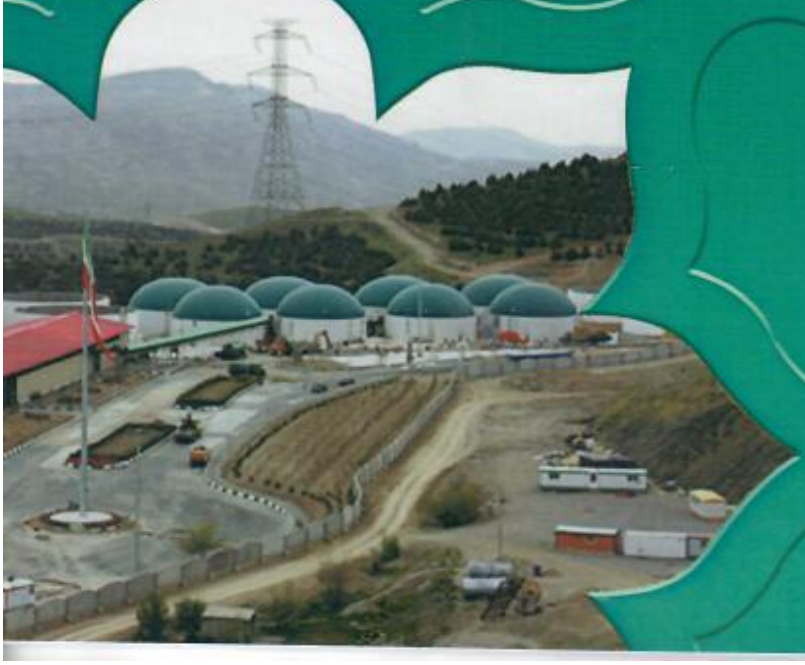
دانش شهر ۷۶۷

تفکیک در مبدأ پسماندهای شهری



بسم الله الرحمن الرحيم

مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران

تفکیک در مبدأ پسماندهای شهری
دانش شهر ۷۶۷

معاونت مطالعات شهرسازی، خدمات شهری و امور بحران
مدیریت مطالعات خدمات شهری

نویسنده: رضا نقوی
ناظر علمی: حسن پاسالاری

حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران است ضمناً متن (PDF) از سایت ذیل و یا اسکن کد تصویری قابل دریافت است.
نشانی: تهران، خیابان شریعتی، پل رومی، خیابان شهید اکبری، نبش خیابان شهید آقابزرگی، شمارهٔ ۳۲، کدپستی ۱۹۶۴۶۳۵۶۱۱، امور مخاطبان: ۳. ۲۲۳۹۲۰۸۰
info.rpc@tehran.ir rpc.tehran.ir

دانش شهر ۷۶۷

تفکیک در مبدأ پسماندهای شهری

مروری بر تفکیک در مبدأ و جمع آوری جداگانه بخش قابل هضم پسماندها، با هدف استفاده به‌عنوان ماده اولیه برای هضم بی‌هوازی در کارخانه‌های بیوگاز

نویسنده: رضا نقوی

ناظر علمی: حسن پاسالاری

زمستان ۱۴۰۱

فهرست مطالب

سخن نخست ۸
مقدمه ۹
تولید جهانی پسماندهای شهری و پسماندهای آلی وابسته به آن ۹
گزینه‌های فنی برای تصفیه پسماندهای آلی تفکیک‌شده در مبدأ ۱۳
هضم بی‌هوازی ۱۴
کمپوست ۱۷
هضم بی‌هوازی در مقابل کمپوست ۱۸
پردازش مکانیکی بیولوژیکی (MBT) ۲۰
چرا باید پسماندهای خانگی را تفکیک کنیم؟ ۲۰
۲. سیستم‌های تفکیک در مبدأ پسماندهای آلی ۲۳
پسماندهایی که می‌توانند در مبدأ تفکیک شوند ۲۳
رویکردهای جمع‌آوری ۲۳
عملکرد – ساکنین و تولیدکنندگان پسماند ۲۴
جمع‌آوری مستقیم از واحدهای مسکونی ۲۴
جمع‌آوری از مخازن مشترک ۳۲
جمع‌آوری پسماندها توسط شهرداری ۳۷
تجمیع و تصفیه ۳۸
تجربیات ۴۰
۳. راه‌اندازی سیستم تفکیک در مبدأ پسماندهای غذایی ۴۱
زمان بندی برای معرفی سیستم تفکیک در مبدأ ۴۱
پیش‌مطالعه/امکان‌سنجی ۴۱
برآورد مقدار ضایعات ۴۱
سیستم جمع‌آوری ۴۲
تجزیه و تحلیل سناریو و ارزیابی هزینه‌ها ۴۲
تعامل و نفوذ ذینفعان داخلی و خارجی ۴۲
اهداف ۴۲
بررسی عناصر اصلی برای اجرای طرح ۴۳
انتخاب سیستم جمع‌آوری مناسب ۴۳
فرکانس جمع‌آوری و اندازه/ ظرفیت ظروف ۴۳
طرح پروژه ۴۴
قراردادها و نیروی انسانی ۴۴
برنامه ارتباطات و اطلاعات ۴۴
بودجه ۴۵
محیط کار ۴۵
اطلاعات و ارتباطات ۴۶
پیگیری و بازخورد ۴۷
آنالیز ترکیب پسماند ۴۷
تجربیات ۴۷
محرک‌های کلیدی تفکیک در مبدأ پسماندهای قابل‌هضم توسط شهرداری‌ها ۴۹

