کلی زباله را کاهش می‌دهد.

۹- **بودجه بیشتری برای آموزش مردم در مورد مفاهیم اقتصاد چرخشی باید اختصاص داده شود،** این امر می‌تواند با سرمایه‌گذاری‌های دولتی و خصوصی صورت پذیرد. مشوق‌های حمایتی به تولیدکنندگان محصولات سبز از جمله پلاستیک‌های زیستی و مواد زیست تخریب‌پذیر با قابلیت بازیافت بالاتر باید اعطا شود. همچنین همواره باید مدنظر قرار گیرد که مشکلات ایجاد شده توسط بحران COVID-19 نباید به قیمت حل مسئله طولانی‌مدت بحران آب‌وهوا حل شود (Climate Action Tracker,2020). اگر بسته‌های محرک اقتصادی در پاسخ به بازیابی همه‌گیر COVID-19 دارای استراتژی‌ها و سیاست‌های توسعه کربن کم از جمله برای محصول سبزتر و پایدار باشد، تولید گازهای گلخانه‌ای نیز کاهش می‌یابد. طبق آخرین گزارش تغییرات آب‌وهوایی، این احتمال وجود دارد که حتی با وجود رشد اقتصادی پایین‌تر تا سال ۲۰۳۰، حتی کاهش سطح تولید گازهای گلخانه‌ای پیش‌بینی شده قبلی را نیز پشت سر بگذاریم (Climate Action Tracker,2020)؛ بنابراین، جهان پس از COVID-19 برای رسیدگی به مسئله مدیریت پسماند شهری و محافظت از محیط‌زیست، به یک سیستم در مقیاس جهانی نیاز دارد.

۱۰- ماهیت بحران اقتصادی COVID-19 با هر یک از بحران‌های اقتصادی که اخیراً در جهان به وجود آمده متفاوت است. با این حال نمی‌توان دفع مؤثر پسماندهای شهری از جمله زباله‌های پلاستیکی را تحت شعاع قرارداد و تا پایان همه‌گیری اقدامی نکرد. تغییرات موردنیاز تنها در صورتی امکان‌پذیر است که اصل کاهش، استفاده مجدد و بازیافت توسط شهروند به درستی رعایت شود. شعار **"هر بحرانی فرصتی به همراه دارد"**، اغلب در زمان بحران‌ها نقل‌قول می‌شود. درنتیجه، سیاست‌گذاران و کارآفرینان باید به اندازه کافی زیرک باشند تا تولید و مصرف بیش از اندازه پلاستیک را از تهدید محیط‌زیستی به فرصت اقتصادی تبدیل کنند. برای حصول به چنین فرصتی به مدل‌های جدید تجاری پایدار و مبتنی بر اصل اقتصاد چرخشی نیاز است.

۱۱- اطلاعات رسانی از طریق کمپین‌های محیط‌زیستی بعید است رفتار انسان را نسبت به یک مسئله تغییر دهد. با این حال، **افزایش آگاهی عمومی از طریق تبلیغات رسانه‌ای** می‌تواند به وسیله درگیر کردن شهروندان در امور و با برجسته کردن هنجارهای اجتماعی، بر رفتار شهروندان مؤثر باشد.

نتیجه‌گیری

در این مقاله مسائل ضروری و چالش‌های جهانی مدیریت پسماند شهری در حین و پس از بحران COVID-19 فعلی برجسته شده است. در حالی که کاهش فعالیت‌های اقتصادی ناشی از COVID-19 باعث بهبود شرایط آب‌وهوایی جهان شده است، اما تغییر در پویایی تولید پسماند پلاستیکی، غذایی و پزشکی مشکلات عدیده‌ای در مدیریت پسماندهای شهری و پزشکی در سرتاسر جهان ایجاد کرده است. افزایش پسماندهای پزشکی در بیمارستان‌ها، مراکز قرنطینه، آزمایشگاه‌ها و حتی منازل، مدیریت پسماند شهری و پزشکی را با چالش‌های فراوانی روبه‌رو کرده است. افزایش تولید پسماند پلاستیکی به دلیل افزایش استفاده از وسایل محافظت شخصی و مراقبت‌های بهداشتی ضروری در این مراکز نیز بر مشکلات آن افزوده است. با این حال، با مدیریت مناسب امکانات درمانی و بازیافت موجود، می‌توان از اثرات سو آن جلوگیری کرد. تولید پسماند غذایی منازل به دلیل تغییرات رفتاری ناشی از قرنطینه سراسری با توجه به زمینه‌های اقتصادی-اجتماعی و تغییر در سبک زندگی همچون جیره‌بندی، خرید آگاهانه، تولید محصول در خانه و ... می‌تواند کاهش یابد. پسماندهای زنجیره تأمین مواد غذایی که به دلیل شکسته شدن حلقه‌های زنجیره تأمین تولید می‌شود را می‌توان با استفاده از ایده‌ها و فناوری‌های نوآورانه رفع کرد. ایجاد زنجیره‌های تأمین قوی و محلی برای مقابله با کمبود و هدر رفت مواد غذایی به ما کمک می‌کند تا آماده قرارگیری با بیماری‌های همه‌گیر احتمالی آینده باشیم. در نتیجه، احتیاج به ایجاد زنجیره تأمین مواد غذایی پایدار اجتماعی-اقتصادی-زیست‌محیطی و انعطاف‌پذیر برای عبور موفق در برابر چنین بحران‌هایی وجود دارد.

منابع:

۱. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، (۱۳۹۹)، مقابله با شیوع ویروس کرونا (۳۱) گزارش آسیب‌شناسی وضع موجود مدیریت پسماندهای عادی، پزشکی و مراقبت‌های بهداشتی در شرایط شیوع ویروس کرونا.

۲. روزنامه اعتماد، (۱۳۹۹)، آنچه کرونا با پسماند کرد، شماره ۴۹۶۰.

3. ACR ,(2020) ,+Municipal waste management and COVID ,19-URL :https//:www.acrplus.org/en/municipal-waste-management-covid#19-germany.

4. Bell ,B ,(2016) ,.How Do Low Oil Prices Affect Recycling?

1 circular economy

for Food Corporation of India modifications and implications, Management, Bangalore, (NO 250).
25. Ministry of Ecology and Environment, (2020), Ministry of Ecology and Environment publishes, Guidelines for the Management and Technology of Emergency Disposal of Medical Wastes of Pneumonia with New Coronavirus Infection (Trial).
26. Neel, K., (2020), Punjab farmers start dumping vegetables due to curfew | Chandigarh News Times of India, URL: https://timesofindia.indiatimes.com/city/chandigarh/punjabfarmers-start-dumping-vegetables-due-to-curfew/articleshow/74801554.cms.
27. OECD, (2020), Cities policy responses.URL: http://www.oecd.org/coronavirus/policyresponses/cities-policy-responses-fd1053ff/.
28. Parfitt, J., Barthel, M., & Macnaughton, S., (2010), Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences, 365(1554): 3065-3081.
29. Saini, S., & Kozicka, M., (2014), Evolution and critique of buffer stocking policy of India, (NO. 283).
30. Shen, Yafei, Shili Yu, Shun Ge, Xingming Chen, Xinlei Ge, and Mindong Chen, (2017), Hydrothermal carbonization of medical wastes and lignocellulosic biomass for solid fuel production from lab-scale to pilot-scale, Energy, (118) 312-323.
31. SNPA, (2020), COVID-19 emergency: SNPA indications on waste management, URL: https://www.snpambiente.it/2020/03/24/emergenza-covid-19-indicazioni-snpa-sullagestione-dei-rifiuti/.
32. Tenenbaum, L., (2020), The Amount of Plastic Waste is Surging Because of the Coronavirus Pandemic, Forbes.
33. UNEP, (2018), Single-Use Plastic: A Roadmap for Sustainability. In United Nation Environment Programme.
34. UNEP, (2020), BASEL: Waste management an essential public service in the fight to beat COVID-19, URL: http://www.basel.int/Implementation/PublicAwareness/PressReleases/Wastemanagemen tandCOVID19/tabid/8376/Default.aspx.
35. US OSHA. (2020). COVID-19. URL https://www.osha.gov/SLTC/covid-19/controlprevention.html.
36. WasteAdvantage, (2020, July), The Impact of COVID-19 on the Waste and Recycling Industry, URL: https://wasteadvantagemag.com/the-impact-of-covid-19-on-the-waste-and-recycling-industry/.
37. WHO, (2005), Management of solid health-care waste at primary health-care centres: a decision-making guide,WHO.
38. WHO, (2015), Safe management of wastes from health-care activities, WHO.
39. WHO, (2017), Report on health-care waste management (HCWM) status in Countries of the South-East Asia Region, WHO.
40. WHO, (2020), Shortage of personal protective equipment endangering health workers worldwide, URL: https://www.who.int/news-room/detail/03-03-2020-shortage-of42personal-protective-equipment-endangering-health-workers-worldwide.
41. WHO and UNICEF, (2020), Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus: interim guidance, WHO.
42. Wilson, D. C., Rodic, L., Modak, P., Soos, R., Carpintero, A., Velis, K., ... & Simonett, O., (2015), Global waste management outlook, UNEP.

WM Media Room.URL :https://mediaroom.wm.com/how-do-low-oil-prices-affect-recycling/.
5. Bellany, D. Y., (2020), Dumped Milk, Smashed Eggs, Plowed Vegetables: Food Waste of the Pandemic, URL: https://www.nytimes.com/2020/04/11/business/coronavirus-destroying-35food.html.
6. BIR, (2020), COVID-19: Update by BIR member national associations - The world moves tentatively into reopening phase, Bureau of International Recycling.
7. Climate Action Tracker, (2020), A government roadmap for addressing the climate and post COVID-19 economic crises.
8. Chartier Yves, Emmanuel, J., Pieper Ute, P. A., Philip, R., Ruth, S., William, T., Wilburn, S., & Zghondi, R., (2014), Safe management of wastes from health-care activities, WHO.
9. Commerce Ministry, (2020), Press conference of the joint prevention and control mechanism of the State Council Information, Commerce, Ministry of China.
10. CPCB, (2020), Guidelines for Handling, Treatment and Disposal of Waste Generated during Treatment/Diagnosis/ Quarantine of COVID.
11. Datta, P., Mohi, G. K., & Chander, J., (2018), Biomedical waste management in India: Critical appraisal. Journal of Laboratory Physicians, 10(1): 6–14.
12. Durante, K. M., & Laran, J., (2016), The effect of stress on consumer saving and spending, Journal of Marketing Research, 53(5): 814–828.
13. EU, (2020), Waste management in the context of the coronavirus crisis, URL: https://ec.europa.eu/info/files/waste-management-context-coronavirus-crisis_en.
14. Fanelli, R. M., & Di Florio, A. (2016). Domestic food waste, gap in times of crisis. Italian Review of Agricultural Economics, 71(2): 111–125.
15. Ferronato, N., & Torretta, V., (2019), Waste mismanagement in developing countries: A review of global issues. International Journal of Environmental Research and Public Health, 16(6): 1060.
16. Gardiner, B., (2020), Pollution made COVID-19 worse. Now, lockdowns are clearing the air. National Geographic. URL: https://www.nationalgeographic.com/science/2020/04/pollutionmade-the-pandemic-worse-but-lockdowns-clean-the-sky/.
17. Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L., (2017), Production, use, and fate of all plastics ever made, Science advances, 3(7): e1700782.
18. Hyun, M. C., (2020, April), Korea sees steep rise in online shopping during COVID-19 pandemic. ZD Net. URL: https://www.zdnet.com/article/korea-sees-steep-rise-in-onlineshopping-during-covid-19-pandemic/.
19. JHU CSSE COVID-19 Data, (24 June 2020), URL: https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19.
20. Jribi, S., Ben, H., Doggui, D., & Debbabi, H., (2020), COVID - 19 virus outbreak lockdown: What impacts on household food wastage?, Environment, Development and Sustainability, 22(5): 3939–3955.
21. Kaufman, L., & Chasan, E., (2020), Cities Wonder Whether Recycling Counts as Essential During the Virus. Bloomberg Green.
22. Klemes, J. J., Van Fan, Y., Tan, R. R., & Jiang, P., (2020), Minimising the present and future plastic waste, energy and environmental footprints related to COVID-19, Renewable and Sustainable Energy Reviews, (127): 109883.
23. Mallapur, C., (2020), Sanitation Workers at Risk From Discarded Medical Waste Related To COVID-19, URL: https://Www.Indiaspend.Com/.
24. Murthy, R. and Ramanayya, T., (2007), Procurement policy

وضعیت میزان تولید و ترکیب پسماندهای شهری در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران

چکیده

دکتر ژیلا سجادی[1]
(نویسنده مسئول)
دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

محمدصادق افراسیابی‌راد
دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

دکتر جمیله توکلی نیا
دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

دکتر حسین یوسفی
دانشیار گروه انرژی‌های نو، دانشکده علوم و فنون، دانشگاه تهران، تهران، ایران

هدف از این پژوهش بررسی وضعیت میزان تولید و ترکیب پسماندهای شهری و چگونگی تفکیک پسماند از مبدأ در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران می‌باشد. پژوهش حاضر به لحاظ روش تحقیق با تبعیت از ماهیت مسئله، روشی تحلیلی- توصیفی است و داده‌های موردنیاز از سازمان مدیریت پسماند و از طریق مصاحبه و پرسشنامه در سال ۱۳۹۶ جمع‌آوری‌شده است. جهت وزن‌دهی به زیرشاخص‌ها از مدل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و نرم‌افزار choice Expert، جهت ترسیم نقشه‌ها و همپوشانی زیرشاخص‌ها از نرم‌افزار Arc GIS استفاده شده است. بر اساس مدل EPI نتایج نشان داد که منطقه ۴ دارای شرایط نامساعدی است به‌طوری که این منطقه کمترین امتیاز را دریافت نموده است (۱,۶) و در مقابل مناطق ۹، ۲۱ و ۲۲ با امتیاز ۵,۲ دارای شرایط مساعدتری نسبت به سایر مناطق بوده‌اند دلیل این مهم وسعت زیاد و جمعیت بالای منطقه ۴ نسبت به سایر مناطق می‌باشد. یافته‌ها نشان داد مقایسه میزان سرانه تولید پسماند شهری در مناطق مختلف شهر تهران با حداکثر ظرفیت قابل‌قبول تولید پسماند، بیانگر فاصله تولید پسماند همه مناطق شهر تهران از حداکثر مقدار مجاز است. وجود ساختارهای متفاوت اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی در مناطق مختلف شهر تهران سبب ایجاد تفاوت در نحوه تولید و ترکیب پسماند شده است.

واژگان کلیدی: تهران، پسماند شهری، تولید پسماند.

مقدمه:

پسماند نتیجه استفاده ناکارآمد از منابع طبیعی است (Phillips et al,2001) از زمانی که بشر به زندگی متمرکز در قالب جوامع امروزی روی آورد، مقوله پسماند به یک موضوع مهم تبدیل شد (Gellynck et al,2011). دلیل اهمیت یافتن این موضوع تفاوت در کمیت و کیفیت پسماند تولیدی بود که بسیار با ادوار گذشته تفاوت داشت (MacDonald,1996). گسترش شهرها و افزایش جمعیت آن موجب افزایش تولید پسماندهای خانگی شده است و عدم مدیریت صحیح آن مشکلات زیادی را ایجاد نموده است. در کشورهای پیشرفته و صنعتی، در خصوص اصلاح فرهنگ عمومی و ایجاد فرهنگ جدید در مورد مدیریت پسماند توسط دستگاه‌های اجرایی ذی‌ربط و رسانه‌های عمومی، اقدامات زیادی انجام شده است. در بسیاری از کشورهای درحال‌توسعه نیز مدیریت صحیح پسماند و استفاده از برنامه‌ها و روش‌های مدیریت پسماند مانند تفکیک زباله در مبدأ و امر بازیافت راهکارهای مهم کاهش معضلات زیست‌محیطی و دفع پسماند موردتوجه قرار گرفته است. در حال حاضر یکی از مشکلات مهم زیست‌محیطی، تولید انبوه پسماندها است که با توجه به رشد روزافزون جمعیت، افزایش و تنوع محصولات و کالاهای مصرفی، روند صعودی فرهنگ مصرف‌گرایی در بین شهروندان و استفاده روزافزون از مواد یک‌بارمصرف شاهد تولید میلیون‌ها تن زباله هستیم. بر طبق آمار، یک‌پنجم زباله خانگی ایران در تهران تولید می‌شود که با توجه به پیامدهای مستقیم ناشی از دفن غیربهداشتی زباله بر محیط‌زیست، تنها راهکار مناسب و منطقی جهت کاهش دفن زباله، توجه به امر بازیافت است که متأسفانه در کشورهای درحال‌توسعه به دلیل عدم وجود

1.J-sajadi@sbu.ac.ir

یک برنامه جامع، کمبود امکانات زیربنایی، ضعف آموزش و عدم فرهنگ‌سازی، همچنان مورد بی‌توجهی قرار می‌گیرد (عمرانی، ۱۳۸۳). تجربه ۳۵ ساله کشورهای صنعتی در زمینه بازیافت مواد از زباله‌های شهری نشانگر این بوده است که یکی از بهداشتی‌ترین و اقتصادی‌ترین روش‌های بازیافت زباله‌های شهری، جداسازی زباله در محل تولید (تفکیک در مبدأ) می‌باشد (Dahlen et al,2006) این فرایند شامل جداسازی مواد قابل بازیافت (پسماندهای خشک) در مبادی تولید زباله مثل خانه، آپارتمان، مدرسه، بازار، شرکت و ... می‌باشد (رضایی، ۱۳۸۴). افزایش جمعیت، توسعه بی‌رویه و غیراصولی شهری، افزایش مهاجرت، غلط بودن الگوی رایج مصرف شهروندان، افزایش تبلیغات مختلف استفاده از کالاها و محصولات گوناگون از طریق رسانه‌های گروهی، تنوع تولید روزافزون انواع محصولات و کالاها بویژه بسته‌بندی آن‌ها و بسیاری از عوامل دیگر امروزه به مشکلات پیچیده زندگی شهری دامن زده و یکی از بارزترین معضلات بهداشتی و محیط‌زیستی را به خصوص در کلانشهرها نمودار کرده است. شهروندان امروز، نیازمند اطلاع‌رسانی، فرهنگ‌سازی و برنامه‌ریزی دقیق آموزشی در زمینه جداسازی پسماندها در مبدأ می‌باشند. هر فرد در جامعه انسانی مسؤول فعالیت‌هایش است و باید از تأثیرات آن‌ها بر روی محیط‌زیست آگاه باشد، اگر این آگاهی وجود نداشته باشد نمی‌توان انتظار داشت که افراد به‌طور جدی در رفتارهایشان حساسیت داشته باشند (Porter,2002). آموزش، ابزار ضروری برای توسعه مهارت‌ها، دانش و ارزش‌ها در راستای تغییر رفتار برای حمایت از محیط‌زیست و مفاهیم توسعه پایدار است. این رویکرد در ساماندهی پسماند کمک می‌کند تا با ایجاد مدیریت تلفیقی و فرهنگ‌سازی در ابتدای چرخه مصرف، تغییر نگرش در الگوی مصرف، بازیافت و کاهش مواد زائد در ابتدای چرخه مصرف را رقم زد (Lober,2012). هدف از آموزش محیط‌زیست، ایجاد حساسیت، تعهد و مسؤولیت در افراد در رابطه با حوادث و تغییرات فیزیکی، اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و محیط‌زیستی و تأثیر آن‌ها بر زیست‌کره است (Powell,2008). آموزش ارتقای انسجام اجتماعی و تقویت حس شهروندی را به دنبال دارد. ارایه آموزش‌های عمومی و افزایش سطح فرهنگ و آگاهی شهروندان به تدریج باعث کاهش میزان تولید پسماند و صرفه‌جویی در مصرف منابع شده و از طرفی میزان تفکیک پسماند در مبادی تولید افزایش خواهد یافت که این امر موجب کاهش هزینه‌ها نیز خواهد شد (عبدلی، ۱۳۸۵). پسماند به‌عنوان یکی از منابع مهم آلاینده شهرهای بزرگ بویژه شهر تهران محسوب می‌شود و فقدان مدیریت صحیح آن می‌تواند در بروز بحران‌های محیط‌زیست شهری و انسانی نقش به سزایی داشته باشد (Abduli et al,2001). رشد روزافزون جمعیت شهری در تهران به همراه ایجاد مراکز پرجمعیت جدید، فقدان یا ضعف سیاست‌گذاری و ارزیابی عملکردها و فعالیت‌های گوناگون شهری بر اساس برنامه جامع و کلان ملی، تغییر الگوی مصرف و تداوم تخلیه زائدات به محیط‌زیست شهری از جمله عوامل بحران‌زایی است که محیط‌زیست طبیعی و کیفیت بهداشت و سلامتی انسان‌ها را در معرض خطرات و زیان‌های گوناگون قرار داده است و سبب شده روزانه بالغ بر ۷۵۰۰ تن مواد زائد در تهران دور ریخته شود. امروزه متخصصان مدیریت شهری بر این تلاشند راهی را انتخاب کنند که علاوه بر حفظ محیط‌زیست و سلامت بشر هزینه‌های کمتری را هم از نظر اقتصادی به افراد وارد نمایند. با توجه به تحقیقات انجام شده در سازمان مدیریت پسماند شهر تهران، حدود ۳۰ درصد از پسماندها، پسماند خشک است. تولید این میزان زباله در تهران حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد از زباله کل کشور را به خود اختصاص می‌دهد. درصد سرانه تولید زباله در تهران، برای هر نفر بیش از ۸۰۰ گرم است در صورتی که سرانه جهانی این رقم برای هر نفر حدود ۴۵۰ تا ۵۰۰ گرم است. مدیریت این میزان زباله، سالانه صدها میلیارد ریال هزینه را به شهر تهران تحمیل می‌کند. علاوه بر آن مشکلات محیط‌زیستی عدیده‌ای همچون آلودگی هوا، خاک و آب را ایجاد کرده و با تولید گازهای گلخانه‌ای اثرات مخربی را به محیط‌زیست وارد می‌کند. دفن غیراصولی می‌تواند به محیط‌زیست شهری آسیب رسانده و اثر مستقیم بر زندگی انسان داشته باشد، بنابراین رفع مشکلات بهداشتی و محیط‌زیستی مربوط به زباله بدون بسترسازی و توسعه فرهنگ تفکیک از مبدأ میسر نخواهد بود. با توجه به اهمیت تفکیک از مبدأ از جنبه‌های محیط‌زیستی و بهداشتی، پرداختن به این موضوع بدون مردم امری محال است و از ارکان اساسی آن آگاهی و مشارکت مردمی است، زیرا تولیدکنندگان اصلی

زباله شهروندان هستند که در صورت داشتن آگاهی لازم در خصوص مسائل مربوط به پسماند و آلودگی‌های آن و امکان استفاده مجدد از مواد و فراهم کردن زمینه‌های تشویقی لازم می‌توانند مؤثرترین نقش را در این رابطه ایفا نمایند و دستیابی به سیستم صحیح تفکیک از مبدأ زباله، با مشارکت و آگاهی مردم نسبت به نقش خود که تولیدکنندگان اصلی زباله هستند فراهم خواهد شد. در این پژوهش به بررسی وضعیت میزان تولید و ترکیب پسماند شهری در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران و میزان تفکیک از مبدأ خواهیم پرداخت. در کلانشهر تهران با توجه به افزایش جمعیت و به تبع آن افزایش میزان تولید پسماند و معضلات محیط‌زیستی و وجود مشکلات عدیده جهت مدیریت صحیح در زمینه پسماندهای شهری، بررسی و ساماندهی وضعیت مدیریت پسماندهای شهری به‌طورکلی و ارایه پاسخ‌هایی برای اصلاح و بهسازی آن ضروری به نظر می‌رسد.

سابقه تحقیق

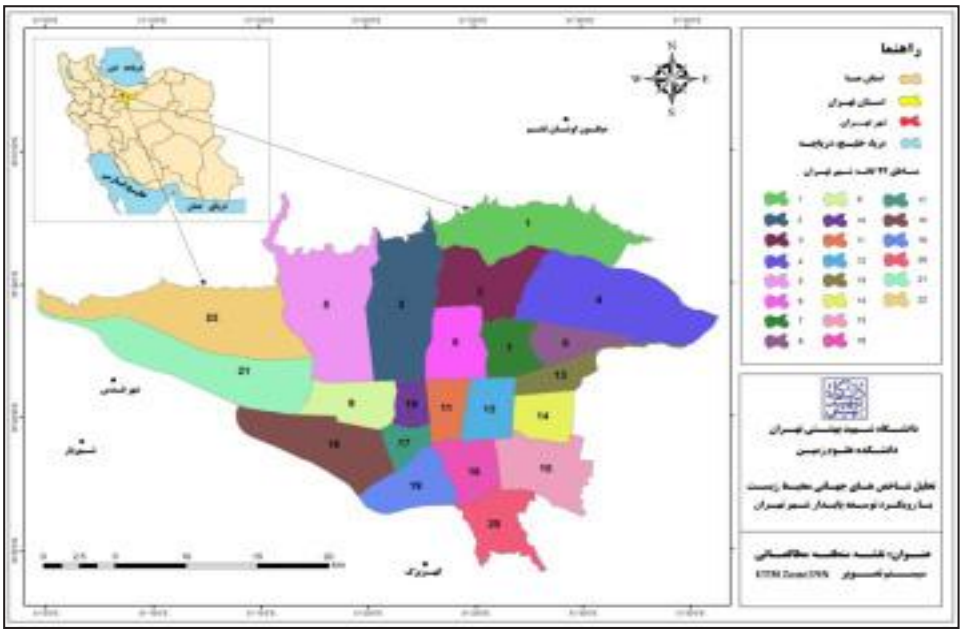
کاهش تولید پسماند و تفکیک از مبدأ با اهدافی چون بازیافت بخش عمده‌ای از زباله‌های شهری و برگشت آن به چرخه‌ی تولید و مصرف مجدد، کاهش چشمگیر حجم و وزن زباله‌های شهری، کاهش هزینه‌های مربوط به جمع‌آوری و دفع مواد زاید، منافع اقتصادی قابل کسب از مواد تفکیک شده، صرفه‌جویی در اراضی موردنیاز برای دفن زباله و کاهش هزینه‌های مربوطه به‌منظور دستیابی به اهداف اقتصادی، بهداشتی و محیط‌زیستی موردتوجه است (عبدلی و قاضی‌زاده، ۱۳۸۵). تاکنون پژوهش‌های متعددی در زمینه مسائل مربوط به مدیریت مواد زائد و اجرای طرح تفکیک پسماند انجام شده است. در این زمینه فتحی (۱۳۸۱) طی بررسی وضع موجود آموزش در زمینه بازیافت و تفکیک از مبدأ در ایران دریافت که بیشترین آموزش بازیافت برای شهروندان تفکیک پسماند به‌صورت تر و خشک از مبدأ و در بخش مخاطب‌شناسی آموزش برای شهروندان اولویت اول به خانواده و زنان خانه‌دار و در بخش شیوه‌های آموزشی اولویت به بروشورهای ویژه و برپایی نمایشگاه در سطح شهر اختصاص دارد. در تحقیق رودباری و همکاران (۱۳۸۴) که با هدف جمع‌آوری تفکیک شده زباله از مبدأ توسط سازمان غیردولتی و با مشارکت مردم در شهرستان شاهرود انجام شد، پس از ارایه آموزش‌های لازم به مردم در خصوص چگونگی جمع‌آوری تفکیک شده زباله در منزل، نتایج نشان داد که در ماه اول اجرای ۷۰ در صد مردم، در ماه دوم اجرای طرح ۷۸/۸ درصد و در ماه سوم ۸۷ درصد مردم نسبت به تفکیک پسماندهای خود اقدام کردند. همچنین میزان اطلاعات مردم در مورد اهمیت جمع‌آوری و دفع بهداشتی زباله نیز ارتقا پیدا کرد. میرعباسی و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیق خود به بررسی تأثیر آموزش در جلب مشارکت مردمی در زمینه تفکیک از مبدأ پسماندهای روستایی استان قزوین پرداختند و اظهارنظرها نشان داد که ۷۰ ساکنین از طرح تفکیک از مبدأ اطلاعی نداشته که با شیوه‌های مختلف آگاه‌سازی مردم به خصوص زنان و فرهنگ‌سازی در این زمینه، در جلب مشارکت و همکاری مردم اجرای طرح تفکیک از مبدأ و مدیریت آن بسیار تأثیرگذار است. آراسته و همکاران (۱۳۸۷)، در ارزیابی میزان رضایت از سیستم جمع‌آوری مکانیزه زباله و مشارکت شهروندان در طرح تفکیک از مبدأ نشان دادند که در صورت سهیم نمودن ساکنان از سود حاصل از بازیافت و تأمین نیازهای ضروری ساکنان به کمک شهرداری، میزان مشارکت شهروندان افزایش خواهد یافت.

مواد و روش‌ها

معرفی محدوده موردمطالعه

شهر تهران با وسعتی بالغ بر ۷۳۰ کیلومترمربع بین ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۵ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی واقع شده است. ارتفاعات جنوبی البرز مرکزی، شمال و شمال شرقی تهران را در برگرفته و از سمت غرب دشت ساوجبلاغ و در جنوب کوه‌های منطقه ری و بی‌بی شهربانو و دشت‌های منتهی به کویر نمک این شهر را محصور نموده‌اند. این ویژگی به خوبی در تفاوت ارتفاع مناطق مختلف تهران از سطح دریا که بین ۱۷۰۰ متر در مناطق شمالی تا ۱۰۰۰ متر در مناطق جنوبی تغییر می‌کند منعکس شده و این واقعیت به نوبه خود مدل گسترش محدوده کلانشهر تهران را نیز تحت تأثیر قرار داده است. شهر تهران از شمال به شهرستان شمیرانات، از شرق به شهرستان دماوند، از جنوب به شهرستان ورامین، ری و اسلامشهر و از غرب به شهرستان‌های شهریار و کرج محدود می‌گردد (طرح راهبردی - ساختاری توسعه و عمران شهر تهران، ۸۶-۱۳۸۵). در شکل ۱ موقعیت جغرافیایی محدوده موردمطالعه آورده شده است.

همان‌گونه که در شکل ۱ مشخص است، شهر تهران به ۲۲ منطقه شهری تقسیم گردیده که مساحت آن بدون احتساب حریم شهری حدود ۶۱۳ کیلومترمربع و با احتساب حریم شهری به ۷۳۰ کیلومترمربع بالغ می‌گردد. شهر تهران از نظر تقسیمات اداری به ۲۲ منطقه و ۱۲۳ ناحیه و ۳۷۴ محله تقسیم می‌شود. وسیع‌ترین منطقه شهری تهران، منطقه ۴ با ۷۳ کیلومترمربع و پس از آن منطقه ۵ با ۵۹ کیلومترمربع در مرتبه بعد قرار دارد و در مقابل کم وسعت‌ترین مناطق شهری تهران، مناطق ۱۰ و ۱۷ با ۸ کیلومترمربع می‌باشند (طرح‌های تفصیلی مناطق ۲۲ گانه شهر تهران، ۸۶-۱۳۸۵). جمعیت شهر تهران و مناطق ۲۲ گانه در مجموع در فاصله دو آمارگیری رسمی در سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰ با متوسط رشد سالانه معادل ۰/۸۶ درصد از ۷,۸۱۲,۰۶۷ به ۸,۱۵۴,۰۵۱ نفر و در سال ۱۳۹۳ به ۸,۱۷۷,۸۵۶ نفر رسیده است. در

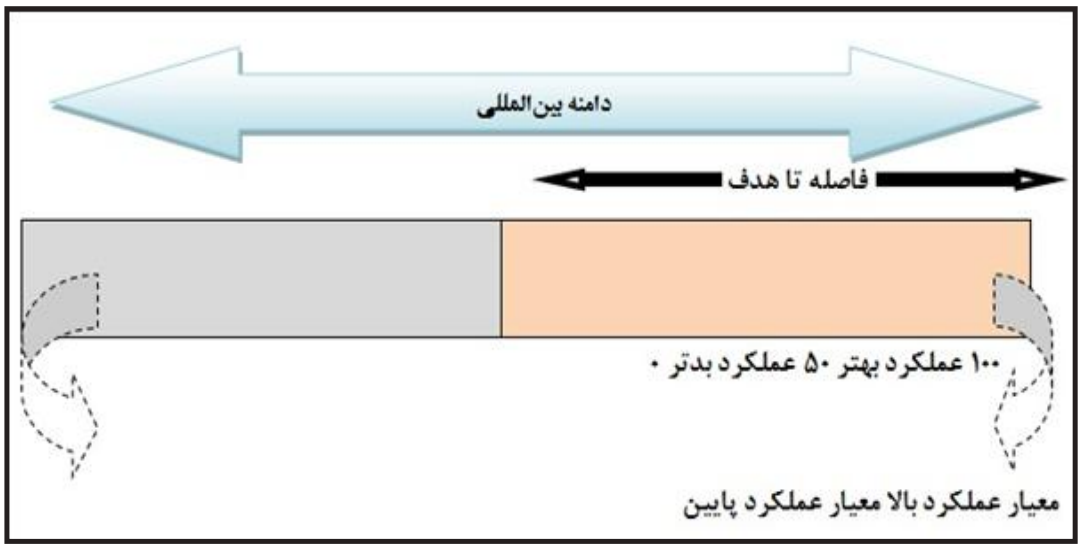


شکل ۱: موقعیت استان تهران، شهر تهران و مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران

میان مناطق شهر تهران، بیشترین جمعیت در سال ۱۳۹۳ مربوط به منطقه ۵ به میزان ۸۶۵،۴۶۷ نفر (۱۰/۵ درصد از کل جمعیت) و پس از آن منطقه ۴ به تعداد ۸۴۸،۴۳۳ نفر (۱۰/۳ درصد از کل جمعیت) بوده است و کمترین جمعیت به منطقه ۲۲ با ۱/۹ درصد از کل جمعیت به میزان ۱۴۰،۵۶۷ نفر اختصاص داشته است. در شکل ۱ موقعیت مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران نمایش داده شده‌اند.

روش پژوهش

پژوهش حاضر به لحاظ روش تحقیق با تبعیت از ماهیت مسئله، روشی تحلیلی- توصیفی است که با استفاده از روش‌های آماری و ریاضی داده‌ها تحلیل خواهند شد. بدین منظور از مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی، بررسی الگوهای مشابه داخلی و خارجی، کتاب‌ها و مقاله‌ها، گزارش‌های مرتبط و درگاه‌های اینترنتی علمی و قابل استناد جهت جمع‌آوری اطلاعات استفاده خواهد شد. داده‌های موردنیاز از سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران و از طریق مصاحبه و پرسشنامه در سال ۱۳۹۶ جمع‌آوری‌شده است. با مشارکت کارشناسان شاخص‌هایی جهت ارزیابی عملکرد محیطی مناطق معرفی و زیرشاخص‌ها با روش نخبگی، امتیازدهی و با مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی وزن‌دهی و سپس با استفاده از روش‌های آماری محاسبه خواهند شد. در وزن‌دهی به شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها اهمیت هر شاخص، اهداف سیاست طبقه‌بندی، قضاوت‌ها و دلایل علمی و نظر متخصصان جهت اثرگذاری هر زیرشاخص بر عملکرد محیط‌زیست بر وزن زیرشاخص اثر دارد. بسیاری از شاخص‌ها دارای زیرشاخص‌های متعددی



شکل ۲: نزدیکی یا مجاورت شاخص با هدف موردنظر

هستند که جهت یکپارچه کردن امتیاز نهایی شاخص‌ها از روش تجمع خطی استفاده خواهیم کرد. مقدار شاخص بین ۰ تا ۱۰۰ در نوسان بوده و هرچقدر مقدار آن بیشتر باشد نشانگر عملکرد محیط‌زیستی بهتر و هرچقدر رقم یاد شده کمتر باشد نشان‌دهنده عملکرد بدتر در زمینه محیط‌زیست است. برای هر منطقه، ارزش نزدیکی یا مجاورت شاخص با هدف موردنظر (proximity-to-target) بر مبنای شکاف بین نتایج حاصل از شاخص آن منطقه و اهداف محاسبه می‌گردد که این مهم در شکل ۲ به وضوح بیان شده است.

زیرشاخص‌ها پس از همگن‌شدن و نرمال‌سازی با استفاده از روش‌های لگاریتمی و تقسیم‌بر میانگین، با یکدیگر جمع گردیده و عدد مشخصی برای هر زیرشاخص به دست می‌دهد که میزان عملکرد و آسیب‌پذیری محیط‌زیست را برای هر منطقه تعیین می‌نماید. برای هم واحدشدن زیرشاخص‌ها از روش آماری (تقسیم‌بر میانگین) و لگاریتمی که در مراحل زیر شرح داده می‌شود استفاده خواهد شد:

- ❖ مقدار زیرشاخص از سازمان‌های مرتبط اخذ گردیده است.
- ❖ میزان فاصله از هدف از تفاضل امتیاز زیرشاخص از ۱۰۰ به دست می‌آید.
- ❖ نحوه محاسبه میزان عملکرد زیرشاخص از فرمول ذیل به دست می‌آید:

((international range) - (distance to target)) / (International range) * 100

- ❖ میانگین تجمع خطی زیرشاخص از حاصل عملکرد زیرشاخص‌ها تقسیم‌بر تعداد زیرشاخص‌ها به دست آمده است.
- ❖ وزن شاخص‌ها از طریق روش AHP حاصل شده است.
- ❖ درنهایت جمع همه اعداد به دست آمده عددی است که بین ۰ تا ۱۰۰ قرار دارد که هر چه امتیاز به دست آمده به ۱۰۰ نزدیک‌تر باشد دارای عملکرد بهتر و میل به سمت عدد صفر دارای عملکرد بدتر خواهد بود.

امتیازدهی به هریک از شاخص‌ها بر اساس تأثیرگذاری و در دامنه نوسان امتیاز ۱ تا ۹ صورت گرفته که این امتیازدهی و ارجحیت دادن میان زیرشاخص‌ها را کارشناسان امر طی مصاحبه‌ها و نشست‌های مختلف ابراز نموده‌اند و مجموع امتیاز هر زیرشاخص نیز از طریق اعمال ضرایب اهمیت هر یک از شاخص‌های بخش‌های چهارگانه به دست آمده است. مدلی که به‌منظور تلفیق اطلاعات مذکور مورد استفاده قرار گرفته در اصل یک مدل وزنی بر اساس مدل (AHP) است. شاخص‌ها از طریق نرم‌افزار Expert choice به‌صورت زوجی نسبت به سطوح نسبت به هم مقایسه شده و وزن نسبی هرکدام از کل معیار مشخص می‌گردد. پس از آنکه وزن نسبی لایه‌ها و طبقات نسبت به همدیگر با استفاده از نرم‌افزار Expert choice مشخص گردیده لایه‌های اطلاعاتی در محیط نرم‌افزاری Arc GIS مدل‌سازی فضایی شده و داده‌های پایه موردنیاز برای تحلیل ارایه شده است. در جداول ذیل (جداول شماره ۲ و ۳) امتیاز و وزن شاخص‌ها جهت محاسبات و تولید نقشه‌ها آورده شده است. لازم به ذکر است نرخ ناسازگاری (نرخ پیوستگی که در بعضی مواقع ضریب ناسازگاری هم نام دارد) مکانیزمی است که میزان اعتماد به اولویت‌های به دست آمده را نشان می‌دهد. به‌طوری که اگر CR کمتر از ۰/۱ باشد می‌توان سازگاری مقایسه‌ها را پذیرفت، در غیر این صورت باید مقایسه‌ها دوباره انجام گردد. در مطالعه حاضر نرخ ناسازگاری در تمامی مقایسه‌های صورت گرفته کمتر از ۰/۱ محاسبه گردید. در جدول ۱ نحوه طبقه‌بندی و امتیازدهی زیرشاخص‌های مدیریت پسماند آورده شده است.

در جدول ۲ امتیاز و ضرایب شاخص‌ها جهت محاسبات و تولید نقشه‌ها آورده شده است. لازم به ذکر است نرخ ناسازگاری (نرخ پیوستگی که در بعضی مواقع ضریب ناسازگاری هم نام دارد) مکانیزمی است که میزان اعتماد به اولویت‌های به دست آمده را نشان می‌دهد. به‌طوری که اگر CR کمتر از ۰/۱ باشد می‌توان سازگاری مقایسه‌ها را پذیرفت، در غیر این صورت باید مقایسه‌ها دوباره انجام گردد. در مطالعه حاضر نرخ ناسازگاری در تمامی مقایسه‌های صورت گرفته کمتر از ۰/۱ محاسبه گردید.

جهت روی هم‌گذاری نقشه‌های فاکتور مراحل زیر انجام پذیرفت:

- تهیه نقشه‌های فاکتور استاندارد
- وزن‌دهی به فاکتورها با استفاده از روش وزن‌دهی AHP
- وزن‌دهی به کلاس‌های هر یک از فاکتورها

پس از آن‌که لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر زیرشاخص به نقشه‌های فاکتور استاندارد تبدیل شدند و وزن مناسب آن‌ها و کلاس‌های زیرمجموعه‌ی آن‌ها به روش AHP در نرم‌افزار Expert choice تعیین شد، این نقشه‌ها آماده ورود به مدل همپوشانی شاخص می‌باشند. این مدل در نرم‌افزار Arc GIS با استفاده از ابزار weighted overlay قابل دستیابی است. در این مرحله هر یک از نقشه‌های فاکتور مربوط به هر زیرشاخص که به فرمت raster می‌باشند، به همراه وزن نسبی (ضریب AHP) همان نقشه که در جداول بالا آورده شدند و اوزان (ضرایب AHP) کلاس‌ها یا طبقات مربوطه به مدل انتخابی وارد می‌گردند. لازم به توضیح است که در طی تمام مراحل تهیه نقشه‌های فاکتور و مدل‌سازی همواره نکات زیر مدنظر قرار گرفتند:

- سیستم مختصات در تمام نقشه‌ها UTM Zone 39N انتخاب شد.

جدول شماره ۱: نحوه طبقه‌بندی و امتیازدهی زیرشاخص‌های مدیریت پسماند

زیرشاخص	طبقه‌بندی زیرشاخص‌ها	سطح‌بندی زیرشاخص‌ها	توضیحات
میزان تولید پسماند خشک در روز (تن در روز)	کمتر از ۱۹,۲	بسیار مناسب	مناطقی که دارای کمترین تولید زباله خشک باشند امتیاز بیشتری خواهند گرفت
	۱۹,۳ – ۳۸,۴	مناسب	
	۳۸,۵ – ۵۷,۶	نسبتاً مناسب	
	۵۷,۷ – ۷۶,۸	نامناسب	
	بیشتر از ۷۶,۸	بسیار نامناسب	
میزان تولید پسماند تر در روز (تن در روز)	کمتر از ۱۲۲	بسیار مناسب	مناطقی که دارای کمترین تولید زباله تر باشند امتیاز بیشتری خواهند گرفت
	۱۲۲,۱ – ۲۴۴	مناسب	
	۲۴۴,۱ – ۳۶۶	نسبتاً مناسب	
	۳۶۶,۱ – ۴۸۸	نامناسب	
	بیشتر از ۴۸۸	بسیار نامناسب	
سرانه تولید پسماند خانگی شهروندان (گرم در روز برای هر نفر)	کمتر از ۲۷۰	بسیار مناسب	مناطقی که دارای کمترین سرانه باشند امتیاز بیشتری خواهند گرفت
	۲۷۰,۱ – ۵۴۰	مناسب	
	۵۴۰,۱ – ۸۱۰	نسبتاً مناسب	
	۸۱۰,۱ – ۱۰۸۰	نامناسب	
	بیشتر از ۱۰۸۰,۱	بسیار نامناسب	
درصد تفکیک پسماند در مبدأ	کمتر از ۲۰	بسیار مناسب	مناطقی که دارای بیشترین درصد باشند از امتیاز بیشتری برخوردار خواهند بود
	۲۰,۱ – ۴۰	مناسب	
	۴۰,۱ – ۶۰	نسبتاً مناسب	
	۶۰,۱ –۸۰	نامناسب	
	بیشتر از ۸۰	بسیار نامناسب	

جدول شماره ۲: امتیاز و وزن زیرشاخص‌های مدیریت پسماند بر اساس مدل AHP و نرم‌افزار choice Expert

زیرشاخص‌ها	میزان تولید پسماند خشک در روز (تن در روز)	میزان تولید پسماند تر در روز (تن در روز)	سرانه تولید پسماند خانگی شهروندان (کیلوگرم در روز برای هر نفر)	درصد تفکیک پسماند در مبدأ	ضرایب AHP
میزان تولید پسماند خشک در روز (تن در روز)	۱	۳/۱	۵/۱	۱	۰,۰۹۵
میزان تولید پسماند تر در روز (تن در روز)	۳	۱	۳/۱	۳	۰,۲۴۹
سرانه تولید پسماند خانگی شهروندان (کیلوگرم در روز برای هر نفر)	۵	۳	۱	۵	۰,۵۶
درصد تفکیک پسماند در مبدأ	۱	۳/۱	۵/۱	۱	۰,۰۹۵

منبع: محاسبات محققین بر اساس مصاحبه‌ها، ۱۳۹۴.

- قدرت تفکیک (Cell Size) تمام نقشه‌ها برابر با ۵۰ متر در نظر گرفته شد.
- برای تمام نقشه‌ها مرز مشخص (مناطق ۲۲ گانه) در نظر گرفته شد.

مدل تحلیلی پژوهش

در پژوهش حاضر از چارچوب علی - معلولی نیروی محرکه، فشار، وضعیت و پاسخ استفاده شده است. در این مدل سعی می‌شود گروهی از عوامل را که تعیین‌کننده‌ی مشخصه‌های تأثیرگذار بر میزان تولید و ترکیب پسماندها در هر سطح جغرافیایی محلی هستند، تعریف کرده و آن‌ها را به هم ربط دهد که در این پژوهش در سطح منطقه شهری تهران و به‌صورت محلی در مناطق ۲۲ گانه این امر صورت خواهد پذیرفت. این مدل به منزله چارچوب تحلیلی شناخته می‌گردد (and Blanc and et al,2004). مدل DPSR در جستجوی ایجاد یک ارتباط منطقی بین عامل‌هاست تا از این طریق وضعیت S محیط‌زیست و روند آن را ارزیابی کرده و از عامل‌هایی که (به مثابهی علت‌های مستقیم) بر منابع طبیعی فشار P می‌آورند و یا (به مثابه علت‌های غیرمستقیم) علت عوامل فشار تلقی شده و به‌عنوان نیروی محرکه D شناخته می‌شوند (و ممکن است به مثابهی «علت‌های مستقیم» وضعیت موجود تلقی شوند) تا پاسخ‌های R محلی برای چگونگی برخورد با مسئله‌های محیط‌زیست را شناسایی کند (Kristensen,2004).

یافته‌های تحقیق

بررسی وضعیت میزان تولید پسماند و تفکیک از مبدأ در مناطق شهری تهران

در دهه‌های اخیر همواره شهرنشینی با رشد روزافزون روبرو بوده، به‌طوری که بین سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۰ جمعیت شهری از ۳۷ میلیون نفر به بیش از ۵۳ میلیون نفر افزایش یافته است. در شهر تهران افزایش جمعیت در کنار حرکت به سمت تجمل و زندگی راحت‌تر و مصرف گرایانه تأثیرات منفی بر محیط‌زیست این شهر گذاشته است. از جمله مهم‌ترین پیامدهای افزایش جمعیت در شهر تهران، بحث تولید پسماند و مشکلات و معضلات مربوط به آن می‌باشد، در تهران روزانه به‌طور متوسط حدود ۷۵۰۰ هزار تن زباله و حدود ۵۰ هزار تن پسماند ساختمانی و عمرانی تولید می‌شود که مدیریت این حجم پسماند در مناطق ۲۲ گانه می‌تواند از مهم‌ترین شاخص‌های وضعیت محیط‌زیست مناطق به حساب آید. مدیریت پسماند در اموری مانند، مدیریت نخاله‌های ساختمانی، مدیریت شیرابه، جمع‌آوری و حمل به مراکز تعیین شده و مجاز، تفکیک پسماند در مبدأ و ... از مهم‌ترین زیرمجموعه‌های وضعیت مدیریت پسماند در مناطق ۲۲ گانه به حساب می‌آیند. در حال حاضر در شهر تهران روزانه حدود ۷۵۰۰ تن پسماند تولید می‌شود که در این میزان زباله با توجه به آنالیز انجام شده حدود ۷۰ تا ۷۵ درصد مواد آلی قابل کمپوست (پسماند تر) و ۲۰ تا ۲۵ درصد مواد خشک قابل بازیافت و ۵ تا ۱۰ درصد سایر مواد زاید وجود دارد. در حال حاضر پسماندهای ۷۰۲ مرکز درمانی اعم از بیمارستان، درمانگاه آزمایشگاه مطابق با دستورالعمل‌ها و آئین‌نامه‌های موجود، در مخازن مخصوص ذخیره‌سازی شده و سپس به‌صورت مستقیم به مرکز دفن بهداشتی پسماندهای بیمارستانی در مجتمع دفع و پردازش آرادکوه منتقل می‌شوند و به به‌صورت روزانه دفن و آهک اندود می‌شوند. امروزه با افزایش بی‌رویه جمعیت شهر تهران و گسترش ساخت‌وسازهای عمرانی و ساختمانی، همچنین تخریب و مرمت ساختمان‌ها، میزان نخاله‌های ساختمانی به نحو چشمگیری در حال افزایش است. وجود پسماندهای ساختمانی، معضل‌های زیادی را از جمله آلودگی‌های محیط‌زیستی، بدمنظرگی فضای شهر، مرگ‌ومیر افراد در اثر برخورد اتومبیل‌ها با نخاله‌های موجود در معابر به‌ویژه در تاریکی شب را به دنبال دارد. در شهر تهران، بدون در نظر گرفتن خاک و نخاله‌های ساختمانی، ۹۲ درصد پسماند از نوع شهری، ۷ درصد شهری متفرقه و یک درصد از نوع بیمارستانی بوده است. براین اساس کنترل و مدیریت پسماندهای شهری، یکی از عوامل مهم در مدیریت شهر تهران محسوب می‌شود. میزان تولید پسماند افزایش بیش از ۵ درصدی نسبت به سال‌های گذشته را در شهر تهران داشته است. بیشترین تناژ پسماند تولیدشده در تهران مربوط به منطقه ۴ و کمترین تناژ پسماند مربوط به منطقه ۹، ۲۱ و ۲۲ می‌باشد که متناسب با جمعیت این مناطق می‌باشد. در جدول ۳ میزان پسماندهای تولیدشده به تفکیک در سطح مناطق شهری تهران بیان شده است. مناطق ۴ و ۵ به دلیل وسعت زیاد منطقه و نیز جمعیت زیاد و تراکم آن دارای بیشترین میزان تولید انواع پسماند بوده‌اند.

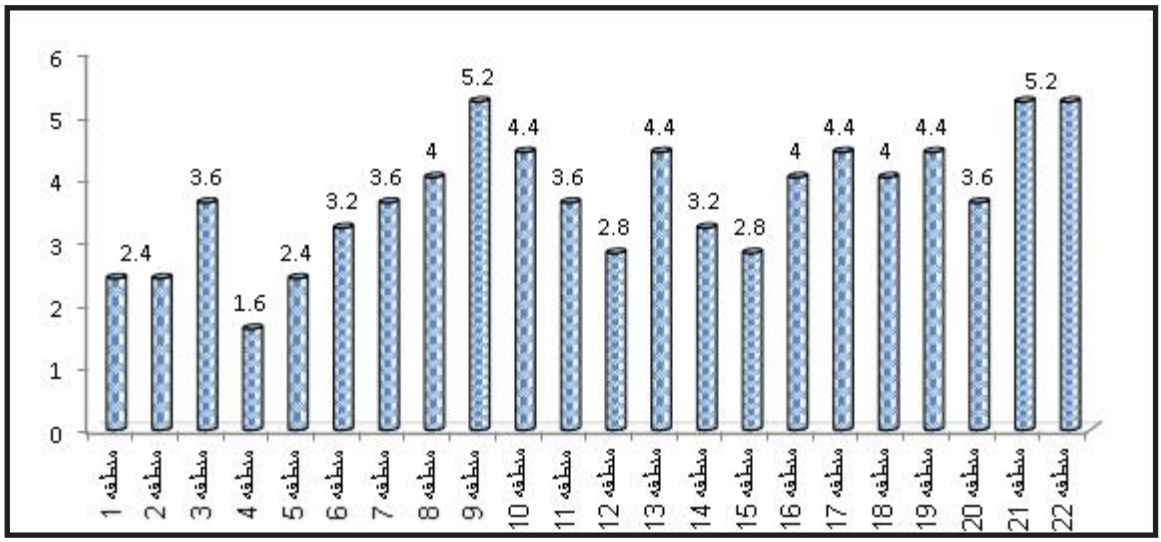
با وجود کندشدن رشد جمعیت و کاهش بعد خانوار، سرانه تولید پسماند شهری خانوارهای تهرانی نسبت به گذشته کاهش نیافته است این مسئله علاوه بر تغییر الگوی مصرف، ناشی از جمعیتی است که روزانه جهت انجام فعالیت‌های مختلف از مناطق دیگر وارد تهران می‌شوند و زباله و بار محیط‌زیستی آن‌ها در شهر تهران سرازیر می‌گردد. میزان ساخت‌وساز و فعالیت‌های عمرانی شهری، بر تولید پسماند ساختمانی و عمرانی تأثیر مستقیم دارد. این در حالی است که ساخت‌وساز در شهر تهران همواره با رشد همراه بوده است و منجر به ایجاد نخاله‌ها و پسماندهای ساختمانی و موجب نابسامانی محیط‌زیست شهری می‌گردد. اگر در یک تقسیم‌بندی کلی، غالب کاربری‌های شهری در رابطه با پسماند به کاربری‌های بیمارستانی، شهری (خانگی و تجاری)، صنعتی، داروسازی و شهری متفرقه تقسیم گردد، شکل و حجم پسماند تولیدی همبستگی بالایی را با کاربری‌های موجود نشان می‌دهد. به عبارت دیگر کاربری‌های شهری، سبب افزایش نوع خاصی از

جدول شماره ۳: میزان زیرشاخص‌های مدیریت پسماند

مناطق زیرشاخص	میزان تولید پسماند خشک در روز (تن در روز)	میزان تولید پسماند تر در روز (تن در روز)	سرانه تولید پسماند خانگی شهروندان (گرم در روز برای هر نفر)	درصد تفکیک پسماندها در مبدأ
۱	۸۳	۳۶۶	۱۰۰۸	۱۸
۲	۸۵	۴۳۱	۷۳۷	۱۶
۳	۳۸	۲۶۷	۹۷۶	۱۲
۴	۹۳	۶۱۰	۸۲۹	۱۳
۵	۹۶	۴۳۸	۵۹۵	۱۸
۶	۴۲	۲۳۶	۱۱۷۲	۱۵
۷	۴۴	۲۳۴	۸۹۷	۱۶
۸	۵۰	۲۲۳	۷۲۱	۱۸
۹	۲۷	۱۰۳	۷۶۵	۲۱
۱۰	۲۳	۱۷۹	۶۳۱	۱۱
۱۱	۵۸	۱۹۸	۸۸۶	۲۳
۱۲	۷۲	۲۶۶	۱۳۵۲	۲۱
۱۳	۲۲	۱۴۱	۵۵۹	۱۳
۱۴	۶۲	۲۵۹	۷۲۱	۱۹
۱۵	۷۵	۳۹۵	۶۷۱	۱۶
۱۶	۴۵	۱۸۴	۷۹۷	۲۰
۱۷	۲۳	۱۶۰	۷۱۵	۱۳
۱۸	۴۳	۲۳۸	۷۱۹	۱۵
۱۹	۲۵	۱۷۵	۷۳۳	۱۳
۲۰	۳۰	۲۷۹	۹۰۷	۱۰
۲۱	۱۴	۱۰۵	۷۳۴	۱۲
۲۲	۱۲	۸۸	۶۲۱	۱۲

پسماند به لحاظ شکل و ترکیب می‌شود و بر همین اساس غالب پسماند تولیدشده در سطح مناطق شهری تهران به دلیل جمعیت و تراکم مناطق شهری با پسماندهای شهری است. از لحاظ شاخص مدیریت پسماند و بر اساس مدل شاخص عملکرد محیطی (EPI) منطقه ۴ دارای شرایط نامساعدی است به‌طوری که این منطقه کمترین امتیاز را دریافت نموده است (۱,۶) و در مقابل مناطق ۹، ۲۱ و ۲۲ با امتیاز ۵,۲ دارای شرایط مساعدتری نسبت به سایر مناطق بوده‌اند دلیل این مهم وسعت بسیار زیاد و به تبع جمعیت بالای منطقه ۴ نسبت به سایر مناطق می‌باشد. در شکل ۳ میزان امتیاز کسب شده مناطق شهری بر اساس مدل EPI آورده شده است.

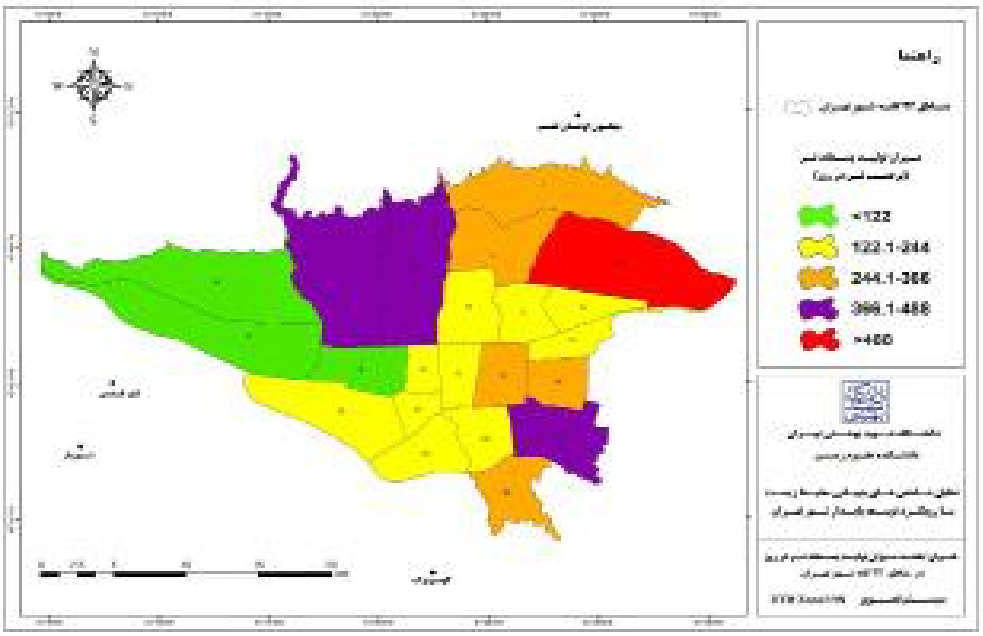
شاخص مدیریت پسماند توسط چهار زیرشاخص میزان تولید پسماند تر، میزان تولید پسماند خشک، میزان تولید پسماند خانگی و میزان تفکیک پسماند از مبدأ سنجیده خواهد شد و میزان زیرشاخص‌های بیان شده در جدول ۴ و شکل‌های ۴، ۵، ۶ و ۷ به‌طور مشخص آورده شده‌اند. از لحاظ زیرشاخص میزان تولید پسماند تر این زیرشاخص وضعیت نامناسبی در مناطق ۲، ۴،



شکل ۳: امتیاز و وضعیت مدیریت پسماند در مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران بر اساس مدل EPI

جدول شماره ۴: سطح‌بندی مناطق ۲۲ گانه از نظر زیرشاخص‌های مدیریت پسماند

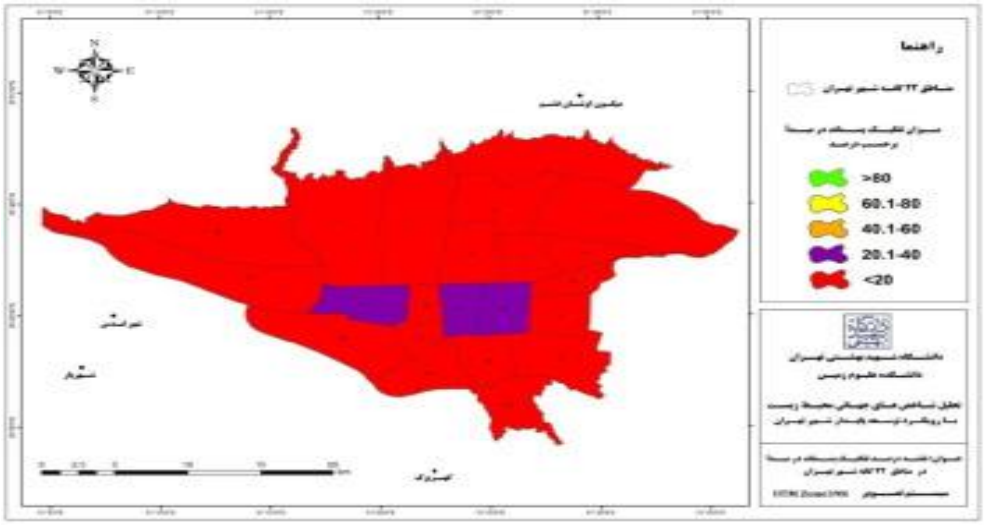
زیرشاخص سطح	میزان تولید پسماند تر (تن در روز)	میزان تولید پسماند خشک (تن در روز)	میزان تولید پسماند خانگی (گرم در روز برای هر نفر)	میزان تفکیک پسماند از مبدأ (برحسب درصد)
بسیار مناسب	۹، ۲۱ و ۲۲	۲۱ و ۲۲	-	-
مناسب	۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹	۳، ۹، ۱۰، ۱۳، ۱۷، ۱۹ و ۲۰	-	-
نسبتاً مناسب	۱، ۳، ۱۲، ۱۴ و ۲۰	۶، ۷، ۸، ۱۶ و ۱۸	۲، ۵، ۸، ۹، ۱۰، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۱ و ۲۲	-
نامناسب	۲، ۵ و ۱۵	۱۱، ۱۲، ۱۴ و ۱۵	۱، ۳، ۴، ۷، ۱۱ و ۲۰	۹، ۱۱ و ۱۲
بسیار نامناسب	۴	۱، ۲، ۴ و ۵	۶ و ۱۲	۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱ و ۲۲



شکل شماره ۴: رتبه‌بندی مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران بر اساس میزان تولید پسماند تر

شکل شماره ۵: رتبه‌بندی مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران بر اساس میزان تولید پسماند خشک

شکل شماره ۶: رتبه‌بندی مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران بر اساس میزان تولید پسماند خانگی



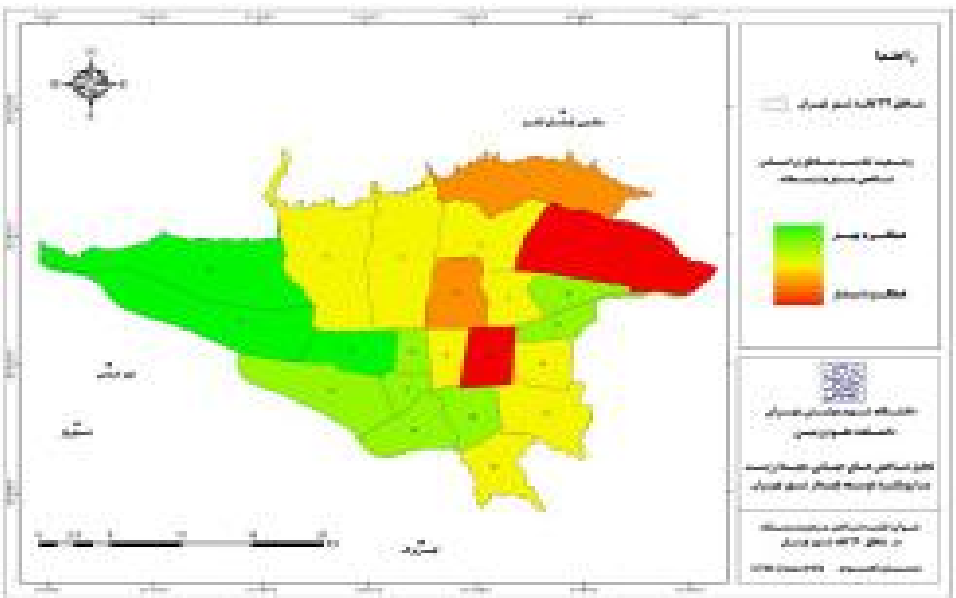
شکل شماره ۷: رتبه‌بندی مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران بر اساس میزان تفکیک پسماند از مبدأ

۵ و ۱۵ دارد و سایر مناطق از شرایط نسبتاً مناسب تا بسیار مناسب نسبت به سایر مناطق دارند و بیشترین میزان تولید این نوع پسماند با ۶۱۰ تن در روز به منطقه ۴ اختصاص یافته و منطقه ۵ با ۴۳۸ تن، منطقه ۲ با ۴۳۱ تن و منطقه ۱۵ با ۳۹۵ تن در شرایط نامناسبی قرار داشته‌اند. از نظر زیرشاخص میزان تولید پسماند خشک این زیرشاخص وضعیت مناسبی ندارد به‌طوری که ۸ منطقه شهری در شرایط نسبتاً مناسب تا بسیار نامناسب قرار گرفته‌اند از لحاظ میزان تولید این نوع پسماند منطقه ۵ با ۹۶ تن تولید در روز و منطقه ۴ با ۹۳ تن در روز در بدترین وضعیت قرار دارند و پس از این مناطق، منطقه ۲ با ۸۵ تن در روز، منطقه ۱ با ۸۳ تن در روز، منطقه ۱۲ با ۷۳ تن در روز و منطقه ۱۴ با ۶۲ تن در روز در شرایط نامناسبی قرار دارند. میزان تولید پسماند خانگی نسبت به دو زیرشاخص دیگر از شرایط نامناسب‌تری برخوردار است به‌طوری که اکثر مناطق در شرایط نامناسب و بسیار نامناسب قرار دارند و منطقه‌ای شرایط مناسب و بسیار مناسب نداشته است. وضعیت زیرشاخص تفکیک زباله از مبدأ در شرایط بسیار نامناسبی قرار دارد بدین ترتیب که تمامی مناطق شهری تهران در وضعیت نامناسب و بسیار نامناسب قرار دارند و بدین ترتیب منطقه ۶ با میزان تولید ۱۱۷۲ گرم زباله در روز و منطقه ۱ با ۱۰۰۸ گرم در روز دارای بدترین وضعیت بوده‌اند. اکثر مناطق شهری تهران به‌ویژه مناطق پرجمعیت و متراکم چون مناطق ۱،۲، ۴، ۶ و ۱۲ از شرایط مساعدی از لحاظ شاخص مدیریت پسماند برخوردار نبوده‌اند. در مجموع بالاترین میزان تولید پسماند شهری به مناطقی که به لحاظ جمعیت و وسعت بزرگ‌تر هستند تعلق دارد. از سوی دیگر میزان تولید پسماندهای شهری بر طبق فصول سال متغیر است، به‌طوری‌که تولید پسماند در فصل گرم سال افزایش و در فصل سرد سال کاهش می‌یابد.