موافقت‌نامه‌های بین‌المللی ۴۹
کنوانسیون چارچوب سازمان ملل متحد در مورد تغییرات آب و هوایی (UNFCCC) ۵۰
کنوانسیون بازل (BC) ۵۰
ابزارهای مورد استفاده در کشورهای عضو اتحادیه اروپا ۵۰
دستورالعمل محل دفن پسماند اتحادیه اروپا ۵۰
دستورالعمل چارچوب پسماند اتحادیه اروپا ۵۱
ترویج استفاده انرژی از منابع تجدیدپذیر ۵۲
مقررات محصولات جانبی دامی (ABP) ۵۲
ابزارهای مورد استفاده در کشورهای خارج از اتحادیه اروپا ۵۲
سوئیس ۵۳
کره جنوبی ۵۳
هنگ‌کنگ ۵۴
۴. اقتصاد تفکیک در مبدأ ۵۵
تجزیه‌وتحلیل کیفی هزینه، بر اساس تجربه کشور سوئد ۵۵
بهره‌وری هزینه از طریق ادغام تفکیک در مبدأ در مدیریت کلی پسماندهای شهری ۵۶
۵. طرح‌های موفق تفکیک در مبدأ ۵۸
تفکیک در مبدأ پسماندهای غذایی در Umeå، سوئد ۵۸
منبع تفکیک ضایعات موادغذایی در شورای شهر آکسفورد انگلستان ۶۳
منبع تفکیک ضایعات مواد غذایی در Daejeon، کره جنوبی ۶۸
۶. نظرات نهایی ۷۶
منابع ۷۸

فهرست جدول‌ها

جدول شماره ۱ : میزان متوسط، میانگین و حداکثری سرانه تولید پسماند ۱۰
جدول شماره ۲: بررسی اجمالی سیستم‌های هضم بی‌هوازی مورد استفاده برای پسماندهای جامد شهری ۱۷
جدول شماره ۳: مقایسه کلی هضم بی‌هوازی و کمپوست ۱۸
جدول شماره ۴: مروری بر سیستم‌های اصلی جمع‌آوری پسماندهای مواد غذایی خانگی تفکیک شده در مبدأ مورد استفاده در سوئد ۲۸
جدول شماره ۵: مزایا و معایب استفاده از کیسه‌های پسماند ۳۱
جدول شماره ۶: گزینه‌های تجمیع پسماندها ۳۹
جدول شماره ۳۱: جدول زمانی برای معرفی سیستم جمع‌آوری زباله‌های غذایی ۴۱
جدول شماره ۷: مواد مورد توجه در ضایعات مواد غذایی که باید قبل از دفع حذف شوند ۷۰
جدول شماره ۸. طبقه‌بندی نحوه جمع‌آوری بر اساس منابع تولید پسماند ۷۳

فهرست شکل‌ها

شکل شماره ۱: میزان سرانه تولید پسماندها (کیلوگرم/ نفر/ روز) ۹
شکل شماره ۲ : نمودار تولید پسماند براساس منطقه جغرافیایی(درصد) ۱۰
شکل شماره ۳: نمودار تولید پسماند براساس منطقه جغرافیایی ۱۱
شکل شماره ۴ : نمودار متوسط آنالیز پسماند جهان (درصد) ۱۱
شکل شماره ۵: سرانه تولید سالانه پسماندهای شهری و آلی در برخی کشور ۱۲
شکل شماره ۶ : سرانه تلفات و ضایعات مواد غذایی، در مراحل مصرف و پیش از مصرف[۶] ۱۳
شکل شماره ۷ : تأسیسات هضم بی‌هوازی Cassington در آکسفوردشایر، انگلستان. ۱۵
شکل شماره ۸ : نمودار جریان سیستم پایه هضم بی‌هوازی – بیوگاز[۱۱] ۱۶
شکل شماره ۹: ذخایر دفن کنترل نشده پسماند خطر آلودگی هوا، خاک و آب را ایجاد می‌کند. ۱۹
تصویر از محل دفن پسماند بمبئی (منبع: Shutterstock). ۱۹
شکل شماره ۱۰: سلسله‌مراتب پایدار مدیریت پسماند[۱۸] ۲۱
شکل شماره ۱۱ : تفکیک در مبدأ کیفیت بالای لازم برای هضم بی‌هوازی را تضمین می‌کند. [۱۰] ۲۲
شکل شماره ۱۲: عواملی که باید در انتخاب روش جمع‌آوری مناسب در نظر گرفته شوند. ۲۳
شکل شماره ۱۳: تفکیک در مبدأ پسماندهای غذایی در یک مخزن جداگانه ۲۵
شکل شماره۱۴:نمونه‌ای‌ازجداسازی‌پسماندهادربخش‌های‌مختلف‌سطل‌های‌چهارمحفظه‌ای‌درشهرTrelleborgترلبرگ‌سوئد ۲۶
شکل شماره ۱۵: محل انباشت مواد غذایی در یک‌مخزن ۱۹۰ لیتری ۲۷
شکل شماره ۱۶: دو نمونه از سیستم‌های خردکن بزرگ برای دورریزها ۲۹
شکل شماره ۱۷: دو نمونه از مخازن برای سیستم‌های آسیاب بزرگ ۲۹
شکل شماره ۱۸: یک دستگاه آسیاب و یک دستگاه متصل به مخزن (سمت چپ). یک‌راه حل ساده‌تر، با یک آسیاب در آشپزخانه متصل به مخزن که در یک اتاقک پسماند قرار داده شده (سمت راست) ۳۰
شکل شماره ۱۹: سطل‌های ۶ لیتری و ۳۰ لیتری برای تفکیک پسماندهای غذایی در مبدأ ۳۰
شکل شماره ۲۰: کیسه‌های نشاسته‌ای ۳۱
شکل شماره ۲۲: مخزن مشترک پسماندهای آشپزخانه در جاسپر، کانادا ۳۲
شکل شماره ۲۱: کیسه کاغذی ۳۲
شکل شماره ۲۳: ظروف نیمه زیرزمینی ۳۴
شکل شماره ۲۴: ورودی پسماند، با امکان کنترل کیفیت زباله ۳۵