نقشه شاخص مدیریت پسماند از روی هم‌گذاری چهار زیرشاخص میزان تولید پسماند تر، میزان تولید پسماند خشک، میزان تولید پسماند خانگی و میزان تفکیک پسماند از مبدأ به دست آمده است. همان‌طور که در جدول ۵ و شکل ۸ مشخص است ۱۰ منطقه (۸، ۹،۱۰، ۱۳، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۱ و ۲۲) از شرایط مناسبی از لحاظ شاخص مدیریت پسماند برخوردارند و ۸ منطقه (۲، ۳، ۵، ۷، ۱۱، ۱۴، ۱۵ و ۲۰) دارای شرایط نسبتاً مناسب و ۴ منطقه ۱، ۴، ۶ و ۱۲ از شرایط نامناسبی برخوردار هستند. در جدول ۵ و شکل ۶ سطح‌بندی مناطق ۲۲ گانه شهر تهران و وضعیت مناطق آورده شده است.

جدول شماره ۵: سطح‌بندی مناطق ۲۲ گانه از نظر شاخص مدیریت پسماند

مناطق	سطح مناطق
۹، ۲۱ و ۲۲	بسیار مناسب
۸، ۱۰، ۱۳، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹	مناسب
۲، ۳، ۵، ۷، ۱۱، ۱۴، ۱۵ و ۲۰	نسبتاً مناسب
۱ و ۶	نامناسب
۴ و ۱۲	بسیار نامناسب



شکل شماره ۸: سطح‌بندی مناطق ۲۲ گانه از نظر شاخص مدیریت پسماند

تحلیل عوامل مؤثر بر تولید پسماند با استفاده از مدل نیروی محرکه- فشار- وضعیت و پاسخ

شهرنشینی و تراکم جمعیت در شهرهای بزرگ ره‌آوردهای مختلفی از جمله تجمع پسماند و مواد زائد شهری و به دنبال آن آلودگی روزافزون محیط‌زیست را در برداشته است تا آنجایی که همه‌ساله درصد قابل‌توجهی از بودجه‌ی شهرداری تهران صرف جمع‌آوری و دفع پسماند می‌گردد. رشد روزافزون جمعیت و مهاجرت دائمی و روزانه در کنار تغییرات ایجاد شده در الگوی مصرف شهروندان (تغییر فرهنگ در جهت مصرف‌گرایی) موجب تولید بیش از حد پسماند در شهر تهران شده است. این امر موجب تحمیل هزینه‌های سرسام‌آور و مشکلات عدیده در مدیریت پسماند در بخش‌های رفت‌وروب و نظافت شهری، جمع‌آوری، حمل‌ونقل، پردازش و دفن شده و لطمه‌های جبران‌ناپذیری بر پیکره محیط‌زیست، منابع طبیعی و بهداشت وارد کرده است. شاخص پسماند در مقایسه با شاخص‌های هوا، آب‌وخاک به دلیل این‌که به‌طور مستقیم محصول زندگی انسانی است دارای ماهیتی متفاوت بوده و از طرفی به دلیل آن‌که برخی عوامل مانند جمعیت هم نقش نیروی محرکه دارند و هم بر وضعیت فشار می‌آورند در نتیجه تفکیک نقش مستقیم و غیرمستقیم برخی عوامل دشوار است بنابراین این دو گروه از عوامل برای این شاخص ادغام گردیده‌اند. در جدول ۶ بر اساس مدل DPSR به تحلیل عوامل مؤثر بر میزان تولید پسماند در سطح مناطق شهری تهران پرداخته شده است:

جدول شماره ۶: تحلیل شاخص مدیریت پسماند با استفاده از مدل DPSR

نیروی محرکه (D)	فشار (P)	وضعیت (S)	پاسخ (R)
- جمعیت ساکن در تهران - تراکم جمعیت مناطق ۲۲ گانه - تعداد خانوار شهری در سطح مناطق - تغییر بلندمدت ترکیب پسماندهای تولیدی - تغییر الگوی مصرف - فقدان مهارت‌های موردنیاز خانوارهای تهرانی در تفکیک و کاهش زباله	- تعداد واحدهای مسکونی مناطق ۲۲ گانه - تعداد کارگاههای صنعتی مناطق ۲۲ گانه - تعداد مراکز بهداشتی-درمانی - اماکن تجاری، اداری، آموزشی و فرهنگی - پروژه‌های عمرانی شهری - عدم آموزش کافی جهت تفکیک پسماند از مبدأ	- وضعیت نامناسب مناطق ۱، ۲، ۴،۵، ۶ و ۱۲ بر اساس ارزیابی زیرشاخص‌ها - وضعیت نامناسب و بسیار نامناسب مناطق ۱، ۴، ۶ و ۱۲ بر اساس شاخص - وضعیت نامناسب تفکیک پسماند از مبدأ در تمامی مناطق - افزایش ۵ درصدی تولید پسماند نسبت به سال ۹۲ - تولید روزانه ۷۵۰۰ تن پسماند خانگی - تولید روزانه ۵۰ هزار تن پسماند ساختمانی - تولید ۷۵ درصد پسماند تر - تولید ۲۵ درصد پسماند خشک - میزان تولید پسماندهای صنعتی - تولید پسماندهای پزشکی به میزان ۳۳ تن	- اجرای مفاد قانون مدیریت پسماند - مدیریت خاص پسماندهای ویژه پزشکی و بیمارستانی - اطلاع‌رسانی و آموزش - تفکیک انواع پسماندها - جلوگیری از رهاسازی انواع پسماندها - بازیافت پسماند - تصفیه شیرابه‌ها - استحصال انرژی از پسماند - کاهش تولید بسته‌بندی‌های پلاستیکی و جایگزینی آن‌ها با مواد تجزیه‌پذیر

نتیجه‌گیری

در حال حاضر قسمت اعظم پسماندهای تولیدی در مجتمع آرادکوه مورد پردازش و دفن قرار می‌گیرند. این مجتمع که حدود چهل سال از زمان بهره‌برداری آن می‌گذرد، با انواع مشکلات محیط‌زیستی و اجتماعی مواجه است. علاوه بر آن هفت هزار تن پسماند در هر روز، هزینه هنگفتی را متوجه شهرداری تهران می‌نماید. در سال‌های اخیر مقوله کاهش پسماند در کانون توجهات قرار گرفته است. این در حالی است که در شهر تهران نه تنها میزان تولید پسماند کاهش نداشته است، بلکه در برخی از منابع شاهد افزایش میزان تولید پسماند می‌باشیم. از میان منابع مختلف تولید پسماند، پسماندهای شهری (خانگی و تجاری) قسمت عمده پسماندهای شهر تهران را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین وجود جمعیت، بعد خانوار، سطح درآمد، سطح سواد، آداب‌ورسوم مذهبی و فرهنگی، افکار و آراء عمومی مختلف در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران، سبب شده تا کمیت و کیفیت پسماند در مناطق مختلف با یکدیگر متفاوت باشد. از لحاظ شاخص مدیریت پسماند و بر اساس مدل EPI منطقه ۴ دارای شرایط نامساعدی است به‌طوری که این منطقه کمترین امتیاز را دریافت نموده است (۱،۶) و در مقابل مناطق ۹، ۲۱ و ۲۲ با امتیاز ۵،۲ دارای شرایط مساعدتری نسبت به سایر مناطق بوده‌اند دلیل این مهم وسعت بسیار زیاد و به تبع جمعیت بالای منطقه ۴ نسبت به سایر مناطق می‌باشد. از لحاظ زیرشاخص میزان تولید پسماند تر این زیرشاخص وضعیت نامناسبی در مناطق ۲، ۴، ۵ و ۱۵ دارد

و سایر مناطق از شرایط نسبتاً مناسب تا بسیار مناسب نسبت به سایر مناطق دارند. از نظر زیرشاخص میزان تولید پسماند خشک این زیرشاخص وضعیت مناسبی ندارد به‌طوری که ۸ منطقه شهری در شرایط نسبتاً مناسب تا بسیار نامناسب قرار گرفته‌اند. میزان تولید پسماند خانگی نسبت به دو زیرشاخص دیگر از شرایط نامناسب‌تری برخوردار است به‌طوری که اکثر مناطق در شرایط نامناسب و بسیار نامناسب قرار دارند. وضعیت زیرشاخص تفکیک زباله از مبدأ در شرایط بسیار نامناسبی قرار دارد بدین ترتیب که تمامی مناطق شهری تهران در وضعیت نامناسب و بسیار نامناسب قرار دارند. اکثر مناطق شهری تهران به‌ویژه مناطق پرجمعیت و متراکم چون مناطق ۱،۲، ۴، ۶ و ۱۲ از شرایط مساعدی از لحاظ شاخص مدیریت پسماند برخوردار نبوده‌اند. در مجموع بالاترین میزان تولید پسماند شهری به مناطقی که به لحاظ جمعیت و وسعت بزرگ‌تر هستند تعلق دارد. به‌طورکلی ۱۰ منطقه (۸، ۹،۱۰، ۱۳، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۱ و ۲۲) از شرایط مناسبی از لحاظ شاخص مدیریت پسماند برخوردارند و ۸ منطقه (۲، ۳، ۵، ۷، ۱۱، ۱۴، ۱۵ و ۲۰) دارای شرایط نسبتاً مناسب و ۴ منطقه ۱، ۴، ۶ و ۱۲ از شرایط نامناسبی برخوردار هستند. نیروهای محرکه و فشارهایی چون جمعیت و تراکم آن، رفاه خانوار، الگوی مصرف، تغییر بلندمدت میزان پسماند تولیدی، تغییر بلندمدت ترکیب پسماند تولیدی، فقدان مهارت‌های موردنیاز خانوارهای تهرانی در تفکیک و کاهش زباله و منابع تولید پسماند (خانگی، ساختمانی، تجاری، اداری، آموزشی، صنعتی و مراکز بهداشتی و درمانی) بر میزان تولید، ترکیب و تفکیک پسماند تأثیرات مستقیمی داشته‌اند. نکته مهم در مسیر برنامه‌ریزی و تبیین استراتژی‌های کاهش پسماند شهری تهران، توجه به خصوصیات هر منطقه است. وجود ساختارهای متفاوت اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی در مناطق مختلف شهر تهران سبب ایجاد تفاوت در نحوه تولید پسماند (چه از لحاظ کمی و چه از لحاظ کیفی) شده است. بنابراین ارایه یک راهکار واحد در کلیه مناطق شهرداری کمکی به کاهش پسماند نخواهد کرد. در نتیجه، نه تنها برنامه‌ریزی و انجام اقدامات راهبردی جهت کاهش پسماند شهری تهران ضروری است بلکه این برنامه‌ریزی‌ها و اقدامات باید با توجه به خصوصیات هر منطقه و کیفیت و کمیت پسماند آن منطقه طرح شوند.

منابع:

- رضایی، آ.۱۳۸۴. نقش بازیافت در مدیریت مواد زائد جامد شهری، نشریه بین‌المللی فنی و مهندسی سیمای محیط، سال هفتم، شماره ۱۲، صص ۵۱-۴۸.
- رودباری، ع ا. ۱۳۸۴. جمع‌آوری تفکیک شده زباله از مبدأ توسط سازمان غیردولتی و با مشارکت مردم در شهرستان شاهرود، سومین همایش ملی مدیریت پسماند، تهران، صص ۵۲- ۶۵.
- سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران، ۱۳۹۴.
- طرح راهبردی- ساختاری توسعه و عمران شهر تهران، ۸۶-۱۳۸۵، شورایعالی معماری و شهرسازی ایران، تهران،
- طرح‌های تفصیلی مناطق ۲۲ گانه شهر تهران، ۸۶- ۱۳۸۵، شورایعالی معماری و شهرسازی ایران، شهرداری تهران، تهران.
- عبدلی، م ع. ۱۳۸۴. بازیافت مواد زائد جامد شهری، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- عبدلی، م ع. ۱۳۸۵. بازیافت مواد زائد. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- عمرانی، ق ع. ۱۳۸۳. مواد زائد جامد، چاپ اول، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران.
- فتحی، ک. ۱۳۸۱. بررسی وضع موجود آموزش در زمینه بازیافت و تفکیک از مبدأ در ایران، چاپ اول، وزارت کشور، تهران.
- میرعباسی، ا، پناهنده، م و تقوی، ن. ۱۳۸۸. تأثیر آموزش در جلب مشارکت مردمی در زمینه تفکیک از مبدأ پسماندهای روستایی استان قزوین (مطالعه موردی روستاهای اوان، ورین، زرآباد، زواردشت(، همایش ملی بهداشت محیط، تهران، صص ۷۸- ۹۵.
-Abduli MA ,Naghib A ,Yonesi M .2012 .Life cycle assessment) LCA (of solid waste management strategies in Tehran: Landfill and composting plus landfill .Environmental Monitoring and Assessment :4 .2012 pp.98 -487 .
-Blanc ,I ,.Friot ,D .and Jolliet O .2004.EPSILON Composite Indicators methodology :11 .pp.121-135 .
-Gellynck X ,Jacobsen R ,Verhelst P .2011 .Identifying the key factors in increasing recycling and reducing residual Household waste :A case study of the Flemish region of Belgium .Journal of Environmental Management :10 .pp.83-90 .
-Kristensen ,P .2004 .The DPSIR Framework .National Environmental Research Institute ,Denmark 27-29 .September 2004workshops on a comprehensive / detailed assessment of the vulnerability of water resources to environmental change in Africa using river basin approach .UNEP Headquarters ,Nairobi ,Kenya.196 -185 :8 .
-Lisa Dahlen et al .2006 .Comparison of Different Collection System for Sorted Household Waste in Sweden ,Waste Management.52-75 :12 .
-Lober D .Municipal solid waste policy and public participation in household source reduction .Waste Manage & Research :2 ;pp.125-43.
-MacDonald ML .1996 .Bias issues in the utilization of solid waste indicators .Journal of the American Planning-111 :14 .152
-Phillips PS ,Pratt RM ,Pike K .2001 .An analysis of UK waste minimization clubs :key requirements for future cost Effective developments .Waste Management name:4 . pp.389-404.
-Porter RC .2002 .The Economics of Waste .Resources for the Future ;Washington ,DC.225 -210 :9 .
-Powell JC .2008 .The evaluation of waste management options .Waste Management & Research :6 .pp.515-26 .

تأثیر مسؤولیت محیط‌زیستی بر تغییر رفتار مصرف‌کننده بازار پایدار در اسلواکی

چکیده

شادی مالکی
دکترای گیاه پزشکی
دانشگاه علوم تحقیقات

صبا رضا سلطانی
دکترای محیط‌زیست
دانشگاه علوم تحقیقات

سیاره ما با چالش‌های محیط‌زیستی و اجتماعی فراوانی مواجه است که ما باید به سرعت آن‌ها را از طریق ترکیب ایده‌های نوآورانه اجراشده تحت شرایط محلی برطرف کنیم. یکی از بزرگ‌ترین چالش‌ها برای بسیاری از استارتاپ‌ها، فروشگاه‌های زنجیره‌ای خرده‌فروشی و مصرف‌کنندگان آن‌ها، کاهش پسماند بسته‌بندی است که عمدتاً شامل فعالیت‌هایی با هدف پیشگیری از تولید پسماند می‌باشد. تأثیر هدفمند اطلاعات پایداری بر قصد خرید مصرف‌کنندگان نقش کلیدی در شکل‌دهی تصمیم‌گیری‌های آینده آن‌ها دارد و بازار اسلواکی نیز از این نظر مستثنی نیست.

مفهوم نسبتاً جدیدی از «پسماندصفر» در ارتباط با جلوگیری از پسماند بسته‌بندی به‌طور مستقیم در حین خرید به لطف تغییرات رفتاری در میان بسیاری از مصرف‌کنندگان آگاه به محیط‌زیست اسلواکی با موافقت و همراهی نشان داده شده است. هدف اصلی مقاله ارایه شده، تعیین سطح آگاهی محیط‌زیستی در میان مصرف‌کنندگان اسلواکی بر اساس نتایج تحقیقات بازاریابی در مورد عادات خرید آن‌ها است. مقاله حاضر همچنین بر وضعیت فعلی فروشگاه‌های پسماندصفر به‌عنوان یک مفهوم جدید درحال‌توسعه برای بازار اسلواکی تمرکز دارد. به منظور دستیابی به اهداف این مقاله، تحقیقات کسب‌وکار به‌طور شخصی انجام شده است (۷۸۳ پاسخ‌دهنده از جمهوری اسلواکی را پوشش می‌دهد). برای پردازش آماری نتایج، از آزمون لوین، آزمون بارتلت، آزمون کولموگروف اسمیرنوف و آزمون کای اسکوئر مستقل استفاده شده است. یافته‌های تحقیق تجارب، آگاهی و عادات خرید پایدار مصرف‌کنندگان در سطح خوبی را تأیید می‌کند، اما در نگرش نسل‌ها، جنسیت‌ها و محل زندگی تفاوت‌های قابل‌توجهی وجود دارد.

کلمات کلیدی: مسؤولیت محیط‌زیستی، بررسی پرسشنامه، جمهوری اسلواکی، پایداری، پسماندصفر، عادات خرید

مقدمه:

پیشینه تحقیق

در حال حاضر، مفهوم «پسماندصفر» به لطف تلاش‌های متعددی که برای کاهش حجم پسماندهای دورریخته‌شده انجام شده، واقعی‌تر شده است (Burlakovs et al,2018). مدیریت پسماندص‌فر مفهومی جامع از مدیریت پسماند را نشان می‌دهد. این مفهوم پسماند را به‌عنوان منبعی که در طول دوره میانی فرآیند مصرف منابع تولید می‌شود، بیان می‌کند. نمونه‌هایی از عملکرد خوب با تمرکز بر پسماندصفر، عدد بالایی را نشان نمی‌دهد که می‌توان گفت در دنیای امروز رویکردهای عملی بسیار کمی وجود دارد. پسماندهای صفر را می‌توان به‌عنوان یک سیستم بسیار پیچیده توصیف کرد که هنوز به کار زیادی نیاز دارد تا در آینده به کیفیت و ساختارهای عملکردی موردنیاز دست یابد (حمید، اسکیندر و بات، ۲۰۲۰). اولین تفکرات و تأمل‌ها در مورد پسماندصفر در دهه ۷۰ به لطف «پیشگام سبز» که تلاش‌هایش در جهت بازیافت بود ایجاد شد. تلاش‌های اولیه آن‌ها هیچ راه‌حل مشخصی برای زندگی پایدارتر به همراه نداشته است (خطاب و الحگار، ۲۰۱۶). یکی از راه‌های دستیابی به پسماندصفر، پیروی

از رویکرد گهواره به گهواره است. (الحگر، ۲۰۱۰).
رشد جمعیت، گسترش اقتصاد، توسعه سریع شهری و افزایش تقاضا، تولید پسماند جامد را به‌طور چشمگیری در سراسر جهان تسریع کرده است. یکی از رویکردهای پیشنهادی برای رفع این نگرانی‌ها، مفهوم پسماندصفر است. در حال حاضر چالش بزرگ، دگرگونی تدریجی همه فعالیت‌های پرمصرف است که درنهایت باید به پسماندصفر نزدیک‌تر شوند. (Song, li &Zeng,2015).
هدف این تحقیق، کشف سطح آگاهی محیط‌زیستی در میان مصرف‌کنندگان اسلواکی بر اساس عادات خرید آن‌ها از طریق پرسشنامه‌ای است. با ترسیم بازار فروشگاه‌های پسماندصفر، می‌توانیم امکاناتی را برای گسترش روش‌های سازگاربا محیط‌زیست تعریف کنیم. چشم‌انداز ما این است که شانس موفقیت را بر اساس نظرات مردم و رفتار پایدار فعلی آن‌ها پیش‌بینی کنیم.

۱. مروری بر تحقیقات پیشین

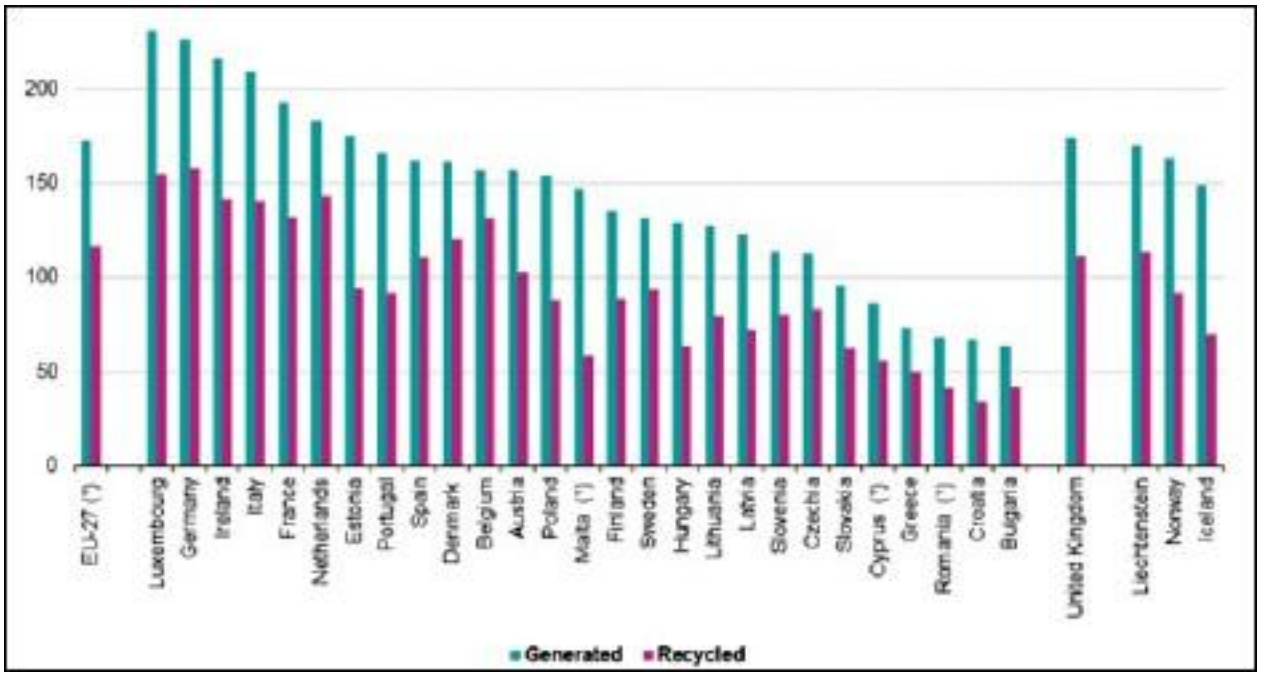
رویکردهای دوستدار محیط‌زیست به یک هدف اصلی در صنایع مختلف تبدیل شده است. شرکت‌ها اغلب بر یک یا دو جنبه تمرکز کرده‌اند، به‌عنوان مثال وزن کم بسته‌بندی در واحد محصول یا عدم استفاده از موادی که برای محیط‌زیست مضر تلقی می‌شوند. چنین درکی از مسؤولیت محیط‌زیستی کافی نیست، بلکه برعکس، عملکرد محیط‌زیستی محصولات نیاز به ارزیابی جامع‌تری در زمینه وسیع‌تر دارد. در سال‌های اخیر شاهد رویکردی جامع به پایداری محصولات و اجزای آن هستیم. (Svanes et al,2010). کمیسیون اروپا اهدافی را در زمینه مدیریت پسماند تعیین کرده است (جدول ۱). این دستورالعمل به منظور ترکیب اهداف نوآورانه و آینده‌نگر بازنگری شده است: استفاده مجدد و بازیافت ۵۵ درصد پسماندهای شهری تا سال ۲۰۲۵، - ۶۰ درصد پسماندهای شهری تا سال ۲۰۳۰ و درنهایت ۶۵ درصد تا سال ۲۰۳۵ محقق خواهد شد. در این دستورالعمل بسته‌بندی و پسماندهای بسته‌بندی معرفی و اهداف تجدیدنظر شده بیان شده است. (کمیسیون اروپا، ۲۰۱۸b).

جدول ۱. هدف‌گذاری اقلام بازیافتی که اخیراً برای انواع مختلف پسماند تنظیم شده

	تا سال ۲۰۲۵	تا سال ۲۰۳۰
تمام بسته‌بندی‌ها	٪۶۵	٪۷۰
پلاستیک	٪۵۰	٪۵۵
چوب	٪۲۵	٪۳۰
فلزات آهنی	٪۷۰	٪۸۰
آلومینیوم	٪۵۰	٪۶۰
شیشه	٪۷۰	٪۷۵
کاغذ و مقوا	٪۷۵	٪۸۵

منبع: کمیسیون اروپا، (۲۰۱۸)

بر اساس آمار گردآوری شده توسط کمیسیون اروپا برای محیط‌زیست، در سال ۲۰۱۰، شهروندان اتحادیه اروپا به‌طور متوسط ۱۹۸ کیسه پلاستیکی برای هر نفر مصرف کردند. تخمین زده می‌شود که تا ۹۰٪ از آن‌ها پس از اولین استفاده دور انداخته شده‌اند. اگر کل اتحادیه اروپا استفاده از پلاستیک را ممنوع کند، حدود ۸۹۹,۵ میلیارد یورو صرفه‌جویی خواهد شد (گارانی، ۲۰۱۸).
شکل ۱ نمای کلی آخرین آمار گزارش شده توسط کشورهای عضو اتحادیه اروپا در سال ۲۰۱۷ در مورد تولید و بازیافت بسته‌بندی به ازای هر مقیم را ارایه می‌دهد. حجم پسماندهای بسته‌بندی تولیدشده به ازای هر شخص مقیم در ۱۳ کشور اروپایی بیش از ۱۵۰ کیلوگرم بوده است. در سال ۲۰۱۷، اسلواکی با تولید ۹۵ کیلوگرم به ازای هر شخص مقیم، ششمین کشور از لحاظ کمترین میزان پسماند بسته‌بندی تولیدشده از ۲۷ کشور اتحادیه اروپا را به خود اختصاص داد. لوکزامبورگ (۲۳۰,۸ کیلوگرم/ساکن)، آلمان (۲۲۶,۶ کیلوگرم در هر شخص مقیم)، ایرلند (۲۱۶,۲ کیلوگرم / شخص مقیم) و ایتالیا (۲۰۹,۶ کیلوگرم / شخص مقیم) بیشترین میزان تولید پسماندهای بسته‌بندی را در سال ۲۰۱۷ ثبت کردند.
امروزه تنوع بسته‌بندی در طیف وسیعی از محصولات تولیدی دیده می‌شود که این اقلام نیازمند حجم بالایی از مواد اولیه می‌باشد. بخشی از آن‌ها بسته به تجزیه‌پذیری اجزاء و کارایی زنجیره بازیافت با کارایی متفاوتی استفاده و بازیافت می‌شوند (هبرلین، ۲۰۰۶). بیشترین میزان تولید پسماندهای بسته‌بندی مربوط به خانوارها می‌باشد، هم از نظر وزن و هم حجم. دلیل آن راحتی مردم، افزایش استانداردهای زندگی و افزایش تقاضا برای غذاهای آماده است. ضمناً، این شرایط ناشی از افزایش استانداردهای بهداشت موادغذایی است. علت استفاده بیش از حد بسته‌بندی، رقابت شرکت‌ها در جذب مشتریان بین‌المللی و گسترش مداوم تجارت جهانی است. که بسته‌بندی، عنصری ضروری برای آن است. . (Tallentire & Steubing,2020؛ فریرا، فیگوایردو اولیویرا، ۲۰۱۷). هرچه تولید بیشتر شود انواع بسته‌بندی نیز بیشتر شده که این مساله مشکل‌ساز است. در برخی مناطق، بسته‌بندی مزایای خود را دارد، به عنوان مثال در ارتباط با قوانین بهداشتی و غیره . با این حال، در بیشتر موارد، استفاده از آن‌ها با بازاریابی به عنوان «فروش بسته‌بندی» مرتبط است. جنبه محیط‌زیستی به طور استثنایی درنظر گرفته شده است و آگاهی در جامعه باید تغییر کند. همه باید از خودشان شروع کنند و مردم به عنوان مصرف کننده، باید به این فکر کنند که چگونه به توسعه کمک کنند (Svanes et al,2010). در هنگام خرید، مصرف‌کننده در مورد ماهیت و مقدار پسماند تولیدشده تصمیم می‌گیرد که آیا پسماند می‌تواند بازیافت شود یا باید دفع شود (پادو، ۲۰۱۱). اگر هر مصرف‌کننده‌ای عمدتاً محصولات بدون بسته‌بندی را خریداری کند، می‌تواند در کاهش پسماند بسته‌بندی کمک کند، (چرماک، ۲۰۱۸).



(۱) ارزیابی: ایتالیا، قبرس، مالت، رومانی (داده‌های ۲۰۱۶)

شکل ۱. حجم پسماندهای بسته‌بندی تولیدشده و بازیافت شده به ازای هر شخص مقیم، ۲۰۱۷

منبع: یورواستات

ارتباطات در مورد مسائل محیط‌زیستی چه نقشی دارند و چگونه دانشمندان، رسانه‌ها و سایر ذینفعان می‌توانند به نتایج بهتری در ارتباطات با هدف پرکردن شکاف بین درجه بالای آگاهی عمومی و درجه علاقه پایین‌دست یابند (An-gelo,2011) موضوع محیط‌زیست مبحثی است که به‌طور فزاینده‌ای موردبحث قرار می‌گیرد و به همین دلیل است که رسانه‌ها نقش مهمی در به اشتراک‌گذاری پیام‌ها و راه‌حل‌های معنادار ایفا می‌کنند. (Sharma & Narula, Rai,2018) سبک زندگی محیط‌زیستی یا پسماندصفر در حال تبدیل شدن به یک روند مدرن است. به‌ویژه جوانان متعلق به نسل Z به اندازه کافی آگاه هستند و سعی می‌کنند با اقدامات کوچک، حتی بدون تغییرات اساسی در سبک زندگی معمول، به یک محیط پاک‌تر کمک کنند. یکی از راه‌حل‌های مشکلات محیط‌زیستی موجود بهبود و نوآوری فناوری‌های دوستدار محیط‌زیست است. هدف مقامات محلی جهت حفظ محیط‌زیست بکارگیری ابتکاراتی است که رویکردهای زیر را مدنظر داشته باشد. این رویکردها شامل تولید کمترین پسماند، استفاده از مواد خام تا آخرین قطعه، استفاده کمتر از وسایل ممکن، اجتناب از بکارگیری پلاستیک و کاهش ردپای زیست‌محیطی است (راجر، ۲۰۱۹).

۲. رویکرد روش‌شناختی

در این مقاله، نمونه‌ها و مکان‌های فروشگاه‌های تخصصی کوچک یا فروشگاه‌های زنجیره‌ای خرده‌فروشی با محصولات بدون بسته‌بندی و محصولات منتخب[1] ارایه شده است. این تحقیق در نظر دارد تعیین کند مفهوم پسماندصفر تا چه اندازه یک «مد زودگذر» امروزی است؟ و تمایل مصرف‌کنندگان به سبک زندگی دوستدار محیط‌زیست چگونه است؟ ضمنا در نظر دارد میزان احتمال تغییر در عادات خرید مردم را نیز پیش‌بینی نماید.

به منظور دستیابی به اهداف تدوین شده، اطلاعات از منابع مختلف جمع‌آوری و به کار گرفته شد. و به منظور پردازش داده‌های اولیه و با نتیجه‌گیری از مطالعات، روش‌های توضیحی به کار گرفته شد. تحقیقات بازاریابی در بازه زمانی سپتامبر ۲۰۱۹ تا فوریه ۲۰۲۰ انجام شد.

داده‌های پرسشنامه با استفاده از جداول احتمال در Ex- MS cel جمع‌آوری و پس از تجزیه‌وتحلیل، ارایه گردید. پردازش داده‌های آماری از طریق XLStat انجام شد. از آزمون کولموگروف اسمیرنوف، آزمون لوین، آزمون بارتلت و آزمون کای اسکوئر مستقل استفاده کردیم. برای اهداف علمی مطالعه خود، مفروضات زیر را تنظیم کردیم:

- فرض ۱: وابستگی بین دفعات خرید و نسل‌های سنی خاص وجود دارد.
- فرض ۲: بین نظرات در مورد موفقیت فروشگاه‌های پسماندصفر و محل سکونت وابستگی وجود دارد.
- فرض ۳: ترجیحات خاصی برای یک کیسه خرید خاص

1.draft

وجود دارد و این ترجیحات بر اساس جنسیت متفاوت است.

ما از یک برنامه مدیریت نظرسنجی (Google Forms) برای پردازش پرسشنامه استفاده کردیم که در آن پاسخ‌دهندگان در محیط آنلاین با استفاده از شبکه‌های اجتماعی و ایمیل‌ها پاسخ دادند. تعداد خاصی از پرسشنامه‌ها به‌صورت چاپی تکمیل و با استفاده از سامانه پستی ارسال شد. تعداد نهایی پاسخ‌دهندگان از جمهوری اسلواکی ۷۸۳ نفر بود، همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود که در آن ویژگی‌های اجتماعی جمعیت شناختی پاسخ‌دهندگان فهرست شده است.

تحقیقات ما فقط شامل افراد دو نسل سنی، به‌ویژه نسل X (افراد متولد شده در سال‌های ۱۹۶۵-۱۹۸۰ است) و نسل Y (افراد متولد ۱۹۸۱-۱۹۹۶) است. ما این گروه‌ها را عمدتاً به این دلیل انتخاب کردیم که بزرگ‌ترین قدرت خرید مردم را نشان می‌دهند.

جدول ۲. ویژگی‌های جمعیت شناختی پاسخ‌دهندگان

	دسته‌بندی‌ها	فراوانی مطلق	فراوانی نسبی
جنسیت	زن	۴۱۵	٪۵۳,۰
	مرد	۳۶۸	٪۴۷,۰
گروه سنی	نسل X	۳۲۹	٪۴۲,۰
	نسل Y	۴۵۴	٪۵۸,۰
اقامتگاه	شهر	۴۶۲	٪۵۹,۰
	حومه شهر	۳۲۱	٪۴۱,۰
فعالیت اقتصادی	به کار گرفته شده	۴۲۹	٪۵۴,۸
	بیکار	۱۶	٪۲,۰
	دانشجو	۲۶۷	٪۳۴,۱
	مرخصی زایمان	۷۱	٪۹,۱

منبع: پردازش خود

۳. انجام تحقیقات و نتایج

تحقیقات ما بر ویژگی‌های و وضعیت فعلی فروشگاه‌های بدون پسماند در اسلواکی متمرکز است، زیرا تعداد آن‌ها هر سال افزایش می‌یابد. اگرچه بازار اسلواکی چندان بزرگ نیست، بسیاری از مصرف‌کنندگان به دلیل چالش‌های اجتماعی و مسؤولیت فردی، نحوه خرید و مصرف محصولات را به‌ویژه در مورد بسته‌بندی محصولات تغییر داده‌اند. مصرف‌کنندگان به‌طور فزاینده‌ای از مسؤولیت خود در قبال تأثیراتی که بر محیط‌زیست می‌گذارند آگاه می‌شوند و بنابراین می‌خواهند با خرید هوشمند و سازگار با محیط‌زیست، آلودگی محیط‌زیست را کاهش داده و تولید پسماند را کاهش دهند.

مفهوم اصلی مورد بحث موضوع جدیدی نیست. اولین فروشگاه پسماندصفر، Unpackaged (در اسلواکی Bezoba-lovo)، در سال ۲۰۰۷ در لندن تأسیس شد. امروزه بیش از ۱۶۰ فروشگاه بدون بسته‌بندی در سراسر جهان وجود دارند. اکثر آن‌ها در اروپا واقع شده‌اند، اما بازارهایی نیز در کانادا، کره جنوبی، تایوان و ایالات‌متحده وجود دارند. این مفهوم نسبتاً خرده‌فروشی، تعداد آن‌ها را در سراسر جهان افزایش می‌دهد. ۲۷ فروشگاه پسماند صفرجدید در سال ۲۰۱۵ افتتاح شد (گارانی، ۲۰۱۸). فروشگاه‌های پسماندصفر در سراسر جهان به‌طور فزاینده‌ای محبوب می‌شوند و اسلواکی نیز از این قاعده مستثنی نیست.

۳,۱. بازار پسماندصفر در اسلواکی - وضعیت فعلی

در چهار سال گذشته، فروشگاه‌های بدون بسته‌بندی در میان مفاهیم جدید در بازار اسلواکی قرار گرفته‌اند که اکنون در سراسر کشور وجود دارند و در شهرهای مختلف فعالیت می‌کنند. اکثر آن‌ها در شهرهای بزرگ‌تر و شهرهایی با استانداردهای زندگی بالاتر واقع شده‌اند. تعداد آن‌ها از نظر تقاضای فعلی کافی است، زیرا آگاهی محیط‌زیستی مصرف‌کنندگان با سرعت کمتری در حال رشد است. از طریق آگاهی تدریجی، بازاریابی خوب و آموزش مصرف‌کننده، انتظار می‌رود که تقاضا برای چنین نوع فروش، رشد کند و به مصرف‌کنندگان بیشتری برسد. وضعیت مکان و تعداد فروشگاه‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است.

Bezobalovo به‌عنوان اولین فروشگاه بدون پسماند و مفهوم سلف‌سرویس در براتیسلاوا در سال ۲۰۱۷ افتتاح شد. Bezobalovo مانند بقیه فروشگاه‌ها فضایی مناسب برای تولیدکنندگان محلی جهت ارایه و فروش محصولاتشان فراهم می‌کند. این موضوع همچنین برای آن دسته از مصرف‌کنندگان که به دنبال مواد غذایی سنتی و به‌ویژه با کیفیت بالا که به‌عنوان یک رژیم غذایی متداول برای اجداد ما به کار برده می‌شد مناسب است. این محصولات عمدتاً از تولیدکنندگان کوچک با استفاده از روش‌های تولید سنتی تهیه می‌شوند. اصل خرید در این واقعیت نهفته است که مشتریان از خانه کیسه‌های پارچه‌ای قابل استفاده مجدد یا بطری‌های شیشه‌ای قابل حمل کالا همراه می‌آورند. اگر مصرف‌کنندگان ظروف خود را همراه نداشته باشند، می‌توانند ظروف قابل استفاده مجدد، کیسه‌های کاغذی و کیسه‌های سازگاربا محیط‌زیست و قابل بازیافت را مستقیماً در مغازه خریداری کنند.

از آنجایی که این روند پسماندصفر به‌طور فزاینده‌ای برای مصرف‌کنندگان محبوب و جذاب شده است، تولیدکنندگان و تأمین‌کنندگان دائماً در تلاش هستند تا محدوده محصولات خود را با بسیاری از محصولاتی که می‌توانند بدون بسته‌بندی حمل شوند، گسترش دهند. فروشگاه‌های بدون بسته‌بندی ارتقاء می‌یابند و از یک شکل مسؤولانه خرید حمایت کنند،

شکل ۲: محل خواربارفروشی‌های بدون پسماند
منبع: اقتباس از (ECO HERO,2019)

زیرا مصرف‌کنندگان فقط آنچه را که واقعاً نیاز دارند خریداری می‌کنند و محصولات غذایی و محصولات آرایشی و بهداشتی را هدر نمی‌دهند. این رویکرد فرصتی را برای خرید به روشی پایدار برای کسانی که می‌خواهند به سلامت سیاره ما کمک کنند، فراهم می‌کند.

علاوه بر مواد غذایی بدون پسماند، فروشگاه‌های کوچک ترکیبی یا تخصصی نیز وجود دارد که مصرف‌کنندگان می‌توانند محصولات منتخب داروخانه مانند شامپوها ژل‌های دوش، صابون‌ها، پودرهای لباسشویی، ژل‌های شستشو و بسیاری دیگر را خریداری کنند. در بخش آرایشی و بهداشتی، اغلب برندهای تولیدی در کشور اسلواکی که می‌توانند محصولات را بدون بسته‌بندی، در بسته‌بندی قابل بازیافت و قابل حمل تحویل دهند، یافت می‌شود. برس‌های بامبو و محصولات خانگی ارگانیک نیز محبوب شده‌اند و مصرف‌کنندگان می‌توانند آن‌ها را به‌صورت آنلاین از طریق

شکل ۳. Bezobalovo، اولین فروشگاه بدون پسماند در اسلواکی منبع: اقتباس از (Bezobalovo,2020)

فروشگاه‌های الکترونیکی خریداری کنند(Vaitkevičius et al,2019; Naumova et al,2019).

در حالی که شکل ۲ فروشگاه‌هایی با پیشنهاد عرضه غالب مواد غذایی را نشان می‌دهد، شکل ۴ داروخانه‌های بدونِ پسماند یا داروخانه‌های زنجیره‌ای را نشان می‌دهد که عمدتاً محصولات منتخب را ارایه می‌دهند (به جز dm drogeriemarkt). حامیان طرح‌های پسماند از مکان‌های جدید عرضه محصولات مجدد محیط‌زیستی برای مواد شوینده و پاک‌کننده‌ها استقبال می‌کنند.

از می ۲۰۱۹، فروشگاه‌های زنجیره‌ای آلمانی dm drogerie-markt با تبدیل شعبه‌های خود به دراگ‌استورهای منتخب در ۱۰ شهر اسلواکی شروع به کار کرده است. با طراحی مجدد این دراگ‌استورها به دراگ‌استورهای منتخب، این شرکت همچنین قصد دارد پسماند پلاستیکی را در مقایسه با دراگ‌استورهایی که محصولات را به صورت بسته‌بندی می‌فروشند، ۱۲ تا ۲۰ درصد کاهش دهد.

علاوه بر این، تمام واحدهای فوق‌الذکر گزیده‌ای از مجموعه‌های سازگار با محیط‌زیست و محلی را ارایه می‌دهند که فرصتی عالی برای حمایت از اقتصاد منطقه را ایجاد می‌کند. مشتریانی که تصمیم می‌گیرند از مفهوم پسماندصفر حمایت کنند، نه تنها فروشگاه را با دسته‌ای از محصولات پایدار جدید ترک می‌کنند، بلکه این اقدام با احساس خوبی از مشارکت مثبت در محیط‌زیست و سیاره زمین همراه خواهد بود.

۳،۲. نتایج پژوهش نویسندگان

تحقیقات بازاریابی، به‌عنوان بخشی از مطالعه ما، با توجه به شناسایی سطح آگاهی محیط‌زیستی مصرف‌کنندگان اسلواکی و همچنین برای یافتن تجربیات مصرف‌کنندگان با فروشگاه‌های پسماندصفر انجام شد. در ابتدا لازم بود مفهوم پسماندصفر برای پرکردن صحیح گزینه‌های پرسشنامه توضیح

علائم و اختصارات:					
دراگ‌استورهای منتخب		DELIZIA – دراگ‌استورهای منتخب زنجیره‌ای خرده‌فروشی		Ecoterra- دراگ‌استورهای محیط‌زیستی زنجیره‌ای خرده‌فروشی	

شکل ۴. محل داروخانه‌های منتخب

منبع: اقتباس از (Nula odpadu,2020)

داده شود.

در بخش مقدماتی نظرسنجی، از مصاحبه‌شوندگان پرسیده شد که آیا تا به حال از یک فروشگاه پسماندصفر خرید کرده‌اند یا خیر (شکل ۵). اگر فراوانی خرید را از دیدگاه نسل‌های مصرف‌کننده خاص ارزیابی کنیم، امکان تعیین اولویت آشکار و تشخیص نگرش‌های مختلف بین نسل‌ها وجود خواهد داشت. ما متوجه شدیم که بیش از نیمی از پاسخ‌دهندگان از نسل X (۵۴٪) هرگز از این نوع فروشگاه بازدید نکرده‌اند، اما آن‌ها قصد دارند در آینده نزدیک خرید کنند. دومین گروه بزرگ از این پاسخ‌دهندگان نیز ادعا کردند که هرگز از مغازه‌های بدون بسته‌بندی خرید نکرده‌اند و حتی برنامه‌ریزی هم نکرده‌اند. فقط ۱۰ درصد از آن‌ها اغلب به خرید از فروشگاه‌های پسماندصفر عادت دارند. سؤال این است که آیا پاسخ‌دهندگانی که قبلاً از این مغازه‌ها خرید کرده‌اند، مجدداً باز خواهند گشت (۷ درصد). وقتی پاسخ‌ها را با نسل Y مقایسه می‌کنیم، بدیهی است که گروه هدف فروشگاه‌های بدون پسماند، افراد نسل Y هستند. یک یافته مثبت این است که ۳۹ درصد از پاسخ‌دهندگان از این نسل اغلب خرید خود را از فروشگاه‌های پسماندصفر انجام می‌دهند؛ و حتی ۲۲٪ از پاسخ‌دهندگان یک تجربه خرید دارند زیرا قبلاً در یک فروشگاه پسماندصفر خرید کرده‌اند. تنها ۶ درصد از پاسخ‌دهندگان قصد خرید و زندگی در روش بدون پسماند را ندارند.

در رابطه با ارزیابی سؤال مذکور، قصد داشتیم مشخص کنیم که آیا دفعات خرید برای نسل‌های سنی خاص متفاوت است (فرض ۱). در ادامه، این فرضیه‌ها را ایجاد کردیم:

H۰: بین دفعات خرید و نسل‌های سنی خاص وابستگی وجود ندارد.

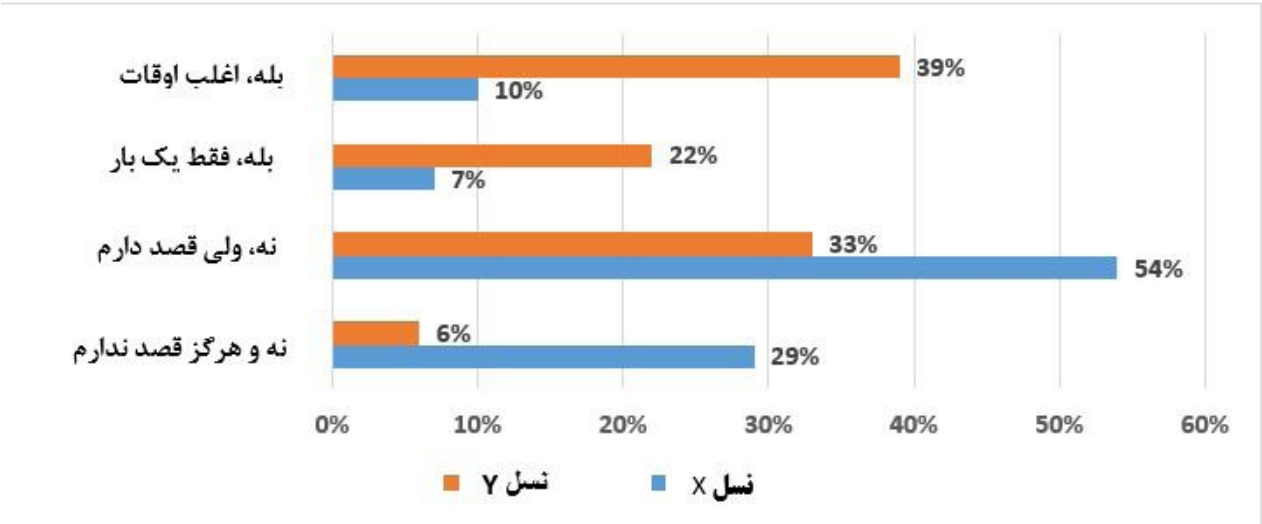
H۱: بین دفعات خرید و نسل‌های سنی خاص وابستگی وجود دارد.

تجزیه‌وتحلیل آماری وابستگی با استفاده از آزمون لوین (جدول ۳) و آزمون بارتلت (جدول ۴) انجام شد و ارتباط و عینیت نتایج به دست آمده را ارایه کرد.

جدول ۳. آزمون لوین

تست لوین / آزمون دو توالی	
F (مقدار مشاهده شده)	۶,۱۶۰
F(مقدار بحرانی)	۳,۴۹۰
DF۱	۳
DF۲	۱۲
مقدار-p (یک توالی)	۰,۰۰۹
آلفا ۰,۰۵	۰,۰۵

منبع: خود پردازش، XLStat



شکل ۵. فراوانی خرید در فروشگاه‌های پسماندصفر
منبع: خود پردازش

جدول ۴. آزمون بارتلت

تست بارتلت	
Chi-square (مقدار مشاهده شده)	۵۵,۴۹۸
Chi-square (مقدار بحرانی)	۷,۸۱۵
DF	۳
مقدار-p (یک توالی)	۰,۰۰۰۱<
آلفا	۰,۰۵

منبع: پردازش خود، XLStat

بر اساس نتایج نشان داده شده در جدول ۳ و جدول ۴، اعلام شده که فرضیه صفر باید رد شود (p-value کمتر از سطح آلفا = ۰,۰۵ است)، این نشان‌دهنده وابستگی معنی‌دار آماری بین دفعات خرید و سن خاص نسل‌ها است. در عین حال، می‌توان گفت که اکثر تجربیات خرید بدون بسته‌بندی و همچنین چشم‌اندازهای مثبت آینده، نشان داد گروهی از پاسخ‌دهندگان، متعلق به نسل Y هستند. ما می‌توانیم استنباط کنیم که فرض ۱ ذکر شده در بالا مبنی بر وابستگی بین دفعات خرید و نسل‌های سنی خاص تأیید شده است.

سؤال بعد نظرات پاسخ‌دهندگان در مورد موفقیت فعلی و آینده فروشگاه‌های پسماندصفر در اسلواکی هدف‌گذاری شد. ما می‌خواستیم تفاوت نظرات مردمی که در شهرها و حومه‌شهرها زندگی می‌کنند را دریابیم، زیرا چنین کسب‌وکاری فقط در شهرها وجود دارد. برای تفسیر بهتر، ما یک تجسم گرافیکی از داده‌های نظرسنجی به دست آمده را ارایه می‌دهیم (شکل ۶). از مجموع پاسخ‌های فردی، بهترین رتبه با پاسخ «آن در جهان، مدرن و به روز است» (۲۹ درصد) به دست آمد، در ادامه «آن محیط‌زیستی است» (۲۸٪) آمده است. با توجه به نمودار میله‌ای، می‌توان گفت که بسیاری از مردم به موفقیت مفهوم پسماندصفر اعتقاد دارند، تنها به این دلیل که مدرن است تا اینکه برای محیط‌زیست و سیاره ما مفید باشد.

هنگام مقایسه نظرات ارایه شده می‌توان تفاوت‌های خاصی را پیدا کرد. بر اساس داده‌ها، تا ۳۱/۴ درصد از مصاحبه‌شوندگان شهری به موفقیت به دلیل محیط‌زیستی بودن آن معتقدند، در حالی که تنها ۲۳/۴ درصد از مصاحبه‌شوندگان روستایی این گزینه را نشان دادند. چیزی که می‌توان مثبت توصیف کرد این است که تنها ۱۵/۳ درصد از پاسخ‌دهندگان روستایی و ۱۷/۵ درصد از پاسخ‌دهندگان شهری فکر می‌کنند که مردم علاقه‌ای به این نوع خرید ندارند و بنابراین به توسعه آینده چنین فروشگاه‌هایی در اسلواکی اعتقاد ندارند. با توجه به این حقیقت که این مفهوم در اسلواکی نسبتاً جدید است، بخش زیادی از پاسخ‌دهندگان نتوانستند به وضوح در مورد این موضوع نظر خود را بیان کنند.

با توجه به داده‌های به‌دست‌آمده از این پرسش و پاسخ‌های ارائه‌شده توسط مصاحبه‌شوندگان، فرض ۲، که در آن وابستگی بین نظرات در مورد موفقیت فروشگاه‌های پسماندصفر و محل سکونت در نظر می‌گیریم، از نظر آماری مورد آزمایش قرار گرفت.

H۰: محل زندگی و نظرات در مورد موفقیت مستقل است.

H۱: محل زندگی و نظرات در مورد موفقیت مستقل نیستند.

برای تعیین اینکه آیا رابطه‌ای بین دو متغیر طبقه‌بندی وجود دارد یا خیر از آزمون کای دو Chi-Square استفاده کردیم

(جدول ۵). فرضیه صفر باید رد شود زیرا p-value (۰,۰۳۵) کمتر از سطح آلفا (۰,۰۵) است. با توجه به این نتایج، استنباط می‌کنیم که بین محل سکونت و نظرات در مورد موفقیت رابطه وجود دارد.

جدول ۵. نتایج آزمون تست مستقل کای اسکوئر

تست x۲	
کای اسکوئر) مقدار مشاهده شده)	۸,۶۰۲
کای اسکوئر (مقدار بحرانی)	۷۰۸۱۶
DF	۳
مقدار-p (یک توالی)	۰,۰۳۵
آلفا	۰,۰۵

منبع: پردازش خود

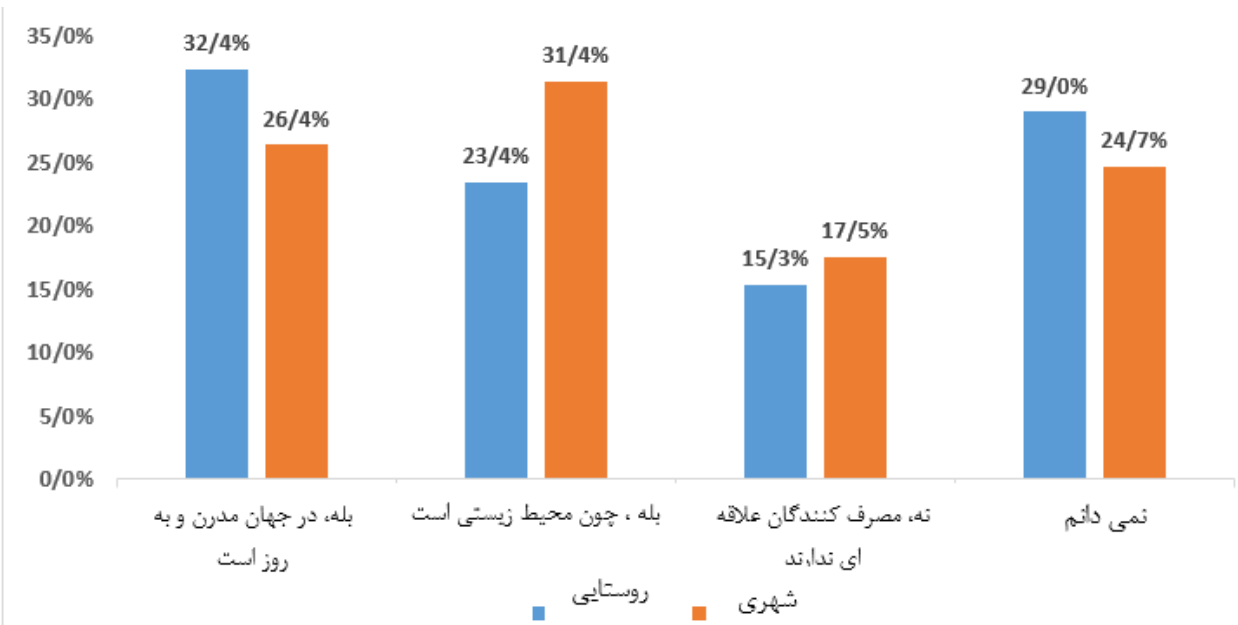
در سؤال بعدی، مصاحبه‌شوندگان این امکان را داشتند که هنگام خرید محصولات خود، انتخاب کیسه خرید را ترجیح دادند (شکل ۷). ما می‌خواستیم بدانیم که آیا پاسخ‌دهندگان به جنبه‌های زیست‌محیطی اهمیت می‌دهند و اینکه از کیسه‌های پلاستیکی به‌صورت غیرضروری استفاده نمی‌کنند، زیرا چنین طرح‌هایی توسط خود خرده‌فروشان نیز تبلیغ می‌شوند. ما همچنین می‌خواستیم تفاوت‌های آگاهی محیط‌زیستی بین زنان و مردان را مشاهده کنیم. همچنین نتیجه می‌تواند اطلاعات جالبی را برای خرده‌فروشان به ارمغان بیاورد، زیرا آن‌ها می‌توانند سیگنال واضحی از نوع کیسه‌هایی که در بازار عرضه می‌شوند، دریافت کنند.

جذاب‌ترین کیسه خرید با بیشترین درصد سهم، کیف پارچه‌ای است که ۳۶۶ پاسخ دهنده (۴۶,۷ درصد) آن را ترجیح می‌دهند. این نوع کیف بیشتر توسط خانم‌ها ترجیح داده می‌شود زیرا ۶۸٪ از آن‌ها این گزینه را نشان می‌دهند. تشخیص واضح ترتیب محبوبیت کیسه‌ها در بین مردان بسیار پیچیده است، زیرا تا ۳۳٪ از هیچ کیسه‌ای استفاده نمی‌کنند یا به‌طور ساده‌ای برای آن‌ها مهم نیست که از چه کیسه‌ای استفاده کنند. درصد تفاوت‌ها در پاسخ‌ها برای انواع دیگر کیسه‌ها ناچیز است زیرا کیسه پارچه‌ای توسط ۲۲ درصد پاسخ‌دهندگان مرد، کیسه کاغذی (۱۷ درصد) و پلاستیک (۲۷ درصد) مشخص شده است. اگر ترجیحات را از موضع زنان ارزیابی کنیم، می‌توان ترجیح آشکاری را تعیین کرد و تفاوت‌های بین زن و مرد را تشخیص داد. دومین کیسه خرید ترجیحی برای زنان، کیسه‌های پلاستیکی (۱۲٪) و پس از آن کیسه‌های کاغذی (۱۰٪) است. کیسه توری توسط ۵ درصد از زنان و ۲ درصد از مردان مشخص شده است.

در انتها، ما فرض ۳ را ارزیابی کردیم که نشان‌دهنده ترجیحات خاص برای یک کیسه خرید خاص است. ما فرض کردیم که این ترجیحات بر اساس جنسیت متفاوت است، بنابراین آزمایش آماری انجام شد.

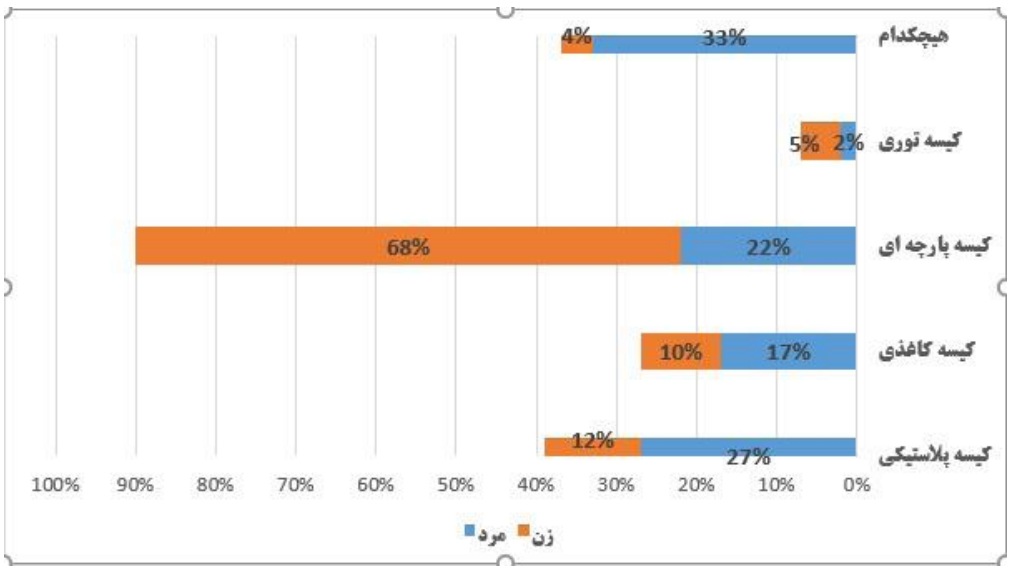
H۰: ترجیحاتی برای یک کیسه خرید خاص بر اساس جنسیت وجود ندارد.

H۱: ترجیحاتی برای یک کیسه خرید خاص بر اساس جنسیت وجود دارد.



شکل ۶. نظرات پاسخ‌دهندگان در مورد موفقیت فروشگاه‌های بدون پسماند در اسلواکی

منبع: پردازش خود



شکل ۷. ترجیح کیسه خرید
منبع: پردازش خود

برای ارزیابی از آزمون غیرپارامتریک کولموگروف- اسمیرنوف استفاده کردیم. اگر نیاز به مقایسه بین توزیع نمونه مشاهده شده و توزیع نظری داشته باشیم، این آزمون برای استفاده مناسب است. یافته‌ها در جدول ۶ نشان داده شده است. براساس مقدار محاسبه شده که بالاتر از مقدار بحرانی است (۰,۱۱۵-۰,۲۰۵)، فرضیه جایگزین را پذیرفتیم و متعاقباً تأیید کردیم که ترجیحاتی برای یک کیسه خرید خاص براساس جنسیت وجود دارد.

جدول ۶. نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف

آزمون کولموگروف- اسمیرنوف	
D-stat	۰,۰۲۵
D-crit	۰,۱۱۵
D-stat > D-crit نتیجه در p <۰,۰۵ معنی‌دار است	

منبع: پردازش خود

در آخرین سؤال ارایه شده، از پاسخ‌دهندگان خواسته شد تا نظر خود را در مورد این سؤال بیان کنند که « آیا به نظر شما برای برخی از محصولات بسته‌بندی مواد بیش از حد استفاده می‌شوند؟» شکل ۸ نشان می‌دهد که اکثر مصاحبه‌شوندگان (۵۶,۳٪) موافق هستند که شرکت‌ها از مواد بیش از حد برای بسته‌بندی استفاده می‌کنند، چیزی که می‌تواند برای محیط‌زیست مضر باشد، ۱۹,۴٪ از پاسخ‌دهندگان موضع خنثی داشتند زیرا هرگز در مورد آن فکر نکرده بودند. برای ۲۵,۳ درصد از پاسخ‌دهندگان، میزان مواد بسته‌بندی کاربردی و مفید است.

نتیجه

سبک نوآورانه بسته‌بندی، زندگی مردم را از جهات مختلف ساده کرده است: ماندگاری طولانی‌تر برای محصولات، تهیه غذا، نگهداری موادغذایی، داروها، غذاهای منجمد، موادغذایی فرآوری شده، غذاهای آماده. این نوع راحتی، بهای محیط‌زیستی بسیار بالایی را طلب کرده است.

در این مقاله، چالش‌های پسماند جامد (غذا و زباله‌های بسته‌بندی)، نمونه‌هایی از رویکردهای عملی خوب در رابطه با مفهوم پسماندصفر موردبحث قرار گرفت تا چالش‌ها و فرصت‌های اصلاح مدیریت پسماند متعارف به سمت مفهوم پسماندصفر در شرایط بازار اسلواکی بررسی شود. یکی از راه‌حل‌های پیچیده بدون هزینه‌های گران، فلسفه پسماندصفر است. این روشی است که چگونه می‌توان افزایش ضایعات بسته‌بندی را در بین مصرف‌کنندگان به حداقل رساند. با هدف به حداقل رساندن ضایعات بسته‌بندی، باید تلاش‌های بیشتری در سال‌های آینده انجام شود. پسماندصفر را می‌توان به‌عنوان یک زندگی بدون زباله درک کرد، اما اساساً اصطلاحی کوتاه شده برای مسیر کاهش زباله یا مسیر کاهش ردپای کربن آن است. این مفهوم الهام‌بخش مردم در سراسر جهان است که دوستدار محیط‌زیست می‌باشند. این یک روند است، این یک سبک زندگی مدرن است.

مقاله ارایه شده بر وضعیت واقعی فروشگاه‌های بدون پسماند در اسلواکی متمرکز بود و سطح آگاهی محیط‌زیستی مصرف‌کنندگان اسلواکی را با توجه به عادات خرید آن‌ها شناسایی کرد. با توجه به نتایج ما، آگاهی از محیط‌زیست مصرف‌کنندگان اسلواکی قوی‌تر می‌شود. آن‌ها به‌طور فزاینده‌ای از تأثیر قوی خود بر محیط‌زیست آگاه می‌شوند و با

شکل ۸. نظر در مورد مقدار مواد مورد استفاده در بسته‌بندی
منبع: پردازش خود

خرید هوشمند سازگار با محیط‌زیست، پسماندهای بسته‌بندی را کاهش می‌دهند. روند استفاده از بسته‌بندی پایدار در حال افزایش است و پیش‌بینی‌ها حاکی از افزایش مداوم در آینده است. طبق آمار اروپا، اسلواکی همان‌طور که در مقدمه ذکر شد در این زمینه به نتایج بسیار مثبتی دست می‌یابد.

رویکردهای تغییر رفتار در مورد مسائل محیط‌زیستی باید توسط ابتکارات دولت مرکزی و محلی مدیریت شود. همه باید به دقت فکر کنند که چگونه می‌توانند مصرف بسته‌بندی را در زندگی روزمره کاهش دهند و به پایداری کلی در جهان کمک کنند. مطالعات آتی همچنین باید بر نمونه‌هایی از عملکرد خوب تمرکز کند تا راهنمای مناسبی برای کشورهایی باشد که مفاهیم مدیریت پسماند پایدار به اندازه کافی در آن‌ها توسعه‌نیافته‌اند. وزارت محیط‌زیست باید نقش کنترلی ایفا کند و به‌ویژه در روشنگری و ترویج بازاریابی بدون بسته‌بندی مشارکت داشته باشد.

تشکر و قدردانی:
بدین‌وسیله مراتب تشکر و قدردانی از سرکار خانم سپیده استاد حسن به عمل می‌آید.

منابع:

- Angelou ,K .M2011) .). The role of new media on environmental issues. Journal of environmental protection and ecology, 12(1), 199-204.
- Bezobalovo. (2020). Bezobalovo, the first zero-waste store in Slovakia [Photograph]. Retrieved from https://www.instagram.com/p/B0BQcs9o3uF/
- Burlakovs, J., Jani, Y., Kriipsalu, M., Vincevica-Gaile, Z., Kaczala, F., Celma, G., … Klavins, M. (2018). On the way to 'zero waste' management: Recovery potential of elements, including rare earth elements, from fine fraction of waste. Journal of Cleaner Production, 186(1), 81-90. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.102
- Čermák, O. (2018). Spotrebiteľské obaly a životné prostredie. Odpady: Minimalizácia, zhodnocovanie a zneškodňovanie, 18(4), 5-11.
- Eco Hero. (2019). Všetky bezobalové obchody na Slovensku: Nakupuj zerowaste. Retrieved from https://eco-hero.sk/bezobalove-obchody-na-slovensku/
- El Haggar, S. (2010). Sustainable industrial design and waste management: Cradle-to-cradle for sustainable development. San Diego, CA: Elsevier Academic Press.
- European Commission. (2018a, April 18). New waste rules will make EU global front-runner in waste management and recycling. Retrieved from https://ec.europa.eu/info/news/new-waste-rules-will-make-eu-global-front-runnerwaste-management-and-recycling-2018-apr-18_en
- European Commission. (2018b, September 24). Commission reviews implementation of EU waste rules, proposes actions to help 14 Member States meet recycling targets .Retrieved from https://ec.europa.eu/info/news/commission-reviews-implementation-eu

Hershey, PA: IGI Global. Naumova, O., Bilan, S., Naumova, M. (2019). Luxury consumers' behavior: a cross-cultural aspect. Innovative Marketing, 15(4), 1-13. doi:10.21511/im.15(4).2019.01

- Nula odpadu. (2020). Obchody, kde môžete nakupovať bez obalov. Retrieved from http://www.nulaodpadu.sk/mapa-bezobalovych-obchodov Pado, R. (2011, July 4). Obaly a životné prostredie. Retrieved from https://pado.blog.sme.sk/c/266713/Obaly-a-zivotne-prostredie.html
- Roger, P. (2019, November 8). How social media helps increasing environmental awareness? Retrieved from https://medium.com/@percevalroger_16306/how-social-media-helpsincreasing-environmental-awareness-22daa21cbf8d
- Song, Q., Li, J., & Zeng, X. (2015). Minimizing the increasing solid waste through zero waste strategy. Journal of Cleaner Production, 104(1), 199-210. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.027
- Svanes, E., Vold, M., Møller, H., Pettersen, M. K., Larsen, H., & Hanssen, O. J. (2010). Sustainable packaging design: A holistic methodology for packaging design. Packaging Technology and Science, 23(1), 161-175. https://doi.org/10.1002/pts.887
- Tallentire, C.W., & Steubing, B. (2020). The environmental benefits of improving packaging waste collection in Europe. Waste Management, 103(1), 426-436. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.12.045
- Vaitkevičius, S., Mažeikienė, E., Bilan, S., Navickas, V., & Savanevičienė, A. (2019). Economic demand formation motives in online-shopping. Inžinerinė ekonomika, 631640.
- waste-rules-proposes-actions-help-14-member-states-meet-recycling-targets-2018-sep24_en Eurostat (2020). Packaging waste statistics. Retrieved from https://ec.europa.eu/
- eurostat/statisticsexplained/index.php/Packaging_waste_statistics#Waste_generation_by_packaging_material
- Ferreira J. A., Figueiredo M. C., & Oliveira J. A. (2017, July 7) Household Packaging Waste Management. Paper presented at the 17th International Conference on Computational Science and Its Applications. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62392-4
- Guarany, J. (2018). The Sustainable Market: How zero-waste shops work. Retrieved from https://believe.earth/en/the-sustainable-market-how-zero-waste-shops-work/.
- Hamid, S., Skinder, B. M., & Bhat, M. A. (2020). Zero Waste: A Sustainable Approach for Waste Management. In R. A. Bhat, H. Qadri, K. A. Wani, G. H. Dar, & M. A. Mehmood (Eds.), Innovative Waste Management Technologies for Sustainable Development (pp. 134-155). http://doi:10.4018/978-1-7998-0031-6.ch008
- Heberlein, C. (2006). Vital Waste Graphics 2. Retrieved from https://cld.bz/w3kMFyo/3#3 Khattab, M., & El-Haggar, S. (2016). Beyond zero waste concept: A revolution for sustainable community. International Journal of Sustainable Water & Environmental Systems, 8(1), 13-19. http://doi:10.5383/swes.8.01.004
- Narula, S., Rai, S., & Sharma, A. (2018). Environmental Awareness and the Role of Social Media.

سنجش کارآیی مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران در حوزه پسماند با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها

چکیده

علی جعفری شهرستانی[1]
(نویسنده مسئول)
دانشجوی دکترای توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران

غزاله عبادتی
کارشناسی ارشد، مدیریت سیستم‌های اطلاعاتی، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه شیراز، شیراز

سمانه موقر حور
کارشناسی ارشد، سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌های مدیریت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران

یکی از وظایف مهم مدیریت شهری مدیریت زباله و ساماندهی پسماند است به‌طوری‌که بسیاری از شهروندان عملکرد شهرداری‌ها را با ارزیابی مدیریت زباله می‌شناسند و بخشی از شکایات مردم، مربوط به این حوزه است. همچنین، با توجه به رشد چشمگیر جمعیت جهان و بهبود استانداردهای زندگی، مقدار زباله‌های جامد شهری که از فعالیت‌های عادی و روزمره مردم از مناطق مسکونی و بخش‌های تجاری تولیدشده است، به‌طور مداوم افزایش‌یافته است (Kerdsuwan et al,2015). از سویی دیگر، تغییر الگوی مصرف جوامع، نبود روش‌های علمی و مدیریتی مؤثر در امر تولید، جمع‌آوری و دفع پسماندهای شهری و محدودیت توانایی دولت‌ها در حوزه مدیریت پسماند، این موضوع را به‌عنوان یکی **از معضلات جوامع شهری** در **کشورهای درحال‌توسعه** درآورده است. بنابراین برای برنامه‌ریزی و عملکرد بهتر، ارزیابی عملکرد سازمان‌ها اهمیت ویژه‌ای داشته و شاخص‌های گوناگونی به‌عنوان معیار ارزیابی عملکرد امروزه مطرح شده‌اند که کارایی یکی از مهم‌ترین این معیارهاست (آذر،۲۰۱۳). این امکان، ابزار مناسبی را در اختیار مدیران شهری قرار می‌دهد که با آن بتوانند نظارت و ارزیابی دقیق‌تری را داشته و به‌صورت اثربخش عمل نمایند.
در مطالعه پیش‌رو، سعی بر آن داریم تا با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به بررسی کارایی مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران در حوزه مدیریت پسماند بپردازیم. بدین منظور از روش یادشده در دو حالت بازده ثابت و متغیر به مقیاس و با رویکردهای خروجی و ورودی‌محور استفاده شده است. هدف از این تحقیق مشخص نمودن شهرداری‌های کارآمد و ناکارآمد و تعیین الگوی واحدهای ناکارآمد در حوزه پسماند می‌باشد.
چهار شاخص تعداد پرسنل هر منطقه برای جمع‌آوری پسماند، ماشین‌آلات، هزینه قطعی در حوزه پسماند و جمعیت هر منطقه به‌عنوان ورودی و شاخص پسماند جمع‌آوری شده به‌عنوان خروجی مدل در نظر گرفته شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد، مناطق ۱، ۴، ۶ و ۱۲ در حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس کارآمد بوده و در حالت بازده متغیر نسبت به مقیاس، علاوه بر مناطق قبلی، مناطق ۸، ۹، ۱۰، ۱۷ و ۲۲ نیز کارآمد هستند.
در گام بعدی با به‌کارگیری مدل اندرسون-پیترسون رتبه‌بندی واحدهای کارآمد نیز به دست آمد. در انتها مشخص شد با چه میزان تغییر در ورودی‌ها و خروجی‌ها کارایی نسبی مناطق ناکارآمد بهبود می‌یابد.

واژگان کلیدی: ارزیابی عملکرد، تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی، شهرداری تهران، مدیریت پسماند

مقدمه:

ارزیابی عملکرد یک عنصر اجتناب‌ناپذیر از زندگی سازمانی است و فقدان نظام ارزیابی در ابعاد مختلف اعم از منابع و امکانات، کارکنان، اهداف و راهبردها به‌عنوان یکی از علائم بیماری‌های سازمان قلمداد می‌گردد. از این‌رو استفاده بهینه از امکانات و منابع در دسترس و ارتقای کارایی برای دستیابی به رفاه و پاسخگویی به نیازهای رو به رشد به یک مساله بسیار مهم مبدل شده است (غیاثی و همکاران، ۱۴۰۰)
طبق تعریف، کارآیی به مفهوم اجرای درست کارها در سازمان است؛ یعنی تصمیم‌هایی

1.a.j.shahrestani@gmail.com

که با هدف کاهش هزینه‌ها، افـزایش مقدار تولید و بهبود کیفیت محصول گرفته می‌شوند. در اقتصاد مفهوم کارایی، همان تخصیص بهینه منابع است، اما در مجموع کارایی، معرف نسبت ستاده‌ها به نهاده‌ها در مقایسه با یک استاندارد مشخص است (میانجی و باریم‌نژاد،۲۰۱۶).

بـرای ارزیـابی کـارایی باید از روش‌های علمی و تثبیت شده استفاده کرد تا نتایج به دست آمده برای گرفتن تصمیم‌ها و راهکارهای اصلاح و بهبود، قابل اطمینان بوده و سازمان‌ها قادر باشند، کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده را دقیق سنجیده، مقدار توانمندی‌های خـود را در اسـتفاده از منابع کمیاب اقتصادی نمایان کرده و در صورت مشاهده ناکارایی واحدها با بررسی‌های لازم، زمینـه‌هـای افـزایش کـارایی را فراهم آورند. (آذر،۲۰۱۳).

یکی از روش‌های ارزیابی کارایی که طی سال‌های اخیر موردتوجه محققان زیادی قرار گرفته است، تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. تحلیل پوششی داده‌ها یک تکنیک ریاضی به منظور ارزیابی کارایی تعداد واحد تصمیم‌گیرنده با چندین شاخص ورودی و خروجی می‌باشد. (امیری،۱۳۹۶). از جمله قابلیت‌های تحلیل پوششی داده‌ها فراهم نمودن زمینه تخصیص بهینه منابع می‌باشد که این مهم امروزه یکی از اساسی‌ترین نیازمندی‌های هر سازمان با توجه به محدودیت و گران‌قیمت بودن منابع مختلف خواهد بود (غیاثی و همکاران، ۱۴۰۰). این روش که دارای رویکرد غیرپارامتریک و مبتنی بر برنامه‌ریزی ریاضی است برای اولین بار توسط چارنز[1]، کوپر[2] و رودز[3] (۱۹۷۸) ارایه شد. با توجه به ضرورت مطالب گفته شده، هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها برای دستیابی به موارد زیر است:

- سنجش کارایی مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران در حوزه پسماند
- رتبه‌بندی مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران با توجه به مقدار کارایی به‌دست‌آمده برای هر واحد
- ارایه برنامه پیشنهادی برای بهبود و افزایش کارآیی مناطق ناکارآمد

1 Charnes
2 Cooper
3 Rhodes

پیشینه تحقیق

در بسیاری از تحقیقات روش DEA [4] برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای مختلف استفاده شده است. از جمله در مورد بانک‌ها، مدارس، دانشگاه‌ها، بیمارستان‌ها و... که در ادامه برخی از نمونه‌های خارجی و داخلی بررسی شده است.

پیشینه تحقیق در جهان

میکائیلف و همکاران[5] (۲۰۰۳) کارایی ۲۴ شهرداری بلغارستان را در خصوص توزیع خدمات عمومی به وسیله دولت‌های محلی با استفاده از روش DEA ارزیابی کردند و شهرداری‌ها را بر اساس ناکارایی طبقه‌بندی کردند. در این مطالعه هزینه کل به‌عنوان متغیر ورودی و شاخص‌های جمعیت کل، تعداد خانه‌های مسکونی، طول جاده‌ها، فضای سبز، تعداد کتابخانه‌ها که توزیع خدمات عمومی را به‌صورت کمی نشان می‌دهند، به‌عنوان متغیر خروجی در نظر گرفته شدند. بر اساس مدل بازده ثابت نسبت به مقیاس ۶۲ درصد از کل شهرداری‌ها ناکارآمد ارزیابی شدند.

وارتینگتون[6] و همکارانش (۲۰۰۱)، با استفاده از روش DEA کارایی فنی و کارایی مقیاس را برای ۱۰۳ دولت محلی استرالیا اندازه‌گیری کردند. در این مطالعه به منظور اندازه‌گیری کارایی، مدیریت داخلی زباله و خدمات بازیافتی آن انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که از بین ۱۰۳ شهرداری، ۴۲ واحد آن‌ها دارای کارایی فنی خالص و ۳۷ واحد آن‌ها دارای کارایی مقیاس بودند.

هیو و لی (۲۰۰۸) در پژوهش خود به ارزیابی کارایی در کاهش ضایعات صنعتی (ضایعات جامد، مایع و گاز) با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای ۳۰ ناحیه در چین در فاصله سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۳ با داشتن ۵ شاخص ورودی شامل تعداد کارگران، موجودی واقعی، پسماند خشک و هدر رفت آب و گاز و تنها شاخص خروجی آن GDP بودند، پرداخت.

پژوهش دیگری که مربوط به سال ۲۰۰۹ است، با عنوان بررسی کارایی و کیفیت کوتاه و بلندمدت شهرداری‌های اسپانیا، توسط ترزا باراکورکل و دیه‌گو پریور انجام گرفته است. این پژوهش، درنهایت، با چرخش داده‌ها، سه مدل مختلف را

4 Data Envelopment Analysis
5 Michailov et al
6 Worthington et al

تشکیل می‌دهد و ثابت می‌کند که میزان کارایی شهرداری‌ها در اسپانیا با اندازه شهرها ارتباط مستقیم دارد.
چانگ چیانگ چون[1] در سال ۲۰۱۰ در مقاله‌ای تحت عنوان "ارزیابی کارایی مدیریت پسماند در تایوان" با استفاده از روش DEA به بررسی کارایی مدیریت پسماند در مناطق روستایی و شهری در هر مرحله از مدیریت پسماند اندازه‌گیری شده است. وی مراحل مدیریت پسماند را در سه بخش طبقه‌بندی کرد: تولید، طبقه‌بندی و جمع‌آوری پسماند. نتایج مطالعه وی در این مرحله به شرح ذیل می‌باشد:

۱- در بخش تولید پسماند کارایی مناطق روستایی بالاتر از شهری است. این امر نشان می‌دهد با توجه به رشد اقتصادی و سطح آموزش بالاتر در مناطق شهری، الگوی مصرف در مناطق روستایی مناسب‌تر است.
۲- در بخش طبقه‌بندی پسماند به دلیل تنوع سیستم خدماتی در شهرها کارایی بیشتری نسبت به مناطق روستایی وجود دارد.
۳- در بخش جمع‌آوری پسماند کارایی در روستا بیشتر از مناطق شهری است؛ زیرا در شهرها جمعیت بیشتر بوده و برای جمع‌آوری پسماند احتیاج به تجهیزات و نظارت بیشتر می‌باشد.

پدرو سایموز و همکاران در سال ۲۰۱۰ در مقاله «دستورالعمل‌های تنظیمی و محیط قابل استفاده در بخش پسماند در کشور پرتغال» بیان کردند که کشور پرتغال دارای نهاد تنظیمی برای خدمات پسماند می‌باشد که این نهاد IRAR نام دارد. این نهاد برای هر اپراتور شاخص‌هایی تعیین کرده و آن‌ها را با یکدیگر مقایسه می‌کند. اپراتورهایی که عملکرد ضعیف‌تری دارند، باید عملکرد خود را بهبود بخشند. کارایی خدمات پسماند در این مقاله از روش DEA با استفاده از متغیرهای نهاده: نیروی انسانی به کارگرفته شده در بخش پسماند و متغیر ستانده پسماند جمع‌آوری شده و میزان کارایی اندازه‌گیری می‌شود. برای عملکرد بهتر تأثیر محیط‌زیست و متغیرهای تصنعی مثل GDP و خدمات مربوط به سوزاندن و مخلوط کردن پسماند در نظر گرفته شده است. نتایج نشان‌دهنده اثر مثبت GDP و مخلوط کردن پسماند و اثر منفی تراکم جمعیت و سوزاندن بر کارایی می‌باشد.
سایمون دی جاگر و همکاران در سال ۲۰۱۱ در مقاله «اثر سیاست‌های کاهش پسماند روی هزینه جمع‌آوری و پردازش در شهر فنلاند» با استفاده از روش DEA تأثیر اجرای هرکدام از سیاست‌های کاهش پسماند بر روی کارایی را بررسی کردند. این سیاست‌ها شامل قیمت‌گذاری بر اساس وزن، توافقات همکاری داوطلبانه در زمینه پسماند، معامله مشترک پسماند شهری و تناوب جمع‌آوری می‌باشد. متغیر نهاده در این مقاله هزینه صرف شده توسط شهرداری در امر مدیریت پسماند و متغیرهای ستانده میزان پسماند تولیدی خانگی، قوطی، کاغذ، مقوا و شیشه در نظر گرفته شده است. نتایج نشان می‌دهد، شهرداری‌هایی که از سیاست توافقات همکاری داوطلبانه در زمینه پسماند و معامله مشترک پسماند شهری استفاده می‌کنند، توانایی بیشتری در جمع‌آوری و پردازش پسماند نسبت به سایرین دارند. قیمت‌گذاری بر اساس وزن و تناوب جمع‌آوری به نظر می‌رسد، روش مؤثری نباشد.
برناردینو بنیتو لوپز و همکاران در سال ۲۰۱۱ در مقاله "تعیین کارایی جمع‌آوری پسماند و نظافت خیابان‌ها در اسپانیا" با استفاده از روش DEA عوامل مؤثر بر کارایی در این بخش را شناسایی کردند. متغیر ستانده در این تحقیق میزان پسماند تولیدشده و متغیر نهاده میزان هزینه صرف شده جهت جمع‌آوری پسماند می‌باشد. همچنین در متغیرهای محیطی: درآمد، تراکم جمعیت، شاخص نسبی برای کلیه فعالیت‌های گردشگری و شاخص نسبی برای کلیه فعالیت‌های اقتصادی در نظر گرفته شده است. نتایج نشان‌دهنده این امر است که اثر هر واحد درآمد و تراکم جمعیت روی کارایی، منفی و اثر فعالیت‌های توریستی و اقتصادی مثبت می‌باشد.

پیشینه تحقیق در ایران

اندازه‌گیری کارایی فنی فعالیت‌های عمران شهری استان همدان با استفاده از DEA: در این مطالعه کارایی فنی ۲۰ شهرداری استان همدان طی سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۱ با استفاده از روش‌های ناپارامتریک و مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس بررسی شده است. نهاده‌های این مدل عبارتند از: ۱- درامد کل ۲۰ شهرداری استان همدان به‌صورت عملکرد و سالانه ۲- تعداد پرسنل ۲۰ شهرداری برای ۵ سال ۳- مساحت محدوده خدماتی هر کدام از شهرداری‌ها و ستانده‌های مدل شامل کل هزینه‌های وظیفه عمران شهری به‌صورت عملکرد و سالانه است. این مطالعه با استفاده از نرم‌افزارهای -winD EA1.4 و DEA solver انجام گرفته است و بیانگر آن است که در تمام سال‌ها کمتر از ۵۰ درصد شهرداری‌ها کاملاً کارآمد بوده‌اند و همچنین شهرداری‌های دمق، فیروزان، قهاوند و ملایر همواره کارایی صدرصد داشته‌اند و می‌توانند به‌عنوان الگویی برای سایر شهرداری‌ها مطرح باشند. (اکبری ۱۳۸۴)
خانم بصیری پارسا (۱۳۸۳)، در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود با استفاده از روش DEA به بررسی کارایی شهرداری‌های استان همدان پرداخته‌اند. نتایج به دست آمده بیانگر آن است که در تمام دوره موردمطالعه کمتر از ۵۰ درصد شهرداری‌ها کاملاً کارا بوده‌اند، درحالی‌که بسیاری از شهرداری‌ها هرگز نتوانسته‌اند به کارایی کامل دست یابند.
محمودی خوشرو و قاسمی (۱۳۸۹) در پژوهش خود به محاسبه کارایی شهرداری‌های استان کردستان با استفاده از روش DEA پرداختند. بازه زمانی موردمطالعه سال‌های ۸۴ تا ۸۷ و مدل مورد استفاده مدل BCC خروجی‌محور بود که در آن مساحت حوزه شهری، تعداد کارکنان شهرداری و درآمدهای شهرداری به‌عنوان ورودی و هزینه‌های عمران

1 Chang Chen & et al

شهری به‌عنوان خروجی در نظر گرفته شدند. بر اساس نتایج به دست آمده در سال ۸۴، ۴۷/۶۲ درصد و در سال ۸۵، ۲۷/۲۷ درصد، در سال ۸۶، ۳۱/۸۲ درصد و در سال ۸۷ حدود ۴۵ درصد شهرداری‌های استان کردستان کارا بوده‌اند. آن‌ها همچنین نتیجه گرفتند بیشترین میانگین کارایی مربوط به سال ۸۷ و کمترین آن مربوط به سال ۸۵ بوده است.

رهنما و رضوی (۱۳۹۱) با به‌کارگیری روش DEA کارایی ۱۳ منطقه شهرداری مشهد را با دو فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس و بازده متغیر نسبت به مقیاس (مدل‌های CCR و BCC) ارزیابی کردند. چهار متغیر ورودی در این پژوهش شامل تراکم جمعیت، هزینه، تعداد پرسنل شهرداری و زباله تولیدی به ازاء ۱۰۰۰ نفر و دو متغیر خروجی آن شامل درآمد و وسعت پروانه‌های ساختمانی به مترمربع بود. نتایج به دست آمده نشان داد مناطق ۱، ۲، ۸، ۹، ۱۲ و ثامن کارآمد و سایر مناطق ناکارآمد بوده‌اند. در ادامه با استفاده از روش کارایی برتر (مدل AP) رتبه‌بندی مناطق شهر مشهد انجام شد.

کاظمی و همکاران (۱۳۹۲) به ارزیابی کارایی ۳۶ ناحیه شهرداری مشهد با استفاده از روش DEA و مدل CCR در دو حالت ورودی محور و خروجی‌محور پرداختند. متغیرهای ورودی این پژوهش شامل هزینه پرسنلی ناحیه (نیروهای شرکتی و غیرشرکتی)؛ میانگین سابقه کار تمام افراد بر اساس حکم کارگزینی؛ مجموع ارزش ریالی ساختمان‌ها و تجهیزات اداری؛ ارزش ریالی قراردادها و پیمان‌های ناحیه شامل خدمات شهری، فضای سبز، رفع سد معبر، نظافت و عمرانی و متغیرهای خروجی آن درآمد جذب شده ناحیه؛ مجموع متراژ معابر آسفالت و خاکی مشمول سرویس‌دهی در ناحیه؛ ارزش ریالی عملیات عمرانی با توجه به قرارداد؛ حاصل‌ضرب (تعداد پروانه صادره توسط ناحیه × متراژ پروانه صادره) در هر ناحیه؛ تعداد خانوار ساکن در ناحیه؛ تناژ زباله جمع‌آوری شده در ناحیه بودند. بر اساس نتایج این پژوهش، ۲۰ ناحیه از ۳۶ ناحیه کارآمد و بقیه ناکارآمد بودند.

میری و همکاران (۲۰۱۴) به ارزیابی کارایی مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران با استفاده از روش DEA پرداختند. سه متغیر ورودی در مدل تحقیق فوق شامل دارایی‌های ثابت، هزینه‌های نیروی انسانی، درآمد کل و چهار متغیر خروجی آن عبارتند از: توسعه فضای سبز، بازیافت و ضایعات، توسعه فضاهای فرهنگی، توسعه معابر و بزرگراه‌ها. نتیجه تحقیق آن‌ها نشان داد ۹ منطقه کارآمد و ۱۴ منطقه ناکارآمد بودند. در این مطالعه مناطق کارآمد با به‌کارگیری مدل اندرسون-پیترسون (AP) رتبه‌بندی شدند.

آماده و زیرکی (۱۳۹۲) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی فنی شهرداری‌های تهران طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۹ را در زمینه اجرای طرح تفکیک در مبدأ پسماند اندازه‌گیری کرده‌اند. مناطق ۲۲ گانه شهر تهران به‌عنوان واحدهای تصمیم‌گیرنده در نظر گرفته شده‌اند. متغیرهای نهاده در این تحقیق، جمعیت، خانوار، تعداد وانت، کامیون، موتور سه‌چرخ، تعداد کارگران در جمع‌آوری پسماند و تعداد غرفه‌های بازیافت موجود در هر منطقه می‌باشد. متغیر ستانده نیز میزان پسماند خشک جمع‌آوری‌شده از محل تولید است. نتایج نشان می‌دهد، طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۹، مناطق ۲، ۵، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۲ دارای کارایی فنی در زمینه اجرای طرح تفکیک در مبدأ بوده و کاملاً به‌صورت کارآمد عمل می‌کنند. شهرداری منطقه ۱۸ نیز کمترین کارایی فنی را دارد.

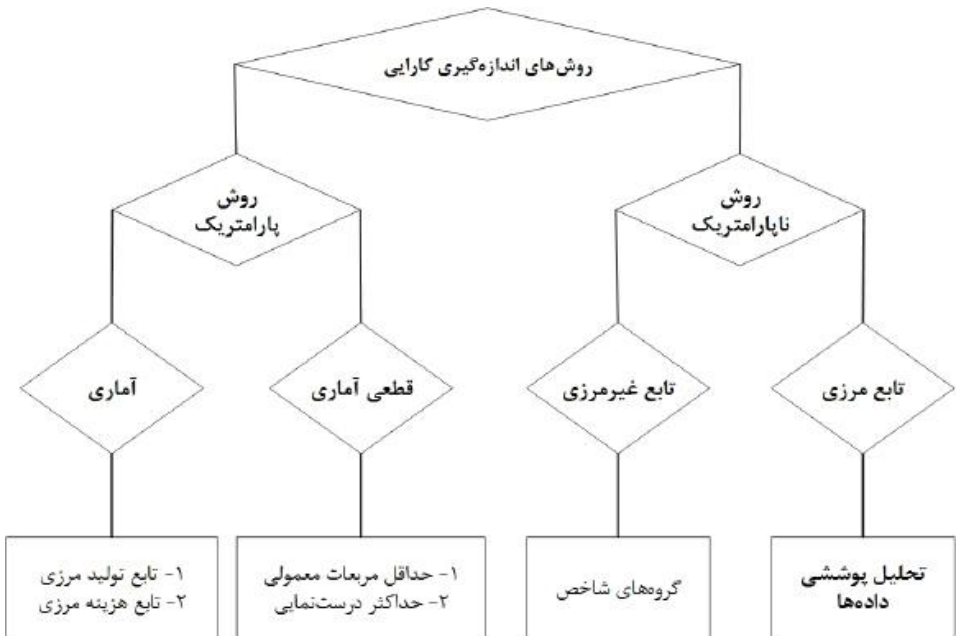
مبانی نظری:

یکی از معیارهای کاربردی جهت ارزیابی و مقایسه عملکرد بخش‌های اقتصادی که دارای شعب و واحدهای مختلف بوده و منابع مورد استفاده آن‌ها همگن هستند، اندازه کارایی است. کارایی نشان می‌دهد که یک سازمان تا چه میزان از نهاده‌ها به‌طور بهینه در جهت تولید ستانده‌ها استفاده کرده است. ساده‌ترین و در عین حال کلی‌ترین تعریف از کارایی را «پیتر دراکر» ارایه کرده است. از نظر وی کارایی، انجام کارها به‌طور شایسته و مناسب (انجام درست کارها) است. (عیسی‌خانی، ۱۳۹۱). کارایی در مفهوم عام آن به معنای درجه و کیفیت رسیدن به مجموعه اهداف مطلوب است (Farwel,1985). بنابراین یک تولیدکننده در صورتی کارآمد خواهد بود که بتواند به کلیه اهداف تولیدی خود دست یابد. فارل پیشنهاد نمود که کارایی یک بنگاه شامل سه جزء است:

۱- کارایی فنی (تکنیکی): که توانایی یک بنگاه در به دست آوردن حداکثر محصول با استفاده از مقدار معینی نهاده و سطح مشخصی از فناوری را نشان می‌دهد. (شمس‌الدین حسینی و امیررضا سوری،۱۳۸۶). یا به عبارت دیگر توانایی یک بنگاه برای تولید ستانده‌ای معین با حداقل کردن مجموعه نهاده‌ها. در اندازه‌گیری کارایی فنی فرض می‌شود که تابع تولید مرزی کارآمد کاملاً شناخته شده است.

۲- کارایی تخصیص (کارایی قیمت): توانایی یک بنگاه در استفاده از نسبت‌های بهینه نهاده‌ها با توجه به قیمت‌های آن‌ها را آشکار می‌سازد. (شمس‌الدین حسینی و امیررضا سوری،۱۳۸۶) هدف از این نوع کارایی حداقل کردن هزینه و یا حداکثر کردن درآمد است و با این فرض اندازه‌گیری می‌شود که بنگاه با سازمان از پیش، از لحاظ تکنیکی کارآمد باشد.

۳- کارایی اقتصادی (هزینه): از حاصل‌ضرب کارایی فنی و کارایی تخصیصی، کارایی اقتصادی بر حسب تعریف فارل به دست می‌آید که اگر بنگاهی هم از لحاظ فنی و هم از لحاظ تخصصی کاملاً کارآمد باشد، دارای کارایی اقتصادی است. فارل پیشنهاد نمود هنگام محاسبه کارایی فنی، مناسب‌تر است که عملکرد یک بنگاه با عملکرد بهترین بنگاه‌های موجود در آن صنعت مورد مقایسه قرارگیرد. فارل نظریاتش را در اندازه‌گیری کارایی برمبنای کارهای انجام شده توسط کوپمانس و دریو آغاز نمود و با توجه به



شکل ۱ - کلاس‌بندی روش‌های ارزیابی کارایی (سوری و همکاران،۱۳۸۶)

نارسایی شاخص‌های بهره‌وری جزیی بر روی اندازه‌گیری شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید تأکید نمود.

دو روش عمده برای سنجش میزان کارایی فنی و کارایی مقیاس وجود دارد. روش‌های پارامتریک مانند تابع تصادفی مرزی که بر اساس روش‌های اقتصادسنجی بنا شده است و روش‌های ناپارامتریک مانند روش تحلیل پوششی داده‌ها که بر روش‌های برنامه‌ریزی خطی استوار است (Daskalopou-lou,2009). امروزه روش‌های اندازه‌گیری کارایی را می‌توان به صورت زیر طبقه‌بندی نمود.

تحلیل پوششی داده‌ها اساساً به‌عنوان روشی برای تعیین کارایی نسبی واحدهای یک سازمان به کار می‌رود (Thanas-soulis,2003). مزیت عمده روش تحلیل پوششی داده‌ها نسبت به سایر روش‌های موجود برای اندازه‌گیری کارایی، این است که می‌توان به وسیله آن، کارایی واحدهایی را که دارای چند ورودی و چند خروجی (غیرقابل تبدیل به هم) هستند، ارزیابی کرد. (پورکاظمی،۱۳۸۲)

به بیان دیگر، روشی ناپارمتری مبتنی بر برنامه‌ریزی ریاضی است که با هدف اندازه‌گیری کارایی نسبی مجموعه‌ای، واحدهای سازمانی مشابه به نام واحدهای تصمیم‌گیری با ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه یکسان (مانند بانک، شعب بیمه، مدارس، بیمارستان‌ها و...) ایجاد شده است. برای بهینه کردن ورودی و خروجی‌های مدل بر اساس روش تحلیل پوششی داده‌ها دو روش وجود دارد که عبارتند از (Coo-per,2004):

الف) نهاده محور: که مقادیر ورودی را تا جایی که در مقدار خروجی‌ها تغییر وارد نکند، کاهش می‌دهد.

ب) ستانده محور: که مقادیر خروجی را افزایش می‌دهد، بدون اینکه واحد تصمیم‌گیرنده به ورودی بیشتری نیاز داشته باشد.

دلایل انتخاب تحلیل پوششی داده‌ها به‌عنوان الگویی مناسب در اندازه‌گیری کارایی فنی واحدها را می‌توان در توانایی منحصربه‌فرد این الگو در ارزیابی واقع‌بینانه، ارزیابی هم‌زمان مجموعه عوامل، عدم نیاز به وزن‌های از قبل تعیین‌شده، جبرانی بودن، ارزیابی با گرایش مرزی و تصویر کردن بهترین وضعیت عملکردی به‌جای وضعیت مطلوب عنوان کرد (امیری و همکاران، ۱۳۹۶).

مدل‌های اساسی تحلیل پوششی داده‌ها

مدل CCR[1]: یکی از معروف‌ترین مدل‌های روش تحلیل پوششی داده‌ها، مدل CCR است که توسط چارنز، کوپر و رودز (۱۹۷۸) معرفی شده است. طبق مدل CCR، کارایی حاصل مجموع وزن‌دار خروجی‌ها به مجموع وزن‌دار ورودی‌هاست (مهرگان،۱۳۹۵):

$$E=\frac{u_1y_1+u_2y_2+\ldots+u_sy_s}{v_1x_1+v_2x_2+\ldots+v_mx_m} \qquad (1)$$

در این مدل x_{ij} مقدار ورودی i مورد استفاده توسط واحد jام، y_{rj} مقدار مثبت خروجی r تولیدشده توسط واحد jام، v_i و u_r به ترتیب وزن‌های مجهول و به عبارت دیگر متغیرهای تصمیم مدل برنامه‌ریزی هستند. در این مدل با تخصیص وزن‌ها به‌صورت ضرایب به هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها، ورودی‌ها

۱- این مدل اولین بار توسط چارنز، کوپر، رودرز در سال ۱۹۷۸ پیشنهاد شد که نام آن از حروف اول اسامی آن‌ها اقتباس شده است.

و خروجی‌های چندگانه به یک ورودی و یک خروجی مجازی تبدیل می‌شوند. برای هر واحد تصمیم‌گیرنده p مقدار θp درجه کارایی مورد ارزیابی (p ام) را نشان می‌دهد که مقدار بیشینه آن از معادله زیر محاسبه می‌شود (چارنز و همکاران، ۱۹۷۸):

$$\text{Max}\ \theta_p = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rp}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ip}}$$

s.t:

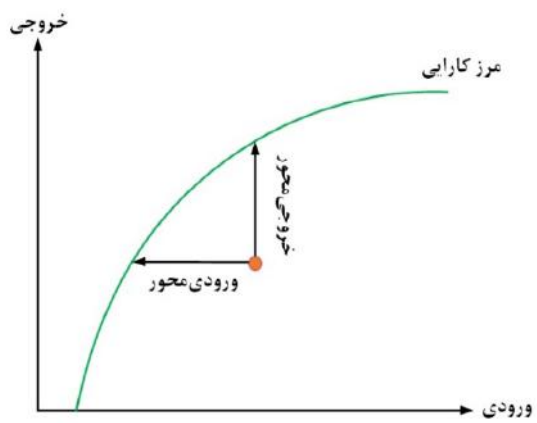
$$\frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}} \le 1 \quad j = 1,2,\dots,n \qquad (۲)$$

محدودیت‌های مدل بالا بیان می‌کند که کارایی هر واحد تصمیم‌گیرنده نباید از ۱ بیشتر باشد. متغیرهای تصمیم این مدل وزن‌های u_r و v_i است و با حل آن بهترین وزن‌ها برای حداکثر شدن کارایی هر واحد به دست می‌آید. کارایی را می‌توان از دو دیدگاه تمرکز بر ورودی‌ها و خروجی‌ها مورد بررسی قرار داد (امیری و همکاران، ۱۳۹۶):

۱. در یک مدل ورودی محور، یک واحد در صورتی ناکارآمد است که امکان کاهش هر یک از ورودی‌ها بدون افزایش ورودی‌های دیگر یا کاهش هر یک از خروجی‌ها وجود داشته باشد.

۲. در یک مدل خروجی‌محور، یک واحد در صورتی ناکاراست که امکان افزایش هر یک از خروجی‌ها بدون افزایش یک ورودی یا کاهش یک خروجی دیگر وجود داشته باشد.

در شکل ۲ این دو دیدگاه مشخص شده‌اند.



شکل ۲- الگوی بهبود کارایی

عدم سهولت حل معادله ۲ به دلیل کسری بودن، سبب شده است آن را به شکل خطی درآوریم. برای این منظور هرگاه مخرج کسر برابر یک در نظر گرفته شود به‌طوری‌که خروجی بیشینه شود مدل ورودی محور یا داده‌گرا[1] خواهد بود که به مدل مضربی CCR ورودی محور معروف است. این مدل به قرار زیر است:

$$\text{Max}\ Z_p = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rp}$$

s.t:

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ip} = 1 \qquad (۳)$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \le 0 \quad \forall j$$

$$u_r \ge 0 \quad r = 1,\dots,s$$

$$v_i \ge 0 \quad i = 1,\dots,m$$

در حالت دوم اگر صورت کسر برابر یک در نظر گرفته شود به‌طوری‌که ورودی کمینه شود مدل به فرم خروجی‌محور یا ستاده‌گرا[2] در می‌آید که مدل مضربی CCR خروجی محور نامیده می‌شود. تابع هدف و محدودیت‌های این مدل به شرح زیر هستند:

$$\text{Min}\ Z_p = \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ip}$$

s.t:

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rp} = 1 \qquad (۴)$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \le 0 \quad \forall j$$

$$u_r \ge 0 \quad r = 1,\dots,s$$

$$v_i \ge 0 \quad i = 1,\dots,m$$

مدل ثانویه CCR: در مدل‌های ۳ و ۴ اگر متغیر θ به‌عنوان متغیر دوگانه متناظر با محدودیت اول و λj ها به ازای هر j متناظر مجموعه محدودیت‌های دوم در نظر گرفته شوند مدل ثانویه یا مدل پوششی CCR به ترتیب زیر در قالب ورودی محور و خروجی‌محور حاصل می‌شوند (بولین[3]، ۱۹۹۸):

1 Input-Oriented
2 Output-Oriented
3 Bowlin

$$\text{Min } E_p = \theta$$
$$\text{s.t:}$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \le \theta\, x_{ip} \quad \forall i$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \ge y_{rp} \quad \forall r \qquad (۵)$$
$$\lambda_j \ge 0$$
$$\text{Max } E_p = \theta$$
$$\text{s.t:}$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \le x_{ip} \quad \forall i$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \ge \theta\, y_{rp} \quad \forall r \qquad (۶)$$
$$\lambda_j \ge 0$$

در مدل برنامه‌ریزی ۵ و ۶ در ارزیابی واحد تصمیم‌گیرنده p ام جواب بهینه نشان‌دهنده‌ی ترکیبی از واحدهای تصمیم‌گیرنده با ضرایب λj است که این ترکیب با نسبتی از ورودی‌های واحد p ام بتواند خروجی‌های واحد p ام را تولید کند.

تعریف بازده به مقیاس: بازده به مقیاس ارتباط تغییرات بین ورودی‌ها و خروجی‌های یک سیستم را بیان می‌کند. بازده به مقیاس ثابت[1] به این معناست که افزایش در مقدار ورودی، به همان نسبت منجر به افزایش در خروجی شود و بازده به مقیاس متغیر[2] یعنی با افزایش در مقدار ورودی، مقدار خروجی به نسبت کمتر یا بیشتری افزایش پیدا کند (مهرگان،۱۳۹۵). مدل CCR به مدل بازده به مقیاس ثابت نیز معروف است. فرض بازدهی ثابت به مقیاس، در صورتی صحیح است که بنگاه‌ها در مقیاس بهینه عمل نمایند. در ادامه مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس معرفی شده است.

مدل BCC[3]: هرگاه بازده نسبت به مقیاس ثابت نباشد، مدل CCR توانایی محاسبه‌ی کارایی و بهره‌وری را ندارد. به همین علت بنکر، چارنز و کوپر (۱۹۸۴) برای رفع این مشکل، مدل BCC را که در آن بازده نسبت به مقیاس ممکن است متغیر باشد، مطرح کردند. به این معنی که افزایش خروجی بیشتر یا کمتر از نسبت افزایش در ورودی است. معادله‌های مدل‌های ورودی‌محور و خروجی‌محور BCC به ترتیب به قرار زیر هستند (بنکر و همکاران[4]، ۱۹۸۴):

$$\text{Max } Z_p = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rp} + u_0$$
$$\text{s.t:}$$
$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ip} = 1$$
$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rp} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ip} - u_0 \le 0 \quad \forall j \qquad (۷)$$
$$u_r \ge 0 \quad r = 1, \dots, s$$
$$v_i \ge 0 \quad i = 1, \dots, m$$
$$u_0: \text{آزاد در علامت}$$

$$\text{Min } Z_p = \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ip} + u_0$$
$$\text{s.t:}$$
$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rp} = 1$$
$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rp} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ip} - u_0 \le 0 \quad \forall j \qquad (۸)$$
$$u_r \ge 0 \quad r = 1, \dots, s$$
$$v_i \ge 0 \quad i = 1, \dots, m$$
$$u_0: \text{آزاد در علامت}$$

در مدل بالا نوع بازده به مقیاس به‌صورت زیر تعیین می‌شود:

۱- بازده به مقیاس کاهشی: $uo < o$

۲- بازده به مقیاس ثابت: $uo = o$

۳- بازده به مقیاس افزایشی: $uo > o$

مدل‌های بازده به مقیاس ثابت واحدهای کارآمدی کمتری را در بر می‌گیرد و محدودکننده‌تر از مدل‌های بازده به مقیاس متغیر می‌باشد.

رتبه‌بندی واحدهای کارآمد: تحلیل پوششی داده‌ها مجموعه واحدهای تصمیم‌گیرنده را بر اساس مقدار کارایی آن‌ها به دو گروه کارآمد و ناکارآمد تقسیم می‌کند. یکی از مسائل موردعلاقه محققان در زمینه DEA رتبه‌بندی واحدهایی است که در گروه کارآمد قرار می‌گیرند و در این زمینه تا به حال روش‌های متعددی ارایه شده است. یکی از این روش‌ها به مدل AP معروف است که توسط اندرسون و پیترسون (۱۹۹۳) پیشنهاد شده است. با این روش، امتیاز واحدهای کارآمد می‌تواند بیشتر از یک شود و به این ترتیب، واحدهای کارآمد نیز مانند واحدهای غیرکارآمد می‌توانند رتبه‌بندی شوند (مهرگان،۱۳۹۵). مدل مضربی و ثانویه AP به ترتیب به قرار زیر هستند:

1 Constant Return to Scale
2 Variable Return to Scale
۳- این مدل اولین بار توسط بنکر، چارنز، کوپر در سال ۱۹۸۴ پیشنهاد شد که نام آن از حروف اول اسامی آن‌ها اقتباس شده است.
4 Banker et al

$$\text{Max } Z_p = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rp}$$

s.t:

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ip} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rp} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ip} \le 0 \quad \forall j \neq p \qquad (۹)$$

$$u_r \ge \varepsilon \quad r = 1, \ldots, s$$

$$v_i \ge \varepsilon \quad i = 1, \ldots, m$$

$$\text{Min } E_p = \theta$$

s.t:

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \le \theta\, x_{ip} \quad \forall i$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \ge y_{rp} \quad \forall r \qquad (۱۰)$$

$$\lambda_j \ge 0$$

θ: آزاد در علامت

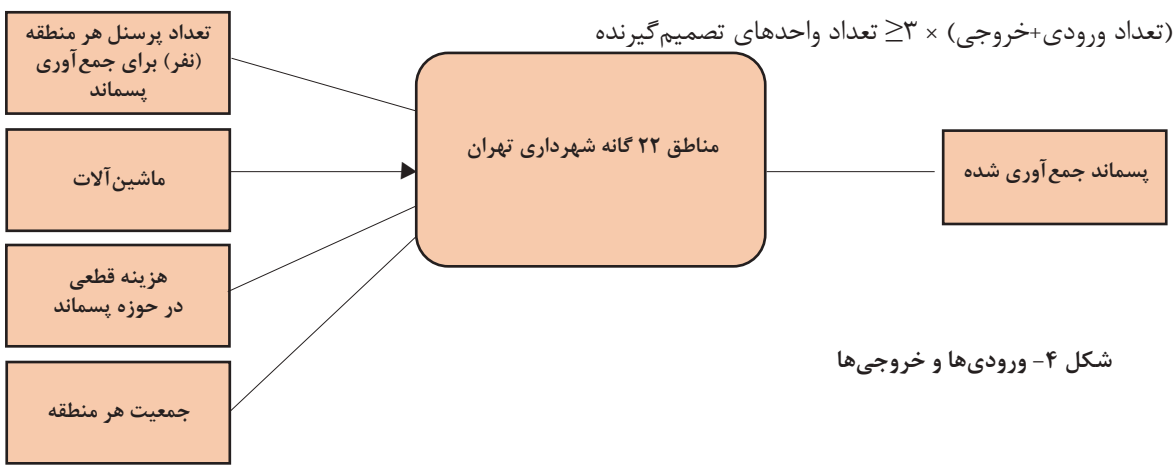
روش تحقیق

شکل ۳ مراحل کلی پژوهش را به‌طور خلاصه نشان می‌دهد.

شکل ۳ - مراحل اجرای پژوهش

تعیین متغیرهای ورودی و خروجی: برای اندازه‌گیری کارایی با روش DEA دو دسته متغیر ورودی و خروجی موردنیاز هستند. متغیرهای ورودی مدل DEA با روش مصاحبه عمیق و نظرات خبرگان این حوزه، سه شاخص تعداد پرسنل هر منطقه (نفر) برای جمع‌آوری پسماند، ماشین‌آلات، هزینه قطعی هر منطقه در حوزه پسماند و جمعیت در نظر گرفته شدند. از آنجا که هدف پژوهش حاضر بررسی کارایی مناطق ۲۲ گانه در حوزه پسماند می‌باشد، متغیر خروجی در نظر گرفته شده پسماند جمع‌آوری شده می‌باشد (شکل ۴). در انتخاب متغیرهای ورودی و خروجی به محدودیت زیر نیز توجه شده است (بولین، ۱۹۹۸):

(تعداد ورودی+خروجی) × ۳≥ تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده



شکل ۴- ورودی‌ها و خروجی‌ها

جمع‌آوری و آماده‌سازی داده‌ها: داده‌های مربوط به شاخص‌های انتخابی از گزارش سامانه کنترل پروژه، سازمان مدیریت پسماند و داده‌های مربوط به جمعیت از سازمان فاوا استخراج شده است (جدول ۱). در گزارش فوق شاخص هزینه قطعی در حوزه پسماند به علت همپوشانی با سایر داده‌ها در عدد ضرب شده است.

جدول ۱- داده‌های پژوهش

منطقه	ورودی‌ها			خروجی‌ها	
	تعداد پرسنل هر منطقه (نفر) برای جمع‌آوری پسماند	ماشین‌آلات	هزینه قطعی درحوزه پسماند	پسماند جمع‌آوری شده	جمعیت
۱	۸۳۰	۱۴۶	۶۲۶.۰۷۱۸۱۲	۳۹۹	۴۹۳.۸۸۹
۲	۸۰۶	۱۴۷	۵۵۲.۶۹۷۳۵۸	۴۳۰	۶۹۲.۵۷۹
۳	۶۷۸	۱۲۰	۵۴۵.۸۵۶۴۶۳	۲۶۷	۳۳۰.۰۰۴
۴	۹۲۵	۱۸۵	۶۹۶.۲۸۰۷۲۴	۶۴۸	۹۱۷.۲۶۱
۵	۹۵۲	۱۸۰	۶۸۰.۹۵۸۹۲۹	۴۷۰	۸۵۶.۵۶۵
۶	۵۷۹	۱۱۰	۴۳۹.۷۶۸۲۲۳	۲۳۶	۲۵۰.۷۵۳
۷	۴۵۴	۹۵	۳۶۸.۲۶۳۳۸۵	۲۱۵	۳۱۲.۰۰۲
۸	۴۲۰	۷۸	۳۳۹.۳۵۹۰۷۵	۲۵۳	۴۲۵.۰۴۴
۹	۲۴۵	۴۸	۱۷۳.۱۶۲۷۷۳	۱۱۸	۱۷۴.۱۱۵
۱۰	۳۶۷	۶۳	۲۴۷.۰۳۱۶۷	۱۸۴	۳۲۶.۸۸۵
۱۱	۵۷۴	۹۵	۳۶۲.۷۱۲۰۹۳	۲۱۳	۳۰۸.۱۷۶
۱۲	۷۷۷	۱۲۹	۵۶۳.۸۱۶۴	۲۳۳	۲۴۰.۹۰۹
۱۳	۳۴۵	۶۹	۲۲۵.۶۹۳۷۲	۱۶۰	۲۵۳.۰۵۴
۱۴	۵۴۷	۱۰۱	۴۰۸.۱۸۳۲۳۸	۲۷۱	۴۸۹.۱۰۱
۱۵	۸۲۵	۱۴۹	۵۸۸.۲۹۲۱۱۵	۴۲۹	۶۵۹.۴۶۸
۱۶	۴۴۵	۱۰۲	۳۶۳.۸۷۶۳۶۸	۱۹۴	۲۶۷.۶۷۸
۱۷	۳۳۹	۶۱	۲۰۷.۲۶۷۵۰۵	۱۷۶	۲۷۸.۳۵۴
۱۸	۵۱۸	۱۰۱	۳۳۹.۹۰۷۵۴۸	۲۸۲	۴۱۹.۲۴۹
۱۹	۴۷۶	۸۸	۳۴۳.۷۷۰۸۶۷	۱۹۰	۲۵۵.۵۳۳
۲۰	۶۷۰	۱۱۵	۵۶۷.۹۴۳۵۳۵	۲۸۴	۳۶۷.۶۰۰
۲۱	۴۵۴	۶۱	۲۷۵.۷۷۳۵۲۲	۱۲۰	۱۸۶.۳۱۹
۲۲	۳۱۲	۷۹	۲۳۷.۸۰۱۳۶۷	۱۲۵	۱۷۵.۳۹۸

منبع:گزارش ارزیابی عملکرد مناطق شهرداری تهران (۱۳۹۹)

یافته‌ها

در جدول ۲ مقدار درصد کارایی در دو وضعیت بازده ثابت به مقیاس (مدل CCR) و بازده متغیر به مقیاس (مدل BCC) و دو حالت ورودی محور و خروجی‌محور ارایه شده‌اند. محاسبات با استفاده از نرم‌افزار BT DEA SOLVER انجام شده است.
بر اساس جدول ۲، کارایی در دو حالت CCR-I و CCR-O مقادیر یکسانی دارد که این نتیجه برای دو حالت BCC-O و BCC-I الزاماً برقرار نیست. با استفاده از مدل CCR مناطق ۱، ۴،۶ و ۱۲ در حالت کارآمد و در مدل BCC مناطق ۸، ۹، ۱۰،۱۷ و ۲۲

علاوه بر مناطق قبلی در حالت کارآمد قرار دارد.

جدول ۲- مقایسه کارایی مناطق

منطقه	نوع مدل و بازده به مقیاس			
	BCC–O	BCC–I	CCR–I	CCR–O
۱	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۲	۸۷	۸۸	۸۷	۸۷
۳	۹۳	۹۴	۹۳	۹۳
۴	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۵	۷۷	۷۸	۷۷	۷۷
۶	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۷	۹۱	۹۲	۸۸	۸۸
۸	۱۰۰	۱۰۰	۹۳	۹۳
۹	۱۰۰	۱۰۰	۸۹	۸۹
۱۰	۹۹	۱۰۰	۸۳	۸۳
۱۱	۸۸	۸۹	۸۶	۸۶
۱۲	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱۳	۹۲	۹۳	۸۶	۸۶
۱۴	۸۲	۸۵	۷۸	۷۸
۱۵	۸۹	۹۰	۸۹	۸۹
۱۶	۹۱	۹۲	۸۸	۸۸
۱۷	۱۰۰	۱۰۰	۹۱	۹۱
۱۸	۹۷	۹۷	۹۴	۹۴
۱۹	۹۱	۹۲	۸۸	۸۸
۲۰	۹۵	۹۶	۹۴	۹۴
۲۱	۸۷	۹۴	۷۷	۷۷
۲۲	۱۰۰	۱۰۰	۸۴	۸۴

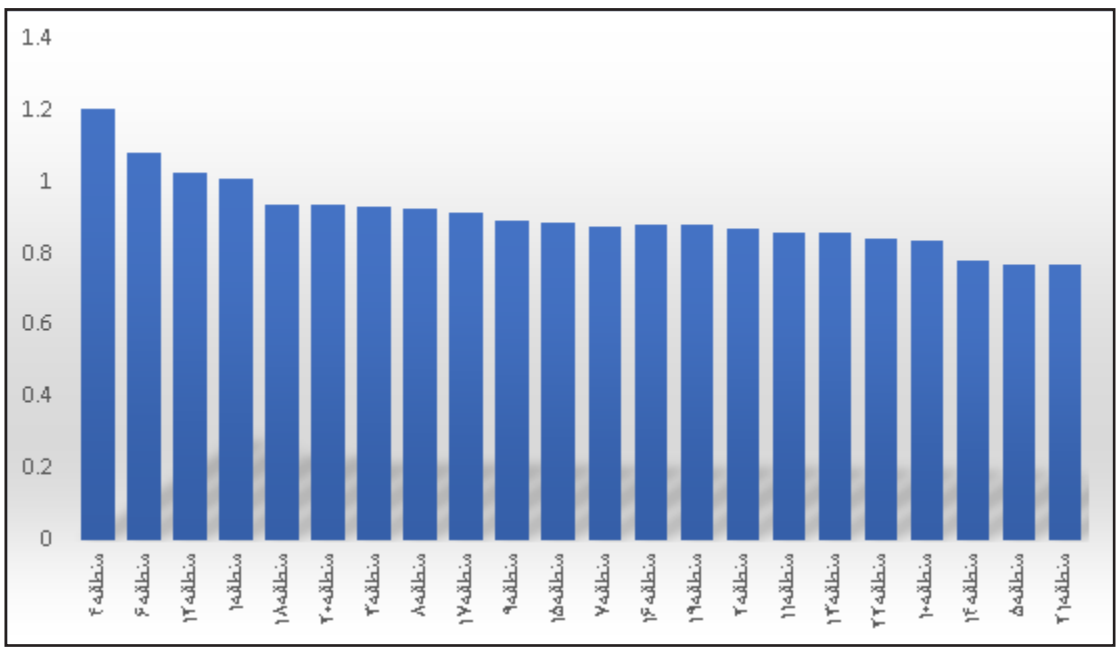
رتبه‌بندی واحدها با استفاده از مدل اندرسون-پیترسون: همان‌طور که در قسمت مبانی نظری بیان شد، یکی از معایب مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، عدم رتبه‌بندی کامل بین واحدهای کارآمد است. این مدل‌ها صرفاً واحدهای تحت بررسی را به دو گروه کارآمد و ناکارآمد تقسیم می‌کند و تفاوتی بین واحدهای کارآمد قائل نیست. در این پژوهش، برای رتبه‌بندی واحدهای کارآمد از مدل AP استفاده شده است. در جدول ۳ نتایج حاصل از حل این مدل ارایه شده است.

نمودار ارایه شده در شکل ۵ رتبه‌بندی مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران را نمایش می‌دهد. مناطق ۴، ۶ و ۱۲ به ترتیب حائز رتبه‌های اول تا سوم هستند. محور افقی نمایشگر مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران و محور عمودی، معیار کارایی را نمایش می‌دهد.

جدول ۳- رتبه‌بندی مناطق

منطقه	مقدار کارایی	رتبه	منطقه	مقدار کارایی	رتبه
۱	۱.۰۱۰۵	۴	۱۲	۰.۸۵۸۵	۳
۲	۰.۸۶۷۶	۱۵	۱۳	۱.۰۲۷۶	۱۷
۳	۰.۹۲۸۶	۷	۱۴	۰.۸۵۷	۲۰
۴	۱.۲۰۵۲	۱	۱۵	۰.۷۷۸۶	۱۱
۵	۰.۷۶۷۶	۲۱	۱۶	۰.۸۸۷۹	۱۳
۶	۱.۰۷۸۵	۲	۱۷	۰.۸۷۹	۹
۷	۰.۸۷۵۵	۱۲	۱۸	۰.۹۱۲۴	۵
۸	۰.۹۲۶	۸	۱۹	۰.۹۳۶	۱۴
۹	۰.۸۸۹۴	۱۰	۲۰	۰.۸۸۰۲	۶
۱۰	۰.۸۳۳۸	۱۹	۲۱	۰.۹۳۷۷	۲۲
۱۱	۱.۰۱۰۵	۱۶	۲۲	۰.۷۶۹	۱۸

برنامه پیشنهادی برای مناطق ناکارآمد: در این قسمت مبنای ارایه راهکار جهت بهبود کارایی مناطق ناکارآمد را مدل بازده به مقیاس متغیر قرار داده‌ایم؛ زیرا مدل بازده به مقیاس ثابت برای حالتی کاربرد دارد که واحدها در مقیاس بهینه عمل نمایند. همان‌طور که اشاره شد، در مدل‌های ورودی محور، برای بهبود کارایی لازم است ورودی‌ها کاهش یابند. با توجه به اینکه شاخص جمعیت، عموماً به‌عنوان ورودی در نظر گرفته می‌شود و قاعدتاً کاهش جمعیت منطقی نمی‌باشد، لذا جزء مقادیر بهبود یافته بیان نشده است. جدول ۴ مقادیر بهبودیافته ورودی‌ها، حاصل از حل مدل BCC ورودی محور را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که در مناطق ناکارآمد راهکار بهبود با کاهش در ورودی‌ها همراه است. بدیهی است برای مناطق کارآمد مقادیر اصلی و مقادیر هدف با یکدیگر برابرند.



شکل ۵ - رتبه‌بندی مناطق

جدول ۴- مقدار کاهش در ورودی‌ها بر اساس مدل BCC ورودی محور

منطقه	تعداد پرسنل هر منطقه (نفر) برای جمع‌آوری پسماند (مقدار)	تعداد پرسنل هر منطقه (نفر) برای جمع‌آوری پسماند (هدف)	ماشین‌آلات (مقدار)	ماشین‌آلات (هدف)	هزینه قطعی در حوزه پسماند (مقدار)	هزینه قطعی در حوزه پسماند (هدف)
۲	۸۰۶	۶۵۱.۶۳۹۳	۱۴۷	۱۲۹.۳۶۵۲	۵۵۲.۶۹۷۳۵۸	۴۸۶.۰۶۷۹
۳	۶۷۸	۶۰۸.۰۳۵۴	۱۲۰	۱۱۲.۴۳۳۶	۵۴۵.۸۵۶۴۶۳	۴۵۹.۰۲۴
۵	۹۵۲	۷۰۳.۸۴۴۴	۱۸۰	۱۳۹.۸۰۴۷	۶۸۰.۹۵۸۹۲۹	۵۲۶.۲۴۰۱
۷	۴۵۴	۴۱۷.۳۶۰۹	۹۵	۸۱.۳۳۷۵	۳۶۸.۲۶۳۳۸۵	۳۰۸.۲۹۳۵
۱۰	۳۶۷	۳۳۴.۸۸۸۴	۶۳	۶۲.۶۹۲۳	۲۴۷.۰۳۱۶۷	۲۴۵.۸۲۵
۱۱	۵۷۴	۴۳۴.۸۴۲۵	۹۵	۸۴.۲۷۸۶	۳۶۲.۷۱۲۰۹۳	۳۲۲.۸۰۲۷
۱۳	۳۴۵	۳۰۱.۹۴۴۸	۶۹	۵۸.۵۴۵۵	۲۲۵.۶۹۳۷۲	۲۱۱.۰۰۴
۱۴	۵۴۷	۴۵۴.۶۰۵۸	۱۰۱	۸۵.۴۴۰۲	۴۰۸.۱۸۳۲۳۸	۳۱۴.۰۷۴۹
۱۵	۸۲۵	۶۹۴.۴۹۴۶	۱۴۹	۱۳۴.۰۹۴۱	۵۸۸.۲۹۲۱۱۵	۵۱۹.۶۰۱۲
۱۶	۴۴۵	۴۱۱.۱۲۸۵	۱۰۲	۷۹.۴۸۱۷	۳۶۳.۸۷۶۳۶۸	۳۰۴.۵۹۴۸
۱۸	۵۱۸	۴۵۸.۹۰۴۲	۱۰۱	۹۰.۰۳۷۵	۳۳۹.۹۰۷۵۴۸	۳۳۰.۹۱۰۴
۱۹	۴۷۶	۴۲۵.۱۹۵۴	۸۸	۸۰.۸۴۳۷	۳۴۳.۷۷۰۸۶۷	۳۱۵.۸۱۵
۲۰	۶۷۰	۶۰۸.۰۲۳۹	۱۱۵	۱۱۰.۰۰۸	۵۶۷.۹۴۳۵۳۵	۴۵۵.۸۰۰۴
۲۱	۴۵۴	۲۶۴.۱۴۲۹	۶۱	۵۶.۸۵۷۱	۲۷۵.۷۷۳۵۲۲	۱۹۱.۶۳۰۹

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر ارزیابی کارایی مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران در حوزه پسماند با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها است. برای این منظور متغیرهای ورودی چهار شاخص تعداد پرسنل هر منطقه برای جمع‌آوری پسماند، ماشین‌آلات، هزینه قطعی در حوزه پسماند و جمعیت هر منطقه و متغیر خروجی آن شاخص پسماند جمع‌آوری شده انتخاب شدند.