شکل شماره ۲۵: نمونه‌هایی از ورودی پسماندها ۳۶
شکل شماره ۲۶: تصویر یک سیستم خلاء ثابت ۳۶
شکل شماره ۲۷: تصویر یک سیستم خلاء متحرک ۳۷
شکل شماره ۲۸: وسایل نقلیه جمع‌آوری مورد استفاده برای جمع‌آوری پسماندهای آلی در انگلستان ۳۸
شکل شماره ۲۹: تجمیع پسماندهای آلی در ظروف.جمع‌آوری وسیله نقلیه (چپ) در ظرف زباله (وسط و راست) ۳۸
شکل شماره ۳۰: جداسازی نوری کیسه‌های پلاستیکی چندرنگ، کارخانه هضم بی‌هوازی Vänersborg، سوئد ۳۹
شکل شماره ۳۲ : نمودار جریان مدیریت پسماندهای جامد شهری با بازیابی انرژی. ۵۷
شکل شماره ۳۳: استفاده از کیسه‌های کاغذی برای جمع‌آوری جداگانه پسماندهای موادغذایی ۵۹
شکل شماره ۳۴: وسایل نقلیه با بارگیری جانبی برای جمع‌آوری پسماندها ۶۰
شکل شماره ۳۵: اطلاعات چندزبانه در مورد مواد زائد جمع‌آوری‌شده در سطل‌های قهوه‌ای (قابل‌هضم) و سطل‌های سبز (غیرقابل‌هضم). ۶۰
شکل شماره ۳۶ بروشور اطلاعاتی - جمع‌آوری و بازیافت ضایعات مواد غذایی ۶۱
شکل شماره ۳۷: ضایعات غذایی تبدیل‌شده به بیوگاز به‌عنوان سوخت خودرو در سوئد استفاده می‌شود ۶۲
شکل شماره ۳۸: وسیله نقلیه جمع‌آوری پسماندهای مواد غذایی شورای شهر آکسفورد ۶۴
شکل شماره ۳۹: مخازن کادی پسماندهای مواد غذایی ۷ لیتری و ۲۲ لیتری ۶۵
شکل شماره ۴۰: کیسه‌های زیست‌تخریب‌پذیر مخازن کادی آشپزخانه ۶۶
شکل شماره ۴۱: جزوه بازیافت پسمانده‌ای‌های غذایی ۶۶
شکل شماره ۴۲: کارخانه هضم بی‌هوازی آگریورت کاسینگتون ۶۸
شکل شماره ۴۳: پردازش پسماندهای غذایی در کارخانه آگریورت ۶۸
شکل شماره ۴۴: تولید ضایعات غذایی در کره و dmC ۷۰
شکل شماره ۴۵: برچسب پیش‌پرداخت و وسیله نقلیه جمع‌آوری ۷۱
شکل شماره ۴۶: موتور و کامیون جمع‌آوری پسماندهای مواد غذایی ۷۱
شکل شماره۴۷: ضایعات مواد غذایی غربال شده در سینک ظرفشویی، و ذخیره در کیسه‌های پلاستیکی و ظروف کوچک ۷۲
شکل شماره ۴۸: سیستم جمع‌آوری عمومی ۷۲
شکل شماره ۴۹: وسیله‌نقلیه شستشو برای سطل‌های ۱۲۰ لیتری مشترک ۷۳
شکل شماره ۵۰: ترویج سیستم هزینه پسماند مواد غذایی در DMC ۷۴
شکل شماره ۵۱ : مخازن کارت داده‌شده به علت آلودگی ضایعات مواد غذایی ۷۴

سخن نخست

در طی دهه‌های اخیر، فعالیت‌های انسانی و تغییرات مرتبط با روش‌های زندگی و الگوی مصرف، سبب تولید حجم زیادی از انواع مختلف پسماندها شده، به‌طوری‌که تولید روزافزون پسماند و دفع غیراصولی آن، علاوه بر هدر دادن سرمایه‌های ملی سبب از بین رفتن منابع طبیعی و تخریب محیط‌زیست شده است. تفکیک پسماندها به‌عنوان نخستین مرحله از برنامه مدیریتی کارآمد جهت کاهش اثرات تخریبی پسماندهای شهری است.

یکی از معضلات جهان امروز، خصوصاً کشورهای درحال‌توسعه، دفع و بازیافت پسماندها می‌باشد. بسیاری از پسماندهای تولیدشده؛ مثل پسماندهای غذایی قابل بازگشت به چرخه طبیعت هستند، اما برخی از آن‌ها مانند شیشه و پلاستیک تجزیه نمی‌شوند و بعضی دیگر هم مدت زیادی طول می‌کشد تا به چرخه طبیعت برگردند؛ بنابراین بسیاری از کشورهای جهان، تفکیک پسماندهای شهری و به‌ویژه تفکیک پسماندهای قابل‌تجزیه بیولوژیکی از دیگر پسماندها در مبدأ را جزء برنامه‌های خود قرار داده‌اند که این اقدام نخستین واصلی‌ترین حلقه زنجیره بازیافت و بهره‌برداری از پسماندهاست.