با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس (مدل CCR) مناطق ۱، ۴، ۶ و ۱۲ کارآمد و مابقی ناکارآمد بوده‌اند. با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس (مدل BCC) علاوه بر مناطق قبلی، کارایی مناطق ۸، ۹، ۱۰، ۱۷ و ۲۲ نیز برابر یک به دست آمد.

در گام بعدی با استفاده از مدل اندرسون-پیترسون مناطق ۲۲ گانه بر اساس مقدار کارایی رتبه‌بندی شدند که مناطق ۴، ۶ و ۱۲ به ترتیب رتبه‌های اول تا سوم را به دست آوردند و مناطق ۵، ۱۴ و ۲۱ در سه جایگاه آخر قرار گرفتند.

درنهایت راهکارهایی برای بالا بردن مقدار کارایی مناطق ناکارآمد با تمرکز بر مدل BCC ورودی محور ارایه گردید که از طریق کاهش ورودی‌ها انجام می‌پذیرد. به‌عنوان نمونه، برای بهبود کارایی منطقه ۲ لازم است تا تعداد پرسنل هر منطقه برای جمع‌آوری پسماند از ۸۰۶ نفر به ۶۵۲ نفر و تعداد ماشین‌آلات از ۱۴۷ ماشین به ۱۳۰ عدد کاهش یابد. همچنین کاهش هزینه قطعی از ۵۵,۳ به ۴۸,۶ میلیارد تومان نیز در بهبود کارایی مؤثر می‌باشد.

برای مطالعات آینده می‌توان کارایی را در حوزه پسماند با کمک ورودی و خروجی‌های دیگر محاسبه و نتایج را با هم مقایسه کرد؛ و یا کارایی در حوزه پسماند با شرایط مشابه در مقاطع زمانی مختلف را بررسی کرد. همچنین با استفاده از داده‌های تابلویی و روش‌های لوجیت و پروبیت، به بررسی عوامل مؤثر بر کارایی فنی شهرداری در حوزه مدیریت پسماند پرداخت.

منابع

- اکبری، ن.، بصیری‌پارسا، ن. (۱۳۸۴). «اندازه‌گیری کارایی فنی فعالیت‌های عمران شهری (با استفاده از روش DEA: موردمطالعه استان همدان)» پژوهش‌های اقتصادی، ۵(۳)، ۱۳۳-۱۵۳.
- امیری، م.، دارستانی فراهانی، ا.، محبوب‌قدسی، م. (۱۳۹۶). تصمیم‌گیری چندمعیاره. تهران: انتشارات دانشگاهی کیان، چاپ دوم.
- پورکاظمی، محمدحسین و رضایی، جواد (۱۳۸۲)، بررسی کارایی صنعت گردشگری با استفاده از روش‌های ناپارامتری ایران و کشورهای منطقه، پژوهش‌نامه اقتصادی
- حسینی، سید شمس‌الدین و سوری، امیررضا «برآورد کارایی بانک‌های ایران و عوامل مؤثر بر آن.» فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال هفتم، شماره دوم، (تابستان ۱۳۸۶):(۱۵۶-۱۲۷
- جهانشاهلو، غ.، حسین‌زاده لطفی، ف.، نیکومرام، ه. (۱۳۹۰). تحلیل پوششی داده‌ها و کاربردهای آن. تهران: آثار نفیس.
- رهنما، م. و رضوی، م. (۱۳۹۱). «تحلیل کارآیی مناطق شهرداری مشهد با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها» علمی پژوهشی انجمن جغرافیای ایران، ۱۰ (۳۲)، ۱۴۷-۱۷۶.
- سوری، ا.، گرشاسبی، ع.، عریانی، ب. (۱۳۸۶). «مقایسه تطبیقی کارایی بانک‌های تجاری ایران با استفاده از روش DEA و SFA» اقتصاد و تجارت نوین، ۸، ۳۲-۶۰.
- شعبان، ر.، بنی‌مهد، ب.، حسین‌زاده لطفی، ف.، نیکومرام، ه. (۱۳۹۹). «سنجش کارایی مؤسسات حسابرسی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها» تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات، ۵(۳)، ۴۰۱-۴۱۳.
- طیبی ابوالحسنی، ا.، کوشا، ح. (۱۳۹۵). «ارزیابی عملکرد با به‌کارگیری ترکیب مدل تحلیل پوششی داده‌ها و TOPSIS (موردمطالعه: گروه مشاوران جوان شهرداری مشهد)» مدیریت فرهنگ سازمانی ۳(۴۱)، ۹۰۹-۹۳۶.
- غیاثی، م. و قسمتی، غ. و نادری، ش. (۱۴۰۰). بازتخصیص منابع بخش‌های مختلف بیمارستان امام رضا (ع) مشهد بر مبنای عملکرد آن‌ها با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها. تحقیق در عملیات در کاربردهای آن (ریاضیات کاربردی)، ۱۸(۱ (پیاپی ۶۸))، ۵۷-۷۱.
- کاظمی، م.، منظم ابراهیم‌پور، ش.، ایل‌بیگی، ع. (۱۳۹۲). «بررسی کارایی نواحی مختلف شهرداری مشهد با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها» پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۴(۱۵)، ۱۱۳-۱۳۲.
- محمودی خوشرو، ا.، قاسمی، ع. (۱۳۸۹). «بررسی کارایی شهرداری‌های استان کردستان با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)» مدیریت صنعتی، ۵(۱۳)، ۱۰۳-۱۱۹.
- مهرگان، م. (۱۳۹۵). مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها (تحلیل پوششی داده‌ها). نشر کتاب دانشگاهی، چاپ سوم.
- Azar ,A ,.Valipour khatir ,M ,.Moghbel baerz ,A ,.Hasas yeganeh ,Y .(2013) ,.Evaluation of hospital
- efficiency by Data Envelopment Analysis: Tehran university of medical sciences: 2009-2011. JHA,16(53), 36-46.
- Andersen, P., & Petersen, N. C. (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management science*, 39(10), 1261-1264.
- *Banker*, *R. D.*, *Charnes*, *A.*, *& Cooper*, *W. W.* (1984). *Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis*. *Management science*, 30(9), 1078-1092.
- *Bowlin*, *W. F.* (1998). *Measuring performance*: *An introduction to data envelopment analysis* (*DEA*). *The Journal of Cost Analysis*, 15(2), 3-27.
- *Charnes*, *A.*, *Cooper*, *W. W.*, *& Rhodes*, *E.* (1978). *Measuring the efficiency of decision making units*. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
- *Cooper*, *W.W. Seiford*, *L.M. Zhu*, *J. Data envelopment analysis*: *history*, *models and interpretations*, *in*: *Cooper*, *W.W. Seiford*, *L.M. Zhu*, *J. editors*. (2004). *Handbook on Data Envelopment Analysis*, *Chapter* 1, *Kluwer Academic Publishers*, *Boston*, *USA*.
- *Chiang chen,chung,A performance evaluation of MSW management practice in Taiwan*, *Resources*, *conversation and Recycling* 54, (2010).
- *Chen S*, *Wu Y*, *Chen Y*, *Zhu H*, *Wang Z*, *Feng D*, *et al. Analysis of operation performance of general hospitals in Shenzhen*, *China*, *a super efficiency data envelopment analysis*.
- *Daskalopoulou*, *I. A.* (2009), *Urban Tourism Competitiveness*: *Networks and the Regional Asset Base.Urban Studies* 46 (4). *pp*: 779-801.
- *De Sousa*, *M. D. C. S.*, *& Stošić*, *B.* (2005). *Technical efficiency of the Brazilian municipalities*: *correcting nonparametric frontier measurements for outliers*. *Journal of Productivity analysis*, 24(2), 157-181.
- *Farrell*, *M.*, "*The Measurement of Productive Efficiency*," *Journal of the Royal Statistical Society*, *SeriesA* (*General*), *Vol*. 120, 1957, *pp*. 81-281.
- *Meianji*, *Parviz*, *Barimnejad*, *Vali*. (2016). *Investigating the efficiency of Keshavarzi Bank branches by data envelopment analysis method*. *Agricultural Economics Research*, 4 (8), 38-19.
- *Michailov*, *A.*, *Tomova*, *M.*, *& Nenkova*, *P.* (2003). *Cost efficiency in Bulgarian municipalities*. *NISPA*, 78.
- *Miri*, *S.*, *Alroaia*, *Y.*, *& Bohlouli*, *S.* (2014). *An application of DEA method for ranking different Tehran municipality branches*. *Management Science Letters*, 4(5), 961-966.
- Thanassoulis ,E ,(2003) .Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis Second printing.Massachusetts :Kluwer academic publisher.

راهنمای مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی توسط خانوارها

چکیده

هومن غلامپور ارباستان [1]

دانشجوی دکترای مهندسی محیط‌زیست، گرایش مواد زائد جامد، دانشکده فنی، دانشگاه تهران

پسماندهایی که یکی از خواص سمیت، اشتعال‌زایی، واکنش‌پذیری و خورندگی دارند در دسته پسماندهای خطرناک خانگی طبقه‌بندی می‌گردند و مستلزم مدیریت ویژه هستند. بدین منظور در قانون مدیریت پسماند و آیین‌نامه اجرایی آن، به این دسته پسماندهای جامد، جزء ویژه پسماند عادی گفته می‌شود. برآوردها نشان داده است این دسته از پسماندها در صورت احتساب پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی به‌عنوان جزء ویژه پسماند عادی (۰ تا ۴٪) و در غیراین‌صورت (۰-۱٪) از پسماند شهری را به خود اختصاص می‌دهد. بررسی‌های انجام گرفته بر روی پسماند شهر تهران در مبدأ تولید، گویای آن است که متوسط میزان سرانه تولید این دسته از پسماندها در بازه (۶/۲۶-۸/۲۵) گرم در روز برای هر تهرانی برآورد شده است که این میزان (۱/۲۲-۱/۵۸) درصد از سهم کل پسماند خانگی را به خود اختصاص داده است. با توجه به بالاتر بودن میزان تولید این دسته از پسماندها در شهر تهران نسبت به برخی کشورها و همچنین عدم وجود برنامه مشخص جهت جمع‌آوری و مدیریت مجزای این دسته از پسماند، در پژوهش حاضر توضیحاتی جهت افزایش آگاهی شهروندان به منظور کاهش تولید و مدیریت بهینه پسماندهای خطرناک خانگی و یا جزء ویژه پسماند عادی ارایه می‌گردد. با عمل به توصیه‌های مطرح شده در پژوهش حاضر، علاوه بر کاهش تولید، از خطرات احتمالی مرتبط با عدم مدیریت صحیح این دسته از پسماندها بر سلامت انسان و محیط‌زیست کاسته خواهد شد.

کلمات کلیدی: پسماند خطرناک خانگی، جزء ویژه پسماند عادی، مدیریت پسماند

مقدمه:

پسماندهای خانگی، به آن دسته از مواد زائد اطلاق می‌گردد که توسط خانوارها طی فعالیت معمول روزمره تولید و بیشتر از دوسوم پسماند تولیدی در کل دنیا را شامل می‌شود (In-glezakis & Moustakas, 2015). در میان این دسته از پسماندها، مواد و پسماندهای متعدد و متنوعی به چشم می‌خورند که در ترکیبات‌شان موادی که برای سلامت انسان و محیط‌زیست زیان‌آور و خطرناک هستند، بکار برده شده است. بر اساس تعریف ارایه شده توسط آژانس حفاظت از محیط‌زیست ایالات‌متحده آمریکا [1] (EPA) به آن دسته از پسماندهای خانگی که محتوی موادخورنده، سمی، واکنش‌پذیر و قابل اشتعال باشند، پسماندهای خطرناک خانگی گفته می‌شود (USEPA,2005). بر اساس قانون حفاظت و بازیابی منابع [2] (RCRA) پسماندهای خطرناک خانگی به همراه ۱۴ پسماند دیگر از قانون مدیریت پسماندهای خطرناک زیر بخش C [3] مستثنی شده و پسماند غیرخطرناک محسوب شده‌اند و می‌بایست مطابق با قوانین مندرج در زیربخش D مدیریت و دفع گردند (Conservation & Act,2014). بر طبق تعریف

1 United States Environmental Protection Agency (EPA)
2 Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)
3 Subtitle

1. H_gholampour@ut.ac.ir

ارایه شده توسط انجمن ملی پسماندهای خطرناک خانگی انگلستان[1] (NHHWF) پسماندهایی که به‌واسطه طبیعت بیولوژیکی و یا شیمیایی آن‌ها سلامت انسان و یا محیط‌زیست را با خطر روبرو می‌سازند در دسته پسماندهای خطرناک خانگی طبقه‌بندی می‌گردند(Slack et al,2009). بر اساس ماده ۲ بند ۳ قانون مدیریت پسماند ایران به کلیه پسماندهایی که به دلیل بالا بودن حداقل یکی از خواص خطرناک از قبیل سمیت، بیماری‌زایی، قابلیت انفجار و یا اشتعال، خورندگی و مشابه آن، به مراقبت ویژه نیاز داشته باشد و همچنین آن دسته از پسماندهای پزشکی و نیز بخشی از پسماندهای خانگی، صنعتی، کشاورزی که نیاز به مدیریت خاص دارند جزء پسماندهای ویژه محسوب می‌شوند. همچنین وفق ماده ۴ و تبصره ۲ از آیین‌نامه اجرایی مدیریت پسماند مصوب ۱۳۸۴، جزء ویژه پسماندهای خانگی، پسماند غیرخطرناک محسوب نمی‌گردد اما مدیریت آن برعهده مدیریت کنندگان پسماندهای غیرخطرناک یعنی شهرداری‌ها می‌باشد (نجفی و رضایی، ۱۳۹۲). بر اساس گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۱۸ در ایران همانند دیگر کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا، ۸۷ درصد از پسماندهای تولیدی به روش‌های مختلف دفن می‌گردند. بر اساس این گزارش سهم دفن در فضای باز ٪۵۲/۷، دفن کنترل شده ٪۱۴/۱، خاکچال بهداشتی ٪۱۰/۸ و محل‌های دفن غیرمشخص ۹/۴ درصد می‌باشد.(Kaza et al,2018) طی بررسی‌های صورت گرفته وجود برخی فلزات سنگین و آلاینده‌های آلی در شیرابه‌های مراکز دفن پسماند شهری می‌تواند ناشی از حضور پسماندهای خطرناک خانگی در جریان پسماند شهری باشد (Slack et al,2005). علاوه بر این حضور پسماندهای مواد آرایشی، لوسیون‌ها و دترجنت‌ها و همچنین باتری‌ها و لامپ‌های فلورسنت در جریان پسماند شهری که همگی در دسته پسماندهای خطرناک خانگی طبقه‌بندی می‌شوند، باعث افزایش میزان سیلوکسان‌ها و بخارات حاوی جیوه در گازهای منتشره از مراکز دفن پسماند می‌گردند (Narros et al,2009; Tao et al,2017). علاوه بر اثرات زیست‌محیطی گفته شده، از هزینه‌های زیادی که به‌واسطه وجود پسماندهای خطرناک خانگی در جریان پسماند شهری به مدیریت کنندگان پسماند برای حمل‌ونقل، پیش‌تصفیه و دفن تحمیل می‌شود می‌توان به‌عنوان اثرات اقتصادی مدیریت این گروه از پسماندها اشاره نمود (Slack et al,2009). آسیب دیدن جمع‌آوری‌کنندگان پسماندهای خانگی و ایجاد نارضایتی شغلی نیز از اثرات اجتماعی حاصل از مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی است (Jeong et al,2016)

طبقه‌بندی پسماندهای خطرناک خانگی

در پژوهش‌های انجام گرفته در دنیا طبقه‌بندی‌های مختلفی برای این دسته از پسماندها ارایه شده است. بر این اساس، پسماندهای خطرناک خانگی در ۱۰ طبقه‌بندی اصلی که هرکدام دارای زیرگروه‌های مخصوص به خود هستند؛ دسته‌بندی شده‌اند. در جدول شماره (۱) فهرست ۱۰ گروه به همراه زیرگروه‌ها ارایه شده است. لازم به ذکر است در صورتی که ۱ درصد وزنی از مواد محتوی ظرف را در هنگام دفع در خود داشته باشند در دسته پسماندهای خطرناک خانگی قرارمی‌گیرند.

1 UK-based National Household Hazardous Waste Forum

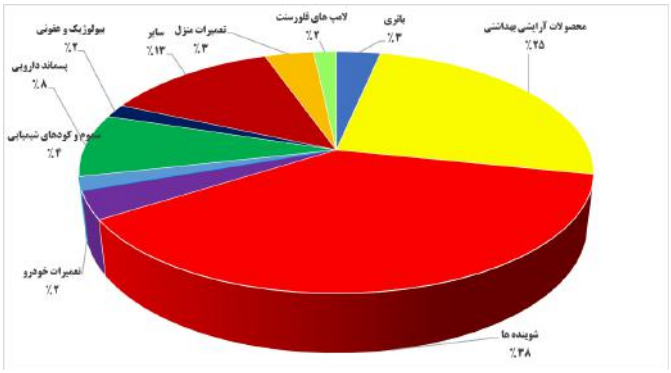
جدول ۱- طبقه‌بندی پسماندهای خطرناک خانگی

پاک‌کننده‌های خانگی	محصولات محافظت فردی	باتری‌ها	مواد مصرفی در تعمیر و نگهداری منزل	داروها	پسماندهای بیولوژیکی و عفونی	سموم، آفت‌کش‌ها و کودها	موادمصرفی در تعمیر خودرو	لامپ‌های فلورسنت	سایر
شوینده لباس	لوازم‌آرایشی و بهداشتی	باتری‌های A-	مواد حاوی آزبست	داروهای خوراکی	دیالیز	علف‌کش‌ها	روغن‌موتور	لامپ‌های مهتابی	رنگ‌های پایه آب
شوینده ظروف	محافظ مو	باتری‌های C-	قیر	داروهای تزریقی	دستکش‌های لاتکسی	آفت‌کش‌ها	روغن‌ترمز	لامپ‌های اسپیرال	رنگ‌های روغنی
شوینده کمکی	لوسیون‌ها	باتری‌های D-	ایزوگام	لوسیون‌ها	سرنگ‌ها	سموم	روغن هیدرولیک	لامپ‌های کم‌مصرف شمعی	حلال‌ها
سفیدکننده‌ها	عطر و ادوکلن	باتری‌های دکمه‌ای	درزگیرهای پنجره	پماد و کرم‌ها	کاندوم	کودهای شیمیایی	روانکارها		انواع چسب
نرم‌کننده‌ها	اسپری بدن	باتری‌های اتومبیل	کپسول‌های آتش‌نشانی	شیاف‌ها	گاز استریل	بارورکننده‌های خاک	مایع برف‌پاک‌کن		واکس کفش
گازپاک‌کن‌ها	صابون‌های آرایشی		لوله‌های شکسته PVC	مکمل‌های غذایی	بانداژ		فیلتر روغن		لوح فشرده
صابون‌ها	پودر بچه								کارتریج چاپگر
شوینده سرویس بهداشتی	لاک ناخن								موادمصرفی در عکاسی
شوینده‌های چندمنظوره	پاک‌کننده لاک								عکس رادیولوژی
محافظ‌های چوب	خمیردندان								دماسنج جیوه‌ای
بازکننده‌های فاضلاب	شامپو								
خوش‌بوکننده‌های هوا	شوینده‌های بدن								

(Delgado et al,2007; Pourzamani et al,2019)

نتایج بررسی میزان تولید و ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی تولیدی در شهر تهران

بر اساس نتایج به دست آمده در پژوهش غلامپور ارباستان و گیتی‌پور که در سال ۱۳۹۹ به بررسی تأثیرات تغییرات فصلی بر روی سرانه تولید و ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی در شهر تهران پرداخته‌اند، بیشترین سهم تولید پسماندهای خطرناک خانگی متعلق به فصل تابستان و کمترین آن مربوط به فصل پاییز است. همچنین بر اساس نتایج این پژوهش متوسط میزان سرانه تولید این دسته از پسماندها در بازه (۸/۲۵-۶/۲۶) گرم در روز برای هر تهرانی برآورد شده است که این میزان (۱/۲۲-۱/۵۸) درصد از سهم کل پسماند خانگی را بخود اختصاص داده است. در نمودار (۱) درصد و ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی شهر تهران نشان داده شده است.



شکل ۱: ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی در شهر تهران

(Gholampour Arbastan & Gitipour,2020)

همان‌طور که در شکل ۱ قابل مشاهده می‌باشد، نتایج آنالیز گویای آن است که شوینده‌های خانگی در کنار محصولات آرایشی بهداشتی و بخش سایر که شامل رنگ‌ها، حلال‌ها و... می‌باشند سه بخش عمده پسماند خطرناک خانگی شهر تهران را به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به آنچه گفته شد و براساس نیاز به افزایش آگاهی شهروندان نسبت به کاهش در مبدأ و مدیریت صحیح این دسته از پسماندها در راهنمای حاضر به ارایه توضیحاتی در این خصوص پرداخته خواهد شد.

راهنمای کاهش تولید و مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی در شهر تهران

۱- سموم دفع آفات

بهترین روش مدیریت سموم دفع آفات اجتناب از تولید آن‌هاست.

۱-۱-کاهش و اجتناب از تولید پسماند سموم دفع آفات

- تهیه سموم دفع آفات به میزان موردنیاز
- استفاده از تمامی محتویات سموم
- در اختیار گذاردن سم مازاد بر نیاز به همسایگان در صورت وجود مشکل مشابه. (با این کار هم پسماند کمتری تولید نموده‌ایم و هم به علت سم‌پاشی کل منطقه، امکان بروز دوباره مشکل را کاهش داده‌ایم.)
- تماس با شرکت سازنده در خصوص امکان بازپس‌گیری مقادیر مازاد
- راه‌حل مناسب جهت کاهش ظروف حاوی سموم، که خود در دسته پسماندهای خطرناک طبقه‌بندی می‌گردند، ارایه ظروف خالی توسط مصرف‌کنندگان، جهت خریداری سموم مشابه جدید است. در صورتی که سمومی که در داخل ظروف قبلی ریخته می‌شوند کاملاً مشابه ترکیب پیشین باشد، دیگر نیازی به شستشوی ظروف توسط تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان نخواهد بود و این بدان معناست که آلودگی‌های ناشی از این فرآیند به حداقل خواهد رسید.

۱-۲-نحوه مدیریت صحیح باقیمانده‌ها و ظروف حاوی سموم شیمیایی

- بر روی ظروف برخی از سموم، برچسبی نصب گردیده است که نحوه دفع صحیح آن‌ها را نشان می‌دهد بدین‌وسیله می‌توان از روش دفع ایمن این پسماند اطمینان حاصل کرد.
- تماس با وزارت جهاد کشاورزی، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، شهرداری‌ها و همچنین شرکت‌های تولیدکننده سموم به منظور اطلاع از روش دقیق دفع اضافات و یا سموم تاریخ‌مصرف گذشته.
- خودداری اکید از سوزاندن، دفن‌کردن، تخلیه در سیستم آب و فاضلاب، سینک و محل‌های زهکش آب، پیش از اطلاع از نحوه صحیح مدیریت و دفع سموم اضافی و تاریخ مصرف گذشته.
- استفاده از لیست شرکت‌های مورد تأیید سازمان حفاظت محیط‌زیست به منظور دفع پسماندهای خطرناک سموم مازاد. (Https://b2n.ir/e90103).
- در صورتی که روزی امکان بازیافت ظروف حاوی سموم در کشور مقدور گردید، لفافه، برچسب و درپوش این ظروف می‌بایست جدا گردد و ظروف به‌صورت مجزا بازیافت شود. در حال حاضر تنها راهکار موجود، دفع این ظروف به روش دفن بهداشتی و زباله‌سوز بوده و بازیافت آن‌ها غیرقانونی می‌باشد.

۳-۱- نکات مهم در مدیریت پسماندهای سموم دفع آفات

- مطالعه دستورالعمل ذکر شده بر روی ظروف محتوی سموم قبل از استفاده و دفع آن.
- پیش از رهاسازی آب حاصل از شستشو ظروف حاوی سموم در طبیعت، به برچسب نصب شده بر روی این ظروف دقت نمایید و اطمینان حاصل کنید که این کار تأثیر منفی بر محیط‌زیست نداشته باشد.
- نگهداری و انباری سموم در ظروف اصلی دارای برچسب به دلیل انتخاب و طراحی این ظروف متناسب و سازگار با سم دورنشان.
- عدم استفاده از ظروف سموم برای هیچ‌گونه هدف دیگری به‌جز پرکردن با سم مشابه.
- خودداری اکید از نگهداری سموم در ظروف دیگر نظیر بطری‌های آب‌معدنی و ... .
- استفاده از تجهیزات و لباس‌های مناسب در زمان مواجهه با سموم.
- فاصله حداقل ۵۰ متر محل اختلاط سموم، بارگیری سموم در سم‌پاش‌ها و ... تا چاه‌های آب. صرف‌نظر از فعال یا غیرفعال بودن چاه‌ها.
- شستشوی مناسب ظروف سموم پس از استفاده از کلیه محتویات داخل ظروف و یا تخلیه سموم غیرقابل استفاده جهت دفع.
- استفاده از دستکش‌های مقاوم در برابر موادشیمیایی و عینک‌های محافظ برای محافظت از چشم‌ها در هنگام شستشوی ظروف حاوی سموم.
- ایجاد آلودگی خاک، آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی و آسیب جدی به گیاهان، جانوران و منابع آبی در صورت عدم شستشوی ظروف حاوی سموم.
- در بسیاری از کشورها، شستشوی ظروف حاوی سموم عملی اختیاری و داوطلبانه نیست و بر طبق قانون استفاده‌کننده از این سموم داخل ظروف موظف است ظروف خالی را تنظیف نماید.
- بهترین زمان برای شستشوی ظروف، دقیقاً بلافاصله پس از مصرف سموم می‌باشد، زیرا با گذشت زمان محتویات داخل ظروف خشک شده و فرآیند شستشو به شدت دشوار خواهد شد.

به‌منظور شستشوی ظروف حاوی سموم دفع آفات دو روش پیشنهاد شده است؛ که در ادامه به توضیح هریک پرداخته می‌شود:

۳-۱-۱- روش شستشوی سه مرحله‌ای

به منظور شستشوی ظروف آلوده به سموم دفع آفات به روش شستشوی سه مرحله‌ای اقدامات زیر باید انجام گیرد:

۱. پوشیدن لباس‌ها و تجهیزات محافظت فردی.
۲. درب ظرف را باز کنید و کلیه محتوای ظروف را تخلیه نمایید، اجازه دهید طی ۳۰ ثانیه کلیه محتویات ظروف به داخل سم‌پاش انتقال یابد (برای این منظور می‌توانید از سروته نمودن ظرف استفاده کنید). بلافاصله شستشو را آغاز نمایید در غیراینصورت فرآیند شستشو به شدت دشوار خواهد شد، در صورتی که امکان شستشوی بلافاصله وجود ندارد، درب ظرف را تا زمان مناسب برای شستشو، مجدداً ببندید.
۳. ۲۰-۱۰٪ ظروف را پر از آب و یا محلول شستشو کنید (حلال‌های سموم شیمیایی)
۴. بستن مجدد درب ظرف.
۵. تکان دادن ظرف به منظور شستشوی سطح داخلی.
۶. بازکردن درب ظرف سم و ریختن محتویات آن را به داخل سم‌پاش و تخلیه محتویات ظرف به‌طور کامل به داخل سم‌پاش پس از ۰۳ ثانیه.
۷. تکرار مراحل ۳-۶ دو بار دیگر.
۸. پاره یا سوراخ کردن ظروف سم به منظور جلوگیری از استفاده مجدد و عدم استفاده از ابزار پاره و سوراخ کردن این ظروف در مکان‌های دیگر علی‌الخصوص آشپزخانه و یا داخل منزل.
۹. بستن درب ظروف و تماس با فهرست Https://b2n.ir/e90103 جهت امحای ظرف. قراردادن در داخل مخازن جمع‌آوری پسماند در صورت عدم امکان امحای صحیح ظروف.
۱۰. ۱. در صورت امکان بازیافت در کشور، تفکیک و جداسازی ظرف و درب آن با توجه به جنس متفاوت آن‌ها. گرچه اکنون هیچ امکانی جهت بازیافت این ظروف در کشور وجود ندارد.

۳-۱-۲- روش شستشوی با جریان آب پرفشار

پاک‌سازی ظروف حاوی سموم با جریان آب پرفشار انجام خواهد شد. بدین منظور، می‌توان از نازل‌های تقویت‌کننده فشار آب استفاده کرد. این نازل‌ها قابلیت نصب بر روی شیلنگ آب را داراست و توسط آن می‌توان پاک‌سازی و شستشوی این ظروف را انجام داد. این روش نسبت به روش شستشوی سه مرحله‌ای، مؤثرتر، سریع‌تر و راحت‌تر است در ضمن استفاده از این روش

جهت شستشوی ظروف کوچک، بهترین رویکرد ممکن است. مراحل اجرای این روش به شرح زیر است:

۱. پوشیدن لباس‌ها و تجهیزات محافظت فردی.قسمت‌های پایینی ظرف را سوراخ نمایید و نازل آب با قابلیت تنظیم فشار را در آن قرار دهید.

۲. باز کردن درب ظرف و تخلیه کلیه محتوای ظروف. اجازه دهید طی ۳۰ ثانیه کلیه محتویات ظروف به داخل سم‌پاش انتقال یابد (برای این منظور می‌توان از سروته نمودن ظرف استفاده کرد). بلافاصله شستشو آغاز شود در غیراین‌صورت فرآیند شستشو به شدت دشوار خواهد شد، درصورتی‌که امکان شستشوی بلافاصله وجود ندارد، درب ظرف تا زمان شستشوی دوباره بسته شود.

۳. سوراخ کردن قسمت‌های پایینی ظرف و قراردادن نازل آب با قابلیت تنظیم فشار در ظرف.

۴. قرار دادن ظرف سم را به‌صورت سروته در بالای مخزن سم‌پاش و جمع‌آوری آب حاصله از شستشو در داخل مخزن.

۵. بر اساس مدت زمان مشخص شده توسط شرکت سازنده که معمولاً ۳۰ ثانیه می‌باشد (بر روی برچسب نصب شده بر روی برخی از محصولات، به نحوه شستشو اشاره شده است در غیر این صورت همان میزان ۳۰ ثانیه را ملاک عمل قرار دهید) شستشو ادامه و در این مدت نازل را در درون ظرف چرخانده تا کلیه محفظه ظرف شسته شود.

۶. شستشوی جداگانه درب ظرف و ریختن آب حاصله در داخل سم‌پاش.

۷. درب ظروف را بسته و جهت امحای ظرف با فهرست Https://b2n.ir/e90103 تماس حاصل نشود. درصورتی‌که امکان امحای صحیح ظروف وجود ندارد آن‌ها در داخل مخازن جمع‌آوری پسماند قرار داده شود.

۸. درصورتی‌که امکان بازیافت در کشور فراهم شد، توجه شود که ظرف و درب آن دارای جنس متفاوت است و باید از یکدیگر جدا شده و تفکیک گردند. گرچه اکنون هیچ امکانی جهت بازیافت این ظروف در کشور وجود ندارد.

نکته قابل‌توجه این است که در کشورهایی که در آن‌ها امکان بازیافت ظروف سموم نیز وجود دارد، این روند از بازیافت دیگر ظروف پلاستیکی جدا بوده و از طریق جمع‌آوری پسماند خشک و یا غرف بازیافت صورت نمی‌گیرد در نتیجه از تحویل ظروف به غرف بازیافت و یا اپلیکیشن‌های جمع‌آوری پسماند خشک اکیداً خودداری شود.

۳-۳-۱- نکات مهم در ذخیره‌سازی و انبارش ظروف خالی سموم دفع آفات

- ظروف شسته نشده باید همانند ظروف پر از سموم ذخیره و انبارش گردد. این بدان معناست که در هنگام انبارش ظروف شسته نشده، درب ظروف را بسته و ظروف را در مکانی مسقف که درب ورودی آن قابل قفل شده باشد، ذخیره شود.
- در روش شستشو با جریان آب پرفشار، سوراخ و حفره‌ای بر روی ظروف ایجاد می‌گردد فلذا انبارش این ظروف می‌بایست در داخل ساختمان انجام گیرد تا از ورود آب باران و یا برف به داخل ظروف جلوگیری گردد. پس از شستشو درب ظرف را باز گذاشته تا محتویات داخل ظرف کاملاً خشک گردد.
- ظروف شسته شده با فرآیند شستشوی سه مرحله‌ای را تنها در زمانی که درب آن‌ها بسته شده است باید در خارج از خانه نگهداری نمود، ظروف شسته شده به روش سه مرحله‌ای اگر دارای درب هستند، نیاز به نگهداری در محیط‌های سربسته ندارند.

۲- پاک‌کننده‌های خانگی

۱-۲- کاهش تولید پسماندهای پاک‌کننده‌های خانگی

تنها راه مدیریت پسماندهای حاصل از پاک‌کننده‌های خانگی، کاهش مصرف آن‌ها و استفاده از ترکیبات جایگزین با اثرات مخرب کمتر می‌باشد. در جدول ۲ برخی جایگزین‌های ارایه شده توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا ارایه شده است.

جدول ۲: جایگزین‌های کم‌خطر ارایه شده توسط EPA برای شوینده‌های خانگی

پاک‌کننده‌های خانگی	روش جایگزین
تمیزکننده فرش و مبلمان	لکه‌ها بلافاصله با آب گازدار (سودا) پاک شود. مقداری نشاسته ذرت بر روی فرش ریخته و پس از مدتی با جاروبرقی جمع گردد. از پاک‌کننده‌های پایه صابون و شامپوهای غیر اسپری برای فرش استفاده گردد.
راه بازکن	از راه بازکن و یا فنرهای مخصوص باز کردن راه‌های آب استفاده نموده و یا نصف فنجان سدیم کربنات را در داخل مجرای فاضلاب ریخته و سپس ۲ فنجان آبجوش در راه آب ریخته و به‌صورت هفتگی با آب گرم فلاش شود.
براق‌کننده مبلمان	پارچه را به روغن زیتون، سویا و یا تخم کتان آغشته کرده؛ یا دو قاشق غذاخوری روغن زیتون را با یک قاشق غذاخوری سرکه و ۰۵۲ سی‌سی آب به آرامی مخلوط گردد؛ یا ۲ قسمت روغن گیاهی و ۱ قسمت آب لیمو مخلوط کرده و سپس با آن مبلمان پاک گردد.
پاک‌کننده‌های معمول	سرکه و آب‌لیمو را با آب رقیق کرده؛ یا ۳ قاشق غذاخوری سدیم کربنات را با ۰۵۲ سی‌سی آب مخلوط کرده و سپس به‌عنوان شوینده استفاده گردد.
شیشه‌پاک‌کن‌ها	آب را با میزان مساوی سرکه مخلوط نموده و با اسپری بر روی شیشه پاشیده و سپس با حوله پارچه‌ای شیشه را پاک گردد.
پودر لباسشویی	مقداری جوش‌شیرین و آب بر روی نقاط کثیف ریخته شود.
پاک‌کننده فلزات	از جوش‌شیرین یا خمیر نمک استفاده گردد. با استفاده از سرکه، آرد و نصف فنجان نمک برای ساخت خمیر نمک استفاده گردد.
شوینده‌های چندمنظوره	از مخلوط نصف فنجان آمونیاک، یک سوم فنجان سرکه و یک چهارم فنجان جوش‌شیرین در ۸۷,۳ لیتر آب استفاده گردد.
گاز پاک‌کن	لکه‌ها را به این صورت پاک‌کنید، با استفاده از برس و یا اسکاچ و جوش‌شیرین شستشو را انجام داده، یا بر روی لکه جوش‌شیرین و یا نمک پاشیده و اجازه دهید مدتی بگذرد سپس شستشو انجام گردد.
پاک‌کننده ظروف چینی	خمیری از آب و جوش‌شیرین درست کرده و آن را بر روی لکه قرار داده و پس از مدتی پاک گردد.
پاک‌کننده قالیچه و فرش	جوش‌شیرین را بر روی فرش پاشیده و پس از مدتی با جاروبرقی جمع‌آوری گردد. می‌توان از آب گازدار (سودا) برای پاک کردن لکه‌ها استفاده کرد.
پاک‌کننده سطوح سرامیکی	استفاده از جوش‌شیرین، نمک و بوراکس
پاک‌کننده نقره	نقره داخل ۰۵۲ سی‌سی آب گرم حاوی ۱ قاشق چای‌خوری جوش‌شیرین، ۱ قاشق چای‌خوری نمک و فویل آلومینیومی قرار داده شود.
لکه برها	لکه‌ها را به سرعت پاک کرده به این منظور می‌توان از آب گازدار و یا خمیر جوش‌شیرین استفاده کرد.
شستشوی کاسه توالت	نوشابه سیاه بدون گاز، بوراکس و یا جوش‌شیرین می‌تواند بدین منظور مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۲- روش‌های دفع باقیمانده‌های محصولات پاک‌کننده‌های خانگی

۱. برچسب نصب شده بر روی محصولات را به دقت بررسی و درصورت وجود دستورالعملی جهت دفع صحیح محصول موردنظر، برطبق دستورالعمل اقدام شود.
۲. در صورت نبود دستورالعمل مشخص، مقداری از پاک‌کننده موردنظر در کمی آب حل شود، اگر محصول موردنظر محلول در آب باشد، می‌توان مقادیر مازاد را در داخل سیستم فاضلاب دفع کرد. اکثر مایعات، ژل‌ها و پودرهای مورد استفاده در منزل در این دسته طبقه‌بندی می‌گردند.
۳. اکثر محصولات جامد نظیر صابون‌ها، قابل دفع در مخازن جمع‌آوری پسماندهای شهری می‌باشند.

۲-۳- نکات مهم در دفع مواد باقیمانده محصولات پاک‌کننده خانگی

- در صورت تمایل به دفع محصولات پاک‌کننده جامد در مخازن جمع‌آوری پسماند شهری، در داخل دستمال‌کاغذی پیچیده شود.
- از اختلاط مایعات شوینده با یکدیگر در زمان استفاده از روش تخلیه در سیستم فاضلاب شهری جلوگیری شود. (عدم دفع هم‌زمان موادی با ترکیب مختلف).
- خودداری از دفع مقادیر زیاد پودر در سیستم فاضلاب شهری در یک بازه زمانی مشخص. این عمل ممکن است باعث انسداد مجاری فاضلاب گردد.

۲-۴-دفع صحیح ظروف حاوی پاک‌کننده‌های خانگی

- ظروف کاملاً تخلیه شود.
- ظروف خالی نظافت و از روش شستشوی سه مرحله‌ای (روشی که برای شستشوی ظروف حاوی سموم شرح داده شده است)، برای پاک کردن ظروف حاوی پاک‌کننده‌های خانگی استفاده شود.
- ظروفی که داری افشانه هستند امکان دارد در مجاری افشانه مقداری ماده شوینده باقی بماند، بدین منظور ضروری است چندین بار آب اسپری شود تا مجاری افشانه به‌خوبی پاک گردد.
- چندین بار سرافشانه بدون قراردادن در محفظه آب اسپری شود تا آب درون افشانه نیز تخلیه گردد.
- قراردادن ظروف شسته شده در معرض هوای آزاد تا به خوبی خشک گردند.
- ظروف تمیز که اکثراً از جنس پلاستیک‌های قابل بازیافت هستند را درصورتی‌که امکان استفاده مجدد از آن‌ها در منزل وجود نداشته باشد، به غرف بازیافت شهرداری و یا اپلیکیشن‌های جمع‌آوری پسماند خشک تحویل شود.

۳-پسماندهای تیز و برنده

۱. قراردادن پسماندهای تیز و برنده در داخل ظروف دفع مواد نوک‌تیز به‌منظور جلوگیری از خطر فرورفتن سرنگ‌ها در بدن و یا پاره شدن و سوراخ شدن پوست با پسماندهای نوک‌تیز.
۲. قراردادن پسماندهای نیز و برنده در داخل ظروف مورد تأیید سازمان غذا و دارو. در غیر این صورت استفاده از ظروفی با جنس پلاستیک سخت به‌عنوان جایگزین.
۳. اطمینان از ویژگی‌های لازم ظروف مورد استفاده به‌عنوان ظروف حاوی پسماندهای نوک‌تیز.
۴. در نظر گرفتن ظروف قابل‌حمل جهت استفاده در سفرها.
۵. دریافت اطلاعات از مراکز فروش لوازم بهداشتی، دامپزشکی‌ها، داروخانه‌ها، بیمارستان‌ها، مراکز درمانی و ... در موارد ذیل:

- کجا و چگونه ظروف مورد تأیید سازمان غذا و دارو را برای دفع پسماندهای تیز و برنده تهیه نماییم؟
- آیا این مراکز امکان دفع این ظروف و سرنگ‌های استفاده شده توسط شما را در کنار پسماندهای تولیدی خود دارند؟

۶. دور نگه داشتن پسماندها، اشیاء نوک‌تیز و همچنین ظروف حاوی این پسماندها را از دسترس کودکان و حیوانات خانگی. بستن کامل درب ظروف حاوی پسماند نوک‌تیز و قراردادن برچسب ظروف حاوی پسماندهای نوک‌تیز روی آن و سپس قراردادن در داخل مخازن جمع‌آوری پسماند.

۳-۱- کارهایی که در زمینه مدیریت پسماندهای تیز و برنده نباید انجام پذیرد

۱. خودداری از قراردادن پسماند اشیاء نوک‌تیز به‌صورت غیرایمن در داخل مخازن جمع‌آوری پسماند.هرگز سوزن تزریق و اشیاء نوک‌تیز را در داخل توالت نیاندازید.
۲. خودداری از انداختن سوزن تزریق و اشیاء نوک‌تیز را در داخل توالت.
۳. خودداری از قراردادن سرنگ و دیگر اشیاء نوک‌تیز را در داخل پسماندهای قابل بازیافت. آن‌ها قابل بازیافت نیستند.
۴. خودداری از خم کردن، خارج کردن، شکستن و نصب مجدد درپوش بر روی سرنگ استفاده شده توسط فرد دیگر. این کار ممکن است باعث عفونت‌های جدی و

غیرقابل بازگشت گردد.

۵. خودداری از دفع سرنگ‌های استفاده شده بدون درپوش. زیرا ممکن است به افرادی که در محل‌های دفع و جمع‌آوری و ... کار می‌کنند، صدمات جدی وارد نماید.

۴-داروها

پسماندهای حاصل از داروهای تاریخ‌مصرف گذشته در دسته پسماندهای خطرناک خانگی طبقه‌بندی می‌گردند و دفع آن‌ها به هر صورت باعث ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌شود. فلذا تنها راه جهت جلوگیری از بروز آلودگی‌های مرتبط با مدیریت این دسته از پسماندها تلاش به منظور اجتناب و کاهش این پسماندها می‌باشد.

راهکارهای اجتناب و کاهش از تولید پسماند ناشی از داروهای استفاده نشده و تاریخ‌مصرف گذشته به شرح زیر است:

۱. کاهش مصرف داروهای شیمیایی.
۲. خرید دارو فقط با تجویز پزشک اقدام به خرید دارو.
۳. پیگیری دوره درمان تا انتها و اقدام به مصرف کل داروهای تجویز شده.
۴. تهیه فهرستی از نوع و میزان داروهای موجود در منزل و قرار دادن پزشک معالج در جریان داروهای موجود در منزل و پرهیز از خریداری داروهای مازاد.
۵. بروز کردن فهرست دارویی خود در هر ماه.
۶. مطالعه با دقت دستورالعمل نگهداری داروها و نگهداری دقیق داروها طبق دستورالعمل ذکر شده بر روی جعبه و یا کاغذ راهنمای داخل جعبه محصول. بدین ترتیب می‌توان از کارایی و سلامت دارو در زمان مصرف اطلاع حاصل کرد.
۷. مجاز نبودن پس گرفتن دارو تحت هر عنوان به دلیل امکان رعایت نشدن شرایط نگهداری مطابق بخشنامه اکید وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.
۸. دقت در تاریخ مصرف دارو هنگام خرید و همچنین زمان مصرف.

۴-۱-روش دفع پسماند داروهای تاریخ‌مصرف گذشته و استفاده نشده

۱. با استفاده از Https://b2n.ir/e90103 نسبت به ارسال پسماندهای دارویی به شرکت‌های مورد تأیید سازمان حفاظت محیط‌زیست در جهت امحای اصولی این پسماندها اقدام شود.
۲. درصورتی‌که امکان امحای این دسته از پسماندها در شهر یا استان شما مقدور نیست می‌توان پسماند داروهای خود را طبق مراحل زیر دفع کرد:

- خارج کردن داروها از داخل بسته‌بندی
- مخلوط کردن داروها با مواد جاذب نظیر تفاله قهوه، پوست بادام‌زمینی، خاک رس، بنتونیت و ... .
- قراردادن مخلوط داروها و مواد جاذب در داخل ظرف دردار و یا کیسه‌های قابل عایق‌بندی.
- قراردادن ظروف در بسته و یا کیسه غیرقابل نفوذ را در داخل مخازن جمع‌آوری پسماند شهری.

۳. بر طبق مصوبه سازمان بین‌المللی غذا و دارو، برخی شربت‌ها و سوسپانسیون‌های تاریخ مصرف گذشته قابل تخلیه در سیستم فاضلاب می‌باشند.

۵-دفع افشانه‌های خوشبوکننده هوا و یا بدن

افشانه‌ها به دلیل وجود هوای فشرده در آن‌ها جزء پسماندهای با قابلیت انفجار طبقه‌بندی شده است از سویی دیگر به دلیل وجود ترکیبات حاوی سیلیس این پسماندها باعث ایجاد فرسایش و خوردگی در تسهیلات بازیابی انرژی می‌گردند. با توجه به آنچه گفته شد، پسماند افشانه‌ها در دسته پسماندهای خطرناک خانگی طبقه‌بندی می‌گردند.

۵-۱- دفع افشانه‌های فلزی خالی

۱. اطمینان حاصل شود که افشانه کاملاً خالی است. قبل از دور انداختن قوطی افشانه خود، لحظه‌ای درنگ شود که آیا کاملاً خالی است و یا خیر؟ اگر مادهای از نازل افشانه خارج نمی‌شود و گرفتگی و یا انسدادی در نازل وجود ندارد، می‌توان مطمئن شد که افشانه برای دفع آماده است.

- به منظور اطمینان از خالی بودن قوطی افشانه، آن را تکان داده که متوجه شویم مایعی در داخل آن وجود ندارد.
- قوطی افشانه که خالی نیستند باید به نحو دیگری مدیریت شوند، زیرا وجود مقادیری از مایع در داخل این افشانه‌ها می‌تواند در هنگام دفع خطرناک باشد

۲. از ایجاد تغییر در قوطی افشانه اکیداً خودداری شود.

لازم نیست به منظور دفع پسماند قوطی‌های فلزی افشانه‌ها تغییری در آن‌ها ایجاد شود. آن‌ها به همان شکلی که هستند، دفع شوند.

- فشار درون این قوطی‌ها تنظیم شده است. فلذا درصورتی‌که در معرض دمای بالا قرار گیرد، امکان دارد منفجر گردند
- هیچ‌گاه اقدام به سوراخ کردن افشانه‌ها و یا قراردادن آن‌ها در معرض حرارت نشود

- نازل‌ها از افشانه‌ها جدا شود، اگرچه آن‌ها پلاستیکی هستند.
- درب روی افشانه‌ها که پلاستیکی هستند می‌تواند به منظور بازیافت جدا گردد.

۳. محتویات افشانه‌ها در نظر گرفته شود.

همه افشانه‌ها از مواد یکسانی تولید و پر نشده‌اند. برخی از افشانه‌ها محتوی مواد خطرناک هستند بنابراین نباید آن‌ها را در داخل مخازن جمع‌آوری پسماند خشک، غرف بازیافت و یا توسط تماس با اپلیکیشن جمع‌آوری پسماند خشک مدیریت کرد (مانند افشانه سموم حشرات) همواره روی افشانه‌ها مطالعه شود و تنها زمانی که بر روی آن‌ها نشانه قابل بازیافت را مشاهده کردید، اقدام به ارجاع آن به غرف شود.

- اگر برروی افشانه دستورالعمل خاصی برای دفع ذکر شده است، می‌بایست پسماند افشانه را مطابق دستورالعمل ذکر شده مدیریت گردد.

۴. ارائه به مبادی بازیافت

- در صورت تمایل می‌توان این پسماندها را به غرف بازیافت تحویل داده، یا آن‌ها را در کنار دیگر فلزات قابل بازیافت قرار داده و درون مخازن پسماند قابل بازیافت قرار داد. همچنین می‌توان از اپلیکیشن‌های مجاز برای جمع‌آوری پسماندهای خشک استفاده کرد.

۲-۵- دفع افشانه‌های پر یا نیمه‌پر

۱. هرگز افشانه‌هایی که کاملاً خالی نیستند دور انداخته نشود.

ممکن است که دور از ذهن به نظر برسد که دفع افشانه‌های پر یا نیمه پر ممکن است باعث بروز مشکلاتی بزرگ گردد. به این دلیل که افشانه‌ها دارای فشاری تنظیم شده هستند، ممکن است حرارت و یا فشار متراکم کننده، در فرآیندهای بازیافت و یا حمل توسط وسایل حمل پسماند، باعث انفجار و آسیب جدی به افراد یا ماشین‌آلات شود.

۲. ۲. تلاش شود از افشانه‌ها تا زمان اتمام کامل آن استفاده کرد.

راحت‌ترین روش برای خلاص شدن از پسماند افشانه‌ها استفاده آن‌ها تا انتها و سپس دفع آن به روش بازیافت و تحویل آن به غرف جمع‌آوری پسماند خشک است.

- در صورتی عدم تمایل به استفاده از باقیمانده محتویات افشانه، بهترین راه اهدای آن به دیگر افراد است.

۳. ۳. از سوراخ کردن یا انداختن افشانه‌ها در داخل آتش به منظور دفع این افشانه‌ها به شدت پرهیز شود.

وقتی که افشانه پر و یا نیمه پر به مراکز امحاء پسماندهای خطرناک مندرج در Https://b2n.ir/e90103 تحویل می‌شود. افراد متخصص در این مراکز، این افشانه‌ها را سوراخ نموده و آماده بازیافت می‌کنند. اما نکته قابل تأمل این است که این امر توسط متخصصین و با تجهیزات پیشرفته انجام می‌پذیرد. پس تحت هیچ شرایطی این فرآیند در منزل انجام نشود. علاوه بر این در ایام آتش‌بازی چهارشنبه آخر سال برخی افراد اقدام به انداختن افشانه‌های خود در داخل آتش می‌کنند که این امر نیز می‌تواند علاوه بر ایجاد انفجار باعث متصاعد شدن گازهای بعضاً خطرناک نیز گردد.

۶- مدیریت، استفاده مجدد و بازیافت روغن‌های استفاده شده (مستعمل)

روغن‌های استفاده شده و یا مستعمل واژه‌ای است که دقیقاً به کلیه روغن‌های پایه نفتی و یا ترکیبی که پیش از این، استفاده شده‌اند، اطلاق می‌گردد. روغن‌ها باعث می‌شوند خودروها، ماشین‌های چمن‌زنی، و دیگر ماشین‌آلات نرم‌تر و روان‌تر کار کنند اما در حین استفاده معمول از این روغن‌ها، ناخالصی‌هایی نظیر کثافات، براده فلزات، آب و یا ترکیبات شیمیایی امکان دارد، وارد ترکیب این روغن‌ها گردند، بدیهی است که در این زمان روغن‌ها کارایی خود را از دست خواهند داد. در نتیجه نهایتاً روغن‌های استفاده شده باید با روغن‌های تازه و یا بازفرآوری شده جایگزین گردند.

۱-۶- اطلاعات‌پایه در مدیریت روغن‌های مستعمل در منزل

اگر شما از جمله شهروندانی هستید که روغن اتومبیل خود را خودتان تعویض می‌کنید، باید بدانید که چگونه باید این روغن‌های استفاده شده را درست و اصولی مدیریت کرد. روغن حاصل از یک‌بار تعویض روغن‌موتور خودرو، در صورتی که به درستی مدیریت نگردد، می‌تواند ۳۷۸۵۴۱۱,۷۸۴ لیتر (۱ میلیون گالن) آب تازه را آلوده نماید (آب مصرفی ۵۰ نفر در مدت ۱ سال).

نکاتی که می‌بایست درباره روغن‌های مستعمل بدانیم:

- روغن‌های استفاده شده، نامحلول، پایدار ممکن است حاوی ترکیبات شیمیایی سمی و فلزات سنگین باشد.
- مدت زمان لازم در جهت تجزیه آن‌ها بسیار زیاد است.
- به دلیل چسبندگی بالا قابلیت آلوده‌سازی هر منطقه‌ای را دارند، از سواحل ماسه‌ای گرفته تا اجزای بدن پرندگان
- روغن‌های آلوده، از بزرگ‌ترین آلوده‌کننده‌های مسیل‌ها و محل‌های گذر آب بوده که ممکن است باعث آلودگی منابع آب گردند.

۲-۶-روش‌هایی که می‌تواند به منظور استفاده مجدد و یا دفع صحیح روغن‌های مستعمل در منزل مورد استفاده قرار گیرد:

۱. می‌توان از روغن‌های استفاده شده به‌عنوان روان کننده در دیگر تجهیزات استفاده کرد.

۲. از مراکز تعمیر اتومبیل و تعویض روغنی‌ها در جهت ارائه روغن‌های استفاده شده به آن‌ها کسب اجازه و اطلاع گردد. این بدان دلیل است که شرکت‌ها و پالایشگاه‌ها به جمع‌آوری و بازیافت روغن‌های مستعمل از این مراکز اقدام می‌نمایند، و در صورت تحویل این پسماندها توسط شهروندان به فرآیند بازیافت کمک خواهد شد.

۳. ساختمان‌های در حال ساخت به‌منظور استفاده در روان کاری قالب‌های بتنی، نیازمند روغن‌های استفاده شده هستند. از آن‌ها نیز می‌توان در این زمینه پرس‌وجو و تحقیق کرد.

۴. در صورت تصمیم به نگهداری روغن‌های مستعمل در خانه، از عدم نشت ظروف نگهداری، اطمینان کامل حاصل شود.

۳-۶- فواید استفاده مجدد و بازیافت روغن‌های مستعمل

بازیافت و استفاده مجدد از روغن‌های مستعمل از دفع آن‌ها به مراتب ارجح‌تر بوده و می‌تواند فواید زیادی برای محیط‌زیست به همراه داشته باشد. روغن‌های بازیافت شده می‌توانند به روغن‌های جدید پالایش‌شده یا به‌عنوان روغن‌های سوختی پردازش شده و یا در صنایع نفتی به‌عنوان ماده اولیه استفاده شوند.

دلایل تأکید بر بازیافت و استفاده مجدد از روغن‌های استفاده شده شامل موارد زیر می‌گردد:

- بازیافت روغن‌های مستعمل، آب‌وخاک را از آلودگی حفظ می‌کند.
- روغن‌موتورها پسماند نیستند فقط اندکی ناخالصی به آن‌ها وارد شده است؛ بنابراین بازیافت آن‌ها منابع ارزشمندی را حفظ می‌نماید.
- پالایش و تولید روغن‌های جدید از روغن‌های مستعمل نیازمند انرژی کمتری نسبت به پالایش نفت خام و تولید روغن‌های جدید است.
- با استفاده از ۳,۷۸۵ لیتر (۱ گالن) روغن مستعمل می‌توان ۲,۳۶۶ لیتر روغن روان کننده جدید تولید کرد این در حالی است که برای تولید این محصول از نفت خام نیاز به پالایش ۱۵۸,۹۸۷ لیتر نفت خام است.

۷- لامپ‌های کم‌مصرف و مهتابی‌ها

به دلیل آنکه لامپ‌های کم‌مصرف و مهتابی‌ها، حاوی مقادیری از جیوه در درون خود هستند، در دسته پسماندهای خطرناک خانگی تقسیم‌بندی شده و می‌بایست تحت شرایط ویژه‌ای مدیریت گردند.

۱-۷-کاهش و اجتناب از تولید

۱. لامپ‌های کم‌مصرف دارای گارانتی و دارای ضمانت تعویض خریداری شود و بر روی لامپ، تاریخ و محل خرید ثبت شود تا در صورت نقص فنی و یا سوختن لامپ پیش از زمان ضمانت، بتوان آن‌ها را با لامپ سالم تعویض کرد. در این روش لامپ‌های سوخته و یا معیوب به شرکت تولیدکننده عودت داده شده و بازیافت شده و یا به طریقه اصولی مدیریت می‌گردد.

۲. حتی‌المقدور از محصولات جایگزین با آسیب‌های زیست‌محیطی کمتر نظیر لامپ‌های DEL استفاده شود.

۱-۱-۷- به چه دلایلی بازیافت لامپ‌های کم‌مصرف و یا مهتابی‌ها مهم است؟

بازیافت این دسته از پسماندها از انتشار جیوه در محیط‌زیست جلوگیری می‌نماید. لامپ‌های کم‌مصرف و یا مهتابی‌ها اغلب وقتی در درون مخازن جمع‌آوری پسماند شهری ریخته می‌شوند، در درون ماشین‌های جمع‌آوری فشرده می‌گردند و یا به مراکز دفن پسماند و یا زباله‌سوزها انتقال می‌یابند، می‌شکنند و باعث انتشار جیوه به محیط‌زیست می‌گردند.

۱. **مواد دیگر موجود در لامپ‌ها قابل استفاده مجدد هستند.** بازیافت لامپ‌های کم‌مصرف و مهتابی‌ها امکان استفاده مجدد از فلزات، شیشه و دیگر مواد سازنده این پسماندها را فراهم می‌سازد.

۲. **در بسیاری از کشورها دفع لامپ‌های کم‌مصرف و یا مهتابی‌ها در درون مخازن جمع‌آوری پسماند شهری ممنوع بوده و جرایمی را برای متخلفان در پی دارد.**

۲-۱-۷-دفع صحیح لامپ‌های کم‌مصرف و مهتابی‌ها

می‌توانید لامپ‌های کم‌مصرف و مهتابی‌ها را در شهر تهران به نزدیک‌ترین غرف الکتروکاپ تحویل داده تا از مدیریت صحیح آن‌ها مطمئن شد.

۳-۱-۷- در صورت شکسته شدن لامپ‌های کم‌مصرف و یا مهتابی‌ها در منزل باید چه کار کنیم؟

۱- پیش از پاک‌سازی

- خارج کردن افراد و حیوانات خانگی از اتاق
- تهویه هوا برای مدت ۵-۱۰ دقیقه با باز کردن پنجره‌ها

- در صورت وجود سیستم هوا و یا کولر خاموش کردن این تجهیزات.
- فراهم کردن مواد لازم جهت جمع‌آوری قطعات لامپ‌های شکسته که شامل:
  - کاغذ ضخیم و یا مقوا
  - چسب نواری
  - دستمال‌های کاغذی و یا پارچه‌ای مرطوب (برای سطوح سفت وسخت) و
  - یک ظرف شیشه‌ای خالی (مخصوص نگهداری مربا، ترشی، سس و یا ...) با درب فلزی و یا کیسه پلاستیکی که بتوان از عدم نشت توسط آن اطمینان حاصل کرد.

۲- در حین پاک‌سازی

- حتی‌المقدور از جاروبرقی استفاده نشود. تنها زمانی از جاروبرقی استفاده شود که دیگر امکان جمع‌آوری به هیچ طریق دیگری مقدور نباشد. جاروبرقی می‌تواند باعث پخش پودر حاوی جیوه و یا بخار جیوه در محیط گردد.
- با دقت شیشه‌های شکسته و پودرهای قابل رؤیت جمع‌آوری شود. برای جمع‌آوری خرده‌شیشه‌ها از کاغذ ضخیم و یا مقوا استفاده شود. از چسب نواری جهت جمع‌آوری خرده‌شیشه‌های ریز و پودر از سطوح استفاده گردد.
- مواد حاصل از پاک‌سازی از جمله، خرده‌شیشه‌ها، پودر، مقوا، دستکش و... را درون شیشه مربا قرار داده و درب آن را به خوبی بسته شود.

۳- پس از پاک‌سازی

- کلیه مواد و تجهیزات جمع‌آوری‌شده حتی کیسه مخصوص جاروبرقی را در صورت استفاده از آن را در کیسه دربسته جمع‌آوری شود.
- مواد جمع‌آوری‌شده به‌واسطه آلودگی با جیوه جزء پسماندهای خطرناک محسوب می‌شوند و بهترین روش جهت دفع آن‌ها تماس با مراکز امحای پسماندهای خطرناک Https://b2n.ir/e90103 می‌باشد.
- در صورتی که امکان امحاء وجود نداشته باشد، می‌توان پسماند را درون مخازن جمع‌آوری پسماند شهری دفع کرد.
- در صورت امکان درب اتاق تا چند ساعت باز گذاشته شود و در حد امکان از استفاده سیستم تهویه هوا تا چندین ساعت خودداری شود.

۸-مدیریت پسماند ظروف و رنگ‌های استفاده نشده

هرساله در آمریکا، ۶۴ میلیون گالن (۲۴۲ میلیون لیتر) رنگ استفاده نشده توسط منابع خانگی دور ریخته می‌شود. این میزان رنگ برای خط‌کشی اتوبانی به طول ۶۲۴۲۳۰۴ کیلومتر کافی است به‌عنوان یک دورنما، این بدان معناست که می‌توان با این میزان رنگ ۱۶ بار فاصله کره زمین تا ماه را خط‌کشی نمود. همچنین این میزان رنگ برای پرکردن ۱۲۸ استخر المپیک کافی است.

به منظور جلوگیری با کاهش تولید و همچنین دفع صحیح این رنگ‌ها، می‌بایست بدانیم که این رنگ‌ها چند دسته هستند. به‌طورکلی رنگ‌ها دو دسته هستند. دسته اول رنگ‌های پایه روغنی و دسته دوم رنگ‌های لاتکس یا پایه آب. به علت ترکیبات متفاوت موجود در این دو نوع رنگ، کار کردن با آن‌ها و همچنین مدیریت آن‌ها پس از اتمام نقاشی متفاوت است.

۸-۱- آیا رنگ‌های قدیمی خطرناک هستند؟

رنگ‌های پایه روغنی استفاده نشده، پسماند خطرناک خانگی محسوب شده و برای استفاده مجدد بعد از ذخیره‌سازی و انبارش طولانی‌مدت مناسب نیستند. به منظور تشخیص این دسته از رنگ‌ها کافی است به برچسب نصب شده بر روی آن‌ها دقت نمایید. بر روی برچسب نصب شده روی این رنگ‌ها نام «رنگ‌روغنی» یا «آلکید» ذکر شده و یا در دستورالعمل پاک کردن قلم‌موهای آغشته به این رنگ‌ها عبارت «با حلال‌های معدنی و یا ترپانتین پاک گردد» قید شده است. رنگ‌های از این دست، قابل اشتعال، سمی و یا حاوی حلال‌ها، رزین‌ها و یا رنگ‌دانه‌های مضر هستند. رنگ‌های روغنی خیلی قدیمی پیش از سال ۱۳۵۶ شمسی (۱۹۷۸ میلادی) حاوی فلز سنگین سرب نیز هستند. به همین جهت این رنگ‌ها در دسته پسماندهای خطرناک خانگی طبقه‌بندی می‌گردند. در سوی دیگر رنگ‌های پایه آب و یا لاتکس قرار دارند، این رنگ‌ها به موادی اطلاق می‌گردند که با آب و صابون پاک می‌شوند. این دسته از رنگ‌ها با وجود مقادیر کم حلال‌ها (۳-۷ درصد) و همچنین ترکیبات آلی فرار (VOCs) در دسته پسماندهای خطرناک خانگی طبقه‌بندی نمی‌گردند. لازم به ذکر است رنگ‌های لاتکس تولیدی پیش از سال ۱۳۶۹ (۱۹۹۰ میلادی) در ترکیبات خود ۳۰ درصد جیوه را به همراه داشته‌اند اما در رنگ‌های تولیدی فعلی این معضل از بین رفته است.