در کشور ما که حدود هفتاد درصد پسماندها را پسماندهای قابل‌تجزیه بیولوژیکی تشکیل می‌دهد، مدیریت دفع نهایی این پسماندها از وضعیت مطلوبی برخوردار نبوده و معضلات و مشکلات زیست‌محیطی عدیده‌ای را به وجود آورده است؛ ازجمله مشکلات آن‌ها می‌توان به تولید شیرابه با نرخ آلودگی بسیار بالا (COD در حدود ۳۰۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر)، از بین رفتن مساحت قابل‌توجهی از زمین‌های مرغوب حاشیه شهرها، انتشار گازهای گلخانه‌ای (CH_4، CO_2) و غیره) آلودگی آب‌های زیرزمینی و ... اشاره کرد.

یکی از روش‌های پردازش بیولوژیکی بخش فسادپذیر پسماندها، روش هضم بی‌هوازی است که در حال حاضر در کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه به دلیل مزایای آن نسبت به زباله‌سوزی و دفن در زمین (باوجود راندمان کم) با رشد فراگیری مواجه شده است. هضم بی‌هوازی، به دلیل استفادهٔ کمتر از سوخت‌های فسیلی و انتشار کمتر گازهای گلخانه‌ای[1] در مقایسه با کمپوست‌سازی، ازنظر زیست‌محیطی مفیدتر است.

گزارش پیش رو به‌منظور آشنایی با مبانی و روش‌ها و تجربیات موفق کشورهای مختلف پیرامون تفکیک پسماندهای فسادپذیر شهری برای دست‌اندرکاران مدیریت پسماند و در راستای بهبود مدیریت شهری تهیه شده است.

با توجه به اهمیت موضوعات مرتبط با مدیریت پسماند، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران نسبت به انتشار این گزارش اقدام کرده و امید است با توجه به اطلاعات ارائه شده و استفادهٔ بهینه از آن، گام مؤثری در مدیریت بی‌خطر و پایدار پسماند شهری برداشته شود.

عطاءالله رفیعی آتانی

رئیس مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران

1 Greenhouse gas

مقدمه

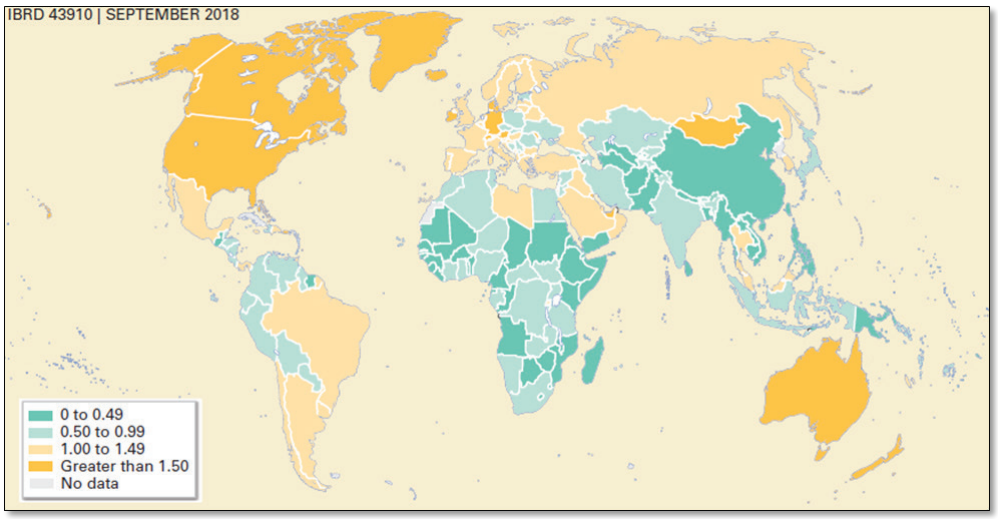
یکی از معضلات و مشکلات اساسی شهرهای امروز، موضوع پسماند و مدیریت صحیح و اصولی آن است. پسماند، محصول اجتناب‌ناپذیر زندگی روزمره انسان و تولید انواع آن‌ها در کمیت و کیفیت‌های مختلف یکی از مهم‌ترین معضلات زیست‌محیطی عصر حاضر است. افزایش جمعیت، توسعه فعالیت‌های بشری و کمبود منابع، لزوم تجهیز مدیریت‌پسماند را به ابزار روزآمد آشکار می‌سازد.

بحران افزایش پسماندها به‌ویژه در جوامع شهری، اهمیت مدیریت پسماند را بیش‌ازپیش افزایش داده است مهم‌ترین مفهوم در مدیریت پسماند، بازیافت است؛ ازجمله راهکارهایی که در بازیافت موردتوجه قرارگرفته است، اجرای طرح تفکیک پسماندها در مبدأ می‌باشد.

راهکارهای متنوعی برای تفکیک پسماند از مبدأ در مقالات، گزارش‌ها و پژوهش‌های متعدد ارائه شده است. بخشی از این راهکارها در عمل با شکست مواجه شده‌اند و برخی علی‌رغم بازدهی کم، هنوز هم در حال اجرا هستند. در این کتاب سعی شده است تا با استفاده از پژوهش‌ها و تجربیات موفق در این حوزه، گزینه‌هایی مناسب برای استفاده مدیران جهت اجرای تفکیک در مبدأ و جمع‌آوری جداگانه پسماندها ارائه شود.

تولید جهانی پسماندهای شهری و پسماندهای آلی وابسته به آن

بر اساس داده‌های موجود و همچنین پیش‌بینی‌های صورت گرفته در گزارش بانک جهانی سال ۲۰۱۲، میزان تولید پسماند جهان ۱.۳ میلیارد تن در سال بوده است، ولی پس از بازبینی داده‌های پیشین و دریافت اطلاعات جدید، به‌ویژه از کشورهای درحال‌توسعه، مقدار مورد نظر تغییریافته و در گزارش جدید به ۲.۰۱ میلیارد تن در سال ۲۰۱۶ میلادی رسیده است. با توجه به جمعیت رو به رشد جهان، در گزارش جدید بانک جهانی میزان سرانه تولید پسماندها (کیلوگرم/ نفر/ روز) به‌صورت نقشه زیر ارائه‌شده است[۱].



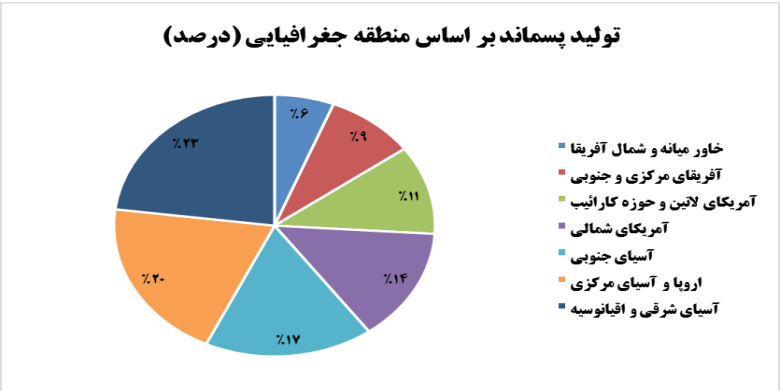
شکل شماره ۱: میزان سرانه تولید پسماندها (کیلوگرم/ نفر/ روز)

در نقشه فوق، سرانه تولید پسماند کشور ایران در محدوده ۵۰۰ الی ۹۹۰ گرم به ازاء هر نفر در روز می‌باشد و این در حالی است که بر اساس آمار وزارت کشور (سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌ها) در سال ۱۳۹۵ سرانه تولید پسماند شهری ۸۰۶ گرم و پسماند روستایی ۵۰۰ گرم به ازاء هر نفر در روز بوده است که این مقادیر در محدوده ارائه شده از سوی بانک جهانی قرار دارد [۲]. گفتنی است بانک جهانی در سال ۲۰۱۶ میلادی متوسط سرانه تولید پسماند جهان به ازاء هر نفر در روز را ۷۴۰ گرم ذکر کرده بود، درصورتی‌که در گزارش سال ۲۰۱۲ متوسط سرانه تولید جهانی پسماند ۱۲۰۰ گرم به ازاء هر نفر در روز اعلام شده است. بر این اساس، محدوده سرانه تولید در کل کشورها از ۱۱۰ تا ۴۵۴۰ گرم به ازاء هر نفر در روز در حال تغییر است. جدول شماره ۱ میزان متوسط، میانگین و حداکثر سرانه تولید پسماند را برای کشورهای مختلف بر اساس منطقه‌بندی جغرافیایی در سال ۲۰۱۶ نشان می‌دهد.

جدول شماره ۱ : میزان متوسط، میانگین و حداکثری سرانه تولید پسماند

متوسط تولید پسماند بر اساس منطقه جغرافیایی (کیلوگرم/نفر/روز)			
	متوسط سال ۲۰۱۶	حداقل	حداکثر
خاورمیانه و شمال آفریقا	۰/۸۱۰	۰/۴۴۰	۱/۸۳۰
آفریقای مرکزی و جنوبی	۰/۴۶۰	۰/۱۱۰	۱/۵۷۰
آمریکای لاتین و حوزه کارائیب	۰/۹۹۰	۰/۴۱۰	۴/۴۶۰
آمریکای شمالی	۲/۲۱۰	۱/۹۴۰	۴/۵۴۰
آسیای جنوبی	۰/۵۲۰	۰/۱۷۰	۱/۴۴۰
اروپا و آسیای مرکزی	۱/۱۸۰	۰/۲۷۰	۴/۴۵۰
آسیای شرقی و اقیانوسیه	۰/۵۶۰	۰/۱۴۰	۳/۷۲۰

همچنین بانک جهانی سهم کشورهای جهان از کل میزان تولید پسماند را بر اساس منطقه‌بندی جغرافیایی محاسبه کرده است. بر این اساس کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا تنها ۶ درصد از کل پسماند جهان را به خود اختصاص می‌دهند. این در حالی است که کشورهای آمریکای شمالی به‌تنهایی ۱۴ درصد از کل پسماند جهان را تولید می‌کنند. نمودار زیر سهم و درصد تولید پسماندهای کشورهای جهان را بر اساس منطقه جغرافیایی نشان می‌دهد.