۸-۱-۱- راه‌های جلوگیری از تولید و کاهش پسماند رنگ‌ها

۱. خرید رنگ به مقدار موردنیاز

بسیار ساده به نظر می‌رسد اما اگر به میزان موردنیاز رنگ تهیه

کنید، نیازی نیست که بعد از اتمام رنگ‌آمیزی، به مدیریت رنگ‌های استفاده نشده بپردازید. با ضرب نمودن طول در ارتفاع دیوارها، مساحت محل رنگ‌آمیزی را محاسبه نمایید (به خاطر داشته باشید که ابعاد درب‌ها و پنجره‌ها را کم نمایید). با استفاده از ۳,۷۸۵۴ لیتر (۱ گالون) رنگ می‌توانید به‌صورت تقریبی ۳۲/۵۲ مترمربع (۳۵۰ فوت مربع) را یک مرتبه رنگ‌آمیزی نمود.

۲. بخشیدن رنگ‌های مازاد به دیگران

به منظور کاهش میزان پسماندهای حاصل از ترکیبات رنگ‌های مصرفی در منازل، می‌توان رنگ‌های مازاد را به همسایگان، دوستان و آشنایان بخشید. همچنین مدارس، کتابخانه‌های عمومی، خیریه‌ها و مساجد مکان‌های دیگری هستند که می‌توان رنگ‌های اضافی را به آن‌ها اهدا کرد.

۳. توجه و دقت به نکات زیر در زمینه انبارش و نگهداری رنگ‌ها

۱. درب قوطی‌ها را به خوبی مهروموم شود.

قوطی رنگ‌های استفاده نشده را به‌منظور جلوگیری از خشک شدن به خوبی بسته و مهروموم نمایید. اگر شیارهای درب قوطی رنگ، گرفته و کثیف شده است، پیش از بستن درب، آن‌ها را با کهنه یا دستمال به خوبی پاک کنید. به منظور بستن کامل درب قوطی (کیپ کردن آن) از چکش لاستیکی استفاده نمایید. هرگز از چکش‌های آهنی برای بستن درب رنگ‌ها استفاده نکنید زیرا این کار باعث آسیب به درب و عدم بسته شدن صحیح آن می‌شود. در صورتی که به چکش‌های لاستیکی دسترسی ندارید، می‌توانید قطعه چوبی را بر روی درب قرار دهید و سپس چکش را به قطعه چوب وارد نموده و درب قوطی را ببندید.

۲. مکان انبارش رنگ‌ها

رنگ‌ها در محل‌های خنک و تاریک نظیر زیرزمین انبار شود. اگر از زیرزمین به منظور محل انبارش رنگ‌ها استفاده شود. توجه شود که حتماً رنگ‌ها در داخل قفسه‌ها قرار گیرند زیرا رطوبت موجود در زیرزمین باعث زنگ‌زدگی قوطی‌های رنگ می‌شود. اگر در محل زندگی خود زیرزمین ندارید می‌توان از کابینت و یا کمدهای موجود در خانه به منظور انبارش رنگ‌ها استفاده کرد. دماهای بسیار پایین و یا بالا، باعث نابودی و از بین رفتن رنگ‌ها می‌شود. هوای سرد می‌تواند باعث شود که رنگ‌های لاتکس و یا پایه آب از هم جدا شده و استفاده مجدد از آن را غیرممکن سازد. در طرف مقابل گرما نیز باعث خشک شدن رنگ می‌گردد. توجه شود که در دمای بسیار بالا ممکن است باعث آتش گرفتن رنگ‌های روغنی شود.

۳. اقدامات مربوط به صرفه‌جویی در فضای انبارش رنگ‌ها

اگر قوطی‌هایی دارید که بخشی از آن را استفاده شده، می‌توان آن را به قوطی‌های کوچک‌تر یا ظروف مربا و سس که قابل عایق‌بندی هستند انتقال داد. سپس با ماژیک و یا با نصب برچسبی بر روی آن‌ها موارد زیر بر روی ظروف جدید نوشته شود. این موارد شامل:

- نام شرکت تولیدکننده،
- نام رنگ،
- تاریخ خرید،
- شماره مخلوط رنگ و
- نام اتاقی که از این رنگ برای رنگ‌آمیزی برای آن استفاده شده است.

با قلم‌مو یک نشانه از رنگ را بر روی درپوش و یا بدنه قرار داده تا در مواقع استفاده به راحتی قابل تشخیص باشد. اگر برای رنگ‌آمیزی یک اتاق از بیش از یک رنگ استفاده شده است (رنگ متفاوت برای دیوار و گچبری‌ها) می‌توان، این رنگ‌ها را در کنار یکدیگر قرار داد.

۴. بازکردن دوباره درب قوطی‌های رنگ استفاده شده

قطعاً بازکردن درب قوطی‌های رنگ که از آخرین بار استفاده آن‌ها زمان طولانی می‌گذرد، دشوار خواهد بود؛ زیرا این اقدام ممکن است باعث ایجاد اعوجاج، سوراخ شدگی و تاب برداشتن درب قوطی شده و عایق‌بندی مجدد آن را غیرممکن می‌سازد. بدین منظور هرگز برای باز کردن درب قوطی‌ها از پیچ‌گوشتی استفاده نشود. برای این کار می‌توان از ابزارآلات مخصوص باز کردن رنگ موجود در بازار استفاده کرد.

۵. مدت زمان انبار کردن

لاتکس‌ها و رنگ‌های پایه آب می‌توانند حداکثر ۱۰ سال ذخیره و انبار گردند که این میزان برای حلال‌ها و یا رنگ‌های پایه روغنی به ۱۵ سال می‌رسد. از روش‌های زیر می‌توان به منظور آزمایش کردن سالم و قابل استفاده بودن رنگ‌ها استفاده کرد.

رنگ‌های پایه آب (لاتکس): ابتدا رنگ‌ها را بو کرده اگر بوی نامطبوع و تعفن از خود ساطع نمود، این رنگ‌ها دیگر قابل استفاده نیست. در گام دوم بررسی شود که رنگ جداجدا شده است یا خیر؟ معمولاً یک پوسته نازک بر بالای سطح رنگ ایجاد می‌گردد و در زیر آن نیز لایه‌ای مایع شکل می‌گیرد. پوسته نازک را خارج کرده و سپس توسط یک قطعه چوب رنگ را کامل به هم زنید. اطمینان حاصل شود که کف قوطی

و یا دیواره قوطی رنگ سفت و خشک نشده باشد. اگر رنگ کاملاً مخلوط شده، نرم و مشابه رنگ اولیه شد، رنگ سالم است. در صورت عدم اطمینان از سلامت رنگ، قلم‌موی رنگ را برروی یک روزنامه کشیده اگر سفت و گلوله گلوله بود، رنگ غیرقابل استفاده بوده و باید دفع گردد.

رنگ‌های روغنی: اگر رنگ‌ها در معرض دماهای بسیار بالا و یا بسیار پایین قرار نگرفته باشند و به‌صورت مناسبی ظروف آن‌ها عایق باشد برخلاف رنگ‌های لاتکس و پایه آب مستعد فساد نیستند. پیش از استفاده پوسته تشکیل شده بر روی رنگ را دور انداخته و رنگ را با یک قطعه چوب هم زده و یکنواخت کرد.

۲-۱-۸- روش‌های صحیح دفع پسماندهای رنگ مورد استفاده در منازل

❖ **رنگ‌های پایه آب یا لاتکس:**

رنگ‌های لاتکس در حالت عادی و مایع می‌توانند مشکلاتی در دفع ایجاد نمایند. پس به منظور دفع آن‌ها باید ابتدا خشک گردند. در صورتی که مقادیر اندکی رنگ درکف قوطی رنگ باقی‌مانده است، درب آن را باز گذاشته و از نورخورشید برای خشک‌کردن رنگ استفاده نمایید. اگر میزان رنگ بیش از اندازه‌ای است که توسط نورخورشید بتوان آن را خشک نمود، می‌توانید با ریختن خرده روزنامه و یا مواد جاذب دیگر نظیر خاک‌اره، یا رس بنتونیت و ... فرآیند خشک نمودن را تسریع ببخشید. در مقادیر بیشتر می‌توانید از خشک‌کننده‌ها (هاردنر) نیز برای خشک‌کردن رنگ‌ها استفاده نمایید. پس از اطمینان از خشک شدن کامل رنگ‌ها می‌توانید آن‌ها را در داخل کیسه قرار داده و در مخازن جمع‌آوری پسماند تر دفع نمایید. به منظور خشک نمودن توسط مواد جاذب می‌توانید از روش‌های زیر استفاده نمایید:

۱. به نسبت برابر رنگ با مواد جاذب نظیر خاک رس، بنتونیت، خاک اره و ... مخلوط گردد.
۲. مخلوط را به‌خوبی هم زده و اطمینان حاصل شود که نشتی صورت نمی‌پذیرد. مخلوط حاصل را ۱ ساعت در هوای آزاد رها کرده، تا به‌خوبی خشک گردد.
۳. مخلوط خشک شده را در داخل کیسه عایق قرار داده و در داخل مخازن جمع‌آوری پسماند شهری دفع شود.

❖ **رنگ‌های روغنی:**

قوطی‌های رنگ‌های روغنی و همچنین تینرها، حلال‌ها و اسپری‌های رنگ در دسته پسماندهای خطرناک خانگی طبقه‌بندی می‌گردند. به دلیل ترکیبات شیمیایی سمی موجود در آن‌ها، این مواد دارای اثرات منفی بر روی سلامت انسان و محیط‌زیست هستند. نکته قابل تأمل در زمینه این رنگ‌ها این است که برخلاف رنگ‌ها لاتکس و پایه آب نباید پسماند حاصل از این ترکیبات خشک گردد. پسماند رنگ‌های روغنی همانند دیگر پسماندهای خطرناک خانگی لازم است بی‌خطرسازی و امحاء گردد بدین منظور می‌توان از فهرست Https://b2n.ir/e90103 استفاده کرد.

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

نتایج بررسی حاضر گویای آن است که در حال حاضر برنامه مدونی جهت جمع‌آوری و مدیریت مجزای پسماندهای خطرناک خانگی در کشور و شهر تهران وجود نداشته، فلذا این دسته از پسماندها، به همراه دیگر پسماندهای تولیدی در شهر تهران جمع‌آوری شده و مدیریت می‌گردد. در نتیجه ممکن است این دسته از پسماندها سرنوشتی همانند دیگر پسماندها نظیر بازیافت، ورود به بخش تولید کمپوست، دفن در زمین یا سوزانده شدن در زباله‌سوز داشته باشند. برخلاف دیگر انواع پسماندها که بر اساس هرم ارجحیت گزینه‌های مدیریت پسماند، بازیافت در اولویت نخست در بین گزینه‌های مدیریتی قرار دارد، بازیافت پسماندهای خطرناک خانگی در بسیاری از کشورهای دنیا ممنوع و غیرقانونی است. این در حالی است که قرارگرفتن اسپری‌های حشره‌کش، خوش‌بوکننده‌ها، ظروف موادشوینده و رنگ‌ها و حلال‌ها، سرنگ‌های مصرفی در منازل و ... دارای محبوبیت بالایی در بین عوامل غیرمجاز تفکیک پسماندها نظیر زباله‌گردها داشته که باعث ورود بخشی از این دسته از پسماندها به چرخه غیربهداشتی و غیرقانونی بازیافت می‌گردد. شاید بدترین گزینه ممکن، امکان ورود این دسته از پسماندها به جریان تولید کمپوست در واحد پردازش و دفع آرادکوه بوده که می‌تواند با ورود ترکیبات موجود در این پسماندها به کمپوست و به تبع آن جریان مواد غذایی شهروندان منجر به صدمات جبران‌ناپذیری به سلامت انسان و محیط‌زیست گردد. پژوهش‌های انجام گرفته گویای این واقعیت است که در صورت ورود پسماندهای خطرناک خانگی به مراکز دفن، آلودگی شیرابه تولیدی افزایش یافته، بازده تولید انرژی از گاز تولیدی در مراکز دفن کاهش یافته و همچنین امکان بروز بیماری‌ها صعب‌العلاج در بین شهروندان علی‌الخصوص کودکان افزایش می‌یابد. تنها راه مدیریت صحیح این دسته از پسماندها استفاده از زباله سوزها در دفع آن‌هاست که متأسفانه به دلیل عدم جداسازی این دسته از پسماندها در مبدأ، امکان این امر در حال حاضر در کشور مقدور نمی‌باشد. با توجه به آنچه گفته شد تا زمان ایجاد زیرساخت‌های لازم جهت جمع‌آوری مجزا و مدیریت صحیح این دسته از پسماندها، راهنمای حاضر می‌تواند ضمن کمک به سلامت کلیه شهروندان و افزایش ایمنی و سلامت در بین کارکنان مراکز دفن پسماندها، از آسیب‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی مدیریت صحیح پسماندهای خطرناک خانگی بکاهد.

منابع:

۱. نجفی، ع؛ و رضایی، ا. ۱۳۹۲. مجموعه قوانین و مقررات مدیریت پسماند، چاپ اول، شعرا، مشهد، ایران

2.Conservation, R., & Act, R. (2014). *Orientation Manual* 2014. *October*.

3.*Delgado*, *O. B.*, *Ojeda-Benítez*, *S.*, & *Márquez-Benavides*, *L.* (2007). *Comparative analysis of hazardous household waste in two Mexican regions*. *Waste Management*, 27(6), 792–801. *https://doi.org*/10.1016/*j.wasman*.2006.03.022

4.*Gholampour Arbastan*, *H.*, & *Gitipour*, *S.* (2020). *Investigation of Seasonal Variation Effects on Household Hazardous Waste Composition and Generation Rate in Tehran and Proposing Environmental Solutions to Prevent and Reduce*. *Journal of Environmental Studies*, 46(1), 83–96. *https://doi.org*/10.22059/*JES*.2020.79329

5.*Hamidreza Pourzamania*, *Fateme Rohollahb*, *Zahra Heidaric*, *H. P.*, &, *Saeid Fadaeib*, *Hossein Karimib*, *P. T.* (2019). *Comparative Analysis of Household Hazardous Waste in Different Seasons of Year* (*Case Study*). 8(1), 27–34.

6.*Inglezakis*, *V. J.*, & *Moustakas*, *K.* (2015). *Household hazardous waste management*: *A review*. *Journal of Environmental Management*, 150, 310–321. *https://doi.org*/10.1016/*j.jenvman*.2014.11.021

7.*Jeong*, *B. Y.*, *Lee*, *S.*, & *Lee*, *J. D.* (2016). *Workplace Accidents and Work-related Illnesses of Household Waste Collectors*. *Safety and Health at Work*, 7(2), 138–142. *https://doi.org*/10.1016/*j.shaw*.2015.11.008

8.*Kaza*, *S.*, *Yao*, *L.*, *Bhada-tata*, *P.*, & *Woerden*, *F. Van*. (2018). *A Global Snapshot of Solid Waste Management to* 2050.

9.*Narros*, *A.*, *Del Peso*, *M. I.*, *Mele*, *G.*, *Vinot*, *M.*, *Fernández*, *E.*, & *Rodríguez*, *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.

10.*Slack*, *R. J.*, *Gronow*, *J. R.*, & *Voulvoulis*, *N.* (2005). *Household hazardous waste in municipal landfills*: *Contaminants in leachate*. *Science of the Total Environment*, 337(1–3), 119–137. *https://doi.org*/10.1016/*j.scitotenv*.2004.07.002

11.*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. *https://doi.org*/10.1016/*j.jenvman*.2008.03.007

12.*Tao*, *Z.*, *Dai*, *S.*, & *Chai*, *X.* (2017). *Mercury emission to the atmosphere from municipal solid waste landfills*: *A brief review*. *Atmospheric Environment*, 170, 303–311. *https://doi.org*/10.1016/*j.atmosenv*.2017.09.046

نقش هضم بی‌هوازی و بیوگاز در اقتصاد چرخشی

رضا نقوی [1]
دانشجوی دکترای مهندسی محیط‌زیست، گرایش مواد زائد
جامد، دانشکده فنی، دانشگاه تهران

درباره IEA Bioenergy

IEA Bioenergy سازمانی است که در سال ۱۹۷۸ توسط آژانس بین‌المللی انرژی[1] (IEA) با هدف بهبود همکاری و تبادل اطلاعات بین کشورهایی که دارای برنامه‌های ملی در تحقیق، توسعه و استقرار انرژی زیستی هستند، تأسیس شد.

آژانس بین‌المللی انرژی به‌عنوان مشاور سیاست انرژی ۲۸ کشور عضو به اضافه کمیسیون اروپا، در تلاش آن‌ها برای تضمین انرژی قابل‌اعتماد، مقرون به‌صرفه و پاک برای شهروندان خود عمل می‌کند. نقش اولیه آژانس بین‌المللی انرژی که در طول بحران نفتی سال‌های ۱۹۷۳-۱۹۷۴ تأسیس شد، هماهنگ کردن اقدامات در مواقع اضطراری عرضه نفت بود. با تغییر بازارهای انرژی، آژانس بین‌المللی انرژی نیز تغییر کرده است. مأموریت آن گسترش یافته است تا «سه E»[2] سیاست‌گذاری متوازن انرژی را شامل شود: امنیت انرژی، توسعه اقتصادی و حفاظت از محیط‌زیست. کار کنونی بر سیاست‌های تغییر آب‌وهوا، اصلاحات بازار، همکاری فناوری انرژی و دسترسی به سایر نقاط جهان، به‌ویژه تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان عمده انرژی مانند چین، هند، روسیه و کشورهای اوپک متمرکز است.

فعالیت‌ها تحت برنامه‌های همکاری فناوری تنظیم می‌شوند. این‌ها نهادهای مستقلی هستند که در چارچوب ارایه شده توسط آژانس بین‌المللی انرژی فعالیت می‌کنند. در حال حاضر ۴۲ برنامه همکاری فناوری فعال وجود دارد که یکی از آن‌ها Bioenergy IEA است

خلاصه اجرایی:

این گزارش فنی بر اساس نکات مهم مزایای گوناگون هضم بی‌هوازی و سیستم‌های بیوگاز تدوین شده است. بیوگاز حاصل از هضم بی‌هوازی صرفاً یک مفهوم تولید انرژی تجدیدپذیر نیست. نمی‌توان آن را با توربین بادی یا صفحات فتوولتائیک مقایسه کرد. هضم بی‌هوازی را نمی‌توان تنها به‌عنوان وسیله‌ای برای تصفیه و دفع پسماند یا به‌عنوان ابزاری برای کاهش گازهای گلخانه‌ای در کشاورزی و انرژی در نظر گرفت. نمی‌توان به‌عنوان وسیله‌ای برای تولید کودهای زیستی از طریق کانی سازی مواد مغذی در فضولات حیوانی برای بهینه‌سازی در دسترس بودن، یا به‌عنوان ابزاری برای محافظت از کیفیت آب در نهرها و سفره‌های زیرزمینی استفاده کرد. علاوه بر همه موارد ذکر شده مزایای دیگری را نیز دربر می‌گیرد. واضح‌ترین نقطه قوت آن چندمنظوره بودن این مفهوم است. سیستم‌های بیوگاز پایدار شامل فرآیندهای تصفیه پسماند، حفاظت از محیط‌زیست، تبدیل مواد کم‌ارزش به مواد با ارزش بیشتر، تولید برق، گرما و سوخت‌های زیستی پیشرفته گازی است. بیوگاز و سیستم‌های هضم بی‌هوازی امکان توزیع (dispatchable) دارند و به همین دلیل می‌توانند موجب تسهیل در تولید برق متناوب تجدیدپذیر شوند.

1 International Energy Agency
2 energy security, economic development, and environmental

1. Naghavi99@gmail.com

به‌طورکلی گروه هدف این گزارش ذینفعان بیوگاز و تصمیم سازان و عوامل اجرایی بیوگاز هستند. در این نوشتار سعی شده است درک مفهومی از بیوگاز، هضم بی‌هوازی، سیستم انرژی و سوخت و اقتصاد چرخشی تبیین شود. خواننده باید متوجه شود که چگونه قطعات با هم قرار می‌گیرند و چگونه کارکردهای متفاوت جنبه‌های مختلف را به هم مرتبط می‌کند؛ بنابراین دامنه گزارش ایجاد روایتی در مورد چگونگی تناسب هضم بی‌هوازی و بیوگاز در مفهوم اقتصاد چرخشی بوده است.

کارخانه بیوگاز و عملکردهای اساسی آن و همچنین مفهوم پالایشگاه‌های زیستی و نحوه ارتباط آن‌ها با تولید بیوگاز شرح داده شده است. کارکرد چندگانه بیوگاز در اقتصاد چرخشی تحت عناوین زیر موردبحث قرار می‌گیرد:

i) بیوگاز به‌عنوان حامل انرژی؛

ii) کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای؛

iii) امنیت انرژی؛

iv) بیوگاز به‌عنوان مواد اولیه - استفاده بیشتر از دی‌اکسیدکربن و متان.

v) بیوگاز حاصل از هاضم بی‌هوازی به‌عنوان پاک‌کننده جریان پسماندهای آلی؛

vi) تصفیه بیوگاز برای کیفیت بهتر آب؛

vii) اسباب آگاهی در مورد مفهوم چرخشی؛

viii) بیوگاز در کشاورزی؛

ix) ایجاد توازن درآمد برای مناطق روستایی؛ و

x) چالش‌های استفاده از ضایعات به‌عنوان مواد اولیه.

برای تبیین میزان ارتباط هضم بی‌هوازی و بیوگاز با مفهوم اقتصاد چرخشی، از طریق چهار مثال مطالعه موردی ذیل توضیح داده شده است:

i) وراپارک سوئد (Sweden ,Park Vera)

ii) بیوکیمپی (Finland ,BioKymppi)

iii) بیوگاز سوندرجیسک بوتافت دانمارک (Sønderjysk Denmark ,Bevtoft Biogas) و

iv) کارخانه مجیک نروژ (Norway ,Factory Magic The)

این مثال‌ها تنها تعدادی از نمونه‌های فعلی است که در مرحله فعالیت و برنامه‌ریزی قرار دارند. آن‌ها نشان می‌دهند که به سادگی می‌توان با کمک بیوگاز و هضم بی‌هوازی گامی مهم در جهت مفاهیم اقتصاد چرخشی برداشت.

در حال حاضر جهان شاهد ظهور و گسترش اقتصاد چرخشی است. محصولات حاصل از منابع زیستی در سال‌های آتی به دو صورت مطلق و نسبی رشد خواهند داشت. در اقتصاد زیستی آینده، پسماندها به محصولاتی با ارزش بالا و مواد شیمیایی، سوخت، برق و حرارت تبدیل می‌شوند. تأسیسات بیوگاز در پیدایش و پیاده‌سازی مسیرهای تولید جدید که در گذار به اقتصاد زیستی به وجود می‌آیند، نقش مهمی ایفا خواهند کرد. آینده تأسیسات بیوگاز کارخانه‌ای است که در آن ارزش از پسماندها ایجاد می‌شود. این امر پایداری محیط‌زیست و پتانسیل سود مالی برای جامعه محلی را تضمین می‌کند. انعطاف‌پذیری سیستم هضم بی‌هوازی و توانایی آن در هضم بسیاری از مواد اولیه ارگانیک و تولید طیف وسیعی از محصولات زیستی، نقش هضم بی‌هوازی و بیوگاز را در اقتصاد چرخشی تضمین می‌کند.

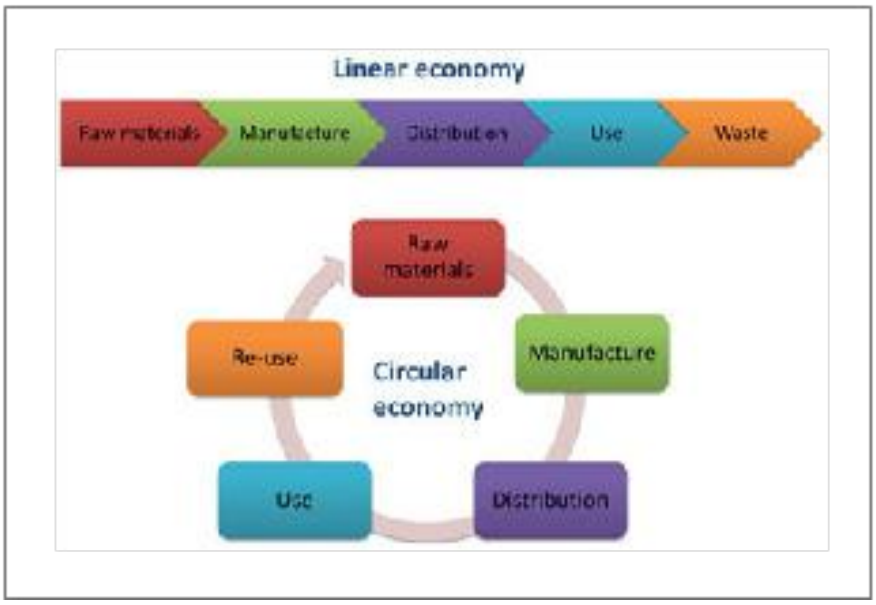
۱- مقدمه

تأسیسات بیوگاز قطب اقتصاد چرخشی در آینده هستند. جریان مواد اضافی، از فرآیندهای صنعتی، کشاورزی و سایر فعالیت‌های انسانی که قبلاً به‌عنوان پسماند در نظر گرفته می‌شدند می‌توانند از طریق هاضم‌های بیوگاز هدایت شده و به حامل‌های مفید انرژی، کودهای آلی غنی از مواد مغذی و مواد جدید تبدیل شود.

۱-۱- از اقتصاد خطی تا اقتصاد چرخشی

اقتصاد خطی را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد:

- گرفتن (منابعی که شما نیاز دارید)؛
- ایجاد (سود و کالا)؛
- دورانداختن (هرچیز غیرضروری، بعلاوه پایان چرخه عمر محصول)

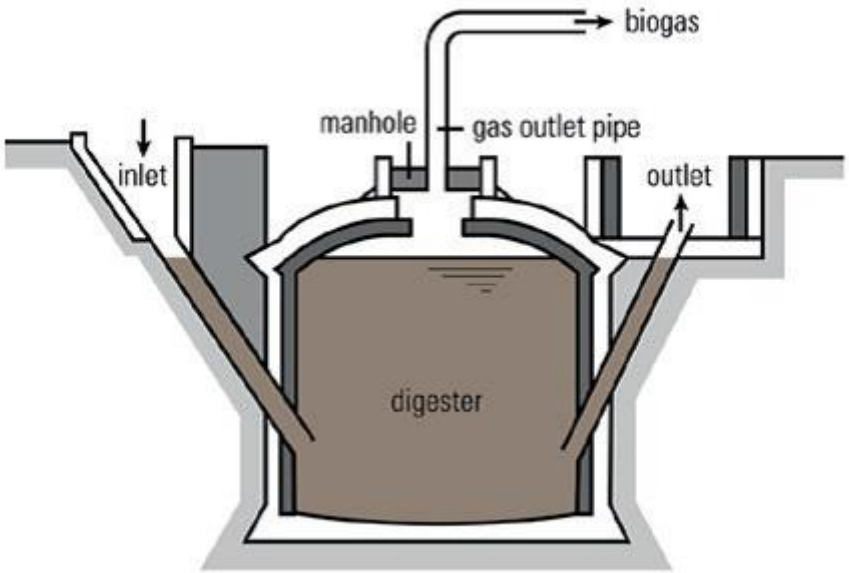


شکل ۱: تفاوت بین اقتصاد خطی و چرخشی.

با افزایش جمعیت جهان و گسترش مناطق صنعتی و توسعه‌یافته جدید، چه به‌صورت مطلق و چه نسبی، اقتصاد خطی به سمت محدودیت در تأمین مواد، از جمله مواد غذایی حرکت خواهد کرد. این امر ممکن است منجر به مشکلات اقتصادی، آسیب و بحران انسانی شود (ساریاتلی، ۲۰۱۷).

یک *اقتصاد چرخشی* (شکل ۱) از نظر طراحی ترمیم‌کننده و احیاکننده است و هدف آن حفظ محصولات، اجزاء و مواد در بالاترین کاربرد و ارزش خود در همه زمان‌ها است. این مفهوم بین چرخه‌های فنی و بیولوژیکی تمایز قائل می‌شود (بنیاد الن مک آرتور، ۲۰۱۵).

اقتصاد مبتنی بر زیست را می‌توان چنین تعریف کرد: «پیشرفت‌های تکنولوژیکی که منجر به‌جایگزینی قابل‌توجه سوخت‌های فسیلی با زیست‌توده در تولید داروها، مواد شیمیایی، مواد، سوخت‌های حمل‌ونقل، برق و گرما می‌شود» (ساریاتلی، ۲۰۱۷). مفهوم بسیار نزدیک «اقتصاد زیستی» معمولاً بر استفاده از زیست‌توده در فرآیندهای اولیه تولید در جنگلداری، شیلات و کشاورزی و افزایش ارزش‌افزوده مواد



شکل ۲. طرح شماتیک هاضمی که عمدتاً برای تصفیه فضولات دامی استفاده می‌شود (مک کیب و همکاران، ۲۰۱۸)

شکل ۳. کارخانه بیوگاز بیوکرافت در Trønderlag در نروژ در بندر و نزدیک به کارخانه خمیرکاغذ Skogn قرار دارد. این کارخانه از محصولات باقیمانده از صنعت خمیرکاغذ و کاغذ و صنعت پرورش ماهی به‌عنوان بستر استفاده می‌کند و دارای ظرفیت تولید حدود ۲۵ میلیون مترمکعب متان مایع برای سوخت خودرو در سال است.

اولیه مورد استفاده متمرکز است. اصطلاح اقتصاد زیستی برای دربر گرفتن هر دو تعریف (اقتصاد مبتنی بر زیست و اقتصاد زیستی) در این متن استفاده خواهد شد.

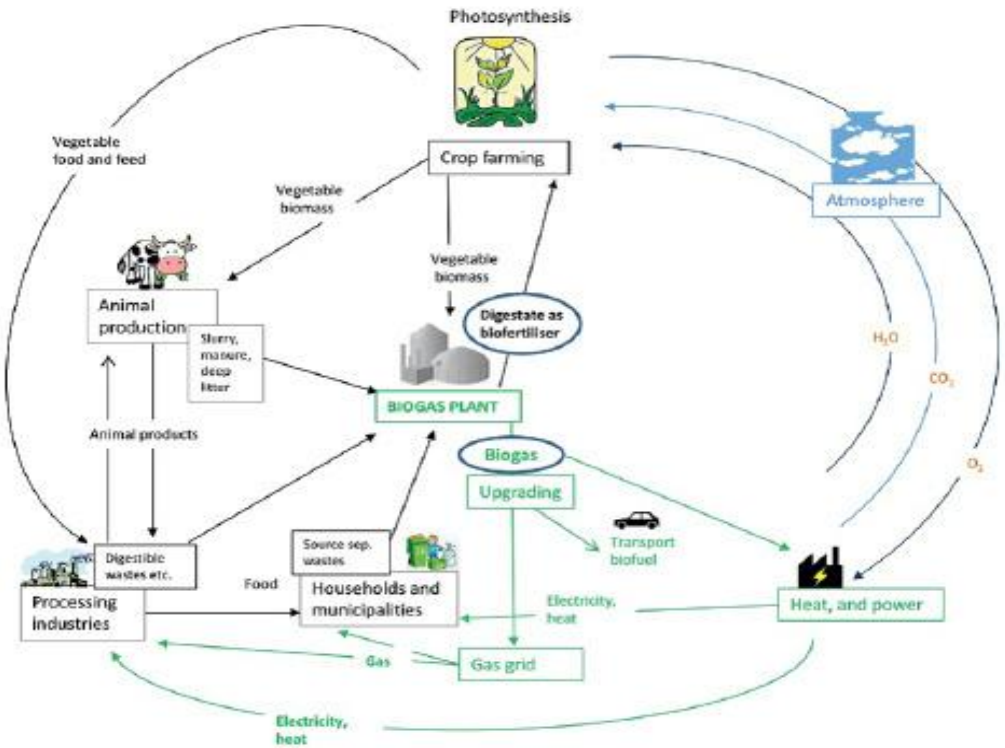
هرچه بازیافت و استفاده مجدد از پسماندها در یک صنعت بنیادی‌تر باشد، با مفهوم اقتصاد چرخشی مطابقت بیشتری دارد، درصورتی‌که برای محیط اطراف آن زیان کمتر و سود بیشتری دارد (ساریاتلی، ۲۰۱۷). پسماندها، مواد و مصرف انرژی در اقتصاد چرخشی باید به حداقل برسند. در دوران قبل از صنعتی شدن، از سیستم‌های اقتصاد طبیعی و چرخشی استفاده می‌شد درحالی‌که اقتصاد خطی در دوران صنعتی معرفی شد. ناگزیریم به اقتصاد چرخشی بازگردیم. کیفیت و ارزش واحد یا موضوع جریان‌های دایره‌ای کلید اقتصاد چرخشی است.

۲-۱- کارخانه بیوگاز- قطب اقتصاد زیستی

فرآیند هضم بی‌هوازی یک فرآیند تخمیر است که در یک هاضم آب‌بند انجام می‌شود و در آن مواد اولیه ارگانیک مانند فضولات دامی، ضایعات مواد غذایی، لجن فاضلاب و پسماندهای صنعتی ارگانیک به بیوگاز و ماده هضم شده تبدیل می‌شوند. بیوگاز تولیدشده مخلوطی از ۵۰ - ۷۰٪ متان و ۳۰ - ۵۰٪ دی‌اکسیدکربن و مقادیر کمتری از بخارآب، سولفید هیدروژن و سایر اجزای جزئی و عناصر کمیاب است. مواد هضم شده مرطوب حاصل از هضم بی‌هوازی موادی است که پس از استخراج بیوگاز از مخزن هاضم خارج می‌شود. مواد هضم شده شامل اجزای آلی قابل‌تجزیه و پایدار مانند لیگنین، نیتروژن و فسفر در اشکال مختلف، نمک‌های معدنی حاوی فسفات، آمونیوم، پتاسیم و سایر مواد معدنی است.

هاضم‌های بیوگاز بسیار ساده سال‌های متمادی در چین، هند و بسیاری دیگر از کشورهای آسیایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. گزارش اخیر آژانس بین‌المللی انرژی (۲۰۱۸ مک کیب و همکاران)، کاربردهای محلی هضم بی‌هوازی را با جزئیات بیشتری موردبحث قرار داده است. این نوع هاضم‌ها حرارت را برای پخت‌وپز و شعله را برای روشنایی و همچنین ماده هضم شده را برای استفاده به‌عنوان کود، تولید می‌کنند. نمونه‌ای از هاضم‌های محلی در شکل ۲ نشان داده شده است.

کاربردهای صنعتی تولید بیوگاز بیش از ۵۰ سال قبل به‌عنوان وسیله‌ای برای تثبیت لجن فاضلاب در کارخانه‌های تصفیه فاضلاب راه‌اندازی شد. صنعت بیوگاز در دهه ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ با افزایش تولید مواد آلی مختلف (مانند فضولات دامی و فاضلاب صنعتی از کارخانه‌های قند و تولید خمیرکاغذ) گسترش بیشتری یافت. از اواسط دهه ۱۹۹۰ استخراج گاز محل‌های دفن پسماند (بیوگاز با کیفیت پایین) همراه با احداث کارخانه‌های بیوگاز کشاورزی و هضم بی‌هوازی پسماندهای جامد از صنایع غذایی و ضایعات مواد غذایی موردتوجه قرار گرفت. از اوایل هزاره جدید، علاقه‌مندی به کارخانه‌های بیوگاز بر پایه پسماندهای کشاورزی افزایش یافت و بخش صنعتی در این خصوص شکل گرفت. شکل ۳ نمونه‌ای از یک کارخانه بیوگاز صنعتی نوآورانه مدرن را به‌عنوان اجرای یکپارچه از صنایع خمیرکاغذ و کاغذ و پرورش ماهی نشان می‌دهد.



شکل ۴. نمونه‌ای از نحوه سازگاری یک کارخانه بیوگاز مدرن با اقتصاد چرخشی (منبع: السیادی و همکاران، ۲۰۱۸)

یک ارتباط قوی بین اقتصاد مبتنی بر زیست، اقتصاد چرخشی و کارخانه بیوگاز وجود دارد که در شکل ۴ نشان داده شده است. دو دیدگاه بارز در این خصوص وجود دارد:

- تولید بیوگاز آخرین مرحله در یک سیستم زنجیره زیست‌توده است، مرحله‌ای که یک حامل انرژی تجدیدپذیر (بیوگاز) همزمان با کود زیستی (مواد هضم شده) بهداشتی تولید می‌شود.
- از طرف دیگر و غالباً همراه با روش قبلی، هضم بی‌هوازی به‌عنوان مرحله‌ای از فرایند در نظر گرفته می‌شود که در آن ارزش از پسماند ایجاد می‌شود. ازاین‌رو، مشکل دفع پسماند از طریق استفاده مجدد (مارتین و پارساپور، ۲۰۱۲) به یک جریان تولید محصول با ارزش، از طریق تأسیسات تولید بیوگاز تبدیل می‌شود.

مفهوم پالایشگاه‌های زیستی مبتنی بر هضم‌کننده بی‌هوازی به این دیدگاه اخیر مرتبط است.

۳-۱- پالایشگاه‌های زیستی مستقر در اطراف کارخانه بیوگاز

پالایشگاه‌های زیستی می‌توانند به طرق مختلف طراحی شوند و می‌توانند از انواع مواد اولیه برای تولید انواع محصولات برای بازارهای مختلف استفاده کنند. کارخانه‌های کاغذ و خمیرکاغذ، کارخانه‌های قند و اتانول؛ و همچنین کارخانه‌های بیوگاز نمونه‌ای از پالایشگاه‌های زیستی هستند. در آینده، ازآنجاکه زیست‌توده منبعی برای مجموعه وسیع‌تری از محصولات مانند مواد، مواد شیمیایی، سوخت‌ها و محصولات غذایی و خوراکی جدید برای جمعیت رو به افزایش خواهد بود، مفهوم پالایش زیستی به توسعه و نفوذ در بخش صنعت تولید نیاز دارد. برای اینکه زیست‌توده نیازهای غذایی و انرژی را برآورده کند، پالایشگاه‌های زیستی باید دارای منابع کارآمد باشند تا محصولات مورد استفاده مجدد قرار گیرند و یا به‌عنوان منبع در فرآیندهای جدید به‌صورت چرخشی استفاده شوند (ویلکویست و همکاران، ۲۰۱۴).

دی یونگ و همکاران (۲۰۱۲) طرحی از مجموعه وسیعی از محصولات را که می‌توانند در یک پالایشگاه زیستی تولید شوند، ارایه داده‌اند؛ آن‌ها امکانات مختلف برای پلت فرم مواد اولیه و عناصر سازنده مواد شیمیایی را که پایه بخش بزرگی از مواد شیمیایی و مواد مورد استفاده امروز را تشکیل می‌دهند، توصیف کرده‌اند. کارخانه بیوگاز به‌عنوان یکی از امکانات اصلی برای تبدیل زیست‌توده به محصولات با ارزش بالا یا عمده در اقتصاد چرخشی از جایگاه ویژه‌ای در این طرح برخوردار است. راه‌حل‌های مربوط به بیوگاز می‌تواند بخشی از فرهنگ نوآوری پویا باشد که در آن ممکن است مواد جدیدی تولید شود که ارزش قابل‌توجهی در هر جرم یا انرژی نسبت به بیوگاز و ماده هضم شده دارند. این مواد ممکن است شامل مواد شیمیایی

خاص، پروتئین‌های تک‌سلولی یا آنزیم‌ها باشند.

۲- عملکردهای متعدد بیوگاز در اقتصاد چرخشی و چالش‌های آن

۲-۱-بیوگاز به‌عنوان حامل انرژی (اقتباس از: فاگرستروم، ۲۰۱۶)

۲-۱-۱- بیوگاز - بخشی از سیستم تأمین انرژی جامعه مدرن

استفاده از بیوگاز تولیدشده از جریان پسماندهای آلی، به بار دی‌اکسیدکربن در جو اضافه نمی‌کند. دی‌اکسیدکربن تولیدشده در هنگام احتراق بیوگاز یا با دی‌اکسیدکربن مصرف‌شده توسط زیست‌توده که هضم می‌شود یا با اجتناب از انتشار متان از ذخیره کردن در فضای باز فضولات، جبران می‌شود؛ بنابراین بیوگاز یک بردار انرژی پایدار «سبز» است و نقش مهمی در تغییر به یک جامعه پایدار در کربن‌زدایی دارد. بیوگاز کاربردهای فراوانی در جامعه پایدار دارد که می‌تواند در دیدگاه وسیع‌تری نسبت به امروز مورد استفاده قرار گیرد. صنایع و همچنین خانوارها می‌توانند از بیوگاز برای گرمایش و تأمین آب گرم استفاده کنند. از بیوگاز می‌توان برای تأمین هوای گرم برای خشک‌کردن، به‌عنوان مثال، در لباسشویی‌ها، نجاری‌ها، تأسیسات پوشش صنعتی و سایر مکان‌هایی که نیاز به خشک‌کردن سریع و کارآمد دارند، استفاده کرد. خروجی‌های احتراق بیوگاز ارتقا یافته تمیز بوده و بو یا ذرات تولید نمی‌کند. در صنایع غذایی، نیاز به سوخت پاک مهم است. افزایش استفاده از بیومتان ارتقا یافته تمیز شده می‌تواند برای کاربردهای بیشتری، به‌عنوان مثال، در تهیه غذا، آشپزخانه‌های صنعتی، نانوایی‌ها و صنایع غذایی که در آن حرارت لحظه‌ای، مداوم و با قابلیت تنظیم سریع موردنیاز است، استفاده گردد. گاز طبیعی انتخاب انرژی حرارتی برای فرآیندهای تبخیر در کارخانه‌های نوشابه‌سازی و خامه‌سازی و... است. این گاز به راحتی با گازهای تجدیدپذیر که منجر به کربن‌زدایی از این صنایع می‌گردد، جایگزین می‌شود. به دلیل گازهای خروجی تمیز احتراق گاز، در حال حاضر به میزان قابل‌توجهی مورد استفاده قرار می‌گیرد، به‌عنوان مثال در برشته شدن دانه‌های قهوه، بیسکویت یا چیپس. در حال حاضر، گاز مایع[1] (LPG) اغلب برای نمونه‌های اخیر استفاده می‌شود، اما می‌توان به‌جای آن از LPG سبز یا بیومتان استفاده کرد. وقتی از گاز تجدیدپذیر یا گاز سبز به‌جای جایگزین‌های فسیلی استفاده می‌شود، کاربردهای صنعتی به‌طور قابل‌توجهی سازگار با محیط‌زیست، کربن‌زدایی و پایدار می‌شوند. آژانس بین‌المللی انرژی اخیراً گزارشی در مورد گاز سبز تهیه کرده است (وال و همکاران، ۲۰۱۸).

1 Liquefied Petroleum Gas

۲-۱-۲- بیوگاز مورد استفاده برای تولید گرما و برق

رایج‌ترین استفاده از بیوگاز به‌صورت غیر ارتقا یافته برای تولید برق و تولید گرما است. استفاده پیش‌فرض از بیوگاز برای تولید حرارت و برق[2] (CHP) است که در واقع تولید برق و گرمای تجدیدپذیر است که به تولید هم‌زمان نیز معروف است. گرمای حاصل از موتور CHP همچنین می‌تواند برای هدایت یک چیلر جذبی به منظور ایجاد منبع خنک‌کننده نیز مورد استفاده قرار گیرد که منجر به ترکیب خنک‌کننده، حرارت و قدرت[3] (CCHP) می‌گردد که به آن تولید سه‌گانه نیز گفته می‌شود.

فن‌آوری CHP بر اساس نیروگاه‌های حرارتی و الکتریکی[4] (BHPP) است که در آن برق توسط موتور احتراقی تولید می‌شود. این برق می‌تواند به‌صورت محلی مصرف شود و یا می‌توان آن را به شبکه سراسری وصل کرد. انرژی حرارتی (گرمای تجدیدپذیر) محصول جانبی تولیدشده توسط موتور است و معمولاً به‌صورت محلی (گرمایش ناحیه‌ای) مورد استفاده قرار می‌گیرد. انواع مختلفی از واحدهای تولید برق وجود دارد، مانند موتورهای چهار زمانه، میکرو توربین‌ها یا موتورهای استرلینگ. بسته به نوع مجموعه تولید مشترک، بازده الکتریکی آن‌ها بین ۲۵ تا ۴۵ درصد متغیر است (پرسون و همکاران، ۲۰۱۴; کاپاراجو و رینتالا، ۲۰۱۳). واحد تولید CHP را می‌توان در تأسیسات بیوگاز قرار داد، یا می‌توان بیوگاز را از طریق یک سیستم لوله‌کشی، معمولاً در فشار کم، به یک نیروگاه CHP یا واحد گرمایش منطقه‌ای منتقل کرد. استفاده از گرمای تجدیدپذیر بسیار مهم است، زیرا علاوه بر استفاده از بیوگاز برای تولید برق تجدیدپذیر، مزایای اقتصادی و زیست‌محیطی قابل‌توجهی را نیز به همراه دارد، (Hengeveld et al,2016).

۲-۱-۳- بیوگاز ارتقا یافته (بیومتان) به‌عنوان سوخت خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرد

بیوگاز خام را می‌توان در فرآیندی که سولفید هیدروژن، آب، ذرات و CO_2 موجود در گاز را حذف می‌کند، ارتقاء داد. این فرایند، گازی ایجاد می‌کند که عمدتاً شامل متان است و در نتیجه میزان انرژی آن افزایش می‌یابد. بیوگاز تمیز و ارتقا یافته به‌عنوان سوخت خودروها، اتوبوس‌ها و کامیون‌ها در اندازه‌های مختلف استفاده می‌شود. در چندین کشور، زیرساخت مناسبی برای استفاده به‌عنوان گاز خودرو وجود دارد و سوخت‌رسانی به وسایل نقلیه گاز طبیعی[5] (NGV) در پرجمعیت‌ترین مناطق چنین کشورهایی امکان‌پذیر است. امروزه گاز خودروها بیشتر برای اتوبوس‌ها، کامیون‌ها و خودروهای سواری استفاده

2 Central Heat and Power
3 Combined cooling, heat and power
4 bock heat and electricity plants
5 natural gas vehicles

می‌شود. علاقه به استفاده از گاز طبیعی فشرده[1] (CNG) و گاز طبیعی مایع شده[2] (LNG) یا جایگزین‌های مربوط به بیوگاز مبتنی بر[3] (CBG) و[4] (LBG) در حمل‌ونقل سنگین افزایش یافته است و این می‌تواند فرصت‌های جدیدی را برای بیوگاز به ارمغان آورد. بیوگاز ارتقا یافته با سوخت‌های فسیلی معادل آن کاملاً قابل تعویض است. چالش واقعی برای بخش حمل‌ونقل، کنار گذاشتن سوخت‌های فسیلی و انرژی کربن‌زدایی شده است. این بدان معناست که تمام سوخت‌های تجدیدپذیر، از جمله بیوگاز، برق، پیل‌های سوختی و بسیاری دیگر، در این تبدیل نقش ایفا می‌کنند. در عمل، NGVها یکی از چندین جایگزین تجدیدپذیر واقعی برای حمل‌ونقل سنگین و سفرهای طولانی هستند.

۴-۱-۲- تزریق بیوگاز ارتقا یافته (بیومتان) به شبکه گاز

بیومتان از منابع تجدیدپذیر نیز در شبکه انتقال ملی گاز طبیعی در چندین کشور تغذیه می‌شود. از طریق این شبکه، گاز تجدیدپذیر یا «گاز سبز» به مشتریان خانوارها و صنعت و همچنین ایستگاه‌های سوخت خودرو می‌رسد (وال و همکاران، ۲۰۱۸). با افزایش تعداد سیستم‌های بیوگاز و ورود آن‌ها به شبکه، سطح گاز تجدیدپذیر در شبکه‌های انتقال نیز افزایش یافته است. ترکیب گاز در شبکه همگن نیست. بسته به محل برداشت گاز از شبکه، مولکول‌ها دارای سطوح مختلفی از منشأ فسیلی و تجدیدپذیر هستند. با این وجود، می‌توان ۱۰۰٪ گاز تجدیدپذیر را در هر کجا از شبکه گاز خریداری کرد، با اطمینان از اینکه به همان میزان گاز تجدیدپذیر در شبکه وارد می‌شود که از طریق یک سیستم توازن جرمی به مشتری فروخته می‌شود. این بازار معمولاً توسط سیستم صدور گواهینامه گاز سبز اداره می‌شود.

۵-۱-۲-بهبود بهره‌وری مواد مغذی در کشاورزی

کشاورزی شدید و فشرده یکی از منابع اصلی گازهای گلخانه‌ای در سراسر جهان است. این انتشار با تخمیر روده‌ای، مدیریت فضولات دامی و تولید کودهایی بر پایه مواد شیمیایی مصنوعی مرتبط است. سیستم‌های هضم بی‌هوازی، ترکیبات کربنی به‌راحتی تجزیه‌پذیر در مواد اولیه مانند فضولات حیوانی را حذف کرده و به بیوگاز تبدیل می‌کنند. (کلمنتز و همکاران، ۲۰۱۲). هنگامی که باقیمانده مواد هضم شده به‌عنوان کود بیولوژیکی استفاده می‌شود، کربن به آرامی تجزیه شده و در خاک‌بازیابی می‌شود و به محتوای هوموس خاک و مناسب شدن طولانی‌مدت آن برای کشاورزی کمک می‌کند. ماده هضم شده باعث بهبود کربن آلی خاک کشاورزی می‌شود. در عین حال، مواد مغذی ماکرو و میکرو موجود در باقیمانده هضم عمدتاً به شکل مواد معدنی هستند. در مقایسه با مواد مغذی موجود در فضولات دامی خام که عمدتاً دارای ترکیبات آلی هستند و باید برای دسترسی گیاهان به آن‌ها معدنی شوند، این مواد به راحتی در دسترس ریشه‌های گیاه قرار می‌گیرد. به این دلیل که ماده هضم شده در مقایسه با کود خام و فضولات دامی دارای راندمان جذب مواد مغذی بیشتری هستند. (آل سعدی و همکاران، ۲۰۱۸).

کارخانه‌های هضم بی‌هوازی، قادرند مقادیر قابل‌توجهی از پسماندهای کشاورزی را کنترل کنند و برای کشاورزی ارگانیک، به‌ویژه آن‌هایی که به مواد مغذی نیاز دارند، بسیار مفید هستند. استفاده از مواد هضم شده آلی به‌عنوان کود می‌تواند توسعه آینده کشاورزی ارگانیک را تضمین کند. علاوه بر این، مواد آلی موجود در مواد هضم شده می‌تواند محتوای هوموس موجود در خاک را افزایش دهد. این یک مزیت منحصربه‌فرد برای کودهای آلی است که به‌ویژه برای زمین‌های خشک و نیمه‌خشک با محتوای کربن کم بسیار مهم است. تخریب بذر علف‌های هرز در فرآیند هضم بی‌هوازی یکی دیگر از مزایای قابل‌توجه برای کشاورزی ارگانیک است.

۲-۲- امنیت انرژی

انرژی فسیلی هنوز در سراسر جهان مورد استفاده فراوان است. این انرژی به شکل زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی از یک منطقه جغرافیایی نسبتاً محدود به دست می‌آید و در سراسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ بنابراین بسیاری از کشورها برای تأمین انرژی به چند کشور وابسته هستند. گذار به یک سیستم تولید انرژی تجدیدپذیر/ بر پایه زیستی، وضعیت تأمین انرژی در سراسر جهان را متعادل می‌کند. کشورها و مناطق بیشتری می‌توانند از نظر انرژی خودکفا شوند. بسته به محدوده آن‌ها، این سیستم‌های انرژی می‌توانند در مقیاس مختلفی باشند. هنگام تولید انرژی مانند بیوگاز، احتمال زیادتری وجود دارد که شهرداری به استقلال انرژی بیشتری دست یابد و صنایع می‌توانند از تولید انرژی بیشتر خود بهره‌مند شوند. تولید متمرکز انرژی می‌تواند نسبت به خطر قطع توزیع انرژی در صورت طوفان یا سایر رویدادهای طبیعی حساس‌تر باشد. تولید انرژی توزیع شده از این طریق، وقتی شبکه‌ها در حوادثی مانند حوادث مهم آب‌وهوایی آسیب‌پذیرند، می‌تواند تولید انرژی را متعادل کند. هر دو شبکه گاز و زیست‌توده موجود می‌توانند به‌عنوان ذخیره انرژی عمل کرده و برای سایر منابع انرژی متناوب تجدیدپذیر مانند باد و خورشید تعادل ایجاد کنند (پرسسون و همکاران، ۲۰۱۴).

۳-۲- بیوگاز به‌عنوان ماده اولیه - استفاده بیشتر از دی‌اکسیدکربن و متان

بیوگاز عمدتاً از متان و دی‌اکسیدکربن تشکیل شده است.

1 Compressed Natural Gas
2 Liquified Natural Gas
3 compressed biogas (biomethane)
4 liquefied biogas (biomethane)

به‌طورکلی، متان به‌عنوان منبع انرژی با عنصر دی‌اکسیدکربنی که از بیوگاز در جو منتشر می‌شود مورد استفاده قرار می‌گیرد. انرژی بیولوژیکی، جذب و ترسیب کربن (BECCS)[1] برای حفظ دمای جهان زیر ۱,۵ درجه سانتی‌گراد ضروری است (شورای مشورتی علوم آکادمی اروپا، ۲۰۱۸). این برای بیوگاز بسیار قابل اجرا است. هنگامی که بیوگاز به‌عنوان جایگزین گاز طبیعی در سیستم‌های شبکه گاز استفاده می‌شود، CO_2 باید از CH_4 در بیوگاز جدا شود. جداسازی این CO_2 یک فرآیند گران است، اما در کوتاه‌مدت (و بلندمدت) CO_2 ممکن است مورد استفاده مجدداً قرار گیرد. در سیستم‌های انرژی آینده، از جمله مفاهیم اقتصاد چرخشی، هر دو جزء (CO_2 و CH_4) ممکن است به‌عنوان مواد اولیه برای تولید غذا و خوراک و همچنین انواع مختلف مواد استفاده شوند. جذب دی‌اکسیدکربن می‌تواند یا از طریق گاز خارج شده از مجموعه مشترک تولیدکننده CHP و یا از CO_2 جدا شده از CH_4 در ارتقاء بیوگاز باشد. بسته به خلوص CO_2 ، می‌توان آن را تمیز کرد و برای افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در گلخانه‌ها به منظور افزایش تولیدات گیاهی و غذایی و یا به‌عنوان حامل در سیستم‌های خنک‌کننده یا به‌عنوان ماده اولیه برای تولید مواد شیمیایی استفاده کرد. دی‌اکسیدکربن بسیار تمیز همچنین ممکن است در صنایع غذایی، برای تولید آب‌معدنی و در کارخانه‌های نوشابه‌سازی برای افزودن حباب‌های گازی به نوشابه استفاده شود. تولید میکرو جلبک در سیستم‌های حلقه بسته نیز به مقدار قابل‌توجهی دی‌اکسیدکربن نیاز دارد. در واقع، می‌توان از میکروجلبک‌ها به‌عنوان وسیله‌ای برای جذب CO_2 از بیوگاز و ارتقاء بیوگاز به بیومتان استفاده کرد (شیا و همکاران، ۲۰۱۵). با افزودن هیدروژن به کارخانه بیوگاز، بیوگاز را می‌توان تقریباً به ۱۰۰٪ متان ارتقا داد. هیدروژن با CO_2 در بیوگاز واکنش داده و آن را به CH_4 بیشتری تبدیل می‌کند ($2H_2O + CH_4 = CO_2 + 4H_2$). این امر ممکن است در مسیر فرآیند انجام شود، به این ترتیب که هیدروژن مستقیماً به دستگاه هاضم تزریق می‌شود که در آن فرآیند هضم بی‌هوازی انجام می‌شود، یا خارج از مسیر فرآیند انجام شود، در مرحله‌ای که بیوگاز تولیدشده با هیدروژن در یک راکتور اضافی واکنش انجام می‌دهد. این فرآیند میکروبیولوژیکی بیومتاناسیون[2] نامیده می‌شود که در آن میکروارگانیسم‌ها (متانوژن‌های هیدروتروف) دی‌اکسیدکربن را به متان تبدیل می‌کنند (گونراتنام و همکاران،۲۰۱۷).

استفاده از این موضوع در مسیر فرآیند ممکن است بیوگاز با مقدار کافی متان تولید کند تا در آینده به کیفیت سوخت خودرو برسد. اگر هیدروژن مورد استفاده در این فرایند از طریق الکترولیز تأمین شود، این مفهوم به‌عنوان قدرت گاز خوانده می‌شود. جذب کربن با ترکیب CO_2 و هیدروژن، متان تجدیدپذیر ایجاد می‌کند. این را می‌توان سوخت گازی با منشأ غیر زیستی نامید. همچنین نسخه‌های ترموشیمیایی این مفهوم نیز وجود دارد. سیستم برق‌رسانی از گاز دارای ویژگی‌های بسیار زیادی از جمله متعادل‌سازی شبکه برق است (مک دونا و همکاران، ۲۰۱۸).

به‌جای احتراق متان به‌عنوان منبع انرژی، ممکن است از متان به‌عنوان یک ماده شیمیایی آلی مانند گاز طبیعی در صنایع شیمیایی مورد استفاده قرار گیرد. متان منبع احتمالی برای تولید پروتئین‌های بیولوژیکی تک‌سلولی است. این امر در حال حاضر در مقیاس بزرگ امکان‌پذیر است و احتمالاً بخشی از اقتصاد چرخشی آینده خواهد بود.

هنگامی که بیوگاز به‌عنوان ماده اولیه برای تولید بیشتر مواد غذایی، خوراک و مواد استفاده می‌شود، فرآیند بیوگاز نه تنها به‌عنوان یک منبع انرژی خنثی‌کننده دی‌اکسیدکربن، بلکه به‌عنوان یک کاهش‌دهنده دی‌اکسیدکربن عمل می‌کند.

۴-۲- بیوگاز از هاضم بی‌هوازی به‌عنوان پاک‌کننده جریان پسماندهای آلی

جریان تولید پسماندهای آلی در بسیاری از نقاط جامعه اتفاق می‌افتد. در زنجیره تأمین مواد غذایی، ضایعات غذایی در خانواده‌ها و همچنین در سوپرمارکت‌ها، رستوران‌ها و تأسیسات تولید مواد غذایی ایجاد می‌شود. در یک جامعه پایدار که منابع به‌طور مؤثر مورد استفاده قرار می‌گیرند، آنچه قبلاً به‌عنوان پسماند در نظر گرفته می‌شد، در یک حلقه تولید قرار می‌گیرد که در آن مواد آلی و مواد مغذی مانند نیتروژن و فسفر به خاک‌بازگردانده می‌شوند تا جایگزین کودهای شیمیایی شوند. هنگام هضم ضایعات غذایی شهری و صنعتی مانند پسماندهای سوپرمارکت‌ها و رستوران‌ها یا پسماندهای کشتارگاه، بیوگاز تولید می‌شود و مواد مغذی ارزشمندی در دستگاه هاضم تجمع می‌یابد که به راحتی به‌عنوان کود مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴-۲-۱- بیوگاز ناشی از ضایعات مواد غذایی

سازمان خواربار و کشاورزی (FAO) در سازمان ملل متحد (UN) در سال ۲۰۱۱ گزارشی در مورد ضایعات جهانی مواد غذایی منتشر کرد که نشان می‌داد تقریباً یک‌سوم مواد غذایی تولیدشده برای مصرف انسان در سطح جهان هدر می‌رود و یا به پسماند تبدیل می‌شود که بالغ بر ۱,۳ میلیارد تن در سال است (بحث شده در: السیادی و همکاران، ۲۰۱۳). این مواد منبع عظیمی از مواد اولیه برای سیستم‌های بیومتان است. برخی از کشورها در حال حاضر اهدافی برای بازیابی انرژی از ضایعات غذایی در نظر گرفته‌اند. به‌عنوان مثال، دولت سوئد این هدف را دنبال می‌کند که حداقل نیمی از پسماندهای غذایی تولیدشده از خانه‌ها، مغازه‌ها و رستوران‌ها

1 Bioenergy, carbon capture and sequestration
2 biomethanation

جدا شده و برای بازیابی مواد مغذی پردازش شوند و ۴۰ درصد نیز برای بازیابی انرژی تا سال ۲۰۱۸ پردازش شوند (Naturvårdsverket,2014). در سال ۲۰۱۶، از طریق پیاده‌سازی سیستم‌های جمع‌آوری مواد غذایی و پردازش بیشتر با هضم بی‌هوازی، ۴۰ درصد از ضایعات غذا برای بازیابی مواد مغذی و ۳۲ درصد برای بازیابی مواد مغذی و انرژی تحت پردازش قرار گرفتند (آوفال سوریج، ۲۰۱۸). یک تن پسماند غذایی هضم شده ۱۲۰۰ کیلووات ساعت انرژی بیوگاز تولید می‌کند که معادل سوخت کافی برای رانندگی به مسافت ۱۹۰۰ کیلومتر با خودروی گازسوز است. ضایعات غذایی ۳۰۰۰ خانواده می‌تواند یک اتوبوس گازسوز را برای یک سال سوخت‌رسانی کند (اندرسون، ۲۰۱۶).

۲-۵- تصفیه بیوگاز برای کیفیت بهتر آب

هنگامی که جریان‌های آلی در بیوگاز مورد تصفیه قرار می‌گیرند و ماده هضم شده به‌عنوان کود استفاده می‌شود، می‌توان اتروفیکاسیون جریانات محلی، دریاچه‌ها و آب‌های سطحی که ناشی از نشت مواد زائد آلی است را مانع شده و یا کاهش داد.

تصفیه پسماندهای آلی در کارخانه‌های بیوگاز به‌جای دفن در محل‌های دفن پسماند باعث کاهش آلودگی آب‌های محلی و انتشار متان از محل‌های دفن پسماند می‌گردد. تولید بیوگاز از فضولات حیوانی در مناطقی که میزان انبارش آن‌ها زیاد است موجب کاهش اتروفیکاسیون رودخانه‌ها و دریاچه‌های محلی می‌شود که در بسیاری از کشورها مشکل‌آفرین است. کانی سازی مواد مغذی در فضولات هضم شده و پتانسیل تفکیک ماده هضم شده به مواد غنی از نیتروژن و جامدات غنی از فسفر، مدیریت، کاربرد و استفاده بهینه از مواد مغذی فضولات را تسهیل می‌کند. صنعت پرورش ماهی را می‌توان با افزودن یک هاضم بی‌هوازی به سیستم پایدارتر تبدیل کرد. مزارع پرورش ماهی مقدار زیادی لجن، مدفوع و مازاد خوراک تولید می‌کنند که تاکنون عموماً در انتهای آبدرها دفع شده یا به نهرها و دریاچه‌های محلی راه یافته است. این مواد ممکن است برای تولید بیوگاز هضم شوند. هضم‌های بیوگاز با طراحی خاص به‌عنوان کارخانه‌های تصفیه آب برای آب‌های آلوده به شدت ارگانیک با محتوای ذرات کم، به‌عنوان مثال پساب‌های صنعت خمیرکاغذ و کاغذ استفاده می‌شود.

۲-۶- ابزار آگاهی در مورد تفکر چرخشی

اقتصاد چرخشی یک مفهوم گسترده است که درک آن دشوار است. کارخانه بیوگاز مفهومی است که می‌تواند برای اهداف آموزشی مورد استفاده قرار گیرد تا نمونه‌های مشخصی از مفهوم اقتصاد چرخشی را به کودکان ارایه دهد. سالن‌های نمایش در مزارع برای نشان دادن «غذا از کجا می‌آید» به گروه‌های مدرسه استفاده شده است. از همین مفاهیم می‌توان برای توضیح بیشتر نحوه جمع‌آوری جداگانه پسماندهای غذایی در خانه‌ها برای تولید انرژی سبز یا تولید کود استفاده کرد.