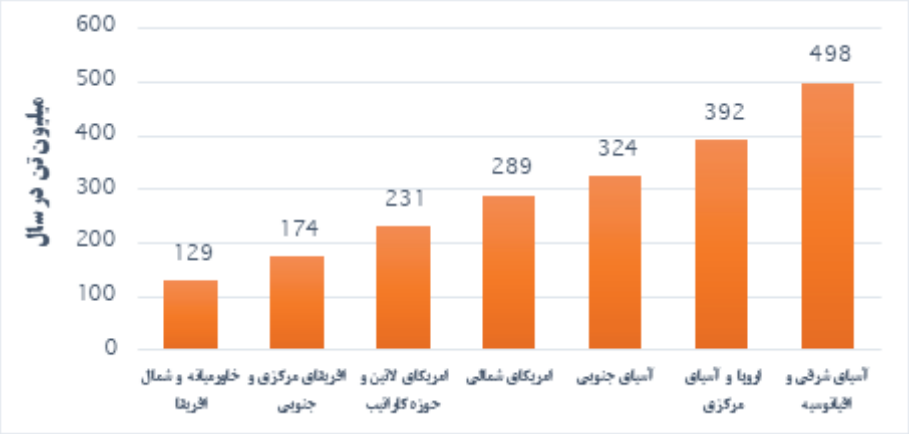
شکل شماره ۲ : نمودار تولید پسماند براساس منطقه جغرافیایی(درصد)

نمودار تولید پسماند بر اساس منطقه جغرافیایی (شکل شماره ۲) نشان می‌دهد با بالارفتن سطح توسعه‌یافتگی کشورها، میزان تولید پسماندها افزایش می‌یابد و دو تغییر عمده در کیفیت و کمیت پسماند تولیدی ایجاد می‌کند:

- کمیت پسماند افزایش می‌یابد (تغییر کمی)؛
- درصد پسماند خشک افزایش می‌یابد (تغییر کیفی).

این موضوع در کشورهای آمریکای شمالی، اروپا، آسیای شرقی و اقیانوسیه مشهود است.

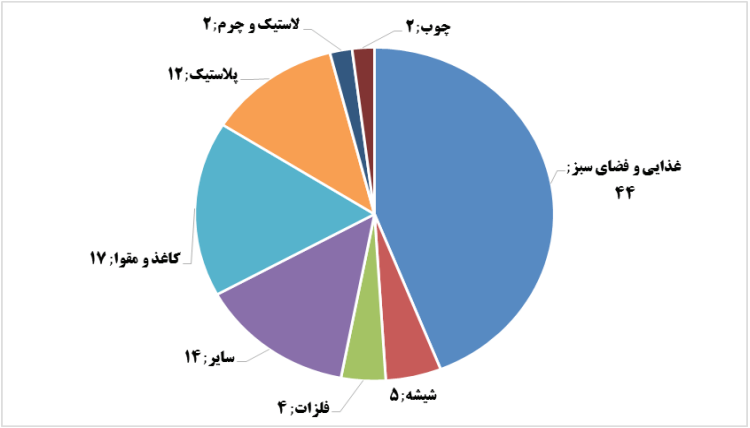
در نمودار تولید پسماند بر اساس میزان درآمد (شکل شماره ۳)، مقدار پسماند تولیدی کشورهای جهان بر اساس منطقه جغرافیایی در سال ۲۰۱۶ میلادی قابل مشاهده است.



شکل شماره ۳: نمودار تولید پسماند براساس منطقه جغرافیایی

ترکیب پسماند

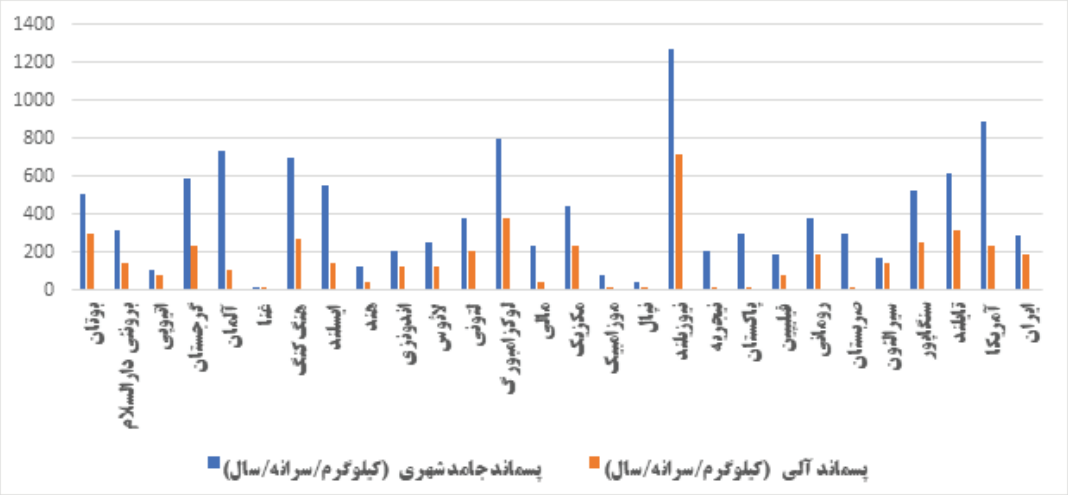
یکی از مهم‌ترین و تأثیرگذارترین عوامل موفقیت سازمان‌های مدیریت پسماند در جهان، آگاهی از ترکیب پسماند تولیدی در دوره‌های زمانی مختلف است. مدیران و کارشناسان مدیریت پسماند قادر خواهند بود با پایش مستمر ترکیب فیزیکی و شیمیایی پسماند به‌صورت مهندسی معکوس به تغییرات ایجادشده در الگوی مصرف شهروندان، تأثیرگذاری آموزش‌های ارائه‌شده و یا حتی مشکلات موجود در فرایند کلی و اجرایی مدیریت پسماند در منطقه موردنظر پی ببرند [۲].



شکل شماره ۴ : نمودار متوسط آنالیز پسماند جهان (درصد)

داده‌های بانک جهانی نشان می‌دهد شرق آسیا و منطقه اقیانوسیه بیشترین (۶۲٪) و کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی[1] (OECD) کمترین (۲۷٪) مقدار پسماندهای آلی را دارند، ولی با توجه به پایین بودن مقدار پسماندهای آلی در کشورهای OECD و همچنین به دلیل بالا بودن سرانه پسماندها، میزان کل پسماندهای آلی در این کشورها بیشتر است. به‌طورکلی به نظر می‌رسد با ثروتمندتر شدن یک کشور درصد پسماندهای آلی از کل پسماندهای تولیدی کاهش و درصد ضایعات کاغذ و پلاستیک افزایش می‌یابد[۲].

با استفاده از داده‌های بانک جهانی و کشورمان در مورد تولید پسماندهای جامد شهری و نسبت محتوای آلی، نمودار تولید پسماندهای آلی (کیلوگرم/ سرانه/ سال) برای برخی کشورهای منتخب به شرح ذیل است.



شکل شماره ۵: سرانه تولید سالانه پسماندهای شهری و آلی در برخی کشور

واضح است، در بسیاری از کشورهای کم‌درآمد بخش بزرگی از پسماندهای شهری را پسماندهای آلی تشکیل می‌دهد.

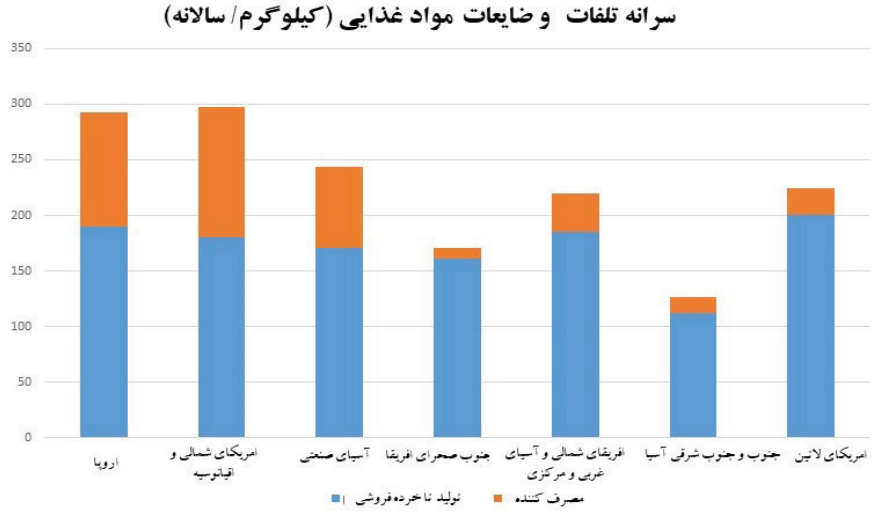
همه پسماندهای آلی برای هضم بی‌هوازی مناسب نیستند. چوب و سایر مواد زائد حاوی لیگنین نمونه‌های معمولی از این نوع ضایعات آلی هستند. این ضایعات معمولاً با استفاده از فناوری‌های جایگزین، مانند کمپوست یا احتراق با بازیابی انرژی تصفیه می‌شوند.

با توجه به اینکه در مورد نسبت بخش‌های مختلف مواد تشکیل‌دهنده محتوای آلی پسماند اطلاعات و داده‌ای در دسترس نیست، اما برآورد می‌شود برحسب منطقه جغرافیایی و سطح درآمد، ۲۳ تا ۶۷/۵ درصد از پسماندهای جامد شهری را ضایعات موادغذایی تشکیل می‌دهد [۳]. این عدد در اتحادیه اروپا معمولاً بین ۳۰ تا ۴۰ درصد را شامل می‌شود و میزان تولید سالانه پسماندهای زیستی پسماندهای جامد شهری در اتحادیه اروپا به ۱۱۸ تا ۱۳۸ میلیون تن می‌رسد [۴]. تنها در ایالات‌متحده، تولید سالانه ضایعات غذایی تقریباً ۲۷ میلیون تن است[۵].

بر اساس گزارش سازمان غذا و کشاورزی [۶]. در مورد تلفات و ضایعات جهانی مواد غذایی، تقریباً یک‌سوم موادغذایی تولیدشده در سطح جهان هدر می‌رود که بالغ بر ۱/۳ میلیارد تن در سال است. مجموع سرانه تولید بخش قابل استفاده مواد غذایی برای مصرف انسان در اروپا و آمریکای شمالی حدود ۹۰۰ کیلوگرم در سال و

1 Organisation for Economic Co-operation and Development

در آفریقای جنوبی و جنوب/جنوب شرقی آسیا ۴۶۰ کیلوگرم در سال است. در اروپا و آمریکای شمالی، سرانه تلفات غذا[1] ۲۸۰-۳۰۰ کیلوگرم در سال تخمین زده می‌شود، درحالی‌که در کشورهای جنوب صحرای آفریقا و جنوب/جنوب شرقی آسیا ۱۷۰-۱۲۰ کیلوگرم در سال است که این میزان تقریباً نصف اروپا و امریکای شمالی می‌باشد (شکل شماره ۶) در کشورهای کم‌درآمد تلفات مواد غذایی بیشتر در محدوده تولید و خرده‌فروشی است، درحالی‌که کشورهای صنعتی بخش بیشتری از پسماند در محدوده مصرف‌کننده تولید می‌شود. بااین‌حال، این پسماندها چه قبل یا بعد از مصرف‌کننده تولید شوند، همه باید برای هضم بی‌هوازی مناسب باشند.