۲-۷-بیوگاز در کشاورزی

۲-۷-۱- تمرکز بر هضم مشترک فضولات دامی یک حرکت در جهت اقتصاد چرخشی است

اقتصاد در عمل (اقتباس پس از ساندر نیلسن، ۲۰۱۶) هضم متمرکز فضولات دامی نمونه‌ای از مفهوم اقتصاد چرخشی امروزی است. در دهه ۱۹۹۰، این فناوری چندمنظوره در نظر گرفته شد و مزایای درهم‌تنیده‌ای را در زمینه‌های انرژی و حمل‌ونقل، کشاورزی و مدیریت پسماند و بخش‌های کلی محیط‌زیست/آب‌وهوا ارایه می‌داد (آل سعدی و همکاران، ۲۰۱۸). نتایج اقتصادی به‌صورت زیر هستند:

i) تولید سوخت زیستی و انرژی‌های تجدیدپذیر؛

ii) کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (CH_4، CO_2، NOx)؛

III) بهبود مدیریت فضولات حیوانی و افزایش مصرف مواد مغذی؛

iv) ایمنی دامپزشکی از طریق بهداشت؛

v) کاهش مزاحمت ناشی از بو و مگس؛

vi) پس‌اندازهای مالی برای کشاورزان؛

vii) تصفیه پایدار و بازیافت پسماندهای آلی؛

viii) آلودگی کمتر هوا و آب محیطی؛

ix) بهبود اقتصاد محلی/روستایی.

بخش‌های باقیمانده ارگانیک از صنعت، خانوارها و بخش خدمات همراه با فضولات دامی در کارخانه‌های بیوگاز تصفیه می‌شوند. نتیجه یک همکاری بین حومه و شهر، استفاده از پتانسیل انرژی در قالب بیوگاز، گردش مجدد و بازیافت مواد مغذی، از جمله فسفر، پتاسیم و نیتروژن است. در عین حال، بخش قابل‌توجهی از کربن موجود در فضولات دامی و پسماند نیز بازیافت می‌شود که موجب حفظ محتوای هوموس خاک و مناسب بودن طولانی‌مدت آن‌ها برای کشاورزی می‌شود. کارخانه‌های بیوگاز از طریق کاهش انتشار گاز متان از دامداری (از طریق حذف ذخیره آزاد فضولات و مدیریت بهینه ماده هضم شده) و تولید سوخت زیستی بدون کربن، دارای اثر آب‌وهوایی دوگانه هستند. هضم مشترک باعث افزایش ارزش فضولات دامی به‌عنوان کود می‌شود. این مفهوم مبتنی بر همکاری بین جوامع کشاورزان است که فضولات خود را به یک کارخانه بیوگاز مرکزی عرضه می‌کنند و سپس پس از دریافت مواد هضم شده، آن‌ها را به‌عنوان کود بیولوژیکی گیاهی با کیفیت بالا مورد استفاده قرار می‌دهند. هضم متمرکز کود در شکل ۴ نشان داده شده است.

۲-۷-۲- استفاده از ماده هضم شده به‌عنوان کود

استفاده از ماده هضم شده به‌عنوان کود گیاهی باید در فصل

رشد متناسب با نوع محصول انجام شود تا جذب مواد مغذی توسط گیاهان به حداکثر برسد و از شستشو و روان شدن مواد مغذی جلوگیری شود. استفاده از این مواد به‌عنوان کود جدا از محتوای اعلام شده مواد مغذی، به کیفیت خاصی نیز نیاز دارد. کیفیت شامل بهداشت و کاهش عوامل بیماری‌زا و همچنین محدودیت‌های تعیین شده شیمیایی (فلزات سنگین، ترکیبات آلی) و ذارت پلاستیک و سایر آلاینده‌های فیزیکی می‌باشد. برای اطلاعات و بهره‌برداری بیشتر در این مورد، به گزارش IEA Bioenergy Task37 مراجعه کنید (لوکهورست و همکاران، ۲۰۱۰; السیادی و لوکهورست، ۲۰۱۲).

به‌عنوان یک حداقل اندازه‌گیری، ماده هضم شده برای محتوای ماده خشک و محتوای مواد مغذی (NPK) مورد آنالیز قرار می‌گیرد. ماده هضم شده به مزارع منتقل شده و در مخازن که به‌عنوان ذخیره کود استفاده می‌شود، ذخیره‌سازی می‌گردد. در مقایسه با فضولات خام، مواد مغذی موجود در ماده هضم شده به راحتی در دسترس ریشه‌های گیاه قرار می‌گیرد و مصرف مواد مغذی را افزایش داده و خطر آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی را در صورت استفاده از روش‌های کشاورزی مناسب کاهش می‌دهد. استفاده از ماده هضم شده، بوی بد و مگس را در برابر استفاده از فضولات خام کاهش می‌دهد و هوا و کیفیت زندگی در مناطق روستایی را بهبود می‌بخشد. تأمین‌کنندگان فضولات می‌توانند فقط آن مقدار ماده هضم شده را که می‌توانند در زمین کشاورزی خود استفاده کنند، پس بگیرند. مازاد ماده هضم شده را می‌توان به مزارع کشاورزی که نیاز به مواد مغذی دارند، فروخت. در هر دو حالت، ماده هضم شده را می‌توان به‌طور کامل در طرح کوددهی مزرعه مورد استفاده قرار داد و جانشین مقدار قابل‌توجهی از کودهای گران‌قیمت و معدنی شیمیایی نمود. تحویل ماده هضم شده مستقیم به مزارع و فروش مایع اضافی به کشاورزان به توزیع مجدد قابل‌توجهی از مواد مغذی در منطقه کشاورزی شده و موجب حل مشکل کشاورزان برای کود اضافی و همچنین به کاهش فشار به محیط‌زیست ناشی از دامداری‌های فشرده کمک می‌کند. برای دستیابی به مزایای زیست‌محیطی و اقتصادی ناشی از استفاده از ماده هضم شده به‌عنوان کود، برخی از اصول اولیه عملکرد کشاورزی خوب باید رعایت شود (هولم نیلسن و همکاران، ۱۹۹۷؛ لوکهرست و همکاران، ۲۰۱۰). به‌عنوان یک قاعده اصلی، ماده هضم شده باید فقط در فصل رشد محصول بکار گرفته شود. خطر فرار آمونیاک با استفاده از تجهیزات مناسب (لوله‌کشی، تزریق به خاک) و با در نظر گرفتن آب‌وهوا کاهش می‌یابد. شرایط مطلوب زمانی است که باران می‌بارد یا رطوبت بسیار زیاد است و باد وجود ندارد. هوای خشک، آفتابی و بادی بازده نیتروژن را به میزان قابل‌توجهی کاهش می‌دهد. هنگامی که ماده هضم شده برای محصولات علفی بکار برده می‌شود، تزریق مستقیم به خاک رویی بیشترین بازده نیتروژن را دارد. مخازن ذخیره ماده هضم شده باید در سایه قرار گرفته و در برابر باد محافظت شوند. مهم است که از قشر روی مایع در مخزن ذخیره اطمینان حاصل شود. ماده هضم شده باید همیشه از ته مخزن پمپ شود تا از هم زدن غیرضروری جلوگیری شود. هم زدن فقط قبل از استفاده انجام می‌شود. این امکان وجود دارد که ماده هضم شده را در موقع کاربرد اسیدی کرده، مقدار pH را کاهش داده و در نتیجه فرار آمونیاک را محدود کرد (هولم نیلسن و همکاران، ۱۹۹۷).

۳-۷-۲- هضم بی‌هوازی فضولات آبکی حیوانات کیفیت هوا را بهبود می‌بخشد

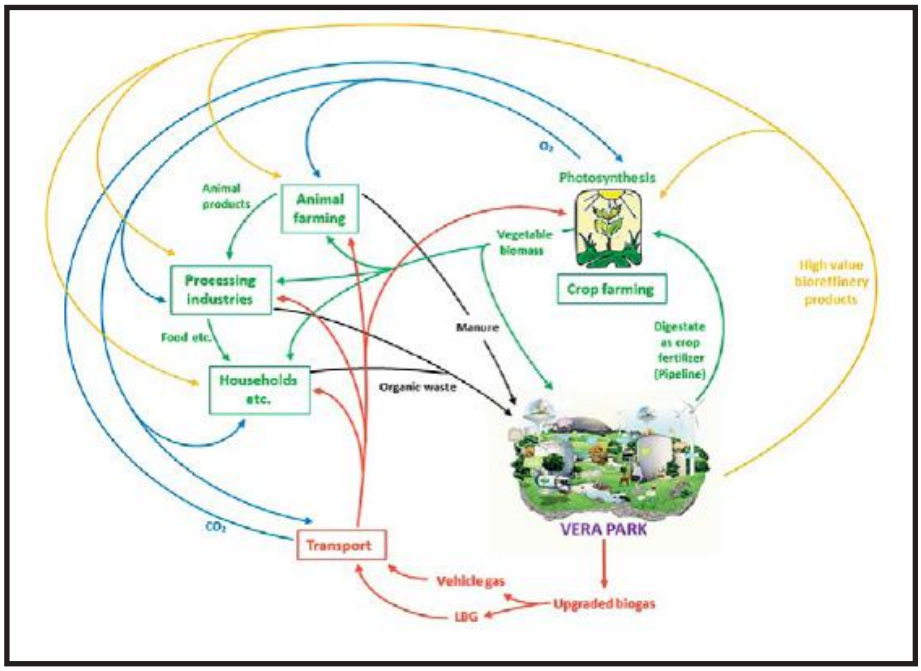
فضولات حیوانات دارای بیش از ۳۰۰ ترکیبات بودار مختلف است. هر یک از آن‌ها هنگام تولید یا استفاده از آن به‌عنوان کود باعث ایجاد بوی مزاحم می‌شوند. در داخل راکتور هضم بی‌هوازی، بسیاری از این ترکیبات تخریب می‌شوند، بنابراین هاضم بی‌هوازی به کاهش بوی مزاحم ناشی از فضولات کمک می‌کند. کاهش بو متناسب با زمان ماند در داخل راکتور است. زمان ماندگاری بیشتر منجر به کاهش بیشتر بوی بد می‌شود (بیرکموس، ۲۰۱۲). شدت و ماندگاری بوهای حاصل از محلول هضم شده به‌عنوان کود در مقایسه با فضولات خام کمتر است. محلول هضم شده بوی بد آمونیاک می‌دهد، اما این بو فقط چند ساعت پس از استفاده به‌عنوان کود باقی می‌ماند. کاهش بو توسط فضولات حیوانی برای پذیرش فناوری‌های بیوگاز در دامداری‌ها بسیار مهم است، زیرا کیفیت هوا را در مناطق روستایی بهبود می‌بخشد (آل سعدی و همکاران، ۲۰۱۸).

۸-۲-توازن درآمد برای مناطق روستایی

کارخانه بیوگاز به خودی خود نیروی کار زیادی ندارد اما می‌تواند فرصت‌های تجاری جدیدی را در مناطق روستایی ایجاد کند که به طریقی از کاهش جمعیت رنج می‌برند. از طریق همکاری با مزارع مختلف، کارخانه بیوگاز می‌تواند فرصت‌های شغلی متفاوتی در طول زنجیره فرآیند، مانند کشت و جمع‌آوری مواد اولیه ایجاد کند. با افزایش تولید انرژی محلی، درآمد به‌جای رفتن به بازارهای جهانی انرژی در منطقه باقی می‌ماند. چالش، در هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری و قیمت پایین انرژی در برخی کشورها است. علاوه بر این، انگیزه‌های مختلف و متفاوت، باعث ایجاد بازارهای نابرابر در و بین بخش‌های مختلف می‌شود. این امر بر این واقعیت تأکید می‌کند که کارخانه‌های بیوگاز دو محصول نهایی مختلف (انرژی و کود) ایجاد می‌کنند و باید از هر دو به‌طور مؤثر برای تسهیل فرصت‌های تجاری استفاده کرد.

۹-۲-چالش‌های استفاده از پسماند به‌عنوان ماده خام

پسماندها حاوی مواد قابل استفاده زیادی هستند که می‌توان



شکل ۵. نمودار جریان چرخشی پارک ورا. خطوط آبی جریان گازها در جو را به تصویر می‌کشد. خطوط سیاه جریان پسماند را نشان می‌دهد. خطوط سبز نشان‌دهنده جریان زیست‌توده (از جمله ماده هضم شده تصفیه شده) است. خطوط قرمز جریان و استفاده از سوخت‌های گازی را نشان می‌دهد. خطوط زرد نشان‌دهنده جریان همه محصولات با ارزش بالا از پالایشگاه زیستی است

از آن‌ها بهره برد و به موادی تبدیل نمود که دارای قابل استفاده مجدد است. با این حال، برخی از پسماندها ممکن است حاوی مواد یا ترکیبات ناخواسته مانند عوامل بیماری‌زا، آنتی‌بیوتیک‌ها، باقی‌مانده‌های دارویی، میکرو پلاستیک یا فلزات سنگین باشند. در برخی از موارد وقتی پسماند را به چیزی بی‌اثر تبدیل می‌کنند و توسط حیوانات یا انسان‌ها مصرف نمی‌شوند مشکلی ایجاد نمی‌کنند؛ اما اگر در تماس با انسان یا حیوان به غذا و خوراک تبدیل شود یا به چیزی تجزیه‌پذیر تبدیل شود، داستان تغییر می‌کند. اگر قرار است پسماندها به غذا یا خوراک یا محصولات تبدیل شوند، باید اطمینان حاصل شود که محصول جدید مضر نیست. علاوه بر این، در یک اقتصاد چرخشی که همان ماده بارها در گردش است، احتمال تجمع یا غنی‌سازی مواد ناخواسته در چرخش باید موردتوجه قرار گیرد. استفاده از پسماندها به‌عنوان مواد اولیه برای خوراک یا غذا در حال حاضر بسیار برقرار شده است و در اکثر کشورها مشمول قوانین متعددی است. این مقررات ممکن است برای همگام شدن با توسعه اقتصاد چرخشی به روز شود تا مانع اجرای گسترده‌تر آن در جامعه نشود.

۳- گزارش‌های موردی

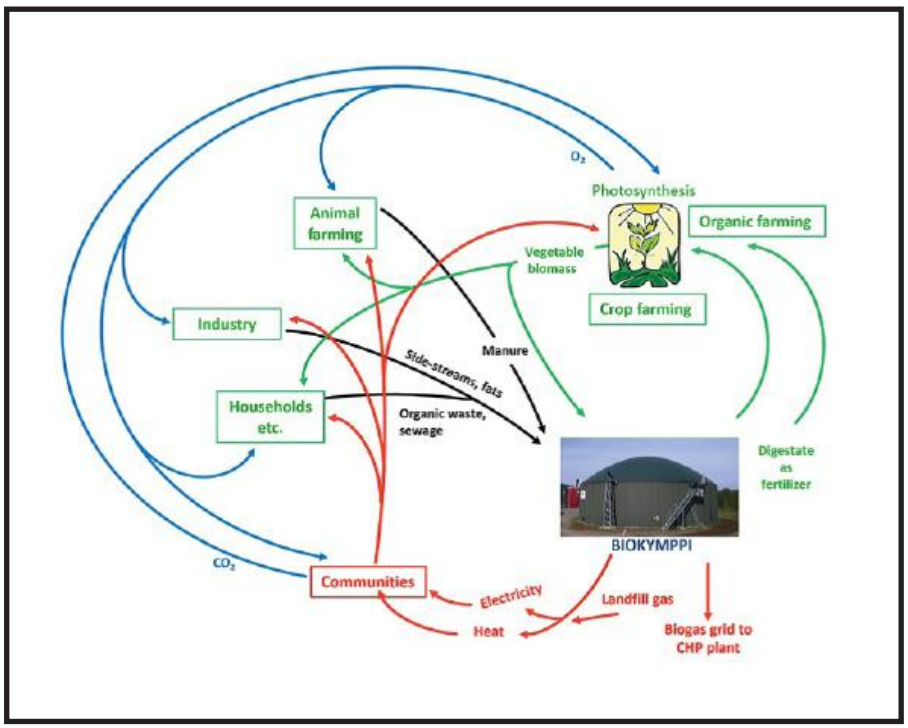
۳-۱- پارک ورا، سوئد

پارک ورا، در هلسینگبورگ سوئد، ادعا می‌کند که تنها راه‌حل کاملاً عملی و کاربردی برای مدیریت پسماند در جهان است. هر چیزی که وارد می‌شود تحت مراقبت، پردازش و به محصولات جدید ارتقاء داده می‌شود و برای سود به فروش می‌روند. پارک ورا فقط یک مکان فیزیکی نیست. این همان شیوه تفکر و عمل در یک اقتصاد چرخشی است. این مفهوم به این معنی است که NSR (شرکت پسماند عمومی محلی) امکانات خود را در سراسر منطقه برای بازیگران مختلف باز کرده است. پارک ورا به‌عنوان یک پارک صنعتی (و بسترآزمایشی برای پروژه‌های تحقیقاتی) برای پسماند و بازیافت می‌باشد.

امروزه ورا پارک دارای شانزده شرکت از جمله NSR است. فرآیند اطراف پارک ورا توسط یک مرکز تجاری پایدار[1] هدایت می‌شود که به گرد هم آمدن شرکت‌هایی با فناوری پایدار و زیست‌محیطی با تقریباً ۱۰۰ عضو، در پارک ورا منجر شده است. آنچه قبلاً تأسیسات پسماند شهری بود، امروزه یک مرکز صنعتی بسیار سودآور است که در آن شرکت‌های خصوصی با کارکنان خود فعالیت‌های تجاری سودآور را با مواد اولیه «پسماند» انجام می‌دهند.

تمام مواد آلی که وارد تأسیسات می‌شوند به بیوگاز تبدیل می‌شوند که به گاز خودرو و بیوگاز مایع[2] (LBG) ارتقا می‌یابد. بخش هضم شده که دارای ویژگی‌های کود خوب است، به‌وسیله خط لوله برای کشاورزان منطقه پمپ می‌شود. در داخل شهرک صنعتی، چندین شرکت دیگر تولید بیوگاز را

1 Sustainable Business Hub
2 liquid biogas



شکل ۶. نمودار جریان چرخشی BioKymppi. برای توضیح به شرح تصویر ۵ مراجعه کنید.

انجام می‌دهند. علاوه بر این، پارک ورا نیز تحقیقات خاص خود را دارد که همراه با دانشگاه لوند سوئد انجام می‌شود. به همین دلیل، این تأسیسات انتظار دارد محصولات خود را که باعث افزایش عملکرد در تولید بیوگاز در سال ۲۰۱۸ می‌شود، معرفی کند. بخش‌های غیر ارگانیک نیز در پارک ورا مدیریت می‌شوند. شیشه، پلاستیک و کاغذ ارتقا داده می‌شوند و تبدیل به محصولات جدیدی می‌شوند که توسط یک شرکت جداگانه به بازار عرضه می‌شود. به پسماندهای خطرناک رسیدگی شده و فلزات آن‌ها از هم جدا می‌شوند.

۲-۳- بیوکیمپی، فنلاند

کارخانه بیوگاز بیوکیمپی (www. bio10.fi) در شرق فنلاند با چندین مزارع محلی و شرکت‌های دیگر، هر دو با جمع‌آوری مواد اولیه برای کارخانه‌های بیوگاز و همچنین استفاده از محصول نهایی همکاری می‌کنند. این کارخانه یک فرآیند هضم مرطوب مزوفیلیک با دو خط تولید، یکی برای لجن فاضلاب و دیگری برای مواد آلی مناسب برای تولید کود آلی است.

مواد اولیه مورد استفاده شامل پسماندهای بیولوژیکی خانگی جمع‌آوری‌شده، پسماندهای زیستی بسته‌بندی‌شده، جریان‌های جانبی از صنایع غذایی، فاضلاب، چربی‌های اضافی (ناشی از پخت‌وپز)، ماهی و کود است.

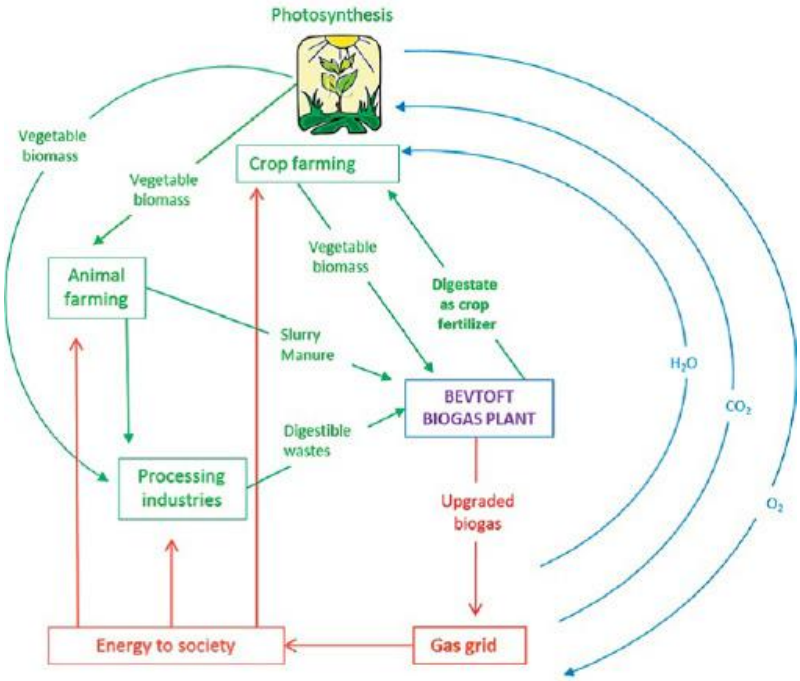
ظرفیت کل تصفیه از t/a ۱۵۰۰۰ تا ۱۹۰۰۰ متغیر است.

از گاز کارخانه بیوگاز به همراه گاز جمع‌آوری‌شده از محل دفن پسماند در مجاورت آن برای تولید گرما و نیرو استفاده می‌شود.

این مجموعه دارای نیروگاه CHP است اما بخشی از گاز از طریق خط لوله گاز به کارخانه تولید گرما در نزدیکی آن ارسال می‌شود، جایی که از گاز برای گرمایش منطقه‌ای برای جوامع محلی استفاده می‌شود. این نیروگاه بیوگاز با یک شرکت انرژی از شهر اولو همکاری می‌کند که برق سبز را به شبکه ملی می‌فروشد.

برق سبز از طریق گواهی EkoEnergy از انجمن فنلاند برای حفاظت از طبیعت مبادله می‌شود. تولید سالانه حدود ۸۰۰۰ مگاوات ساعت گرما و تولید برق ۲۰۰۰ مگاوات ساعت است. ماده هضم شده جداسازی می‌شود و کود مایع برای کشاورزی ارگانیک استفاده می‌گردد. کود جامد برای کشاورزی ارگانیک و باغ‌های خانگی استفاده می‌شود.

لجن هضم شده فاضلاب نیز برای کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در کل بین ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ هکتار زمین از ماده هضم شده این کارخانه استفاده می‌کنند. کارخانه بیوکیمپی به‌طور فعال با چندین پروژه تحقیقاتی مشارکت داشته تا کارایی کارخانه و محصولات را بهبود بخشد. به‌عنوان مثال، در پروژه‌ای Bio-Raee BioKympi با سایر شرکای خود درحال‌توسعه تولید کودهای بازیافتی ایمن‌تر و کارآمدتر است. هدف این است که اطمینان حاصل شود که کودهای آزمایش شده در مقایسه با کودهای معمولی با محیط‌زیست سازگارتر



شکل ۷. نمودار جریان چرخشی Bevtoft. برای توضیح به شرح شکل ۵ مراجعه کنید.

و از نظر اقتصادی امکان‌پذیرتر باشند.

۳-۳- بیوگاز سوندرجیسک بوتافت[1]، دانمارک

کارخانه هضم بی‌هوازی Bevtoft با فناوری بالا در ماه آوریل ۲۰۱۶ شروع به کار کرد. ظرفیت تصفیه آن بیش از ۶۰۰۰۰۰ تن زیست‌توده در سال (حدود ۴۵۰،۰۰۰ تن فضولات دامی از مزارع محلی و ۱۵۰،۰۰۰ تن کاه و سایر مواد زائد قابل‌هضم) است، این کارخانه بیوگاز سهم مهمی در تحقق اهداف پردازش نیمی از فضولات دامی دانمارک با هضم بی‌هوازی دارد.

این کارخانه بیوگاز با مشارکت ۵۰-۵۰ فی‌مابین شرکت ON.E و کشاورزان Sønderjysk Biogas Invest A/S است. بیوگاز تولیدشده حاوی ۵۴ درصد متان است که به ۹۹ درصد بیومتان ارتقا می‌یابد، کارخانه‌ای با ظرفیت ۶۰۰۰ نیوتن مترمکعب در ساعت که منجر به تولید ۲۱ میلیون مترمکعب بیومتان در سال می‌شود.

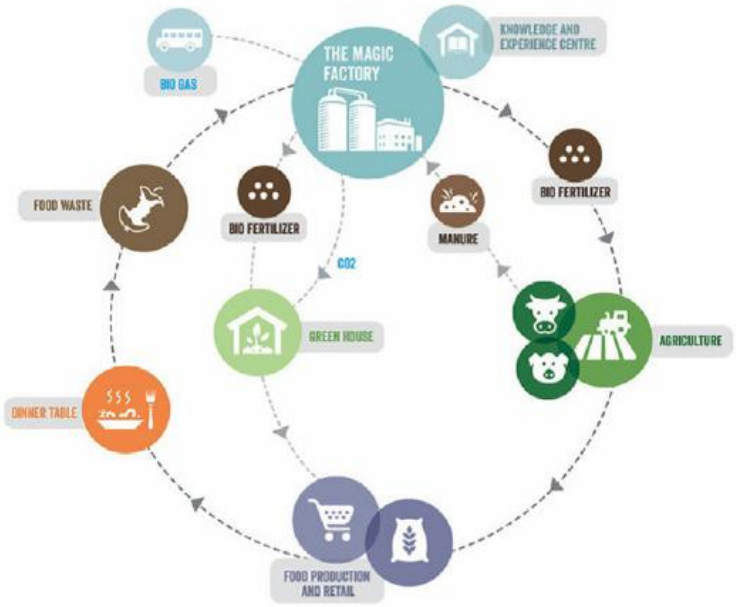
این مقدار معادل مصرف سالانه انرژی ۱۵۰۰۰ خانوار، ۵۷۱ اتوبوس شهری یا ۱۰،۰۰۰ اتومبیل است و موجب کاهش ۵۱۰۰۰ تن انتشار CO_2 در سال می‌شود. بیومتان مستقیماً به شبکه گاز طبیعی تزریق می‌شود. هیچ هزینه اضافی یا مصرف انرژی در رابطه با تصفیه گاز انتهایی وجود ندارد و از انتشار مواد مضر به محیط‌زیست نیز اجتناب می‌شود.

ماده هضم تولیدشده به کشاورزان منطقه بازگردانده می‌شود تا به‌عنوان کود به خاک بازگردد. استفاده از فضولات هضم شده به‌عنوان کود به میزان قابل‌توجهی مزاحمت بو و مگس را در مناطق روستایی کاهش می‌دهد. کاربرد ماده هضم شده در مقایسه با استفاده از فضولات خام به‌عنوان کود، با کارایی بیشتر مواد مغذی و شستشوی کمتر نیترات همراه است. کارخانه بیوگاز ۱۰ شغل جدید ایجاد کرده و به ایجاد و حفظ ۲۰ تا ۳۰ شغل در منطقه کمک می‌کند. کارخانه بیوگاز در منطقه‌ای به مساحت ۱۶ هکتار در ۲ کیلومتری شمال بوتفت واقع شده است. این مکان با همکاری شهرداری‌ها در سلف، با تأکید فراوان بر طراحی و جانمایی مناسب در چشم‌انداز اطراف و با فاصله مناسب از همسایگان و شرایط دسترسی مناسب انتخاب شد.

۴-۳- کارخانه مجیک، نروژ

کارخانه مجیک در نزدیکی تانزبرگ در جنوب شرقی نروژ قرار دارد که در آن ضایعات مواد غذایی و فضولات دامی را به بیوگاز، CO_2 سبز و کود زیستی ارزشمند برای تولید غذای جدید تبدیل می‌کند. پسماند مواد غذایی را از خانواده‌ها و کود را از مزارع در شهرستان وستفولد تحویل می‌گیرد. در حال حاضر سالانه ۱۱۰ هزار تن پسماند غذایی و فضولات دامی در این کارخانه بازیافت می‌شود. بیوگاز تولیدشده ارتقا یافته و وارد شبکه گاز می‌شود و در درجه اول به‌عنوان سوخت خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرد و جایگزین حدود ۵ میلیون لیتر گازوئیل می‌شود. همکاری نزدیک با بخش کشاورزی به وضعیت این کارخانه به‌عنوان یک پایلوت ملی کمک کرده

1 Sønderjysk Bevtof



شکل ۸. چرخش نیروگاه بیوگاز - کارخانه جادویی

است. هدف دولت تبدیل ۳۰ درصد از کل فضولات دامی به ماده هضم شده و بیوگاز قبل از سال ۲۰۲۰ است. هدف کارخانه جادویی تبدیل شدن به یک پیشگام بین‌المللی برای جذب کربن سبز است. جذب کربن از طریق دی‌اکسیدکربن تجدیدپذیر و سبز است که برای استفاده در گلخانه صنعتی که برای تولید مواد غذایی مناسب‌سازی شده است به همراه کود آلی به کار می‌رود.

یک پایلوت گلخانه، با برنامه‌ای برای راه‌اندازی گلخانه‌های صنعتی برای تولید غذای محلی در حال ساخت است. همچنین کار بر روی یک مرکز آموزشی برای بازدیدکنندگان در کنار کارخانه مجیک نیز در حال ساخت است.

ملاحظات پایانی

ما هنوز در حال ظهور اقتصاد چرخشی هستیم. محصولات حاصل از منابع زیستی در سال‌های آتی به دو صورت مطلق و نسبی رشد خواهند کرد. در اقتصاد زیستی آینده، پسماندها به محصولات با ارزش بالا و مواد شیمیایی، سوخت، برق و حرارت تبدیل خواهند شد. تأسیسات بیوگاز در این توسعه و در اجرای مسیرهای تولید جدید که در گذار به اقتصاد زیستی به وجود می‌آیند، نقش مهمی ایفا خواهند کرد. آینده تأسیسات بیوگاز کارخانه‌ای است که در آن ارزش از مواد زائد ایجاد می‌شود. این امر پایداری محیط‌زیست و پتانسیل سود مالی برای جامعه محلی را تضمین می‌کند. انعطاف‌پذیری سیستم هضم بی‌هوازی و توانایی آن در هضم بسیاری از مواد اولیه ارگانیک و تولید طیف وسیعی از محصولات، موجب شده است نقش هضم بی‌هوازی و بیوگاز در اقتصاد چرخشی را تضمین کند.

منابع:

1. AL SEADI, T., STUPAK, I., SMITH, C. T. (2018) Governance of environmental sustainability of manure-based centralised biogas production in Denmark. Murphy, J.D.(Ed) IEA Bioenergy Task 37, 2018: 6
2. AL SEADI, T., OWEN, N., HELLSTRÖM, H., KANG, H. (2013) Source separation of MSW. An overview of the source separation and separate collection of the digestible fraction of household waste, and of other similar wastes from municipalities, aimed to be used as feedstock for anaerobic digestion in biogas plants. IEA Bioenergy Task 37 Technical Brochure. Available in: http://task37.iea-bioenergy.com/files/daten-redaktion/download/Techni-cal%20Brochures/source_separation_web.pdf
3. AL SEADI T., LUKEHURST, C. (2012) Quality management of digestate from biogas plants, used as fertiliser. IEA Bioenergy Task 37 Technical Reports. Available in: http://task37.ieabioenergy.com/files/daten-redaktion/ download/publi-task37/digestate_quality_web_new.pdf
4. ANDERSSON (2016) Samhällsnyttan med biogasen studie i Jönköpings län, Energikontor Norra Småland, 2016
5. BIRKMOSE (2012) Afgasning af gylle reducerer lugtgener. www.landbrugsinfo.dk. Available from: https://www.landbrugsinfo.dk/energi/biogas/sider/afgasning_af_ gylle_reducerer_lugtgener.aspx
6. BOGNER, PIPATTI, HASHIMOTO, DIAZ, MARECKOVA, DIAZ, et al. (2008). Mitigation of global greenhouse gas emissions from waste: conclusions and strategies from the Intergovernmental Panel on Climate

Change (IPCC) Fourth Assessment Report. Working Group III (Mitigation) Waste Management & Research, 26, 1, 2008.
7. BOND T., TEMPLETON M.R. (2011). History and development of domestic biogas plants in the developing world. Energy for Sustainable Development. 15, 347 – 354.
8. CLEMENTS L.J., SALTER, A.M., BANKS, C.J., POPPY,G.M. (2012) The usability of digestate in organic farm- ing. Water Sci Technol. 66(9): 1864 – 70.
9. DE JONG, E., HIGSON, A., WALSH, P., WELLISCH, M. (2012) Bio-based chemicals: Value added products from biorefineries, Report IEA Bioenergy, Task 42. Avail- able In: http://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2013/10/Task-42-Biobased-Chemicals-value-add- ed-products-from-biorefineries.pdf
10. EASAC (2018). European Academies Science Advisory Council. Negative Emission Technologies: What role in meeting Paris Agreement targets? Available In: https:// easac.eu/publications/details/easac-net/
11. ENERGISTYRELSEN (2016). NOTAT Effekt af biogasproduktion på drivhusgasemissioner [Note. Effect of biogas production on greehouse gas emissions]. Available In: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Bioenergi/drivhus- gas-effekt_af_biogas_4_okt_2016.pdf (In Danish).
12. ELLEN MCARTHUR FOUNDATION (2015). Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition
13. FAGERSTRÖM (2016), Biogasens roll i den hållbara staden (2016) ISBN: 978-91-7673004-1
14. GUNERATNAM, A., AHERN, E., FITZGERALD, J., JACKSON, S., XIA, A., DOBSON, A., MURPHY, J.D. (2017) Study of the performance of a thermophilic bio- logical methanation system. Bioresource Technology, 225, 308 – 315.
15. HENGEVELD, E.J., BEKKERING, J., VAN GEMERT, W.J.T., BROEKHUIS, A.A (2016). Biogas infrastructures from farm to regional scale, prospects of biogas trans- port grids. Biomass and Bioenergy 86 (2016) 43 – 52.
16. HOLM-NIELSEN, J.B., HALBERG,N., HUTINGFORD,S., AL SEADI, T. (1997) Joint biogas plant. Agricultural ad- vantages. - Circulation of N, P and K. Report made for the Danish Energy Agency, March 1993, Second, revised edition, August 1997. Available in: https://provision-coalition.com/Assets/ProvisionCoalition/Documents/FoodWasteManagementSolutions/Joint%20Biogas%20Plant%20-%20agricultural%20advantages.1997.JBHN-TAS.pdf
17. NATURVARDSVERKET (2014). Food Waste Volumes in Sweden In: http://www.naturvardsverket.se/Docu- ments/publikationer6400/978-91-620-8695-4.pdf (accessed on: 2018-05-08)
18. AVFALL SVERIGE (2018). Svensks Avfallshantering 2018. Available in: https://www.avfallsverige.se/fileadmin/ user_upload/Publikationer/Svensk_avfallshanter- ing_2018_01.pdf (accessed on: 2018-07-11)
19. KAPARAJU,P., RINTALA, J. (2013) Generation of heat and power from biogas for stationary applications: boilers, gas engines and turbines, combined heat and power (CHP) plants and fuel cells. In Wellinger, A., Murphy, J., Baxter, D., editors, The biogas handbook: science, pro- duction and applications. Woodhead Publishing series in energy: number 52; 2013, ISBN 978-0-85709-498-8
20. LIEBETRAU, J. REINEL,T., AGOSTINI, A., LINKE, B., (2017) Methane emissions from biogas plants: Methods for measurement, results and effect on greenhouse gas balance of electricity produced, Murphy, J.D (Ed): In- ternational Energy Agency (IEA) Bioenergy: Task 37: 2017: 12. Available In: http://task37.ieabioenergy.com/ files/daten-redaktion/download/Technical%20Bro- chures/Methane%20Emission_web_end.pdf
21. LUKEHURST, C., FROST, P., AL SEADI, T. (2010). Utilisation of digestate from biogas plants as biofertiliser. International Energy Agency (IEA) Bioenergy: Task Available in: http://task37.ieabioenergy.com/files/ daten-redaktion/download/publi-task37/Digestate_ Brochure_ Revised_12-2010.pdf
22. MARTIN AND PARSAPOUR, Upcycling wastes with biogas production: An exergy and economic analysis, Venice 2012, Fourth International Symposium on Energy from Biomass and Waste
23. MCCABE, B., SCHMIDT, T. (2018) Integrated Biogas sys- tems - Local applications of anaerobic digestion towards integrated sustainable solutions, Murphy, J.D (Ed): In- ternational Energy Agency Task 37: 5 2018. Available In: http://task37.ieabioenergy.com/files/daten-redaktion/download/Technical%20Brochures/Integrated%20biogas%20systems_WEB.pdf
24. MCDONAGH, S., O'SHEA, R., WALL, D., DEANE, J.P., MURPHY, J.D. (2018) Modelling of a power-to-gas system to predict the levelised cost of energy of an advanced renewable gaseous transport fuel. Applied Energy 215 (2018) 444 – 456
25. MURPHY, J.D., MCKEOGH, E., KIELY, G. (2004). Technical/economic/environmental analysis of biogas utilisation. Applied Energy 77(4): 407– 427.
26. PERSSON, T., MURPHY, J.D., JANNASCH, A.M., AHERN,E., LIEBETRAU, J., TROMMLER, M., TOYAMA, J. (2014) A perspective on the potential role of biogas in smart energy grids. International Energy Agency Task 37 International Energy Agency Task 37, ISBN 978-1-910154-13-7 (eBook electronic edition). Available in: http://task37.ieabioenergy.com/files/ daten-

کاربرگ‌های آموزشی مدیریت پسماند در زمان کووید ۱۹

سیده فاطمه مشکانی فراهانی
کارشناس سازمان مدیریت پسماند

زهرا مرتضایی سمنانی
کارشناس سازمان مدیریت پسماند

محمدرضا فرشی باانصاف
کارشناس سازمان مدیریت پسماند

برنامه محیط‌زیست ملل متحد با نام اختصاری (UNEP) نهادی وابسته به سازمان ملل متحد است که فعالیت‌های زیست‌محیطی اعضای خود را هماهنگ نموده، در توسعه کشورها در اجرای دقیق سیاست‌ها و تشویق‌های گسترش قابل تحمل مؤثر بر طبیعت از میان شیوه‌های دقیق محیطی مساعدت می‌نماید. این انجمن در نتیجه کنفرانس سازمان ملل بر روی محیط انسان در سال ۱۹۷۳ پایه‌گذاری شد و اداره مرکزی آن در نایروبی، کنیا قرار دارد. بر اساس اعلامیه محیط‌زیست بشر (بیانیه اصولی) که در ژوئن ۱۹۷۲ به تصویب کنفرانس جهانی محیط‌زیست انسان در استکهلم رسیده است. حفظ محیط‌زیست بشر و تضمین حقوق بشر برای برخورداری از محیط‌زیست سالم و تشویق و ترغیب فعالیت‌های زیست‌محیطی در سطوح بین‌المللی و منطقه‌ای و توسعه قوانین و معاهدات بین‌المللی به منظور کنترل آلودگی و تخریب محیط‌زیست ناشی از فعالیت‌های بشری از اهداف برنامه می‌باشد.

برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد (UNEP) به‌عنوان یک سازمان علمی، با استفاده از ظرفیت‌های تحقیقاتی زیست‌محیطی پیشرفته و متخصصین، خط‌مشی‌هایی را تدوین کرده‌اند که در تغییرات پایدار نقش عمده‌ای ایفا می‌کنند.

در سال ۲۰۲۰، زمانی که کووید-۱۹ سیستم عادی جهان را با چالش مواجه کرد، برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد (UNEP) به اثرات زیست‌محیطی فوری این بیماری همه‌گیر از جمله مدیریت پسماندهای بهداشتی واکنش نشان داد.

اینگر آندرسن، مدیر اجرایی، برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد (UNEP) نکات مهمی را از کار در مورد بحران آب‌وهوا، تنوع زیستی و بحران طبیعت و بحران آلودگی در ارتباط با مدیریت پسماندها برای استفاده کشورهای جهان در قالب ۷ کاربرگ ارایه داده است.

این کاربرگ‌ها که در ادامه آورده شده‌اند، می‌تواند الگوی مناسبی برای برنامه‌ریزی مدیریت پسماند در بحران‌های مختلف باشد.

خلاصه‌ای از کاربرگ‌های ارایه شده به شرح ذیل می‌باشد:

کاربرگ ۱: مقدمه‌ای بر مدیریت پسماند کووید ۱۹: برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد (UNEP) کاربرگ‌هایی پیرامون مدیریت پسماندهای کووید ۱۹ برای کاهش اثرات منفی همه‌گیری بر محیط‌زیست جهانی و نحوه مدیریت صحیح در واکنش به بحران افزایش پسماندهای تولیدی تا نحوه نظارت انتشار مواد شیمیایی مضر در هوا و زمین و آب را ارایه می‌کند.

کاربرگ ۲: ارزیابی ظرفیت ملی پسماندهای پزشکی: یکی از نگرانی‌های اصلی در زمان عادی در بسیاری از کشورها، مدیریت صحیح پسماندهای پزشکی است. در هنگام بحران از جمله همه‌گیری کووید ۱۹، این نگرانی‌ها به دلیل تولید زیاد میزان پسماند افزایش می‌یابد. این کاربرگ در ارزیابی میزان پسماندهای آلوده که به‌طور بالقوه تولید می‌شوند و فناوری‌های

موجود مورد استفاده در پردازش پسماند به کشورها کمک می‌کند.

کاربرگ ۳: نحوه انتخاب فناوری مدیریت پسماند برای پردازش پسماند کووید ۱۹: کشورها با تهیه فهرست از امکانات ملی موجود برای مدیریت پسماند، با استفاده از دستورالعمل برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد (UNEP) پیرامون ارزیابی فناوری‌های پایدار (SAT) بهترین فناوری موجود و بهترین شیوه‌های زیست‌محیطی (BEP/BAT)، گزینه‌های مناسب زیست‌محیطی را برای تصفیه پسماند انتخاب می‌کنند.

کاربرگ ۴: خط‌مشی و قانون و مقررات مربوط به همه‌گیری کووید ۱۹: این کاربرگ رهنمودهایی در زمینه خط‌مشی و قانون‌گذاری برای بهره‌مندی از یک نهاد پایدار و برمبنای قانونی برای واکنش بهتر به موارد بحرانی از قبیل کووید ۱۹ و شفاف‌سازی تدابیری که باید اتخاذ شود، به کشورها ارایه می‌کند.

کاربرگ ۵: در ارتباط با چرخه پسماند عفونی: کووید ۱۹ منجر به تولید و مصرف بیشتر محصولات مرتبط با سلامت خانگی و فردی می‌شود که می‌تواند یک‌بارمصرف و حاوی منابع ارزشمندی مانند پلاستیک، منسوجات، فلزات، لوازم الکترونیکی باشد. پسماندهای کووید ۱۹ و هر زباله دیگر باید به‌درستی جمع‌آوری و پردازش شوند تا از آلودگی یا زباله‌سوزی بی‌رویه که بر سلامت انسان، کیفیت اکوسیستم، تنوع زیستی، از جمله تأثیرات بر خاک، رودخانه‌ها، خطوط ساحلی و سیستم دریایی جلوگیری شود.

کاربرگ ۶: ارتباط کیفیت هوا و کووید ۱۹: کیفیت هوا تحت تأثیر شیوه‌های نامطلوب زیست‌محیطی مانند سوزاندن در فضای باز یا سایر روش‌های نامطلوب مدیریت پسماند قرار می‌گیرد. پایبندی به شیوه‌های سازگار با محیط‌زیست برای مدیریت پسماندها، به‌ویژه پسماندهای COVID-۱۹ و حفظ استانداردهای زیست‌محیطی و اجرای آن ضروری است.

کاربرگ ۷: استراتژی مدیریت پسماندهای پزشکی خانگی: با ازدیاد کووید ۱۹، محدودیت کادر پزشکی، تعداد خوددرمانی خانگی افراد در کشورها افزایش خواهد یافت؛ بنابراین مدیریت صحیح پسماندهای پزشکی خانگی برای جلوگیری از شیوع بیشتر ویروس کووید ۱۹ و جلوگیری از در معرض خطر قرار گرفتن افرادی مانند کارگران پسماند ضروری خواهد بود.

کووید ۱۹ کاربرگ اطلاعاتی مدیریت پسماند

این کاربرگ‌ها از قطعنامه ۸ در مورد مدیریت صحیح مواد شیمیایی و پسماند و قطعنامه ۷ در مورد مدیریت صحیح پسماند در چهارمین مجمع محیط‌زیست ملل متحد پیروی می‌کند.

COVID-19 RESPONSE

UN environment programme

۱

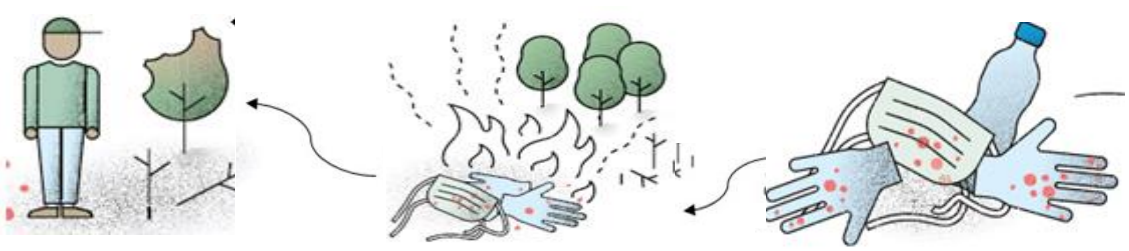
مقدمه‌ای بر مدیریت پسماند در کووید ۱۹

ممنوعیت انباشت کنترل نشده پسماند
ممنوعیت سوزاندن پسماند در فضای باز
حفاظت محیط‌زیست و بهداشت

برای اطلاعات بیشتر به سایت unep. org یا kevin.helps@un.org مراجعه نمایید. (Head، موسسه مرکز محیط‌زیست جهانی، موادشیمیایی، شاخه بهداشت، برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد)

«مسؤولیت ما این است که از کشورهای عضو در رسیدگی به چالش‌های فوریت ناشی از فوریت‌های پزشکی مانند تقویت سیستم‌های مدیریت پسماند حمایت کنیم»

مسئله



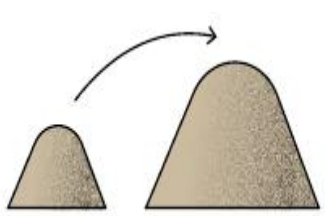
در دوره کووید ۱۹، بیمارستان‌ها، مراکز درمانی و اشخاص بیش از حالت عادی زباله‌هایی از جمله **ماسک، دستکش، روپوش و سایر تجهیزات محافظتی** تولید می‌کنند که ممکن است به ویروس آلوده باشند. همچنین افزایش قابل‌توجهی در میزان تولید پلاستیک‌های یک‌بار مصرف وجود دارد.

در صورت عدم مدیریت صحیح، پسماندهای پزشکی آلوده در معرض تخلیه بی‌رویه قرار گرفته و منجر به خطرات بهداشت عمومی می‌شوند، **سوزاندن در فضای باز یا زباله‌سوزی کنترل نشده** می‌تواند منجر به انتشار سموم در محیط و انتقال ثانویه بیماری‌ها به انسان شود. سایر پسماندها نیز می‌توانند به منابع آبی رسیده و بر آلودگی رودخانه‌ها و دریاها بیفزایند.

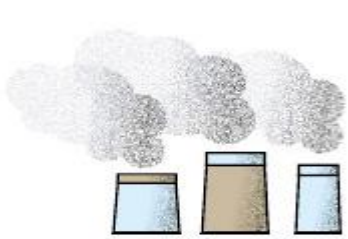
این شیوه‌ها به **دستورالعمل‌های WHO** در زمینه پردازش پسماندهای عفونی و ضایعات تیز در مراکز خدمات درمانی و همچنین الزامات **کنوانسیون‌های بازل، روتردام و استکهلم** برای حفاظت از سلامت انسان و محیط‌زیست در برابر مواد شیمیایی و زباله‌های خطرناک، استناد نمی‌کند.

چالش

در صورت امکان، کشورها باید پسماندهای COVID-19 را از طریق استفاده حداکثری راه‌حل‌های موجود مدیریت پسماند کنترل کرده و در عین حال، به دنبال جلوگیری از هرگونه اثرات احتمالی بلندمدت بر محیط‌زیست باشند.



۱ مدیریت افزایش تولید زباله با حداکثر استفاده از امکانات موجود



۲ اطمینان حاصل کنید که عملیات از الزامات انتشار گازهای آلاینده پیروی می‌کند و بدین ترتیب از تأثیرات ثانویه بر سلامتی جلوگیری کنید.

۳ در غیاب فناوری مناسب، اتخاذ روش 3S و راه‌اندازی تأسیسات موقت را نیز در نظر بگیرید

بازخورد برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد (UNEP)

برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد (UNEP) در تعامل با دولت‌ها، شبکه‌های جهانی توسعه ملل متحد (UNDP)، سازمان بهداشت جهانی (WHO)، تسهیلات محیط‌زیست جهانی (GEF) و سازمان‌های غیردولتی برای کاهش اثرات سوء محیط‌زیست جهانی ناشی از افزایش تولید پسماند در مواقع بحرانی از طریق کنترل انتشار مواد شیمیایی مضر در هوا، زمین و آب اقدام می‌کنند.

بازخورد کوتاه‌مدت

شرح:

دولت‌ها ارزیابی ظرفیت ملی مدیریت پسماند ملی خود را به منظور بهره‌برداری بهینه و اتخاذ راه‌حل‌های موقت در طول دوره کووید ۱۹ انجام می‌دهند. این اقدام مانع گسترش آلودگی و افزایش پسمانده به محیط دریایی خواهد شد.

روش 3S

دسته‌بندی، تفکیک و ذخیره‌سازی.
پسماند کووید ۱۹ در زمان تولید می‌بایست از پسماند پزشکی عادی جداسازی شود. سپس برای ارزیابی حجم زباله ذخیره می‌شوند تا یک پاسخ مناسب یا راه‌حل موقتی برای آن فراهم گردد.

بازخورد بلندمدت

قانون‌گذاری

راهنمایی در مورد سیاست‌ها و قوانین به کشورها کمک می‌کند تا از یک مبنای قانونی و نهادی پایدار برای واکنش بهتر در شرایط اضطراری مدیریت پسماند در آینده و شفاف‌سازی اقدامات لازم برخوردار باشند.

اقتصاد چرخشی

این بیماری همه‌گیر، تولید و مصرف تجهیزات شخصی و پزشکی را افزایش خواهد داد و اغلب یک‌بار مصرف و حاوی منابعی مانند پلاستیک، پنبه، فلزات و قطعات الکترونیکی است. UNEP به کشورها کمک می‌کند تا چرخه حوزه پزشکی را به حداکثر برسانند و محصولات یک‌بار مصرف را بهتر مدیریت کنند.

کیفیت هوا و حمل‌ونقل

کیفیت هوا بر سلامت انسان و محیط‌زیست تأثیر می‌گذارند. کشورهایی که در مرحله نقاهت بعد از کووید ۱۹ می‌توانند سطح آلودگی را نه تنها با راه‌حل‌های مدیریت پسماند و آلاینده‌های گازی بلکه با امکانات حمل‌ونقل هوشمند نیز مدیریت نمایند.

رویکرد استراتژیک به مدیریت بین‌المللی مواد شیمیایی (SAICM)

برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد (UNEP) با کشورها برای مطالعه تأثیر محلول‌های ضدعفونی‌کننده و پاک‌کننده مورد استفاده جهت کنترل گسترش کووید ۱۹ در محیط گسترده‌تر و ارتباط با مسائل سیاسی نوظهور در قالب (SAICM) همکاری خواهد کرد.

اگر خانوارها و مشاغل به‌صورت انبوه جداکردن مواد قابل بازیافت را متوقف نمایند، بین ۳۰ تا ۵۰ درصد بیشتر مواد به سیستم کلی زباله تحمیل خواهد شد و سیستم را به مخاطره خواهد انداخت. (ISWA,2020)

راهکارهای مدیریت پسماندهای خانگی و پزشکی

کووید ۱۹ مصرف وسایل مراقبت‌های شخصی و محصولات یک‌بار مصرف فردی را، به‌ویژه در کشورهایی که دارای امکانات درمانی ضعیف یا اندکی هستند، افزایش خواهد داد. کشورها به سیستم‌های قوی‌تری برای تفکیک پسماند، جمع‌آوری و مدیریت نیاز خواهند داشت و افراد به نحوه دفع بی‌خطر (انهدام ایمن) تجهیزات پزشکی مورد استفاده، نیاز خواهند داشت اگر خانوارها و مشاغل به‌صورت انبوه جداکردن مواد قابل بازیافت را متوقف نمایند، بین ۳۰ تا ۵۰ درصد بیشتر مواد به سیستم کلی زباله تحمیل خواهد شد و سیستم را به مخاطره خواهد انداخت. (ISWA,2020)

ارزیابی پایداری فناوری (SAT) فناوری بهینه موجود (BAT) قدامات بهینه زیست‌محیطی (BEP)

روش ارزیابی پایداری فناوری‌ها (SAT) روشی است که به تصمیم‌گیرندگان کمک خواهد کرد تا بهترین فناوری موجود (BAT) را برای تفکیک از مبدأ، دفع اولیه و تخریب یا بازیابی مواد انتخاب کنند. به این ترتیب بهترین شیوه زیست‌محیطی (BEP) می‌تواند در سطح ملی به اشتراک گذاشته شود و مورد استفاده قرار گیرد. تأثیرات آتی ناشی از چالش‌های مشابه را می‌توان در راستای کنوانسیون استکهلم به شیوه‌های مناسب‌تر و سازگار با محیط‌زیست مدیریت کرد.

حوزه‌های تحقیق- استراتژی آینده

زیرساخت و ظرفیت/ساخت بهتر از قبل

به دلیل سرمایه‌گذاری کم در زیرساخت‌های اصلی، کشورهای درحال‌توسعه به فناوری‌های مدرن برای تصفیه پسماند مخلوط پزشکی آلوده دسترسی ندارند. کووید ۱۹ باید هشداری باشد که ساخت و ظرفیت اساسی بیشتری در راستای الزامات قراردادهای زیست‌محیطی چندجانبه مربوطه به‌صورت اضطراری موردنیاز است.

دولت‌های آسیب‌پذیر و بلایای طبیعی/سناریوهای تعارض

در اینجا راه‌حل‌های موقت از قبیل زباله‌سوز تولید داخل، ممکن است برای رفع نیازهای کوتاه‌مدت پردازش پسماندهای کووید ۱۹ و جلوگیری از انتقال مجدد بیماری موردتوجه و ارزیابی قرار گیرد. برای اطمینان از این راه‌حل‌ها نباید برای اهداف غیرمنطقی و یک اثر مخرب روی محیط‌زیست مورد استفاده قرار گیرد. این راه‌حل‌ها باید موقتی باشند و بلافاصله پس از رفع اضطراری کووید ۱۹ از رده خارج شوند.

کاربرگ مدیریت پسماند **کووید ۱۹**

۲

ارزیابی ظرفیت ملی پسماند

پزشکی

UN environment programme

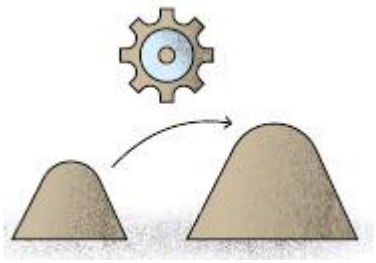
COVID-19 RESPONSE

انباشت زباله کنترل نشده
ممنوعیت سوزاندن در فضای باز
حفاظت محیط‌زیست و بهداشت

برای اطلاعات بیشتر به سایت unep. org یا kevin.helps@un.org مراجعه نمایید. (رییس، موسسه مرکز محیط‌زیست جهانی، موادشیمیایی، شاخه بهداشت، برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد)

دبیرخانه‌های کنوانسیون‌های بازل، روتردام و استکهلم توصیه می‌کند «مدیریت پسماند شامل پسماندهای پزشکی، خانگی و دیگر مواد زائد خطرناک، به‌عنوان یک خدمات عمومی فوری و ضروری برای به حداقل رساندن آثار ثانویه احتمالی بر سلامت و محیط‌زیست بی‌خطرسازی شود.»

مسئله



مدیریت سازگار با محیط‌زیست پسماند پزشکی یکی از چالش‌های کلیدی در دوران عادی در بسیاری از کشورها است. در مواقع اضطراری مانند همه‌گیری COVID-19، این چالش‌ها پررنگ‌تر می‌شوند.

هرگونه واکنش کشورها باید بر مبنای حداکثر استفاده از امکانات موجود باشد

فقدان داده

در سطح ملی اطلاعات کافی در مورد میزان پسماندهای پزشکی و زیرساخت‌های پردازش وجود ندارد که هر دوی این موارد برای تدوین استراتژی‌های دولت موردنیاز است.
دولت‌ها همچنین باید یک چارچوب نظارتی تدوین کنند، از دسترسی به فناوری حمایت کرده و درنهایت، ظرفیتی را برای مدیریت زیست‌محیطی پسماندها در آینده ایجاد کنند. این فرایند باید شامل مشارکت همه ذینفعان شود.

عدم شناخت جغرافیایی

شناسایی نقاط حساس تولید و تفکیک پسماند پزشکی و مسیرهای عبور برای انتقال، ذخیره‌سازی، پردازش و دفع نهایی حیاتی است.

فقدان سطح آگاهی یا ظرفیت لازم

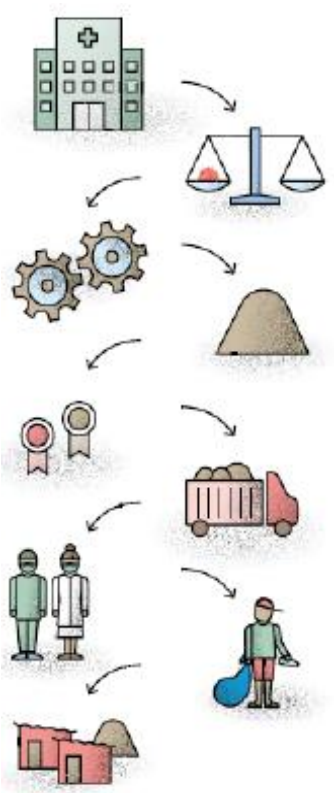
کووید ۱۹ می‌تواند منجر به افزایش سریع میزان پسماندهای پزشکی تولیدشده شود غالباً آگاهی یا ظرفیت لازم برای انجام ارزیابی جهت پیش‌بینی دقیق از مقدار پسماندهای پزشکی وجود ندارد.

بحران/مناقشه دولت‌های آسیب‌دیده و تشکیلات بشردوستانه در معرض خطر

این وضعیت در شرایطی که مدیریت پسماند به شدت وابسته به بخش خصوصی است و اغلب قشر آسیب‌پذیر (به‌عنوان مثال پناهندگان، مهاجران، زاغه‌نشین‌ها و فقرای شهری) و همچنین در سکونتگاه‌های غیررسمی و یا کمپ‌ها را بکار می‌گیرند، چالش‌برانگیزتر است

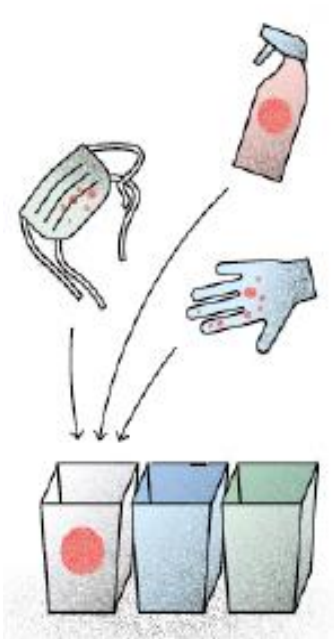
دستورالعمل‌ها

برای تعیین آمادگی و ایجاد ظرفیت در خصوص مدیریت افزایشی بالقوه و قابل‌توجه در تولید پسماندهای کووید-۱۹، می‌بایست فهرستی از سیاست ملی پسماندهای پزشکی، مقررات، زیرساخت‌ها و کاربردی در وضعیت جاری تهیه شوند. این موارد شامل:



۱- شناسایی کلیه **مراکز درمانی عمومی و خصوصی** شامل بیمارستان‌ها و کلینیک‌های پزشکی
۲- تأیید قوانین ملی، خط‌مشی، برنامه و یا دستورالعمل‌های موجود مراکز درمانی برای مدیریت پسماندهای پزشکی (برای واکنش اضطراری). تصویب و تخصیص منابع بودجه برای اجرای طرح‌ها. برای اطلاعات بیشتر به برگه اطلاعاتی حقوقی مراجعه کنید.
۳- بررسی صحت عملکرد **راه‌حل‌ها و فناوری‌ها و تأسیسات پسماند پزشکی** جاری در کشور و یا هر جای فعال در این زمینه فعالیت می‌کنند. این تأسیسات شامل فناوری‌های برتر از قبیل اتوکلاو، استریلیزاسیون، زباله‌سوزهای تجاری با کوره دومرحله‌ای، سلول دفن مهندسی پسماندهای خطرناک (به‌عنوان مثال ارزیابی پایداری فناوری‌ها (SAT)، بهترین فناوری موجود (BAT))، تأسیسات موقت از قبیل کوره‌های De-Montfort و کوره‌های استوانه‌ای با هوای القاء شده و فناوری‌ها و تأسیسات کمتر مناسب (به‌عنوان مثال دفن در محل) می‌باشند. برای اطلاعات بیشتر به برگه اطلاعاتی فناوری‌ها مراجعه کنید.
۴- شناسایی ظرفیت مازاد (اضافی) پسماند پردازش شده برای هر فناوری / تأسیسات پسماند پزشکی
۵- اعتبار سنجی **تأسیسات/ فناوری‌های جایگزین پسماندهای پزشکی** که ممکن است در دوران حوادث غیرمترقبه مورد استفاده قرار گیرد و سهولت اجرا و استفاده از آن‌ها.
۶- طراحی سناریو برای مدیریت حجمی پسماندهای کووید ۱۹ (به‌عنوان مثال کم، متوسط و زیاد) بر اساس حجم پیش‌بینی شده پسماندها. این امر باید با شفافیت سیستم‌های ملی جمع‌آوری پسماند دنبال شود.
۷- برآورد تعداد **پرسنل کنونی مراکز درمانی و کارگران پسماند** در دسترس برای تشکیلات پسماند پزشکی، سطح آگاهی آن‌ها برای مدیریت پسماندهای کووید ۱۹ و اینکه آیا به آموزش خاصی نیاز دارند یا خیر.
۸- ارزیابی بخش خصوصی مدیریت پسماند و در صورت لزوم سهم کلی آن در ظرفیت ملی
۹- ارزیابی ظرفیت‌های مدیریت پسماند در مراکز نگهداری بشردوستانه (کمپ‌ها و جاهایی شبیه کمپ‌ها) و سکونتگاه‌های غیررسمی، در صورت لزوم، ارتباط آن‌ها با سرویس‌های ملی و محلی و هرگونه شرایط خاص. برای اطلاعات بیشتر به برگه اطلاعاتی بحران/مناقشه دولت‌های آسیب‌دیده و تشکیلات بشردوستانه در معرض خطر مراجعه کنید.

حقایق



در شرایط عادی در همه کشورها باید پسماندهای پزشکی و دیگر پسماندهای خطرناک را در مبدأ تفکیک کنند تا از آلودگی، قرار گرفتن در معرض سموم یا آسیب‌ها جلوگیری شود.

در زمان شیوع سارس در کشور چین، بسیاری از شهرها سیستم‌های جمع‌آوری متمرکزی برای پسماند پزشکی شامل تجهیزات و وسایل نقلیه برای تفکیک مناسب، ذخیره‌سازی موقت قبل از ارسال برای پردازش و امحاء طراحی نمودند.

معاهدات، معاهدات و کنوانسیون‌های چندجانبه زیست‌محیطی مانند بازل، کنوانسیون استکهلم، کنوانسیون روتردام، پروتکل مونترال و کنوانسیون لندن خواهان توقف دپوی غیرقانونی و تجارت پسماندهای زائد خطرناک هستند. برای اجرای این معاهدات، فهرستی ملی از زباله‌های کووید-۱۹ تولیدشده و شناسایی فناوری‌های مناسب مدیریت پسماند ملی موردنیاز است. برای تدوین این فهرست، از جدول انتهای این کاربرگ استفاده کنید.

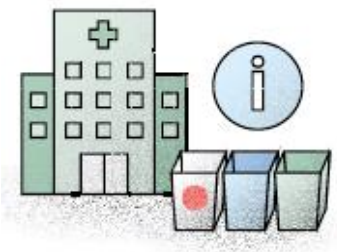
بیش از سه میلیارد نفر در جهان فاقد دسترسی به تأسیسات دفع پسماند کنترل شده می‌باشند.

همچنین پسماندهای خانگی افرادی که در قرنطینه یا تحت درمان قرار دارند نیز باید کنترل شود و برای امحاء بی‌خطر این پسماندها به تأسیسات مراکز درمانی ارسال شود تا از ایجاد خطر آلودگی ثانویه جلوگیری گردد.

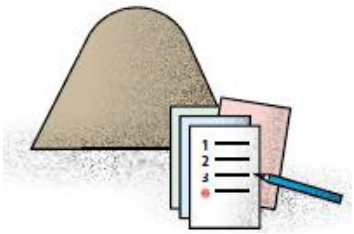
بیمارستان‌ها و کلینیک‌ها باید از تلنبار و سوزاندن پسماندهای پزشکی خودداری کنند و برای امحاء نباید این پسماندها را با پسماندهای شهری مخلوط کرد.

برخی از بیمارستان‌ها ممکن است سیستم‌های تصفیه یا دفع ناکارآمدی داشته باشند که از طریق انتشار احتمالی مواد شیمیایی مضر (دیوکسین‌ها) بر سلامت عمومی و محیط‌زیست تأثیر منفی بگذارند.

برنامه پیش رو



۱ بر اساس دستورالعمل برنامه سازمان ملل متحد (UNEP) یک الگو و رویه برای **ارزیابی ظرفیت پردازش پسماند پزشکی** تدوین نمایید. هدف جمع‌آوری اطلاعات در زمینه تولید پسماند پزشکی در نقاط مبدأ و در مورد سیستم جمع‌آوری، تفکیک، انتقال، ذخیره‌سازی و سیستم تصفیه فعلی می‌باشد.



۲ یک شیوه برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های بالا و برای **ایجاد موجودی ملی و ارزیابی ظرفیت** تدوین نمایید. این شیوه باید برآوردهای دقیق، پیش‌بینی‌های قابل‌قبول و برنامه‌ریزی احتمالی را در برگیرد.

۳ دوره‌های **آموزشی** ظرفیت‌سازی برای موجودی‌های ملی پسماندهای پزشکی، شناسایی خلأهای سیستم مدیریت پسماند پزشکی و حصول اطمینان از بهبود عملکرد تأسیسات پسماند موجود یا برنامه‌ریزی شده را تدوین نمایید

منابع

برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد (UNEP) بیش از دو دهه است که از ظرفیت‌های ملی و محلی در زمینه مدیریت پسماند حمایت می‌کند.

(UNEA-4) **قطعنامه‌ای** را در زمینه مدیریت صحیح موادشیمیایی و پسماند شامل پسماند موجود، ارزیابی سیستم مدیریت پسماند و شناسایی نارسائی‌ها، هدف‌گذاری و اقدامات مناسب از طریق حمایت ذی‌نفعان (اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی) و استفاده از ارزیابی پایدار فناوری‌ها برای شناسایی بهترین تأسیسات

این قطعنامه همچنین بر ماهیت متقابل این موضوع در دستیابی به اهداف مرتبط با توسعه پایدار(SDG) تأکید می‌کند و کشورها را تشویق می‌کند تا جریان اصلی مواد شیمیایی و پسماند را در بودجه ملی و سیاست‌های بخشی تقویت کنند. برای اطلاعات بیشتر به دستورالعمل‌های مرکز بین‌المللی فناوری محیط (**UNEP IETC Guidelines**) مراجعه کنید.

این برگه‌های اطلاعاتی از قطعنامه ۸ در مورد مدیریت صحیح مواد شیمیایی و پسماند و قطعنامه ۷ در مورد مدیریت صحیح زیست‌محیطی پسماند چهارمین مجمع محیط‌زیست سازمان ملل متحد پیروی می‌کند.

جدول موجودی فناوری‌های موجود زباله‌های پزشکی، تولید فعلی پسماند و تخمین ظرفیت اضافی در هر سایت/تأسیسات

(تعداد نشان‌دهنده تعداد واحدهای هر فناوری/تأسیسات و تولید زباله برحسب کیلوگرم در روز یا مترمکعب در روز)

	فناوری‌های برتر				تأسیسات موقت		تأسیسات اضطراری		تولید پسماند و حوادث پیش‌بینی نشده	
سایت/فناوری	اتوکلاو	سترون‌سازی	زباله‌سوزهایا کوره دومرحله‌ای	سلول دفن مواد زائد خطرناک	کوره‌های De—Montfort	کوره‌های استوانه‌ای با هوای القاء شده	محل دفن	شناسایی موارد دیگر	برآورد تولید پسماند فعلی	برآورد ظرفیت مازاد
سایت/ تأسیسات ۱										
سایت/ تأسیسات ۲										
سایت/ تأسیسات ۳										
سایت/ تأسیسات ۴										
سایت/ تأسیسات ۵										
سایت/ تأسیسات ۶										
سایت/ تأسیسات ۷										
سایت/ تأسیسات ۸										
سایت/ تأسیسات ۹										
سایت/ تأسیسات ۱۰										
سایت/ تأسیسات ۱۱										
سایت/ تأسیسات ۱۲										
سایت/ تأسیسات ۱۳										
سایت/ تأسیسات ۱۴										
سایت/ تأسیسات ۱۵										
سایت/ تأسیسات ۱۶										
سایت/ تأسیسات ۱۷										
سایت/ تأسیسات ۱۸										
سایت/ تأسیسات ۱۹										
سایت/ تأسیسات ۲۰										
جمع										

کاربرگ مدیریت پسماند **کووید ۱۹**

.

۳

نحوه انتخاب فناوری مدیریت پسماند برای پردازش پسماندهای کووید ۱۹

COVID-19 RESPONSE

UN environment programme

انباشت زباله کنترل نشده
ممنوعیت سوزاندن در فضای باز
حفاظت محیط‌زیست و بهداشت

برای اطلاعات بیشتر به سایت unep. org یا kevin.helps@un.org مراجعه نمایید. (رئیس موسسه مرکز محیط‌زیست جهانی، موادشیمیایی، شاخه بهداشت، برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد)

اولویت‌بندی مدیریت پسماند در چنین مواقع چالشی نه تنها برای سلامت کره زمین حیاتی است بلکه برای سلامت انسان نیز بسیار مهم است.

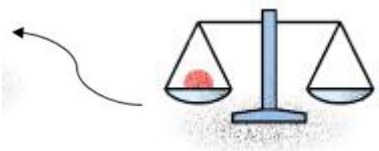
مسئله

۱ کشورها **فهرستی از تأسیسات ملی مدیریت پسماند** تهیه می‌کنند که از امکانات موجود حداکثر استفاده را ببرند. برای اطلاعات بیشتر به کاربرگ فهرست مراجعه فرمایید.

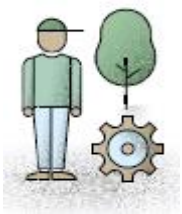
۲ کشورها استفاده از **راهنمای ارزیابی پایداری فناوری‌ها (SAT)** و بهترین فناوری موجود و بهترین شیوه‌های زیست‌محیطی (BAT-BEP) گزینه‌های مناسب زیست‌محیطی را برای تصفیه پسماند انتخاب می‌کنند.

معیارهای ارزیابی پایداری فناوری‌های UNEP

خطرات احتمالی زیست‌محیطی، بهداشتی و ایمنی برای کارگران و ذینفعان و همچنین محیط‌زیست و تنوع زیستی را **ارزیابی** کنید.



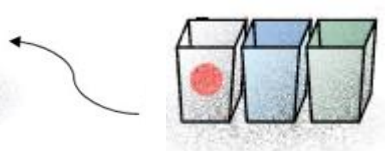
به مقررات ملی و محلی برای مدیریت مواد زائد خطرناک **احترام** بگذارید.



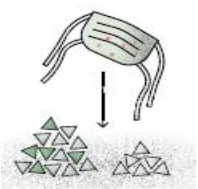
خطرات اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی، فنی و محدودیت‌های مرتبط با انتخاب فناوری را **در نظر بگیرید.**

زنجیره اصلی شیوه ارزیابی پایداری فناوری‌ها (SAT)

حلقه اصلی مدیریت پسماند پزشکی شامل:



از **فناوری‌های ساده** برای تفکیک از مبدأ و امحاء اولیه ...



... به **فناوری‌های پیچیده** برای بازیافت یا امحاء مواد

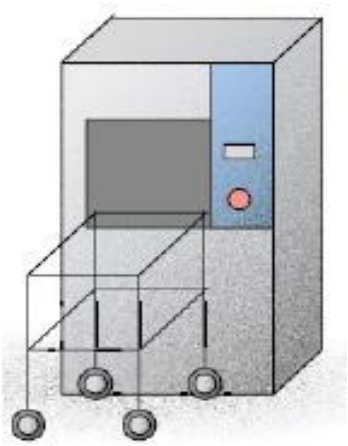
هر فرآیندی باید با **دستورالعمل فنی (UNEP IETC)** و **دستورالعمل کنوانسیون استکهلم و دستورالعمل بهداشت جهانی (WHO)** تطابق داشته باشد.

فناوری‌های ترجیحی

۱ اتوکلاو

فشار و خلأ با استفاده از بخار در دمای بالا

معیارها	موافقین (+)	مخالفین (-)
وضعیت	ثابت/متحرک یا موبایل	حمل‌ونقل پسماند
هزینه	کم	
مقیاس فناوری	۲۰۰ تا ۱۰،۰۰۰ لیتر	بدون کاهش حجم ضایعات
مناسب برای	• پسماندهای جامد • ملافه و تجهیزات ایمنی فردی • پسماندهای آزمایشگاهی کلینیکی • ابزارهای قابل استفاده مجدد • پسماند تیز و برنده • ظروف شیشه‌ای	• فاقد ترکیبات آلی فرار و نیمه فرار • فاقد ضایعات شیمیایی • فاقد ضایعات جیوه • ترکیبات مشتق شده شیمیایی
کنترل آلودگی	کاهش آلودگی هوا	بوها
مقیاس زمانی	۳۰ تا ۶۰ دقیقه در هر دور	باقیمانده پسماند باید دفن شود.
پیچیدگی یا مشکلات	ساده	بدون کاهش حجم پسماند



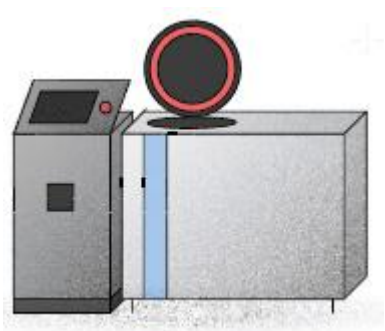
نکات

- با خرد کردن مواد برای کاهش حجم ایجاد کنید
- قبل از ارسال به محل دفن زباله ملزومات ایمنی فردی را تخریب کنید. تا از جمع‌آوری پسماندها جلوگیری شود.

سترون‌سازی

۲ استفاده از فرآیندهای بخار ماکروویو همراه با خردکردن

معیارها	موافقین (+)	مخالفین (−)
وضعیت	ثابت/متحرک یا موبایل	حمل‌ونقل پسماند
هزینه	متوسط	
مقیاس فناوری	۳۰ تا ۵۰۰ لیتر در هر دور	بدون کاهش حجم ضایعات
مناسب برای	• پسماندهای جامد • ملافه و تجهیزات ایمنی فردی • پسماندهای آزمایشگاهی کلینیکی • ابزارهای قابل استفاده مجدد • پسماند تیز و برنده • ظروف شیشه‌ای	• فاقد ترکیبات آلی فرار و نیمه فرار • فاقد ضایعات شیمیایی • فاقد ضایعات شیمی درمانی یا جیوه
کنترل آلودگی	عدم انتشار آلودگی هوا	
مقیاس زمانی	۳۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم در ساعت در دورهای ۳۰ تا ۶۰ دقیقه	باقیمانده پسماند باید دفن شود.
پیچیدگی یا مشکلات	ساده	سرویس و نگهداری مرتب



نکات

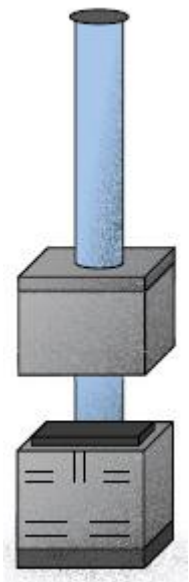
- برای جلوگیری از انتشار آلاینده‌های سمی از فیلتر هپا استفاده کنید.
- بسته‌بندی مجدد قبل از ارسال به مرکز دفن حجم پسماند را کاهش می‌دهد.

فناوری‌های برتر ثانویه

۳ زباله‌سوز با کوره دومرحله‌ای

احتراق در دمای بالا (> ۸۵۰ درجه سانتی‌گراد) با کاهش قابل‌توجه حجم (۹۵٪)

معیارها	موافقین (+)	مخالفین (-)
وضعیت	ثابت/متحرک یا موبایل	حمل‌ونقل پسماند
هزینه	متوسط	سرمایه بیشتر و هزینه‌های عملیاتی
مقیاس فناوری	۵۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم در ساعت	
مناسب برای	• پسماندهای جامد • ملافه و تجهیزات ایمنی فردی • پسماندهای آناتومی انسان • پسماندهای شیمیایی • پسماند آزمایشگاه‌ها	• فاقد ضایعات پلاستیکی کلردار • قوطی‌های اسپری • فلزات سنگین
کنترل آلودگی	• انتشار قابل پذیرش و کاهش ۹۰ درصدی حجم • محفظه احتراق ثانویه، کنترل دما و آلودگی هوا، تجهیزات کنترل	• کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در صورت کیفیت پایین تجهیزات • پتانسیل تشکیل و انتشار PCDD [1]/ PCDF [2]
مقیاس زمانی	دوره‌ای هشت ساعته دریافت دسته‌های مختلف پسماند	
پیچیدگی یا مشکلات	آموزش اجباری	سرویس و نگهداری مرتب



نکات

- دارا بودن چرخه خنک‌کننده برای حذف ایمن خاکستر
- -فشرده کردن خاکستر خطرناک باقیمانده
- اطمینان از کنترل انتشار آلاینده‌ها
- برای پتانسیل فشار و انتشار محصولات جانبی از قبیل دی اکسین‌ها به دستورالعمل‌های کنوانسیون استکهلم مراجعه نمایید.

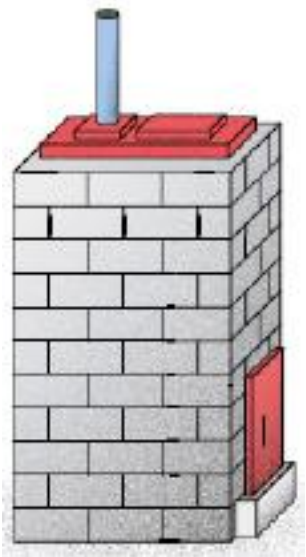
۱- دی بنزو دی اکسین پلی کلرینه
۲- دی بنزو دی فوران پلی کلرینه

راه‌حل‌های موقتی توقف خلأها

۴ زباله‌سوزهای De-Montfort با ساخت آجری

دمای بالای (۸۵۰ درجه سانتی‌گراد) کوره‌های دومرحله‌ای داخلی با کاهش حجم

معیارها	+ موافقین	− مخالفین
وضعیت	ثابت	
هزینه	کم	طول عمر کوتاه (۳ تا ۵ سال)
مقیاس فناوری	۱۵ تا ۵۰ کیلوگرم	
مناسب برای	• پسماندهای جامد • ملزومات ایمنی فردی • پسماندهای شیمیایی و آزمایشگاهی	
کنترل آلودگی		• سوزاندن اولیه به دلیل منبع سوخت، دود سیاه تولید می‌کند. • پتانسیل تشکیل و انتشار / PCDD PCDF
مقیاس زمانی	دوره‌ای شش ساعته دریافت دسته‌های مختلف پسماند	
پیچیدگی یا مشکلات	ساده	



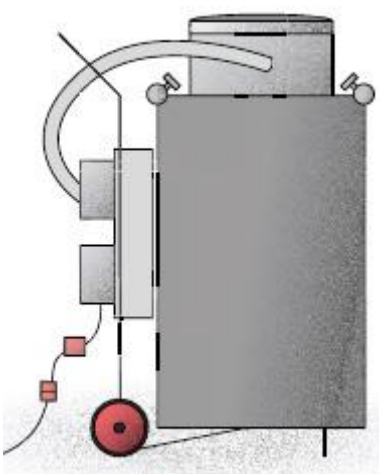
نکات

- استفاده از مواد با کیفیت طراحی خوب برای ساختن یک مدل ایمن
- انتشار قابل‌قبول گازهای گلخانه‌ای
- از بارگذاری بیش از حد خودداری کنید
- استفاده از خنک‌کننده برای حذف ایمن خاکستر
- برای بررسی پتانسیل فشار و انتشار محصولات جانبی مانند دی اکسین‌ها PCDD/PCDF، به دستورالعمل‌های کنوانسیون استکهلم مراجعه کنید.

زباله‌سوزهای استوانه‌ای با القاء هوا

۵ با کاهش حجم، مقدار سوخت با متوسط دمای بالای ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد کم می‌شود.

معیارها	+ موافقین	− مخالفین
وضعیت	متحرک یا موبایل	
هزینه	کم	طول عمر کوتاه (۲ تا ۳ سال)
مقیاس فناوری	۸ تا ۲۵ کیلوگرم در هر ساعت	
مناسب برای کنترل آلودگی	• پسماندهای جامد • ملزومات ایمنی فردی • پسماندهای شیمیایی و آزمایشگاهی سیستم چرخه‌ی القاء هوا	• بدون ضایعات پلاستیکی کلردار • بدون قوطی‌های اسپری • بدون فلزات سنگین
مقیاس زمانی	چرخه‌های شش ساعته دریافت دسته‌های مختلف پسماند	
پیچیدگی یا مشکلات	استفاده از اپراتور فنی	



نکات

- فناوری پشتیبان موقت برای کاستن از مقادیر اضافی مواد زائد
- مناسب برای سایت‌های دوردست
- یک چرخه خنک کردن برای فعال کردن حذف ایمن خاکستر داشته باشید
- خاکستر بادی به راحتی برداشته میشود
- برای بررسی پتانسیل فشار و انتشار محصولات جانبی مانند دی اکسین‌ها PCDD/PCDF، به دستورالعمل‌های کنوانسیون استکهلم مراجعه کنید.

تأسیسات اضطراری

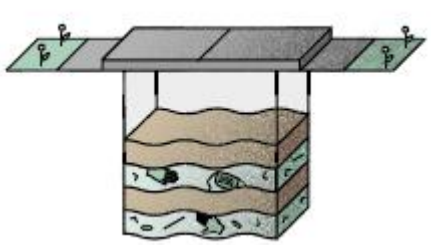
۶ سلول دفن در محل

پایین‌ترین نوع دفع

معیارها	+ موافقین	− مخالفین
وضعیت	ثابت	
هزینه	کم	راهکار کوتاه‌مدت
مقیاس فناوری	۵ تا ۱۰ تن زباله	
مناسب برای	• پسماندهای جامد • ملزومات ایمنی فردی • پسماندهای آزمایشگاهی درمانگاهی • وسایل یک‌بار مصرف	• بدون ضایعات مایع
کنترل آلودگی	فاقد آلودگی	• احتمال وجود شیرابه و رهاسازی در آب و زمین
مقیاس زمانی	کوتاه	به سرعت پر می‌شود.
پیچیدگی یا مشکلات	تا کامل شدن لایه‌های زباله با پوشش خاک پر می‌شوند.	

نکات

- * سایت را از زباله گردها ایمن کنید
- سایت را دور از اجتماع، محصولات زراعی- جوی‌های آب و نقاط تصفیه آب قرار دهید.
- برای جلوگیری از بوی بد و حشرات موذی از پوشش توری سیمی استفاده کنید.
- سوزاندن در فضای با را هرگز انجام ندهید.



کاربرگ مدیریت پسماند **کووید ۱۹**

۴

خط‌مشی و قوانین و مقررات مرتبط با همه‌گیری کووید ۱۹

UN environment programme

COVID-19 RESPONSE

انباشت زباله کنترل نشده
ممنوعیت سوزاندن در فضای باز
حفاظت محیط‌زیست و بهداشت

برای اطلاعات بیشتر به سایت unep. org یا kevin.helps@un.org مراجعه نمایید. (رییس، موسسه مرکز محیط‌زیست جهانی، موادشیمیایی، شاخه بهداشت، برنامه محیط‌زیست سازمان ملل

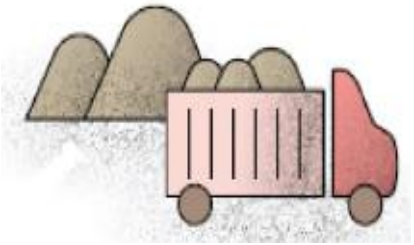
برای کشورها خط‌مشی و قوانین و مقررات قوی برای پاسخگویی به چالش‌های مدیریت پسماند مرتبط باکووید ۱۹ ضروری است تا از اثرات منفی بلندمدت و زیست‌محیطی جلوگیری کنند.

مسئله

رهنمودهای مربوط به سیاست و قانون به کشورها کمک می‌کند تا از یک مبنای حقوقی و نهادی پایدار برای پاسخگویی بهتر به شرایط اضطراری زباله در آینده مانند کووید - ۱۹ و شفاف‌سازی اقداماتی که باید اتخاذ شود برخوردار باشند.

۱ پوشش خلأهای موجود در سیاست‌های ملی، مدیریت پسماندهای پزشکی و قوانین مرتبط با وضعیت‌های همه‌گیر اضطراری از جمله همه‌گیری کووید ۱۹.

۲ مدیریت پسماندهای کووید ۱۹ در داخل کشور را بر سایر جریان‌های پسماند در اولویت قرار دهید. این همه‌گیری موجب افزایش تولید پسماندهای پزشکی می‌شود که مدیریت نامناسب آن‌ها می‌تواند خطرات زیست‌محیطی و سلامتی را به دنبال داشته باشد.

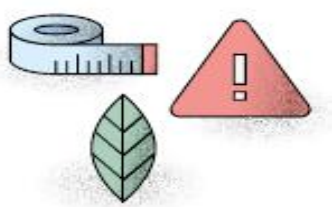


۳ نظارت بر افزایش ورود و خروج پسماندهای کووید ۱۹ (در صورت عدم قابلیت بی‌خطرسازی این پسماندها در مبدأ و کشور و نزدیک منبع آلودگی) و جلوگیری از دپوی این پسماندها
برای اطلاعات بیشتر به کاربرگ فهرست مراجعه نمایید.

دستورالعمل‌ها

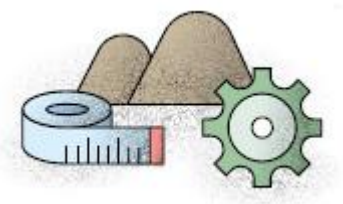
موضوعاتی که کشورها باید در نظر بگیرند.

(الف) نوع ابزار و اساس قانونی



آیا قوانین ملی اجازه تصویب سریع اقدامات کوتاه‌مدت و اضطراری موردنیاز همه‌گیری در مواردی از قبیل مدیریت پسماند را می‌دهد؟
چه ابزاری برای اتخاذ اقدامات اضطراری انتخاب شده است؟
اتخاذ هرگونه اقدامی برای مقابله با این وضعیت می‌بایست موقتی باشد و ضمانت‌هایی برای تجدیدنظر خودکار و تأیید صریح تمدید را در برگیرد.

(ب) پوشش و دامنه اقدامات اتخاذ شده



نوع و منشأ پسماندهای تحت پوشش (مراقبت‌های بهداشتی و خانوارها) این اقدامات چیست؟
فناوری و نوع فرآیند مورد استفاده برای مدیریت این پسماندها چیست؟(تفکیک، جمع‌آوری، انتقال، دپو، ضدعفونی، ذخیره‌سازی، پردازش، دفع)
اقدامات جانبی برای کنترل ورود و خروج میزان فزاینده احتمالی پسماندهای خطرناک و عفونی کووید ۱۹ مطابق با قوانین ملی و قراردادهای بین‌المللی چیست؟
کدام نهادها (متصدی و متخصصان) مسؤول مراحل مختلف فرآیند مدیریت پسماند هستند؟
خط‌مشی و قوانین و مقررات چگونه می‌تواند آن‌ها را قادر سازد تا کارهای خود را (به‌عنوان مثال از طریق تسریع در دستورالعمل‌ها برای اعتباربخشی یا صدور و تمدید مجوزها) در شرایط بحرانی به‌طور مؤثر انجام دهند؟
اقدامات لازم برای جلوگیری از اثرات منفی بر محیط‌زیست چیست و/ یا در صورت افزایش حجم پسماند با چه اقدامات کاربردی می‌توان محیط‌زیست را احیا کرد؟
رعایت قواعد بین‌المللی (تعهدات معاهده‌ای مانند کنوانسیون بازل و بهترین شیوه‌های مشخص شده مانند دستورالعمل‌های سازمان بهداشت جهانی در مورد مدیریت صحیح پسماند از عملکرد مراقبت‌های بهداشتی) ضروری است.

(ج) نظارت، انطباق و اجرا

مسؤولیت گزارش‌دهی به کسانی که مسؤول اجرای فرآیند مدیریت پسماند هستند کدامند؟ (به‌عنوان مثال متصدیان)؟
کدام نهادهای دولتی مسؤول نظارت بر عملکرد مدیریت پسماند و وضعیت محیط‌زیست و اجرای الزامات قانونی مربوطه هستند؟
چگونه می‌توان هماهنگی بین نهادهای مختلف را افزایش داد؟
ابزارهای اقتصادی (مانند مشوق‌های مالیاتی و یارانه‌ها) مورد استفاده برای افزایش رضایت چیست؟

واقعیت‌ها

ایتالیا **دستورالعملی** در مورد مدیریت پسماند شهری از خانوارهای مبتلا به کووید ۱۹ و افرادی که تحت تأثیر قرار نگرفته‌اند، صادر کرد.

قانون حفاظت از محیط‌زیست کانادا (CEPA-۱۹۹۹) به استاندار اختیار داده است تا در **شرایط اضطراری زیست‌محیطی مقرراتی** را وضع نماید.

برنامه پیش رو

برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد (UNEP) باید اقدامات انجام شده توسط کشورهای مختلف را تجزیه‌وتحلیل کرده و بهترین شیوه‌ها و آموخته‌ها را شناسایی کند. هدف این است که:

به کشورها در ارزیابی اثربخشی اقدامات کمک کند.

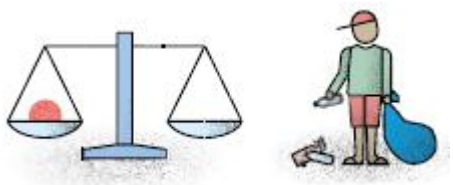
در صورت لزوم، بازبینی در قوانین خود را موردتوجه قرار دهند تا بتوانند با شرایط مشابه آینده، بدون به خطر انداختن وضعیت محیط‌زیست، هوشمندانه‌تر عمل کنند.

برنامه ویژه مواد شیمیایی برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد (UNEP)

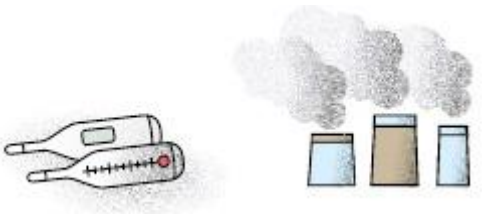
پس از اولین مجمع جهانی محیط‌زیست با حمایت‌های قانونی کشورها برای تقویت نهادهای بین‌المللی، برنامه ویژه شیمیایی UNEP تأسیس شد که آن‌ها را قادر می‌سازد تا مواد شیمیایی و پسماندهای خود را به درستی مدیریت کنند و تعهدات بین‌المللی را از طریق تدوین و اجرای قوانین و مقررات خط‌مشی‌ها رعایت کنند.

در طول کووید-۱۹ و پس از آن، برنامه ویژه مواد شیمیایی UNEP می‌تواند به توسعه پروژه‌هایی کمک کند تا به ضعف‌ها و شکاف‌های سیستمی موجود مرتبط با مدیریت صحیح مواد شیمیایی و زباله‌هایی که این بیماری همه‌گیر نشان داده است، رسیدگی کند.

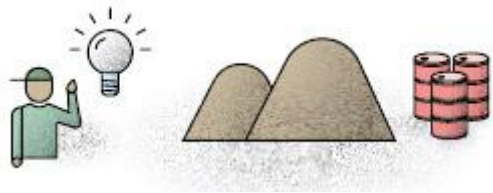
فعالیت‌های پروژه تحت این برنامه مربوط می‌شود به:



تدوین یا بازنگری قوانین ملی در خصوص جمع‌آوری و پردازش پسماند مراقبت‌های بهداشتی و خانوارها برای حفاظت از کارگران و جمع‌آوری‌کننده‌های مدیریت پسماند در مورد حدود انتقال برون‌مرزی پسماندهای خطرناک



ارزیابی نیازهای نظارتی برای حذف تولید، ورود و خروج محصولات حاوی جیوه و تدوین مقررات مربوط به کنترل آلودگی هوا برای بخش‌های منتشرکننده جیوه



افزایش سطح آگاهی و دانش در مورد تأثیر مثبت مدیریت صحیح مواد شیمیایی و پسماندها

انجام آموزش برای دست‌اندرکاران خط مقدم بهداشت و مدیریت پسماند در مورد رسیدگی به مدیریت ایمن پسماندهای بهداشتی خطرناک و عفونی.

این برگه‌ها به دنبال قطعنامه ۸ در مورد مدیریت صحیح مواد شیمیایی و پسماند و قطعنامه ۷ در مورد مدیریت صحیح زیست‌محیطی پسماند چهارمین مجمع محیط‌زیست سازمان ملل متحد است.

کاربرگ مدیریت پسماند **کووید ۱۹**

.

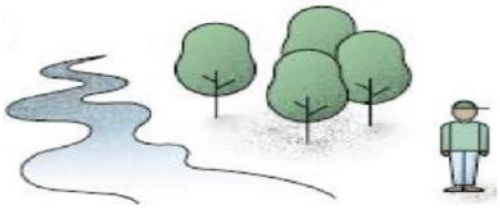
۵ ارتباط با چرخه پسماندهای غیربهداشتی

انباشت کنترل نشده پسماند
ممنوعیت سوزاندن در فضای باز
حفاظت محیط‌زیست و بهداشت

برای اطلاعات بیشتر به سایت unep. org یا kevin.helps@un.org مراجعه نمایید.(رئیس موسسه مرکز محیط‌زیست جهانی، موادشیمیایی، شاخه بهداشت، برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد)

برای رشد اقتصادی بیشتر، هزینه‌های اضافی و وابستگی بیهوده به منابع طبیعی به وجود آمده است. اقتصاد چرخشی بهترین شانس ما درون چارچوب‌های جهانی است. برای کاهش، استفاده مجدد، طراحی مجدد و نحوه اهمیت دادن به محصولات و خدمات، فرصت‌های فوق‌العاده‌ای جهت دستیابی به آینده‌ای جامع و موفق برای همه ترسیم کردیم.

مسئله



کووید ۱۹ منجر به افزایش تولید و مصرف محصولات مربوط به بهداشت فردی و خانگی خواهد شد. این محصولات می‌تواند شامل ملزومات ایمنی فردی و محصولات (دستکش و ماسک) تجهیزات الکترونیکی (دماسنج)، محصولات ضدعفونی‌کننده و شوینده‌ها (شوینده لباس‌ها و دستمال مرطوب، موادشوینده، ضدعفونی‌کننده و غیره) باشند. اکثر این محصولات یک‌بارمصرف هستند و حاوی منابع ارزشمندی مانند پلاستیک، منسوجات، فلزات، لوازم الکترونیکی هستند.

مصرف محصولات یک‌بارمصرف به دلیل رعایت بهداشت و راحتی استفاده مانند دستکش یک‌بارمصرف، ماسک، دستمال مرطوب ضدعفونی‌کننده و دستمال‌کاغذی تشدید می‌شود. این امر ممکن است سریعاً به جنبه‌های دیگر سبک زندگی مانند بازگشت به استفاده از کیسه‌های خرید یک‌بارمصرف، بسته‌بندی تحویل آنلاین غذاها و کالاهای خانگی و غیره نیز سرایت کند.

با محدود شدن قرنطینه کشورها، مردم تشویق می‌شوند که محصولات را برای نگهداری و استفاده در طول زمان خریداری کنند. بیشتر این اقلام بادوام در پلاستیک بسته‌بندی می‌شوند: در صورت دفع نامناسب، میزان زباله‌های پلاستیکی تولیدشده افزایش یافته و به‌طور بالقوه زمین و محیط‌زیست دریایی را آلوده می‌کند.

پسماندهای کووید ۱۹ باید به درستی جمع‌آوری و تصفیه شوند تا از نابسامانی و سوزاندن کنترل نشده که بر سلامت انسان، کیفیت اکوسیستم، تنوع زیستی از جمله خاک، خطوط ساحلی و دریا تأثیر خواهد داشت، جلوگیری شود.

برای اطلاعات بیشتر به کاربرگ پسماند خانگی مراجعه کنید.

دستورالعمل

فرصت‌های کلیدی برای بهبود کیفیت پسماندهای خانگی در واکنش به کووید ۱۹

سیستم‌های تفکیک، جداسازی، بازیافت و دفع را برای بهبود کارایی جمع‌آوری و بازیافت پسماندهای خانگی با محصولات پزشکی یا محصولات بهداشتی در صورت احتمال آلودگی به ویروس کووید ۱۹ را مدنظر قرار دهید.

از دستورالعمل‌های سازمان بهداشت جهانی و دبیرخانه کنوانسیون استکهلم تبعیت کنید.

برای افزایش کیفیت و دوام چرخه محصولات مربوط به کووید ۱۹ اقداماتی از تغییر سیستم و تولیدات تا ۴R (کاهش، استفاده مجدد، بازیافت و بازیابی) اجرا کنید. این اقدامات شرایطی را برای افزایش توسعه پایدار و تاب‌آوری زنجیره تأمین محلی و جهانی و بهبود شرایط کار و به‌کارگیری کارگران رسمی و غیررسمی ایجاد خواهد کرد.

نوع آوری و طراحی مجدد محصولات خانگی برای بهبود دوام و قابلیت استفاده مجدد، قابلیت تعمیر، قابلیت بازیافت ضمن اطمینان از استفاده ایمن با تأکید ویژه روی محصولات یک‌بار مصرف موجود.

اطلاعات توسعه پایدار در مورد محصولات خانگی، نحوه استفاده صحیح از آن‌ها، افزایش طول عمر آن‌ها و مدیریت مرحله دفع آن‌ها را افزایش دهید.

اطمینان حاصل کنید که محصولات قابل استفاده مجدد در خانه با اقدامات ضدعفونی‌کننده مناسب مانند دستکش، ماسک و غیره. مورد استفاده قرار می‌گیرند.

گواهینامه واضح محصولات و تجهیزات را به‌عنوان مرجعی برای تصمیم‌گیری‌های خرید فردی و سازمانی تدوین کنید.

واقعیت‌ها

پس از شیوع COVID-۱۹، دولت بریتانیا هزینه کیسه حمل یک‌بار مصرف برای تحویل موادغذایی سفارش داده شده آنلاین در انگلیس را به حالت تعلیق درآورد. وزارت محیط‌زیست، غذا و امور روستایی (DEFRA) تصریح کرد که ممنوعیت استفاده از بسته‌بندی‌های پلاستیکی تا اکتبر ۲۰۲۰ به تعویق افتاده است.

در ایالات‌متحده، ممنوعیت کیسه‌های پلاستیکی یک‌بار مصرف که در ایالت اورگان از ۱ ژانویه ۲۰۲۰ اعمال شده بود، موقتاً لغو شد. ماساچوست و ایلینوی همچنین از شهروندان خواستند استفاده از کیسه‌های چند بار مصرف را متوقف کنند. در شهرهایی مانند سان‌فرانسیسکو و آلبوکرکی، استفاده از کیسه‌های قابل استفاده مجدد برای خریداران ممنوع شد.

هدف برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد (UNEP) این است تا از طریق تشکیلات و دستورالعمل‌های خود، مانند مجموعه کاربرگ‌های کووید ۱۹ از کشورهایی که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم با افزایش زیاد حجم پسماند ناشی از همه‌گیری مواجه هستند، حمایت کند.

برنامه پیش رو

برای تضمین کیفیت چرخه محصولات خانگی و عادات جدید مصرف‌کنندگان در شرایط کووید ۱۹

کوتاه‌مدت

جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و بازیافت موادزائد (در صورت لزوم مواد زائد بدون آلودگی کووید ۱۹) را در اولویت قرار دهید. برای پسماندهایی که به‌طور بالقوه آلوده به ویروس هستند باید جدا از پسماندهای شهری جمع‌آوری شوند. به دلیل افزایش سریع مقادیر این پسماندها بهتر است قبل از فراهم شدن یک راه‌حل جامع برای ضدعفونی، بازیافت و بازیابی مواد و دفع نهایی قابل دسترس در هر کشور، آن‌ها را به‌طور موقت ذخیره‌سازی نمایید.

ضمن آموزش راه‌حل‌ها و گزینه‌های پایدار بهترین رویکردهای دفع برای کاهش مصرف محصولات یک‌بار مصرف به مصرف‌کنندگان و شهروندان، دستورالعمل عملی ارایه دهید.

میان‌مدت و بلندمدت

برای ارایه اطلاعات بهتر محصول و مصرف‌کننده، استانداردها و برچسب‌های زیست‌محیطی را توسعه دهید.

اقدامات افزایش سطح آگاهی برای تشویق شیوه‌های پایدار زندگی از جمله اولویت محصولات قابل استفاده مجدد را سازماندهی کنید.

محصولات و مدل‌های تجاری جدید با قابلیت استفاده مجدد، قابلیت تعمیرپذیری و قابلیت بازیافت طراحی نمایید.

این برگه‌های اطلاعاتی از قطعنامه ۸ در مورد مدیریت صحیح مواد شیمیایی و پسماند و قطعنامه ۷ در مورد مدیریت صحیح پسماند چهارمین مجمع محیط‌زیست سازمان ملل متحد پیروی می‌کند.

کاربرگ مدیریت پسماند **کووید ۱۹**

۶

ارتباط کیفیت هوا و کووید ۱۹

انباشت کنترل نشده پسماند
ممنوعیت سوزاندن در فضای باز
حفاظت محیط‌زیست و بهداشت

برای اطلاعات بیشتر به سایت unep. org یا kevin.helps@un.org مراجعه نمایید.(رئیس موسسه مرکز محیط‌زیست جهانی، موادشیمیایی، شاخه بهداشت، برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد)

در حال حاضر تدابیر دولت برای ایجاد تحول در ساخت، تولید و عملکرد انرژی جهت برقراری پایداری روندکاهش گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا به اجرا گذاشته می‌شود. تلاش اصلی بایستی بر مبنای تلاش برای کسب مهارت و غلبه هم زمان بر دو بحران آلودگی هوا و سلامت عمومی باشد.

مسئله

حفاظت فوری از کیفیت هوا از طریق ترویج شیوه‌های سازگار با محیط‌زیست برای مقابله با افزایش حجم زباله در نتیجه همه‌گیری CO-۱۹-VID موردنیاز است.
یادگیری از تجربیات COVID-۱۹ عبارتند از:

کیفیت هوا بشدت تحت تأثیر شیوه‌های نامناسب زیست‌محیطی شامل سوزاندن در فضای باز یا سایر روش‌های مدیریت نامطلوب پسماند قرار می‌گیرد؛ بنابراین، پیروی از شیوه‌های مناسب زیست‌محیطی برای مدیریت پسماند و حفظ استانداردها و اعمال قانون محیط‌زیست ضروری است

آلودگی هوا یکی از عوامل خطرساز سلامتی است

مطالعات حاکی از **همبستگی احتمالی** بین پیامدهای سلامتی کووید ۱۹ و آلودگی هوا است.

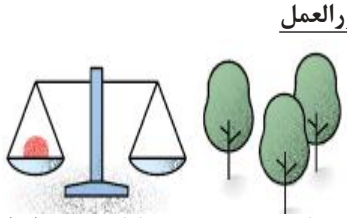
ارتقاء موقت کیفیت هوا در نتیجه کاهش فعالیت‌های انسانی در برخورد با طبیعت

مطالعات و داده‌ها در کشورهایی که تحت تأثیر کاهش فعالیت‌های اقتصادی ناشی از کاهش شیوع کووید ۱۹ قرار گرفته‌اند، کاهش بی‌سابقه‌ای در آلودگی هوا، به‌ویژه اکسیدهای نیتروژن (NOx) و ذرات معلق در اتمسفر با قطر کمتر از ۲,۵ میکرومتر (PM۲. ۵) را نشان می‌دهد. این کاهش آلودگی هوا و هرگونه مزایای کوتاه‌مدتی که ممکن است به دنبال داشته باشد، با هزینه‌های عمده بهداشتی، اقتصادی و اجتماعی همراه است.

تغییرات رفتاری

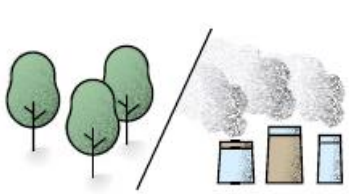
تغییرات رفتاری ناشی از همه‌گیری کووید -۱۹ مانند افزایش کار از راه دور، کاهش سفر و ترجیح دادن به برخی از انواع حمل‌ونقل، در صورت تداوم می‌تواند تأثیرات مثبت طولانی‌مدت بر کیفیت هوا در جهان پس از همه‌گیری داشته و آن را حفظ کند.

دستورالعمل



کشورها تشویق می‌شوند تا کیفیت هوا را در مرکز تصمیم‌گیری در مورد سلامت، محیط‌زیست و توسعه قرار دهند و اولویت‌های سرمایه‌گذاری و توسعه‌ای خود را با روش‌های مبتنی بر کاهش آلودگی‌ها اولویت‌بندی کنند.

تلاش دولت‌ها باهدف مقابله با آلودگی و بهبود کیفیت هوا می‌بایست شامل: افزایش نظارت‌ها، شفافیت در دسترسی به آمار و اطلاعات، وضع قوانین و سیاست‌ها، زیرساخت‌های فناورانه و طبیعت‌محور باشد.



مقررات مستحکم و مداوم قادر خواهد بود متضمن سلامت بشر در مقابله با بحران کووید ۱۹ بوده و حتی پس از اتمام آن از برگشت‌پذیری آن جلوگیری نماید.

واقعیت‌ها

آلودگی هوا خطرات جدی برای سلامتی دارد و سالانه حدود ۷ میلیون نفر را می‌کشد (سازمان بهداشت جهانی).
نظارت بر کیفیت هوا، اطمینان از کاهش عمده آلودگی در بخش حمل‌ونقل و صنعت را به همراه دارد و به‌طور بالقوه فواید کوتاه‌مدت با محدودیت‌های قرنطینه توسط کشورهای جهان افزایش می‌یابد.
تحقیقات به ارتباط احتمالی بین پیامدهای بهداشتی کووید ۱۹ و آلودگی هوا اشاره دارد.
قرار گرفتن طولانی‌مدت در معرض آلودگی هوا ممکن است آسیب‌پذیری در برابر شدیدترین پیامدهای کووید ۱۹ را افزایش دهد. در ایالات‌متحده، تحقیقات اولیه نشان داده است که افزایش ۱ میکروگرم/مترمکعب (۰/۰۰۱ میلی‌گرم/مترمکعب) در ذرات معلق ۲٫۵ میکرومتر (PM۲.۵) با افزایش ۸ درصدی نرخ مرگ‌ومیر کووید ۱۹ همراه است. (**Wu** و همکاران ۲۰۲۰)
افرادی که در منطقه‌ای با میزان بالای آلودگی هوا زندگی می‌کنند، بیشتر مستعد ابتلا به بیماری‌های مزمن تنفسی هستند. (**Conticini, E**؛ و همکاران ۲۰۲۰)

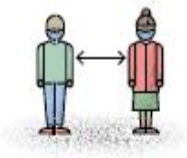
برنامه پیش‌رو

ارتقاء کنترل و جلوگیری از آلودگی هوا از طریق اقدامات پیشگیرانه که مؤثر و واقعی بودن آن با هدف ارتقاء سلامت عمومی و سازگاری اثبات شده است.

بر اساس افزایش سطح آگاهی و تغییرات رفتاری که در طول همه‌گیری به وجود آمده است به موارد زیر توجه کنید:
• طراحی مجدد شهرها برای اولویت‌بندی پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری.
• تغییر وضعیت به خودروهای آلاینده صفر در سراسر جهان.
• افزایش اتکا به دورکاری در مشاغل.

ممنوعیت سوزاندن و سرمایه‌گذاری در پردازش صحیح سازگار با محیط‌زیست پسماندهای پزشکی و دیگر پسماندها و در بهبود ظرفیت مدیریت پسماند جهت جلوگیری و کاهش هر چه بیشتر انتشار گازهای گلخانه‌ای در هوا.

تشویق سرمایه‌گذاری‌های مالی جهت پشتیبانی از این اهداف



تقویت تحقیقات در خصوص نحوه تأثیر تغییرات رفتاری و سبک زندگی بر محیط اطرافمان با تأکید بر دورکاری، تغییر در روند حمل‌ونقل، اقدامات فاصله‌گذاری اجتماعی و کاهش مصرف و غیره

تحقیقات بیشتر در مورد ارتباط بین قرارگرفتن در معرض آلودگی هوا و تأثیرات کووید ۱۹ بر سلامتی

لحاظ کردن کیفیت هوا در تحقیقات آینده و مدل‌سازی کووید ۱۹.

این برگه‌های اطلاعاتی از قطعنامه ۸ در مورد مدیریت صحیح مواد شیمیایی و پسماند و قطعنامه ۷ در مورد مدیریت صحیح پسماند چهارمین مجمع محیط‌زیست سازمان ملل متحد پیروی می‌کند.

کاربرگ مدیریت پسماند **کووید ۱۹**

۷

استراتژی‌های
مدیریت پسماندهای پزشکی خانگی

انباشت زباله کنترل نشده
ممنوعیت سوزاندن در فضای باز
حفاظت محیط‌زیست و بهداشت

برای اطلاعات بیشتر به سایت unep. org یا kevin.helps@un.org مراجعه نمایید.(رئیس موسسه مرکز محیط‌زیست جهانی، موادشیمیایی، شاخه بهداشت، برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد)

مسئله

با شیوع کووید ۱۹ در کشورهای درحال‌توسعه، در ازای دسترسی محدود به کادر پزشکی تعداد خوددرمانی‌های خانگی افزایش خواهد یافت؛ بنابراین مدیریت صحیح پسماندهای پزشکی خانگی برای جلوگیری از گسترش بیشتر ویروس کووید-۱۹ و جلوگیری از در معرض خطر قرار دادن سایرین، از جمله کارگران پسماند، ضروری خواهد بود.

پسماندهای پزشکی و مراقبت بهداشتی خانوارها شامل: تجهیزات حفاظت فردی آلوده و غیرآلوده، داروهای تاریخ‌مصرف گذشته و دورانداختنی، سوزن‌های سرنگ تزریق، نوک‌تیز و برنده و همچنین سایر پسماندهای مرتبط با مراقبت بهداشتی است.

در صورتی که پسماندهای پزشکی و سایر پسماندهای خطرناک از پسماندهای خانگی جداسازی نشود پسماندهای خانگی را آلوده خواهد کرد؛ و این عدم تفکیک، افزایش حجم پسماندهای خطرناک را به همراه داشته که مستلزم جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و فرآیند پردازش ویژه‌ای خواهد بود. در صورت عدم مدیریت صحیح، این پسماندها می‌توانند خطرات قابل‌توجهی برای انسان و محیط‌زیست دارا باشند. همچنین این عدم جداسازی امکان بازیافت و بازگردانی پسماندهای غیرخطرناک خانگی را کاهش می‌دهد.

برای کاهش خطر آلودگی کووید ۱۹ از موادشیمیایی در سطح خانوارها نیز استفاده می‌شود؛ که افزایش استفاده از این موادشیمیایی به خودی خود خطراتی به همراه دارد؛ بنابراین باید با مسؤولانه مدیریت شوند. برای اطلاعات بیشتر به کاربرگ اطلاعاتی مربوط به مسائل سیاسی نوظهور مربوط به رویکرد استراتژیک به مدیریت بین‌المللی مواد شیمیایی مراجعه کنید

دستورالعمل‌ها

در طول همه‌گیری کووید-۱۹، باید پسماندهای اضافی در سطح خانوار در ظروف اختصاصی (سطل‌های پسماند پزشکی) که باید به‌درستی پوشانده شوند، مطابق با مدیریت ملی و محلی پسماند و یا دستورالعمل‌های WHO تفکیک شوند.

در صورتی که وجود مورد قطعی یا مشکوک به کووید ۱۹ در خانواده‌ها وجود داشته باشد یا افرادی در قرنطینه باشند، پسماندها باید به‌طور بالقوه آلوده در نظر گرفته شده و با احتیاط با آن‌ها رفتار شود. مخزن این پسماندها باید سربسته باشند و موقتاً نگهداری شده و در اولین فرصت جمع‌آوری شود تا از خطر شیوع بیماری جلوگیری به عمل آید.

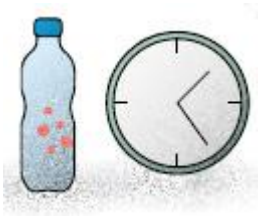
برای کاهش تماس مستقیم با زباله‌های پزشکی، قبل از پر شدن ۷۰ درصد کیسه، هر پوشش کیسه‌ای باید سربسته و نفوذناپذیر شود. متصدیان پسماند باید دست‌ها را پس از بسته‌بندی هر کیسه‌ای، کاملاً بشویند. برای ایمنی بیشتر، کیسه را می‌توان در سطل زباله دیگری با رنگ مشخص و قابل تشخیص (اغلب زرد) قرار داد.

پسماند ذخیره شده باید از دسترس زباله‌گردها در امان نگه داشته شود. ذخیره‌سازی موقت مواد زائد در سطح خانواده، از اضافه بار بیشتر سیستم‌های مدیریت پسماند پزشکی و عادی جلوگیری می‌کند.

ارائه‌دهندگان خدمات باید تیم‌های تخصصی متشکل از کارگران آموزش‌دیده با تجهیزات حفاظتی شخصی ایجاد کنند. شرکت پسماند باید از وسایل نقلیه طراحی شده برای جابجایی پسماندهای پزشکی استفاده کند و با استفاده صحیح تجهیزات ضدعفونی‌کننده آشنایی داشته باشد. آن‌ها همچنین باید در کمک به اطلاع‌رسانی عمومی درباره نحوه مدیریت پسماند پزشکی خانگی و افزایش تفکیک در سطح خانوارها نقش داشته باشند.

توجه: تلنبار کردن و سوزاندن پسماندهای پزشکی خانگی در فضای باز تهدیدی برای سلامت انسان و محیط‌زیست محسوب می‌شود و باید از آن اجتناب کرد. مدیریت پسماند در دوران همه‌گیری یکی از خدمات عمومی اصلی و ضروری برای کاهش اثرات ثانویه ممکن بر سلامتی و محیط‌زیست می‌باشد. برای اطلاعات بیشتر به کاربرگ فناوری‌های پردازش پسماند و کیفیت هوا مراجعه کنید.

واقعیت‌ها



مشخص نیست این ویروس تا چه زمانی می‌تواند بر روی سطوح مختلف باقی بماند. چندین مطالعه با نتایج مختلف وجود دارد.

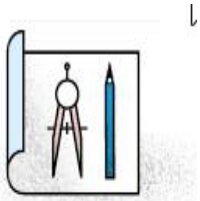
اگر چه اطلاعات کلی در خصوص افزایش میزان زباله‌های تولیدشده در دوران همه‌گیری وجود ندارد اما به نظر می‌رسد این رقم مشابه بیمارستان‌هایی باشد که در آن افزایش شش برابری در تولید پسماند پزشکی گزارش شده است.

بیش از ۳ میلیارد نفر در سراسر جهان به تأسیسات دفع پسماند کنترل شده دسترسی ندارند. عدم تفکیک احتمالی زباله‌های پزشکی خانگی مرتبط با کووید ۱۹ و عدم قابلیت پردازش پسماندهای مراقبت بهداشتی می‌تواند منجر به افزایش انباشت زباله کنترل نشده و سوزاندن پسماندها در فضای باز شود.

برنامه پیش رو

سیستم‌های مدیریت پسماند شهری به دلیل سروکار داشتن با پسماندهای پزشکی خانگی باید سازماندهی صحیح داشته باشند و به برچسب اطلاعات و توصیه‌های شفاف مجهز شوند. این توصیه‌ها مباحث مبدأ تفکیک پسماند، انتقال، ضدعفونی، ذخیره‌سازی و پردازش را در برمی‌گیرد.

خانوارها در تفکیک از مبدأ پسماندهای پزشکی و مراقبت بهداشتی نقش مؤثری دارند. این پسماندها باید از طریق دسترسی آسان به دستورالعمل کاربردی و کمپین‌های آگاهی‌بخشی عمومی بر اساس **دستورالعمل‌های سازمان بهداشت جهانی** و **دستورالعمل‌های کنوانسیون استکهلم** معرفی و شناسانده شود.



دستورالعمل‌هایی برای تفکیک و ذخیره‌سازی پسماندها در راستای مدیریت پسماند ملی و یا دستورالعمل مراقبت بهداشتی تدوین شود. این دستورالعمل‌ها باید عملی، قابل درک و مبتنی بر دسترسی به مواد در دسترس محلی مانند بسته‌بندی باشند.

قابلیت پردازش پسماندهای پزشکی باید در سطح ملی و محلی مورد ارزیابی قرار گیرد و امکان پردازش به‌صورت متداول و متناسب با آن افزایش یابد. برای اطلاعات بیشتر به کاربرگ فهرست موجودی برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد (UNEP) در خصوص کووید ۱۹ مراجعه نمایید.

این برگه‌های اطلاعاتی از قطعنامه ۸ در مورد مدیریت صحیح مواد شیمیایی و پسماند و قطعنامه ۷ در مورد مدیریت صحیح پسماند چهارمین مجمع محیط‌زیست سازمان ملل متحد پیروی می‌کند.

منابع:

۱- کاربرگ‌های UNEP (برنامه محیط‌زیست سازمان ملل)

راهنمای اجرای طرح پایلوت تفکیک در مبدأ پسماندهای خانگی

رضا نقوی[1]
دانشجوی دکترای مهندسی محیط‌زیست، گرایش مواد زائد
جامد، دانشکده فنی،
دانشگاه تهران

سعید مرادی کیا
دانشجوی دکترای مهندسی محیط‌زیست، گرایش مواد زائد
جامد، دانشکده فنی،
دانشگاه تهران

1.Naghavi99@gmail.com

مقدمه:

در خلال جنگ جهانی دوم و با نیاز به تأمین مواد اولیه برای تولید سلاح و مهمات، موضوع تفکیک پسماندهای قابل بازیافتی همچون انواع فلزات به خصوص در کشور انگلستان موردتوجه ویژه قرار گرفت. با پایان جنگ جهانی دوم در سپتامبر سال ۱۹۴۵ و آغاز دوره رونق اقتصادی به‌ویژه در کشورهای متفقین که هزینه‌های زیادی را در جنگ متحمل شده بودند، بهره‌برداری از منابع طبیعی، مصرف انرژی و تولید انواع پسماندها وارد مرحله جدیدی گردید. کشورهای پیروز در جنگ با بهره‌برداری سیری‌ناپذیر از منابع کشورهای مستعمره جدید خود، ضمن توسعه صنایع مختلف، تولید انواع لوازم و محصولات مصرفی، سطح رفاه شهروندان خویش را تا حد زیادی افزایش دادند. نتیجه این افزایش کیفی و کمی رفاه اجتماعی و اقتصادی به‌ویژه در قاره سبز و آمریکای شمالی، تولید انواع پسماندهای صنعتی و شهری را در پی داشت. دفع نامناسب و لجام‌گسیخته این پسماندها در دریاها، رودخانه‌ها و همچنین دفن تلمبارگونه آن‌ها در طبیعت با بروز فجایع زیست‌محیطی در سطح ملی و حتی منطقه‌ای همراه بوده است. هرچند که به دلیل سکوت دولت‌های توسعه‌یافته، موضوع آلودگی‌های زیست‌محیطی و دفع غیراصولی پسماندها به‌صورت کامل تحت پوشش خبری رسانه‌ها قرار نمی‌گرفت ولی با اطلاع‌رسانی و افشاگری‌های صورت گرفته توسط برخی فعالان زیست‌محیطی در نقاط مختلف جهان، تحریک افکارعمومی و بروز اعتراضات و اعتصاباتی در نقاط مختلف جهان را به دنبال داشت. برای مثال می‌توان به افشاگری‌های خانم لویزگیبز در خصوص حادثه Love Canal ایالات‌متحده دهه ۱۹۹۰ و در نتیجه ورود جدی دولت وقت به موضوع اشاره کرد. تلاش‌های فعالان زیست‌محیطی در کنار فعالیت گسترده رسانه‌ای سراسر جهان باعث شد تا جهانیان ضمن آگاهی از مشکلات زیست‌محیطی حاصل از تحولات اقتصادی چند دهه گذشته، با مفاهیمی همچون گازهای گلخانه و پدیده گرمایش کره زمین بیشتر آشنا شوند. این مهم منجر به تشکیل پیمان کیوتو در دسامبر ۱۹۹۷ و تعهد کشورهای صنعتی به کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای و آلودگی‌های زیست‌محیطی و حمایت از کشورهای درحال‌توسعه گردید. هرچند که این پیمان بین‌المللی را می‌توان به‌عنوان نقطه عطفی در توجه ویژه کشورهای توسعه‌یافته جهان به موضوع کره زمین و محیط‌زیست در نظر گرفت ولی دفن بی‌رویه پسماندهای شهری و صنعتی در لندفیل‌ها در کشورهای توسعه‌یافته و همچنین روند روبه رشد پیشرفت صنایع در کشورهای درحال‌توسعه مستقل و تازه استقلال یافته باعث گردید تا موضوع دفن تلنبار و آلودگی‌های ناشی از آن و همچنین کمبود زمین باقیمانده برای دفن پسماندها به‌عنوان یکی از مسائل زیست‌محیطی در دهه ۲۰۰۰ میلادی مطرح شود. در این میان برخی از کشورها از جمله آلمان با اتخاذ تدابیری همچون وضع قانون DSD[1]، میزان ورود پسماندها به لندفیل‌ها را از منابع تولیدی کنترل نمودند. در سایر کشورها نیز استفاده از پسماندسوزها نیز تا حد زیادی رایج گردید. علیرغم تمامی پیشرفت‌های انجام شده در این دوره و آگاهی از پیشرفت‌های علمی در خصوص تأثیر منفی ناشی از دفع غیراصولی پسماندها بر آلودگی محیط‌های دریایی و همچنین گرمایش کره زمین، بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته موضوع تفکیک پسماندها از مبادی تولید و همچنین وضع قانون امتداد

1 Duales System Deutschland

سیاست‌های موفق کشورهای توسعه‌یافته درخصوص تفکیک از مبدأ

مسؤولیت تولیدکننده یا EPR[1] را در دستور کار خود قرار دادند. این بدان معنی بود که بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته ضمن پذیرش این حقیقت که استفاده از فناوری به تنهایی نمی‌تواند پاسخگوی حجم بالای دفن پسماندهای تولیدی و توان بیولوژیکی کره زمین در پالایش آلودگی‌ها باشد، موضوع کاهش و تفکیک پسماندها از منابع تولید صنعتی و خانگی را در سطحی ملّی موردتوجه قرار دادند. شایان ذکر است که بسیاری از روش‌های ذخیره‌سازی، جمع‌آوری، انتقال و پردازش و دفع نهایی پسماندها به واسطه این سیاست جدید دستخوش تغییراتی شده و با سیاست کاهش و تفکیک پسماندها متناسب‌سازی گردید.

در طول دو دهه گذشته از روش‌ها و فناوری‌های مختلفی به منظور تفکیک پسماندها استفاده شد. ولی تجربیات نشان داد موضوع تفکیک پسماندها در مبدأ کاملاً چندوجهی بوده و علاوه بر سخت‌افزارهایی چون مخازن تفکیکی و خودروهای مخصوص، کاملاً به وضع قوانین، حمایت کلیه ذی‌نفعان و ذی‌مدخلان، تدوین دستورالعمل‌های اثربخش و درنهایت آموزش، اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی کوتاه، میان و بلندمدت وابسته است. از سوی دیگر تجربه کشورهایی مثل ژاپن نشان داد نسخه‌پیچی واحد و سراسری برای مدیریت پسماندها در کل یک شهر، منطقه یا کشور نتیجه‌بخش نبوده و منجر به شکست خواهد شد. لذا بر همین اساس سه سیاست اصلی برای دستیابی به تفکیک موفقیت‌آمیز پسماندها در کشورهای توسعه‌یافته مدنظر قرار گرفت:

۱- پیاده‌سازی و اجرای قانون امتداد مسؤولیت تولیدکننده در سطح ملّی (کاهش پسماند از مبدأ)

۲- آموزش، فرهنگ‌سازی و اطلاع‌رسانی بلندمدت (با رویکرد افزایش کیفی و کمی سواد مدیریت پسماندی شهروندان)

۳- اجرای طرح‌های پایلوت تفکیک در مبدأ در محدوده تحت پوشش بر اساس شرایط فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی جغرافیایی و ...

در این میان مسؤولیت وضع و پیاده‌سازی قانون امتداد مسؤولیت تولیدکننده بر عهده نهادهایی همچون مجلس، پارلمان و دولت می‌باشد. آموزش، اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی بلندمدت مدیریت پسماندها نیز به همکاری میان‌بخشی نهادها و سازمان‌هایی از قبیل صداوسیما، آموزش‌وپرورش، وزارتخانه‌ها، شهرداری‌ها و ... بستگی دارد. در این میان تنها اجرای پایلوت طرح تفکیک در مبدأ به‌صورت انحصاری در اختیار شهرداری‌ها می‌باشد.

بررسی تجربیات موفق و ناموفق تفکیک پسماندها از مبدأ در کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه نشان می‌دهد اجرای طرح تفکیک در منابع مختلف خانگی و غیرخانگی کاملاً مشابه نبوده و با تفاوت‌هایی همراه است. در خصوص منابع خانگی و غیرخانگی، نوع ساختار شهری (ساختمان‌های تک‌واحدی، برج‌ها، شهرک‌ها و ...) بر نوع فرایند تفکیک پسماندها و زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری آن کاملاً تأثیرگذار می‌باشد. از سوی دیگر شرایط فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و ... شهروندان در نقاط مختلف شهر

1 Extended Producer Responsibility

نیز کاملاً با یکدیگر متفاوت می‌باشد که این امر بر مسائلی چون درصد مشارکت داوطلبانه شهروندان در امر تفکیک پسماندها مؤثر خواهد بود. براین اساس اجرای طرح پایلوت تفکیک پسماندها در مبدأ در یک منطقه محدود (مانند یک برج مسکونی یا یک واحدتجاری چندطبقه) ضمن آگاهی از شرایط اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی و ... شهروندان آن و در نظر گرفتن آن‌ها در برنامه‌ریزی‌های آتی از اهمیت بالایی در موفقیت تضمین شده اجرای تفکیک پسماندها در کل منطقه موردنظر برخوردار می‌باشد. لذا با توجه به تجربیات عمدتاً ناموفق تفکیک پسماندها در کشور و همچنین شهر تهران در طول دو دهه گذشته در این مقاله بر آن شدیم تا با بهره‌گیری از تجربیات موفق سایر کشورها در خصوص تفکیک پسماندها در مبدأ و همچنین اجرای طرح‌های پایلوت، به ارایه و معرفی اصول اجرای یک طرح پایلوت موفق تفکیک در مبدأ در منابع خانگی بپردازیم. شایان ذکر است که پیش از ارایه مطالب اصلی در خصوص تفکیک پسماندها در ابتدا مهم‌ترین مشکلات پیاده‌سازی موفقیت‌آمیز تفکیک پسماندها در مبدأ در کشور به شرح زیر گفته شده است:

۱- نگاه اقتصادی شهرداری‌ها به موضوع مدیریت پسماندها و تفکیک در مبدأ

۲- واگذاری فرایند تفکیک در مبدأ به مناطق مختلف شهرداری (عدم مدیریت یکپارچه و واحد)

۳- عدم بهره‌گیری از نیروهای متخصص و باتجربه در امر برنامه‌ریزی و اجرای تفکیک در مبدأ

۴- عدم وجود بانک‌های اطلاعاتی شهروندی (اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و ...)

۵- وجود مخازن ذخیره‌سازی پسماند در معابر و خیابان‌ها

۶- واقعی نبودن قیمت بهای خدمات مدیریت پسماندها در کشور

۷- عدم وجود زیرساخت‌های شهری جهت انتقال مخازن به درون ساختمان‌ها و مبادی تولید

۸- عدم استفاده از فناوری‌های جدید همچون مخازن هوشمند و RFID

۹- غیرواقعی بودن قیمت نهایی مزایدات پیمان‌های پسماندخشک (عدم امکان اجرای شرح خدمات قرارداد توسط پیمانکار)

۱۰- آموزش و اطلاع‌رسانی‌های مقطعی، عمومی و غیرکاربردی و عدم توجه به افزایش کیفی و کمی سواد مدیریت پسماندی شهروندان

شایان ذکر است در ادامه از تجربیات موفق اجرای طرح‌های پایلوت تفکیک در مبدأ در کشورهای درحال‌توسعه‌ای همچون هندوستان و کشورهای توسعه‌یافته‌ای همچون ژاپن در تدوین این مقاله بهره گرفته شده است.

طرح پایلوت تفکیک پسماندها در مبدأ:

مهم‌ترین منابع تولید پسماند در شهرها را می‌توان در دو دسته منابع خانگی (مسکونی) و غیرخانگی (تجاری، آموزشی، اداری و ...) خلاصه کرد. بدون شک با توجه به تفاوت‌های کمی و کیفی پسماندهای تولیدی و همچنین تفاوت جنسیت، سن، تحصیلات تولیدکنندگان و شرایط زمانی تولید پسماندها (در طول روز)، فرایند تفکیک پسماندهای خشک در این منابع نیز با یکدیگر متفاوت می‌باشد. لذا در این مقاله تمرکز اصلی تنها بر منابع خانگی و مجتمع‌های مسکونی (۴ طبقه و بیشتر) بنا نهاده شده است. پسماندهای تولیدی واحدهای مسکونی ۴ طبقه و بیشتر (که منبعد منابع تولیدی نامیده می‌شود) در مجموع به ۵ دسته به شرح ذیل تقسیم می‌شوند:

۱- پسماندهای تر (فسادپذیر)

۲- خشک (قابل بازیافت و غیرقابل بازیافت)

۳- پسماندهای جزء ویژه خانگی

۴- پسماندهای کم‌حجم ساختمانی و عمرانی

۵- پسماندهای حجیم

در این مقاله تنها به سه دسته ابتدایی پرداخته شده و موضوع پسماندهای کم‌حجم ساختمانی و عمرانی و پسماندهای حجیم تحت پوشش قرار نگرفته‌اند.

با توجه به تجربیات بومی و سایر کشورهای جهان در خصوص تفکیک در مبدأ و همچنین اجرای پایلوت‌های مربوطه، می‌توان اصلی‌ترین مراحل اجرای اثربخش و موفق یک طرح پایلوت تفکیک پسماندها در منابع تولید را به شرح زیر خلاصه کرد:

مرحله اول: آنالیز فیزیکی پسماندها

مرحله دوم: آگاهی بخشی و ایجاد انگیزه

مرحله سوم: تهیه بانک اطلاعاتی وضعیت موجود

مرحله چهارم: برنامه‌ریزی، تهیه و تأمین اقلام و تجهیزات موردنیاز

مرحله پنجم: تشکیل و آموزش تیم تشکیلاتی فعال در مجتمع

مرحله ششم: آموزش‌های تخصصی مدیریت پسماندها

مرحله هفتم: توزیع و استقرار اقلام و تجهیزات موردنیاز در ساختمان و منازل

مرحله هشتم: اجرای برنامه و نظرسنجی از ساکنین و تیم مشارکتی، بازنگری طرح و رفع مشکلات

مرحله نهم: نهادینه‌سازی برنامه تفکیک در مبدأ در بلندمدت

مرحله دهم: بررسی و پایش اثرات زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی اجرای برنامه

در ادامه و پس از ارایه اصلی‌ترین مراحل طرح پایلوت به تشریح هر یک از مراحل پرداخته خواهد شد. شایان ذکر است مراحل مذکور قطعی نبوده و این امکان وجود دارد که بسته به شرایط اقتصادی، فرهنگی، زیست‌محیطی و حتی آب‌وهوایی و جغرافیایی مراحل جدید اضافه و یا حتی مراحلی حذف گردد.

مراحل تفکیک در مبدأ در مجتمع‌های مسکونی

مرحله اول: آنالیز فیزیکی پسماندها

بدون شک آگاهی از کمیت و کیفیت پسماندهای تولیدی را می‌توان به‌عنوان کلید اصلی موفقیت تمامی برنامه‌ریزی‌های مدیریت یکپارچه پسماندها[1] (ISWM) در هر نقطه از جهان برشمرد. در خصوص تفکیک پسماندها در مبدأ نیز دسترسی به داده‌های مربوط به کمیت و کیفیت داده‌های آنالیز فیزیکی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار بوده و می‌تواند به‌عنوان مبنای اصلی طرح پایلوت در منابع تولید موردتوجه و استفاده قرار گیرد. دسترسی به اطلاعات آنالیز فیزیکی پسماندها این امکان را برای ما فراهم می‌آورد تا با توجه به آگاهی از برخی اطلاعات موردنیاز، برنامه‌ریزی مناسب‌تر و اثربخش‌تری را در این خصوص انجام دهیم. از جمله این اطلاعات می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- سرانه تولید انواع پسماندها (گرم به ازای هر نفر در روز)

۲- سهم انواع پسماندهای تولیدی (درصد)

۳- رطوبت پسماندهای تولیدی (درصد)

۴- دانسیته انواع پسماندهای تولیدی (کیلوگرم در مترمکعب)

شایان ذکر است در مثال ارایه شده انتهای مقاله، به کاربرد هر یک از موارد فوق پرداخته می‌شود. برای دستیابی به اطلاعات آنالیز فیزیکی پسماندها می‌توان بر اساس دسترسی به اطلاعات به دوگونه عمل کرد:

۱- استفاده از نتایج آخرین آنالیز فیزیکی محدوده موردنظر در طرح پایلوت

۲- نمونه‌برداری دوره‌ای از منابع تولید تحت پوشش طرح پایلوت

هرچند دسترسی به داده‌های آخرین آنالیز فیزیکی، باعث تسهیل و تسریع فرایند برنامه‌ریزی طرح پایلوت خواهد گردید لیکن توصیه می‌گردد نمونه‌برداری جدید نیز با توجه به در نظر گرفتن موارد زیر حتی در مقطع زمانی یک‌هفته‌ای صورت پذیرد:

۱- ارایه کیسه یا مخزن سه‌گانه به خانواده‌ها برای جداسازی الف) پسماندهای تر ب) مخلوط پسماندهای خشک قابل و غیرقابل بازیافت و ج) پسماندهای جزء ویژه خانگی

۲- ارایه برگه آموزشی شناخت و معرفی انواع پسماندهای سه‌گانه فوق‌الذکر به ساکنین پیش از نمونه‌برداری‌ها جهت تفکیک مناسب پسماندها

۳- تخلیه و دریافت کامل پسماندهای موجود و ذخیره شده در منازل قبل از انجام نمونه‌برداری به منظور جلوگیری از خطای احتمالی (تنها دریافت پسماندهای تولیدشده در ۲۴ ساعت گذشته مدنظر می‌باشد و نه بیشتر)

۴- انجام مذاکره و مشاوره با ساکنین در خصوص ارایه تمامی انواع پسماندهای جزء ویژه (در مواردی دیده شده که خانوارها به دلایل مختلف از ارایه برخی پسماندهای خطرناک خود اجتناب ورزیده‌اند همچون پدهای بهداشتی و کالاهای شیمیایی قاچاق)

۵- تقدیر مادی و معنوی از ساکنین همکاری کننده در نمونه‌برداری آنالیز فیزیکی پسماندها

از طرفی توجه به این نکته ضروری است که نمونه‌برداری‌های مقطعی به دلیل کوتاه بودن، الگوی کل مصرف شهروندان را تحت پوشش قرار نمی‌دهد. این در حالیست که در آنالیز

1 Integrated solid waste management

نحوه آنالیز پسماند

فیزیکی‌های شهری معمولاً به فصول سال و تغییر الگوی مصرف شهروندان توجه می‌گردد. نویسندگان استفاده از داده‌های دو روش را در کنار هم برای انجام برنامه‌ریزی‌های طرح پایلوت توصیه می‌نمایند.

یادآوری:

نکته مهم در این میان انتخاب محل اجرای پایلوت است که بر اساس تجربه ساکنین آن (به‌ویژه نماینده ساختمان، سرایدار و هیأت مدیره) در زمینه مشارکت داوطلبانه در خصوص تفکیک پسماندها در گذشته همکاری بیشتری داشته‌اند. برای شناسایی آن می‌توانید از پیشنهادات نیروهای شهرداری و پیمانکاران محلی بهره گیرید. از سوی دیگر توجه به این نکته ضروری است که مکان موردنظر بایستی نشان‌دهنده میانگینی از شرایط منابع تولید اماکن اطراف خود باشد. این بدان معنی است که سطح اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی ساکنین آن محل مسکونی انتخاب شده نبایستی بسیار بالاتر و یا بسیار پایین‌تر از متوسط فاکتورهای موجود در منطقه موردنظر باشد.

مرحله دوم: آگاهی بخشی و ایجاد انگیزه

در این مرحله پس از انجام هماهنگی‌های لازم با نماینده و هیأت مدیره ساختمان، یک جلسه آموزشی در محل لابی ساختمان و یا یک مکان مناسب (مثلاً نزدیک‌ترین سالن آمفی‌تئاتر شهرداری‌ها) تشکیل و نسبت به ارایه گزارش آموزشی و مصور اقدام می‌گردد. آموزش موردنظر بایستی دارای ویژگی‌های زیر باشد:

محورهای آموزش:

- تعریف محیط‌زیست
- اهمیت محیط‌زیست
- آلودگی‌های محیط‌زیست
- تأثیر تخریب محیط‌زیست بر انسان‌ها
- تأثیرات مخرب پسماندها بر محیط‌زیست
- چشم‌انداز محیط‌زیست زمین

گروه‌های مخاطب:

- تمامی اعضای خانواده
- نیروهای خدماتی
- نیروهای نگهبانی
- هیأت مدیره ساختمان

ویژگی‌های بارز آموزش:

- استفاده از تصاویر و فیلم‌های مناسب
- ساده‌گویی و ارایه مثال‌های کاربردی

مدت زمان جلسه:

- ۴۵ تا ۶۰ دقیقه

در این مرحله از آموزش، هدف اصلی افزایش سواد مدیریت پسماند مخاطبین نمی‌باشد. بلکه تلاش بر این است به تهدیدات زیست‌محیطی پیش روی ساکنین کره زمین که بخشی از آن‌ها به واسطه تولید و دفع پسماندها ایجاد می‌شود، اشاره گردد.

انجام دوره‌های آموزشی

تأکید بر در خطر بودن کره زمین و محیط‌زیست و نهایتاً نسل آینده در اولویت بوده و همچنین این موضوع که تغییر رفتار و الگوی مصرف بزرگسالان و والدین چه تأثیراتی در کاهش و جلوگیری از آسیب‌های احتمالی فرزندان و نسل‌های آتی را در پی خواهد داشت. در این خصوص می‌توان به گرمایش کره زمین و تغییرات آب‌وهوایی، کمبود آب، فرونشست زمین، آلودگی دریاها و اقیانوس‌ها، از بین رفتن گونه‌های جانوری و گیاهی، آلودگی هوا و ... اشاره کرد. سادگی آموزشی، جذاب بودن آموزش و ارایه تصاویر و فیلم‌های تأثیرگذار و بهره‌گیری از فردی متخصص و مسلط به موضوع از اهمیت و تأثیر بسزایی در موفقیت و تأثیرگذاری هر چه بیشتر این آموزش بر مخاطبین برخوردار خواهد بود.

مرحله سوم: تهیه بانک اطلاعاتی وضعیت موجود

در این مرحله با همکاری نماینده هیأت مدیره ساختمان و حتی سرایداری، ضمن ارایه و توزیع پرسشنامه و همچنین بازدیدهای میدانی نسبت به تکمیل بانک اطلاعاتی موردنیاز در حوزه‌های زیر اقدام می‌گردد:

- ❑ سطح سواد زیست‌محیطی ساکنین
- ❑ سطح سواد مدیریت پسماند ساکنین
- ❑ تعداد مخازن تفکیک موجود
- ❑ نحوه جمع‌آوری پسماندها به‌صورت روزانه
- ❑ تعداد نیروهای خدماتی
- ❑ وجود یا عدم وجود اتاقک تفکیک و ذخیره‌سازی
- ❑ وجود یا عدم وجود مخازن بزرگ ذخیره‌سازی
- ❑ وجود یا عدم وجود سیستم شوتینگ
- ❑ آگاهی از اقدامات پیشین صورت گرفته در خصوص تفکیک
- ❑ آگاهی از نظرات و پیشنهادات ساکنین و هیأت مدیره
- ❑ مساحت‌ها و مسافت‌های موردنیاز
- ❑ آگاهی از تناژ و حجم تقریبی پسماندها
- ❑ مکانیسم نظارت در ساختمان
- ❑ هزینه‌های مدیریت پسماند ساختمان
- ❑ و سایر موارد (بسته به شرایط و نظر تیم برنامه‌ریزی)

مرحله چهارم: برنامه‌ریزی، تهیه و تأمین اقلام و تجهیزات موردنیاز

در این مرحله بر اساس بانک اطلاعاتی موجود و همچنین شرایط ساختمان نسبت به برنامه‌ریزی مناسب، ارایه سناریوهای مختلف و درنهایت انتخاب سناریوی تلفیقی نهایی اقدام می‌گردد. بر اساس سناریوی نهایی کیفیت و کمیت تجهیزات و اقلام موردنیاز نیز مشخص شده و اقلام و تجهیزات موردنیاز برای پیاده‌سازی فرایند موردنظر در مجتمع از محل اعتبارات در نظر گرفته شده برای این مهم تأمین می‌شود. همچنین در این مرحله هماهنگی‌های لازم با شهرداری (مثلاً اداره بازیافت منطقه و ناحیه موردنظر و همچنین پیمانکار پسماند خشک) صورت می‌پذیرد.

مرحله پنجم: تشکیل و آموزش تیم تشکیلاتی فعال در مجتمع

در ابتدای این مرحله نسبت به شناسایی افراد علاقه‌مند و داوطلب در ساختمان برای مشارکت، نظارت و اجرای فرایند موردنظر اقدام می‌گردد. این افراد می‌تواند شامل گروه‌های

نمونه آموزش‌های ساکنین در شهر بنگلور هندوستان

زیر باشند:

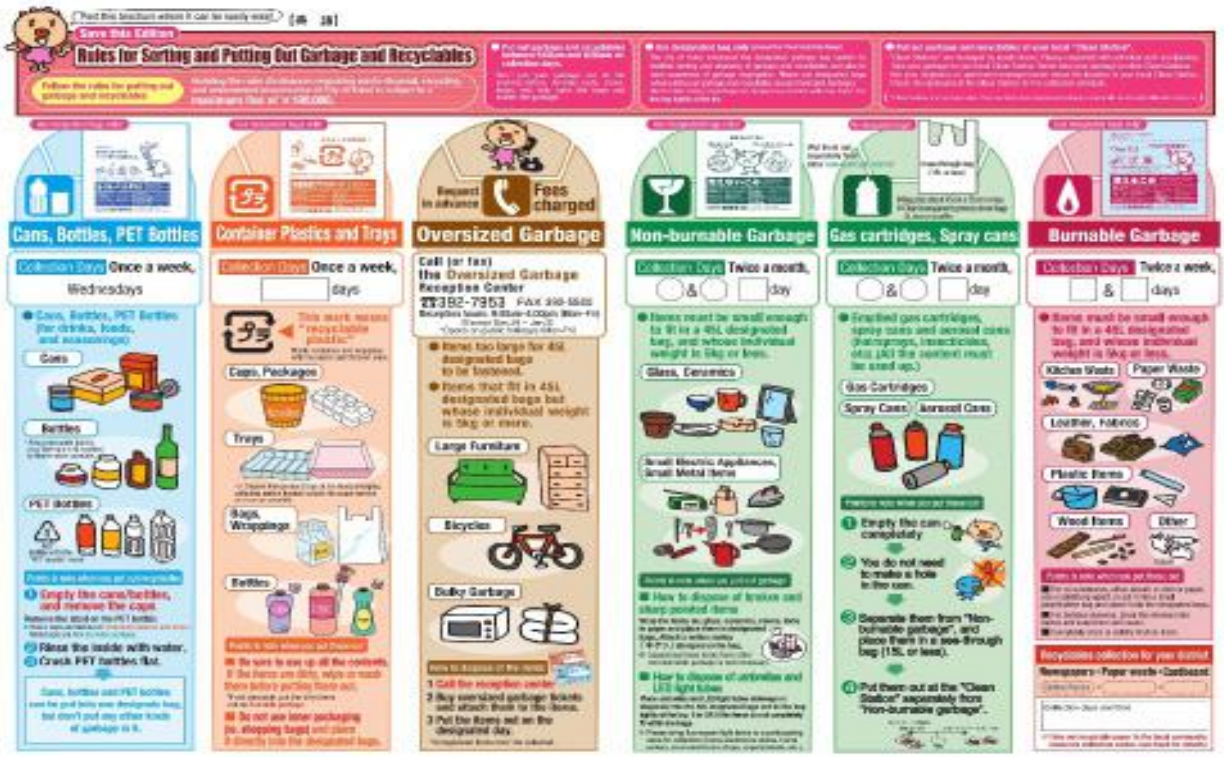
- ساکنین ساختمان
- هیأت مدیره
- نیروهای خدماتی
- نگهبانی
- سمن‌های فعال در منطقه
- نماینده‌ای از تیم شهرداری منطقه
- نماینده‌ای از تیم پیمانکار تفکیک پسماند خشک منطقه

در مرحله بعدی تیم تشکیلاتی موردنظر تحت آموزش‌های تخصصی‌تر قرار گرفته و با برنامه‌ها و جزئیات فرایند آشنا می‌گردند. پیشنهادات و نظرات اصلاحی تیم تشکیلاتی در خصوص برنامه‌ریزی صورت گرفته و فرایند تفکیک در مبدأ در ساختمان موردنظر دریافت و پس از تحلیل و بررسی در صورت نیاز تغییرات و اصلاحات موردنیاز در برنامه اعمال خواهد گردید.

مرحله ششم: آموزش‌های تخصصی مدیریت پسماندها

در این مرحله ضمن اطلاع‌رسانی گسترده به ساکنین از طریق تیم تشکیلاتی نسبت به برگزاری یک جلسه آموزشی برای ساکنین ساختمان در محلی مناسب اقدام خواهد گردید. مهم‌ترین محورهای مدنظر در این آموزش عبارتند از:

- جریان پسماند در شهر و اثرات اقتصادی، بهداشتی و



نمونه پوسترهای اطلاع‌رسانی

زیست‌محیطی آن

- ❑ اجتناب از تولید پسماندها
- ❑ کاهش تولید پسماندها
- ❑ نحوه تفکیک صحیح پسماندها در مبدأ
- ❑ کم‌حجم‌سازی پسماندها در مبدأ
- ❑ تنظیف پسماندها در مبدأ
- ❑ کاهش سمیت پسماندها در مبدأ
- ❑ معرفی و آشنایی با برنامه در نظر گرفته شده
- ❑ و سایر عناوین (بسته به شرایط و نظر تیم برنامه‌ریزی)

علاوه بر برگزاری آموزش حضوری می‌بایست ضمن طراحی، تولید و توزیع موارد زیر نسبت به آموزش، اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی تفکیک در مبدأ در ساختمان موردنظر اقدام نمود:

- ❑ لوح فشرده حاوی فیلم آموزشی اجرای صحیح برنامه در درون منازل و ساختمان
- ❑ دفترچه راهنمای مصور اجرای صحیح برنامه در درون منازل و ساختمان
- ❑ پوستر معرفی برنامه جهت نصب در اماکن مختلف ساختمان (تابلوی اعلانات، آسانسور و ...)
- ❑ و روش‌های مناسب دیگر با نظر تیم برنامه‌ریزی

مرحله هفتم: توزیع و استقرار اقلام و تجهیزات موردنیاز در ساختمان و منازل

در این مرحله توزیع اقلام و تجهیزات تأمین شده بر اساس برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته به‌صورت عادلانه در محل ساختمان و با حضور و نظارت تیم مشارکتی صورت می‌پذیرد.

مرحله هشتم: اجرای برنامه (پایلوت حداقل یک‌هفته‌ای)، نظرسنجی از ساکنین و تیم مشارکتی، بازنگری طرح و رفع مشکلات

در این مرحله برنامه موردنظر طی مدت یک هفته تحت نظارت تیم برنامه‌ریزی و با همکاری تیم مشارکتی اجرا و پس از یک هفته نظرسنجی از ساکنین و تیم مشارکتی از طریق موارد زیر صورت خواهد پذیرفت:

- ❑ مراجعه حضوری به درب منازل و ارایه فرم فیزیکی

آموزش طرح تفکیک مدیریت پسماند در مبادی تولید

پرسشنامه

- ❑ اعلام یک شماره تلفن ثابت یا موبایل جهت تماس و ارایه نظرات
- ❑ تشکیل گروه‌های اینترنتی جهت تبادل‌نظر
- ❑ صندوق نظرات و پیشنهادات ساختمان

شایان ذکر است که علاوه بر پایش و بازنگری به روش فوق پیشنهاد می‌گردد ضمن ایجاد یک کانال ارتباطی رسمی میان ساکنین تحت پوشش با ناظرین و اجراکنندگان طرح پایلوت کوتاه‌مدت و طرح تفکیک بلندمدت (مثلاً شماره تماس، ایمیل، شبکه‌های اجتماعی، پیامک و ...) پایش‌ها و برنامه‌ریزی‌هایی در دوره‌های پیشنهادی زیر صورت پذیرد:

۱. پایان ماه اول
۲. پایان ماه سوم
۳. پس از آن هر ۳ ماه یک‌بار (یک فصل)

مرحله نهم: نهادینه‌سازی برنامه تفکیک در مبدأ در بلندمدت

به منظور اطمینان از نهادینه‌سازی بلندمدت اجرای برنامه تفکیک در مبدأ در ساختمان موردنظر توجه و پیاده‌سازی موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

- ❑ بازخورد خبری و اطلاع‌رسانی گسترده در خصوص اجرای برنامه در ساختمان موردنظر در سطح مناطق ۲۲ گانه شهر تهران
- ❑ بازخورد خبری و اطلاع‌رسانی گسترده در خصوص اجرای برنامه در ساختمان موردنظر در سطح صداوسیما
- ❑ بازخورد خبری و اطلاع‌رسانی گسترده در خصوص اجرای برنامه در ساختمان موردنظر در سطح فضای مجازی
- ❑ ارایه خدمات موردنیاز ساختمان از سوی شهرداری منطقه به‌صورت رایگان (برای مثال فضای سبز، بهسازی پیاده‌رو و ...)
- ❑ تقدیر و ارایه تقدیرنامه از سوی مقامات شهرداری و محیط‌زیست به ساکنین و تیم اجرایی
- ❑ برگزاری نشست‌های فصلی برای ساکنین در خصوص آگاهی از وضعیت و نتایج برنامه و دریافت نظرات و پیشنهادات آن‌ها
- ❑ انتخاب دوره‌ای شهروند/ خانواده/ واحد نمونه در ساختمان
- ❑ ارایه مشوق‌های مالی، فرهنگی، آموزشی به ساکنین و تیم تشکیلاتی (مانند کتاب، بلیط سینما، بلیط موزه، کارت مترو و ...)

مرحله دهم: بررسی اثرات زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی اجرای برنامه

در این مرحله از اجرای برنامه به منظور دستیابی به راندمان عملکرد، نیازمند آگاهی میزان عملکرد برنامه از طریق بررسی اثرات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی بر اساس موارد ذیل می‌باشیم:

- ❑ اثرات اجتماعی: برای مثال تأثیر برنامه اجرایی بر کاهش پدیده زباله‌گردی در شهر موردنظر
- ❑ اثرات اقتصادی: برای مثال میزان بازیابی منابع از پسماندهای خشک و کاهش هزینه‌های مدیریت پسماند
- ❑ اثرات زیست‌محیطی: میزان کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و انحراف پسماندها از محل‌های دفن، کاهش بو، کاهش آلودگی‌ها

پیشنهاد می‌گردد تیم اجرایی با توجه به آموزش‌های عمومی زیست‌محیطی و تخصصی مدیریت پسماند در این مرحله ضمن ارایه مثال‌هایی عینی و قابل مقایسه (مثلاً معادل‌سازی پسماند دفن‌نشده یا تفکیک شده با وزن چند عدد خودرو یا ...)، با استفاده از مدل‌ها و نرم‌افزارهای موجود (مانند IWM، IPCC و ...) نسبت به ارایه مقادیر کاهش گازهای گلخانه‌ای حاصل از مشارکت‌های ساختمانی اقدام نماید. همچنین از نتایج این بررسی‌ها می‌توان در ازای گزارش‌های فنی و تخصصی‌تر به رویدادهای ملی و بین‌المللی در خصوص تجربیات برتر و موفق به نحو مناسبی استفاده کرد.

پیشنهاد می‌گردد با برگزاری جلسه‌ای رسمی که با حضور کلیه ساکنین ساختمان و نمایندگان نهادهایی مانند شهرداری‌ها، سازمان حفاظت محیط‌زیست، سمن‌ها، خبرگزاری‌های محلی و ... برگزار می‌گردد، به ارایه نتایج موردنظر پرداخته شده و از فعالیت‌های داوطلبانه ساکنین و تیم اجرایی به نحو مناسبی (مادی و معنوی) تقدیر گردد. بر اساس تجربیات جهانی در این خصوص ارایه لوح تقدیری با امضا و مهر یک مقام مسؤول (مثلاً شهردار یا مقام ارشد سازمان حفاظت محیط‌زیست و ...) برای ساکنین ساختمان بسیار ارزشمندتر از تشویق‌های مالی تلقی گردیده است.

یادآوری:

ثبت و مستندسازی دوره‌ای تمامی داده‌ها و بازخوردهای مربوط به طرح پایلوت تفکیک در مبدأ در محل موردنظر از اهمیت بالایی جهت برنامه‌ریزی‌های آتی برای اجرای طرح‌های پایلوت آینده و ارایه گزارش به نهادهای بالادست ملی و بین‌المللی برخوردار می‌باشد.

درنهایت و پس از پایان این مرحله، نتایج در اختیار شهرداری و یا پیمانکار مسؤول پسماند خشک منطقه قرار گرفته تا بر اساس نتایج به دست آمده نسبت به برنامه‌ریزی جهت تعمیم و تسری طرح در محله، ناحیه و منطقه اقدام گردد. در ادامه و به منظور درک بهتر از نحوه برنامه‌ریزی مقدماتی جهت اجرای طرح پایلوت تفکیک پسماندها در مبدأ در یک ساختمان مشخص به ارایه مثالی در این خصوص پرداخته‌ایم.

ارایه مثالی در خصوص محاسبات و برآوردهای موردنیاز جهت ارجاع طرح پایلوت تفکیک پسماندها:

در این بخش با هدف آشنایی خوانندگان به ارایه مثالی ساده برای محاسبات و برآوردهای لازم در خصوص پیاده‌سازی و اجرای طرح پایلوت تفکیک پسماندها در مبدأ در یک آپارتمان ۶۰ واحدی در شهر تهران (برای مثال منطقه ۲۲ شهرداری) پرداخته شده است.

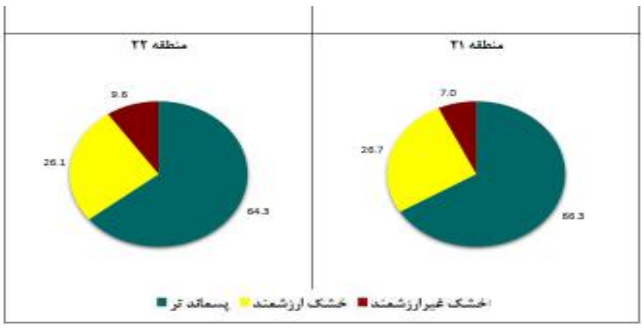
در ابتدا و با توجه به نتایج حاصل از دومین طرح جامع مدیریت پسماند شهر تهران و آنالیز فیزیکی صورت گرفته در شهریور و مهر ۱۳۹۸ نسبت به تکمیل جدول زیر اقدام گردید:

ردیف	آیتم	اطلاعات پیش‌فرض
۱	تعداد خانوار	۶۰ خانواده
۲	بعد خانوار	۴ نفر
۳	سرانه تولید پسماند (تر و خشک)	۶۰۰ گرم به ازای هر نفر در روز
۴	سرانه تولید پسماند تر	۳۸۶ گرم به ازای هر نفر در روز
۵	سرانه تولید پسماند خشک ارزشمند و غیر ارزشمند	۲۱۴ گرم به ازای هر نفر در روز
۶	سرانه تولید پسماند خشک ارزشمند	۱۵۷ گرم به ازای هر نفر در روز
۷	سرانه تولید پسماند غیر ارزشمند	۵۸ گرم به ازای هر نفر در روز
۸	دانسیته پسماند خشک مخلوط	۸۰ کیلوگرم بر متر مکعب
۹	وزن پسماند تولیدی یک خانواده (تر و خشک)	۲۴۰۰ گرم در روز
۱۰	وزن پسماند تر یک خانواده	۱۵۴۴ گرم در روز
۱۱	وزن پسماند خشک مخلوط یک خانواده	۸۵۶ گرم در روز
۱۲	وزن پسماند خشک ارزشمند یک خانواده	۶۲۸ گرم در روز
۱۳	حجم پسماند خشک مخلوط یک خانواده	۰/۰۱ مترمکعب (۱۰ لیتر) در روز
۱۴	نوع کیسه پلاستیکی ارایه شده برای تفکیک	کیسه آبی و قرمز رنگ مقاوم بنددار

شایان ذکر است که نتیجه آنالیز فیزیکی انجام شده در طرح جامع در خصوص منطقه ۲۲ به شرح زیر بوده است[۱].

میزان پسماند جزء خانگی منابع خانگی منطقه ۲۲ در نمودار زیر ارایه شده است.

همچنین در این محاسبات به منظور استفاده از حداکثر فضای



کیسه‌های پلاستیکی مخصوص جمع‌آوری پسماندخشک به‌جای کیسه‌های معمولی و رایج، کیسه‌های تسمه (بند) دار- که می‌توان از تمامی حجم داخلی آن به نحو مناسب‌تری استفاده کرد – مدنظر قرار گرفته شده‌اند.

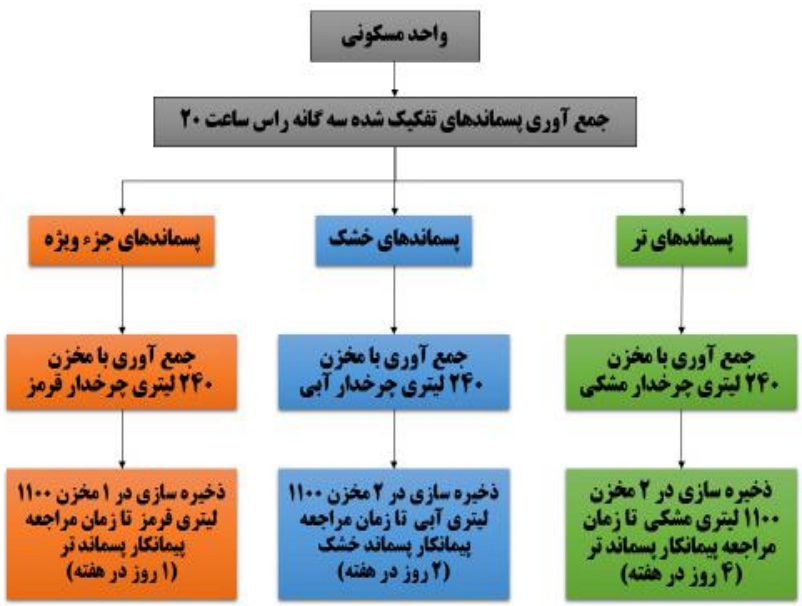
۱. منبع: نتایج آنالیز فیزیکی پسماند شهر تهران در طرح جامع مدیریت پسماند – شرکت سبز اندیش پایش – شهریور و مهر ۱۳۹۸

در ادامه و با توجه به جدول تکمیل شده برنامه زمان‌بندی جمع‌آوری پسماندهای تفکیک شده به شرح جدول زیر پیشنهاد گردیده است:

	پسماند تر	پسماند خشک	پسماند جز ویژه
شنبه		جمع آوری	
یکشنبه	جمع آوری		
دوشنبه			جمع آوری
سه شنبه	جمع آوری		
چهارشنبه		جمع آوری	
پنج شنبه	جمع آوری		
جمعه	جمع آوری		

همان‌گونه که مشاهده می‌گردد همانند گذشته فرایند جمع‌آوری پسماندها در مجتمع موردنظر یک‌بار در روز صورت می‌پذیرد و این در حالیست که با همان فرایند کاری ۳ نوع پسماند تفکیک شده تحت پوشش قرار گرفته و در نتیجه از مقدار و سمیت پسماندهای تر خانگی (با در نظر گرفتن شیرابه و فرایند تولید کمپوست) کاسته می‌شود. همچنین جهت اطلاعات بیشتر، فلوچارت فرایند جمع‌آوری پسماندهای سه‌گانه موردنظر برای منبع تولید تحت پوشش طرح پایلوت به شرح زیر ارایه شده است.

توجه به این نکته ضروری است که مبنای پیشنهادی نویسندگان از ارایه ساعت ۲۰ برای جمع‌آوری پسماندهای تفکیک شده را می‌توان در لحاظ نمودن موارد ذیل جستجو نمود:



۱. مرسوم بودن ساعت ۲۰ در بسیاری از ساختمان‌های دارای سرایدار به‌عنوان ساعت بیرون گذاشتن پسماندها از واحدها

۲. حضور حداکثری ساکنین در این ساعت در منازل

۳. تردد کمتر ساکنین و آزاد بودن آسانسور در این ساعت از شبانه‌روز

یادآوری:

در این پیشنهادات فرض بر این بنا نهاده شده که هیأت مدیره و نماینده ساختمان با اختصاص فضایی در انبار، پارکینگ، حیاط و ... به سرایدار جهت نگهداری از مخازن و تفکیک و ذخیره‌سازی پسماندهای تفکیک شده موافقت نموده‌اند.

منابع:

۱- گزارش سفر دوره آموزشی بین‌المللی مدیریت پسماندهای شهری توسط دولت‌های محلی، سعید مرادی کیا، یوکوها، ژاپن (جایکا)، (۱۳۹۲)

۲- گزارش سفر دوره آموزشی بین‌المللی برنامه‌ریزی زباله‌سوز و بازیابی انرژی، رضا نقوی، توکیو، ژاپن (جایکا)، (۱۳۹۶)

۳- گزارش اثرسنجی اجرای طرح پایلوت تفکیک زباله از مبدأ، موسسه تبیین آفاق پویا، (۱۳۹۵)

۴- گزارش ارزیابی و آموزش شهروندی در خصوص تفکیک پسماندهای خشک و تر از مبدأ، موسسه رعد غدیر، (۱۳۹۵)

5- making-source-segregation-possible-useful-insights-from-the-alag-karo-programme,Gurugram ,India, (2019)

در نشست تخصصی رئیس‌جمهور با فعالان محیط‌زیست مطرح شد: حفظ محیط‌زیست، به معنای قدرت، امنیت و نوعی سرمایه‌گذاری بلندمدت و رشد تولیدات کشور است

رئیس جمهور حفظ محیط‌زیست را موجب قدرت، امنیت و نوعی سرمایه‌گذاری بلندمدت و رشد تولیدات کشور دانست و گفت: برای صیانت از محیط‌زیست باید ارتباط دانشگاه به عنوان اتاق فکر و جایگاه اندیشه ورزی با دستگاه‌های اجرایی تقویت شود و دولت دیدگاه‌ها و نظرات اساتید و نخبگان محیط‌زیست را سرمایه و پشتوانه ارزشمندی برای کشور می‌داند.

آیت‌الله دکتر سید ابراهیم رئیسی روز جمعه مورخ ۲۸ آبان ۱۴۰۰ در نشست تخصصی با نخبگان و فعالان محیط‌زیست که به مناسبت سالروز ابلاغ سیاست‌های کلی محیط‌زیست توسط مقام معظم رهبری در ۲۶ آبان ۱۳۹۴ برگزار شد، اظهار داشت: فلسفه تشکیل این جلسه بررسی و پیگیری اجرای سیاست‌های ابلاغ شده توسط مقام معظم رهبری در حوزه محیط‌زیست است و این که تاکنون پس از گذشت شش سال فقط ۴۷ درصد این سیاست‌ها اجرایی شده به هیچ عنوان قانع کننده نیست و لازم است دستگاه‌های اجرایی بازنگاهی در عملکرد خود داشته باشند و در یک اقدام جمعی این عدد به رقم قابل توجهی افزایش یابد.

رئیس جمهور در بخش دیگری از سخنان خود با تأکید بر اهمیت تشکیل نشست‌های تخصصی برای بررسی و پیگیری سیاست‌های کلی نظام در حوزه‌های مختلف، گفت: در چنین نشست‌هایی باید علت اجرایی نشدن بخشی از سیاست‌های مصوب نظام بررسی و موانع تحقق کامل این سیاست‌ها برطرف شود.

رئیس جمهور در بخش دیگری از سخنان خود با تأکید بر ارجحیت توجه به محیط‌زیست بر توسعه‌یافتگی و فعالیت اقتصادی و اینکه توسعه‌یافتگی فرع بر محیط‌زیست است، گفت: اگرچه توسعه‌یافتگی و فعالیت‌های اقتصادی یک موضوع ضروری است اما حتماً باید از پیوست محیط‌زیستی برخوردار باشد و توجه به محیط‌زیست در تمام طرح‌های توسعه و فعالیت اقتصادی به دقت لحاظ شود ضمن اینکه محیط‌زیست هم باید پیوست اقتصادی داشته باشد.

دکتر رئیسی با اشاره به مشکل پسماندها در کشور گفت: برای غلبه بر این مشکل نیازمند ایجاد سازوکار فعال برای مدیریت پسماند در کشور هستیم و ایجاد چنین مجموعه‌ای ضرورت دارد تا مسائل مربوط به حوزه پسماند را به‌طور متمرکز حل‌وفصل کند.

وزیر کشور: لزوم جایگزینی دفن پسماند با زباله‌سوزی

وزیر کشور در تاریخ ۲۵ آبان ۱۴۰۰ پس از حضور در کمیسیون امور داخلی کشور و شوراهای مجلس درخصوص تفکیک زباله‌های خشک و تر از مبدأ، نقاط دفن پسماندها، جایگزینی دفن پسماند با زباله‌سوز و توسعه سامانه‌های تبدیل زباله به کمپوست اظهار داشت: در این خصوص چند مسأله داریم؛ ابتدا موضوع نقاط دفن آن‌ها است، سعی کردیم نقاط آلوده دفن پسماندها را که تعداد بسیار زیادی بوده را به ۲۸۰ منطقه کاهش دهیم؛ موضوع دیگر تکنولوژی دفن زباله بوده که به‌جای دفن باید زباله‌سوزی را توسعه داده و جایگزین کنیم، همچنین باید سامانه‌های تبدیل زباله به کمپوست را نیز توسعه دهیم.

یکی از موضوعات مهم دیگر تفکیک زباله‌های خشک و تر از مبدأ بوده که باید در برنامه‌های شهرداری‌ها و خانوارها بیشتر مدنظر قرار بگیرد و اجرایی شود و شهرداری‌ها و مردم باید کمک کنند تا این مشکلات را مدیریت کنیم.

کنفرانس بین‌المللی منابع و فناوری پایداری (ISRTC)

کنفرانس بین‌المللی منابع و فناوری پایداری (ISRTC)، ۱۴-۱۶ مارس ۲۰۲۲ (۲۳-۲۵ اسفند ۱۴۰۰) در مسقط، عمان با هدف ایجاد ارتباط بین ذینفعان محلی و جهانی در سراسر دانشگاه، صنعت و بخش عمومی برای تقویت بحث‌های سازنده و تقویت همکاری‌های متقابل برگزار خواهد شد. این کنفرانس بر اساس یک برنامه علمی متمرکز بر بسیاری از زمینه‌ها مانند مدیریت منابع پایدار، اقتصاد چرخشی و مسؤولیت زیست‌محیطی برگزار می‌شود. انجمن بین‌المللی پسماند (ISWA) از برنامه حمایت می‌کند و در جلسات کارگروه حضور خواهد داشت و میزبان کارگاه آموزشی شعبه منطقه‌ای ISWA در منطقه خواهد بود.

راهبردها و اقدامات اساسی مدیریت پسماند توسط وزیرکشور ابلاغ شد

وزیر کشور با توجه به ضرورت اتخاذ رویکردهای نوین با موضوع مدیریت پسماند با دو هدف اصلی حل مشکلات زیست‌محیطی و بهره‌گیری از فرصت‌های اقتصادی مربوطه و نیز ضرورت انجام اقدامات دانش‌پایه و مؤثر در این باره، راهبردها و اقدامات اساسی زیر را که با بررسی و مشورت ذینفعان دولتی و شرکت‌های خصوصی و... به دست آمده، را برای اجرا ابلاغ کرد.

۱- **شکل‌دهی به زنجیره اقتصادی و پایدار مدیریت پسماند:** با توجه به وجود شرکت‌های فعال در حلقه‌های مختلف مدیریت پسماند، نسبت به طراحی زنجیره و اجرای اولین نمونه با تشکیل کنسرسیوم با شیوه‌های دیگر همکاری بین شرکت‌ها در چند شهر کشور تا پایان سال جاری اقدام نمایید، به گونه‌ای که با این تجربه، بتوان با کمترین سرمایه‌گذاری دولتی، نسبت به تکثیر این مدل و ساماندهی وضعیت موجود اقدام نمود.

۲- **انجام تکلیف قانونی تفکیک از مبدأ پسماندهای شهری:** با توجه تأثیر معنی‌دار این اقدام بر سایر مراحل مدیریت پسماند و شکل‌گیری استارت‌اپ‌های متعدد برای این منظور و وجود تجارب موفق از فعالیت آن‌ها در برخی نقاط کشور، زمینه اجرای فوری این اقدام با اولویت پایتخت و استان‌های شمالی، از طریق ایجاد بستری هموار و بدون مانع برای شرکت‌های دانش‌بنیان و ایجاد زمینه جذب سرمایه و گسترش کسب‌وکار آن‌ها، فراهم آید. در این رابطه فعالیت‌های غیررسمی عوامل مختلف درگیر در سیستم مدیریت پسماند، بهسازی و با این حرکت دانشی هماهنگ و هم راستا شوند.

۳- **توسعه فناوری و نوآوری در حوزه پسماند:** ارتقاء کیفیت و اثربخشی و ارزش‌افزوده در این فرآیند از طریق دستیابی شرکت‌های ایرانی به فناوری به روز محقق شود. از جمله موارد ذیل:

- **تدوین الگوی تجهیزات با راندمان بالا:** با تدوین مشخصات تجهیزات موردنیاز، بهره‌گیری از توان علمی و فناورانه کشور و استفاده از ظرفیت نهادی این حوزه مانند معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، صندوق نوآوری و شکوفایی وزارت عتف نسبت به داخلی‌سازی تجهیزات با راندمان مطلوب که اثربخشی اقتصادی کل فرایند مدیریت پسماند را افزایش داده و برای سرمایه‌گذاری جذاب کند، اقدام شود.
- **دستیابی به فناوری‌های موردنیاز:** هماهنگی و مساعدت‌های لازم برای دستیابی شرکت‌های داخلی به فناوری‌های جدید و مؤثر نظیر فناوری هاضم، فناوری‌های هایتک بازیافت با ارزش‌افزوده بیشتر، طراحی و ساخت داخلی واحدهای پردازش با راندمان بالا با هدف افزایش درآمد و کاهش حداکثری دفن زباله، ارزان‌سازی واحد زباله‌سوز و نظایر آن‌ها (در صورت نیاز با کمک طرف‌های خارجی) و کمک به شکل‌گیری زیست‌بوم فناوری این حوزه صورت پذیرد.
- **تعیین مأموریت برای دانشگاه‌ها و پارک‌ها:** در چهارچوب برنامه وزارت علوم برای مأموریت‌گرا نمودن دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی، مأموریت‌های لازم برای توسعه روش‌ها و فناوری‌های مناسب برای استان‌های مختلف بر اساس سابقه فعالیت و شایستگی‌های محوری دانشگاه‌ها در موضوع مدیریت پسماند در دستور کار آن‌ها قرار گیرد تا حمایت‌های مرسوم و ممکن نظیر پایان‌نامه‌ها، پژوهش‌های دانشگاهی، دوره‌های پسادکتری، فرصت‌های مطالعاتی، برنامه گرانت فناوری، تجهیزات آزمایشگاه‌ها و نظایر آن‌ها از این محورهای مأموریتی صورت پذیرد همچنین ظرفیت و زمینه جذب و به‌کارگیری نتایج حاصله توسط شرکت‌ها یا نهادهای مربوطه در استان‌ها را مدیریت نمایید.

۴- **ارائه برنامه و پروژه‌ها:** به دنبال بررسی دقیق میدانی از آخرین وضعیت شهرهای کشور، نسبت به تشخیص نیاز و تجویز مناسب‌ترین اقدامات (با رعایت مفاد بندهای فوق و با توجه به اصل حداقل سرمایه‌گذاری ضرورت دولتی)، و به‌روزرسانی برنامه اجرایی مدیریت پسماند کشور و ارائه برنامه کامل در قالب تعریف و اولویت‌بندی پروژه‌ها (واحدهای پردازش باراندمان بالا و بهسازی واحدهای موجود، تولید کمپوست باکیفیت و ارزشمند، زباله‌سوز، دفن بهداشتی، تصفیه شیرابه، کمپکتور و غیره) اقدام نمایید.

۵- **آسیب‌شناسی طرح‌های پیشین:** ارزیابی از طرح‌های اجراشده تولید کمپوست، زباله‌سوز، دفن‌گاه‌ها و مانند آن‌ها و ازنظر کیفیت، زمان اجرا، اثربخشی، موانع اجرایی و هزینه‌ها و نیز مجریان این پروژه‌ها، به همراه برنامه آن سازمان برای ارتقاء بهره‌وری و اثربخشی پروژه‌های بعدی و همچنین نحوه مدیریت موضوع پسماند ارائه گردد.

۶- **تبیین مدل مالی مناسب برای اجرای پروژه‌ها:** با توجه به گستردگی فعالیت‌های لازم برای هر گروه از پروژه‌ها مدل مالی و سرمایه‌گذاری مناسب ارائه نمایید. دریافت تسهیلات از صندوق ملی محیط‌زیست توسط بخش خصوصی، استفاده از ابزار قانونی پرداخت سود تسهیلات، منابع مالی صندوق نوآوری برای ساخت بار اول تجهیزات، و نیز تلاش برای تأمین سایر منابع مالی پیش‌بینی‌شده در قوانین برای مدیریت پسماند کشور موردنظر است.

۷- **تعیین فرآیندهای گلوگاهی اجرای پروژه‌ها:** موانعی تاکنون موجب کاهش آهنگ حرکت پروژه‌ها و اطاله زمانی غیرمتعارف اجرای آن‌ها شده شناسایی و

راهکارهای رفع آن‌ها تعیین و در این زمینه اقدام مؤثر صورت پذیرد تا پروژه‌های جدید بتوانند پرتعداد و در زمان تعیین مقرر اجراشده و با مشکلات مشابه مواجه نشوند.

۸- **ارزیابی عملکرد استان‌ها و شهرها**: نسبت به تعیین شاخص‌ها و تدوین چهارچوب ارزیابی عملکرد در شهرهای مختلف از منظر مدیریت پسماند اقدام و گزارشات فصلی برای رتبه‌بندی و اعتباربخشی در این باره ارائه نمایید. نتیجه این ارزیابی در اولویت‌دهی به تخصیص منابع و اجرای پروژه‌های مربوطه نیز مدنظر باشد. تعیین اهداف کمی زمان‌بندی شده برای انجام اقدامات در استان‌های مختلف از جمله حداقل‌سازی با حذف دفن پسماند و جایگزینی با روش‌های مختلف خصوصاً در استان‌های شمالی در زمره اهداف مذکور است.

۹- **همایش‌های منظم مجازی با شهرداری‌های کشور:** باهدف تبیین راهبردها، دریافت طرح‌های نوآورانه و تجربیات موفق شهرهای مختلف ارائه گزارشات ارزیابی و ایجاد هماهنگی و رقابت سازنده، جلسات منظم عمومی با شهرداری‌ها به‌صورت مجازی برای موضوع مدیریت پسماند تشکیل شود. همچنین تشکیل هیئت‌های اندیشه‌ورز برای تهیه روش‌ها و الگوهای بهینه بر اساس تجربیات داخلی و خارجی و دریافت ایده‌های نو مبتنی بر اقتضائات بومی هر منطقه از کشور توصیه می‌شود.

۱۰- **ترویج و آموزش همگانی**: با استفاده از امکانات دستگاه‌های نام برده شده در قانون مدیریت پسماند و نیز شرکت‌های دانش‌بنیان، باهدف ارتقای سطح فرهنگ عمومی و سواد مدیریت پسماند و همراهی عمومی مردم با برنامه‌ها و درنتیجه توفیق هرچه بیشتر آن سازمان، نسبت به افزایش آگاهی‌سازی عمومی اقدام فرمایید.

سومین نمایشگاه بین‌المللی حوزه مدیریت پسماند و بازیافت در اسفند ماه سال جاری برگزار خواهد

سومین نمایشگاه بین‌المللی مدیریت پسماند، بازیافت، ماشین‌آلات و تجهیزات وابسته IWEX2022 از تاریخ ۷ الی ۱۰ اسفند ماه سال جاری در محل دائمی نمایشگاه‌های بین‌المللی تهران برگزار می‌شود.

به گزارش ستاد خبری، نمایشگاه فوق با حضور سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران، شهرداری مناطق و سازمان حفاظت محیط‌زیست، وزارتخانه‌های صمت، جهاد کشاورزی، کشور، علوم و تحقیقات و فناوری و سایر ارگان‌ها و نهادهای مرتبط در کنار بیش از ۸۰ شرکت داخلی و خارجی در فضای بالغ بر ۸۵۰۰ مترمربع موجب شده تا این نمایشگاه به یکی از مهم‌ترین رویدادها در این حوزه بدل شود. هدف از برگزاری نمایشگاه فوق ارائه آخرین دستاوردها و تکنولوژی در حوزه مدیریت پسماند و بازیافت می‌باشد. همچنین ارتقاء سطح کیفی مدیریت پسماند و بازیافت زباله، جلوگیری از آلودگی اکوسیستم آب، خاک و منابع طبیعی و فرهنگ‌سازی در خصوص تفکیک زباله از مبدأ از دیگر اهداف برگزاری نمایشگاه فوق به شمار می‌رود. برگزاری کارگاه‌های آموزشی متعدد طی ۴ روز در کنار نمایشگاه مذکور توسط اساتید و کارشناسان سازمان‌ها و نهادهای مرتبط این حوزه این رویداد را از سایر رویدادها متفاوت ساخته و بار علمی و عملی نمایشگاه را افزون نموده است. در این نمایشگاه شرکت‌های دانش‌بنیان و استارتاپ‌ها و شرکت‌های فعال در زمینه بازیافت و مدیریت پسماندهای نفتی، الکترونیک شهری، کشاورزی، فلزی، پلیمری و ... محصولات، خدمات و نوآوری‌های خود را عرضه خواهند کرد. علاقه‌مندان برای حضور و کسب اطلاعات بیشتر می‌توانند به آدرس الکترونیکی WWW.sitaakin .ir مراجعه نمایند.

بر اساس دستورالعمل تنظیم بازار پسماند:
شورای رقابت، فروش پسماند از طریق بورس کالا را تصویب کرد

شورای رقابت، دستورالعمل «تنظیم بازار پسماند» را با توجه به انحصاری تشخیص دادن بازار پسماند در حوزه جمع‌آوری و دسترسی فعالان صنعت بازیافت به انواع پسماند قابل بازیافت، مصوب کرد که بر اساس این دستورالعمل، بورس کالای ایران به‌عنوان اصلی‌ترین بستر فروش به شیوه مزایده عمومی مواد قابل بازیافت به‌صورت تفکیک شده و قابل فروش معرفی شده است.

«شورای رقابت در این جلسه مطابق بند ۵ ماده ۵۸ قانون اجرایی سیاست‌های کلی اصل ۴۴ قانون اساسی به دلیل انحصاری تشخیص دادن بازار پسماند در حوزه جمع‌آوری و دسترسی فعالان صنعت بازیافت به انواع پسماند قابل بازیافت، دستورالعمل تنظیم بازار پسماند را تصویب کرد.»

بر اساس ماده ۲ دستورالعمل تنظیم بازار پسماند، شهرداری‌های سراسر کشور با رعایت قوانین و مقررات مربوط مکلف‌اند در مرحله انتخاب یا صدور مجوز برای اشخاص حقیقی و حقوقی برای جمع‌آوری زباله و پسماند با اعلام عمومی و اخذ پیشنهاد از سوی کلیه داوطلبین واجد شرایط به نحو رقابتی و با ضوابط قانونی مشخص اقدام و مجوز یا پروانه صادره را صرفاً در محدوده جغرافیایی و زمانی محدود و معین صادر نمایند. ضروری است کلیه مجوزهای صادره با ذکر جزئیات وظایف و تکالیف و محدوده مکانی و زمانی اشخاص دارای مجوز به‌صورت کاملاً واضح و شفاف اعلام عمومی شود.

در ماده ۳ این دستورالعمل اشاره شده که کلیه اشخاص حقیقی و حقوقی که مجوز یا پروانه جمع‌آوری پسماند را کسب کرده‌اند مکلف‌اند مواد قابل بازیافت را تفکیک و به‌صورت قابل فروش و واگذاری، منحصراً از طریق سامانه‌های بورس کالا یا سامانه‌های دیگری که با همکاری سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور و اتحادیه صنایع بازیافت ایجاد می‌شود به طریق مزایده عمومی و رقابت‌آمیز به واحدهای دارای پروانه بازیافت عرضه کنند.

در ماده ۴ دستورالعمل مذکور نیز آمده است: هرگونه واگذاری به اشخاص حقیقی و حقوقی خارج از روش‌های مذکور ماده ۲ و همچنین هرگونه عرضه مواد جمع‌آوری شده و قابل استفاده و پسماند از سوی اشخاص دارای مجوز جمع‌آوری پسماند خارج از رویه مشروح در ماده ۳ به‌عنوان رویه ضد رقابتی سوءاستفاده از وضعیت اقتصادی مسلماً توسط شورای رقابت رسیدگی خواهد شد.

بر اساس ماده ۵ دستورالعمل تنظیم بازار پسماند نیز تشکیل کارگروهی متشکل از نمایندگان تام‌الاختیار مرکز ملی رقابت، وزارت کشور (سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور)، وزارت صمت، سازمان حفاظت محیط‌زیست، اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران، اتاق تعاون ایران و اتحادیه صنایع بازیافت به منظور نظارت بر اجرای این مصوبه و ساماندهی سامانه‌های لازم مطرح شده که باید در مرکز ملی رقابت تشکیل و هر سه ماه یک‌بار گزارش اجرای دستورالعمل و پیشنهادات اصلاحی را در زمان مقتضی جهت اتخاذ تصمیم به شورای رقابت ارایه نماید.

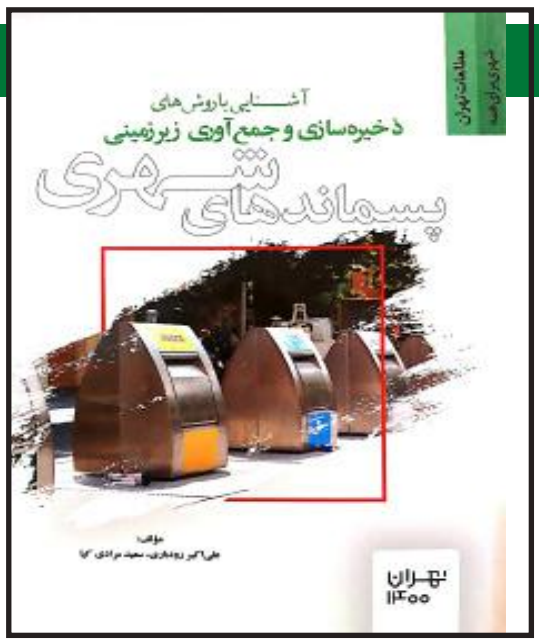
گفتنی است پیش از این، حجت‌الله میرزایی معاون وزیر کار پیشنهاد داده بود که پسماند نیز مانند سایر کالاها در بورس عرضه شود.

به گفته میرزایی، باید شرکت‌هایی رسمی مسؤولیت تفکیک پسماند را داشته باشند و با واگذاری هر منطقه به یکی از این شرکت‌ها، پسماند جمع‌آوری و تفکیک‌شده در بورس عرضه شود و افرادی که به آن نیاز دارند از بورس پسماند بخرند.

معاون وزیر کار اعلام می‌کند که برای مثال امروز شرکتی که به مواد اولیه پلاستیکی برای تولید سبدهای پلاستیکی برای فروش در بازار داخل یا صادرات نیاز دارد به زحمت می‌تواند مواد اولیه خود را که از بازیافت پسماندهای پلاستیکی به دست می‌آید، پیدا کند، چون سازوکار قانونی و شفافی برای بازیافت پسماند و تهیه پسماند بازیافتی وجود ندارد.

وی افزود: بازار پسماندهای بازیافتی کاملاً غیررسمی و غیرشفاف است و امکان ردگیری و رصد بازار نه از حیث کیفی و نه از نظر قیمتی وجود ندارد و در بازار مبهم و غیرشفافی که پدید آمده، امکان هر نوع تقلبی وجود دارد که پیشنهاد می‌شود عرضه پسماند در بورس انجام شود تا بازاری شفاف برای این حوزه نیز رقم بخورد.

آشنایی با روش‌های ذخیره‌سازی و جمع‌آوری زیرزمینی پسماندهای شهری



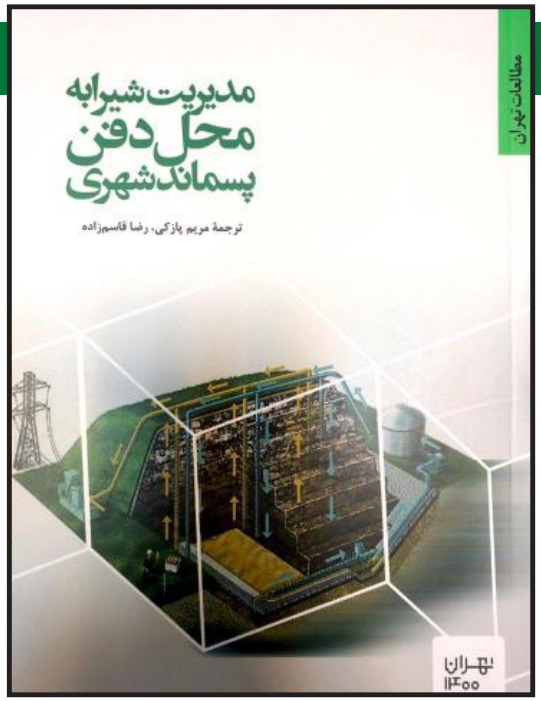
مؤلف:
علی‌اکبر رودباری
سعید مرادی کیا

انتشارات:
مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی
شهر تهران

درباره کتاب:

تداخل در ترافیک شهری، دسترسی آسان جمع‌آوری‌کنندگان غیرمجاز به پسماندهای خشک قابل بازیافت، جاری شدن شیرابه و انتشار بو، تخریب مخازن ذخیره‌سازی و یا سرقت آن‌ها، حجم اندک مخازن و نیاز به تخلیه هر روزه آن‌ها، عدم سازگاری آن‌ها با المان‌های شهری از دیدگاه زیبایی بصری را می‌توان از مهم‌ترین مشکلات مخازن روزمینی جمع‌آوری پسماندهای شهری برشمرد. لذا در سال‌های اخیر استفاده از مخازن زیرزمینی با حجم بالا برای ذخیره‌سازی و جمع‌آوری پسماندها در دوره‌های زمانی طولانی‌تر به‌ویژه در معابر پرتردد شهری موردتوجه قرار گرفته است. هدف این کتاب آشنا ساختن متخصصین و متولیان مدیریت شهری با الگوی‌های مختلف جمع‌آوری زیرزمینی پسماندهاست. در این کتاب ابتدا پتانسیل فضاهای زیرزمینی برای استفاده در مدیریت شهری مورد بررسی قرار گرفته است. سپس انواع روش‌های جمع‌آوری زیرزمینی (شامل روش مخزن زیرزمینی تنها و روش پنوماتیک) ارایه شده است. در ادامه تجارب کشورهای مختلف از پیاده‌سازی این الگو ارایه و با روش‌های جمع‌آوری روزمینی مقایسه فنی و اقتصادی شده است. به منظور کاربردی‌تر شدن کتاب نمونه عملی از مطالعه امکان‌سنجی فنی و اقتصادی اجرای سیستم جمع‌آوری زیرزمینی در کلانشهر کرج معرفی و ارایه شده است. در دو فصل پایانی نیز شرکت‌های پیشرو در زمینه جمع‌آوری زیرزمینی پسماندها و همچنین چشم‌اندازهای آتی و فناوری‌های جدید در جمع‌آوری زیرزمینی پسماندها معرفی شده است.

مدیریت شیرابه محل دفن پسماندشهری



ترجمه:
مریم پازکی
رضا قاسم‌زاده

انتشارات:
مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی
شهر تهران

درباره کتاب:

این کتاب در هفت فصل تدوین شده که آشنایی با شیوه‌ی مدیریت شیرابه‌ی محل دفن پسماند شهری در کشورهای در حال توسعه است.

در فصل اول تاریخ مدیریت پسماند در دنیا پرداخته و در ادامه، عناصر کاربردی مدیریت پسماند و سلسله‌مراتب مدیریت پسماند به‌صورت مختصر شرح داده شده است. در فصل دوم، بررسی مسائل مربوط به محل دفن پسماند شهری در دستور کار قرار گرفته و در ابتدا انواع محل‌های دفن پسماند طبقه‌بندی شده‌اند و خصوصیات سازه‌ای و اجزای محل دفن پسماند ارایه شده و همچنین، موارد مهم در خصوص مکان‌یابی و طراحی بخش‌های مختلف محل دفن پسماند مدنظر قرار گرفته است. همچنین در انتهای این فصل به طراحی سیستم‌های جمع‌آوری شیرابه و گاز اشاره شده است. در فصل سوم، فرایندهای تولید انواع شیرابه (اولیه و ثانویه) موجود در محل دفن پسماند و مشخصات کیفی آن‌ها و در ادامه، خصوصیات شیمیایی و میکروبی، اثرات محیط‌زیستی و فرایند تبدیل انواع شیرابه‌ی تولیدی در محل دفن پسماند و جمع‌آوری آن بررسی شده است. در ادامه نیز در فصل چهارم میزان تولید شیرابه در محل دفن بررسی و پارامترهای مؤثر در تولید شیرابه ارایه شده است. در فصل پنجم و ششم به‌عنوان بخش اصلی کتاب، انواع روش‌های تصفیه و مدیریت شیرابه شامل روش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی معرفی و کاربرد روش‌های مدیریت شیرابه در کشورهای در حال توسعه، انواع روش‌های طراحی سامانه‌های طبیعی تصفیه‌ی شیرابه به‌عنوان روش‌هایی که از نظر تکنولوژیکی به مراتب در دسترس‌تر و اقتصادی‌تر (مناسب برای کشورهای در حال توسعه) هستند، بررسی شده‌اند. پارامترهای اثرگذار و موارد حائز اهمیت در طراحی سامانه‌های طبیعی تصفیه‌ی شیرابه نیز در این بخش اشاره شده است. در فصل آخر به مطالعات موردی در خصوص سیستم‌های تصفیه شیرابه مرسوم در شهرهای ایران و شیوه‌ی مدیریت پسماند در برخی شهرهای آن پرداخته شده است.

20

مدیریت پسماند

Waste management

A Quartery Journal Of Waste Management
|No. 20| Winter - Autum 2021-2022

وزارت کشور
سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور
انتشارات