شکل شماره ۶ : سرانه تلفات و ضایعات مواد غذایی، در مراحل مصرف و پیش از مصرف[۶]

پیشگیری از تولید ضایعات و همچنین افزایش کارایی منابع به‌احتمال‌زیاد در آینده تأثیر بسزایی خواهد داشت و ممکن است سرانه ضایعات غذا روند کاهشی را شروع کند.

گزینه‌های فنی برای تصفیه پسماندهای آلی تفکیک‌شده در مبدأ

یکی از رایج‌ترین گزینه‌های فنی برای تصفیه پسماندهای آلی، هضم بی‌هوازی است که تولید بیوگاز، کمپوست و تصفیه بیولوژیکی مکانیکی را به همراه دارد. در این فناوری، پسماندها می‌توانند در مبدأ تفکیک‌شده یا در تصفیه بیولوژیکی مکانیکی، به‌صورت خودکار و با تجهیزات خاص جدا شوند. در اتحادیه اروپا ثابت‌شده تفکیک در مبدأ مناسب‌ترین روش برای تأمین مواد اولیه خالص مورد نیاز هاضم‌های بی‌هوازی است [۷]. پیاده‌سازی تفکیک در مبدأ و سایر گزینه‌های تصفیه برای بخش قابل‌هضم/ارگانیک پسماندهای جامد شهری[2] نتیجه یک فرایند تصمیم‌گیری پیچیده است که بر اساس عوامل متعددی انجام می‌شود. این عوامل شامل اهداف، خط‌مشی، نیازها و شرایط محلی، امکان استفاده از فناوری‌های موجود، کیفیت پسماندهای جمع‌آوری‌شده و اثرات اقتصادی-اجتماعی می‌باشد.

در کشورهای درحال‌توسعه و اقتصادهای نوظهور، تصفیه پسماندهای آلی می‌تواند نقش مهمی در مدیریت تلفیقی

---

۱ تلفات غذا (food loss) مطابق تعریف سازمان جهانی غذا (FAO) شامل هرگونه از دست رفتن مواد غذایی قابل تناول توسط انسان در سراسر زنجیره تولید، توزیع و صرف می‌شود.

2 Municipal Solid Waste

پسماندها و منابع داشته باشد. هضم‌غیرهوازی پسماندهای آلی فرصتی منحصربه‌فرد برای مقابله با مشکلات مدیریت پسماند، کاهش آلودگی محیط‌زیست، تأمین انرژی سبز و تکمیل چرخه‌های غذایی فراهم می‌کند [۸].

یکی از مشکلات اساسی زیست‌محیطی و بهداشتی این کشورها، عدم مدیریت صحیح پسماندهای جامد در محدوده و حریم شهری است. رشد سریع جمعیت شهری و افزایش مداوم تولید زباله این چالش را تشدید می‌کند. آنالیز فیزیکی پسماند این کشورها نشان می‌دهد معمولاً، بیش از ۵۰٪ و گاهی اوقات ۷۰-۸۰٪ پسماندهای تولیدی، آلی و قابل‌تجزیه زیستی است. گزینه‌های مناسب تصفیه برای بخش‌آلی پسماندها که مقدار اعظم پسماندها را تشکیل می‌دهند، می‌تواند به کاهش مشکل پسماند کمک اساسی کند. درعین‌حال، یک اولویت اصلی در سراسر جهان تلاش برای یافتن منابع انرژی پاک و تجدیدپذیر است. کشورها به دلیل نگرانی در خصوص امنیت منابع به دنبال کاهش وابستگی خود به سوخت‌های فسیلی و فراهم کردن گزینه‌های دیگر به‌جای سوزاندن چوب (منبع اصلی انرژی برای پخت‌وپز و گرم کردن و افزایش جنگل‌زدایی)، هستند؛ بنابراین مزایای ممنوعیت دفع یا دفن پسماندها و به‌ویژه پسماندهای آلی شامل کاهش تولیدگاز از محل‌های دفن زباله، کاهش فشار بر ظرفیت دفن زباله و فشار بر زمین و همچنین کاهش تمام تعارضات، هزینه‌ها و بارهای اجتماعی موجود است [۸].

هضم بی‌هوازی

هضم بی‌هوازی یک فرایند میکروبیولوژیکی کنترل شده است که در آن مواد قابل‌هضم در غیاب اکسیژن آزاد تجزیه می‌شوند. فرآیند هضم بی‌هوازی در بسیاری از محیط‌های طبیعی بدون اکسیژن انجام می‌شود. فرآیند صنعتی در یک مخزن ویژه هاضم که بخشی از طراحی یک کارخانه بیوگاز است، انجام می‌شود. خروجی‌های فرآیند هضم بی‌هوازی دو محصول بیوگاز و ماده هضم شده است. ماده هضم شده نوعی کود آلی با کالری بالا است.

هضم بی‌هوازی پسماندهای آلی، فرصتی منحصربه‌فرد برای تحقق اهدافی، ازجمله مقابله با مشکلات مدیریت پسماند، کاهش آلودگی محیط‌زیست، حمایت از بازیابی انرژی و بسته‌شدن چرخه ماده مغذی فراهم می‌کند [۹].

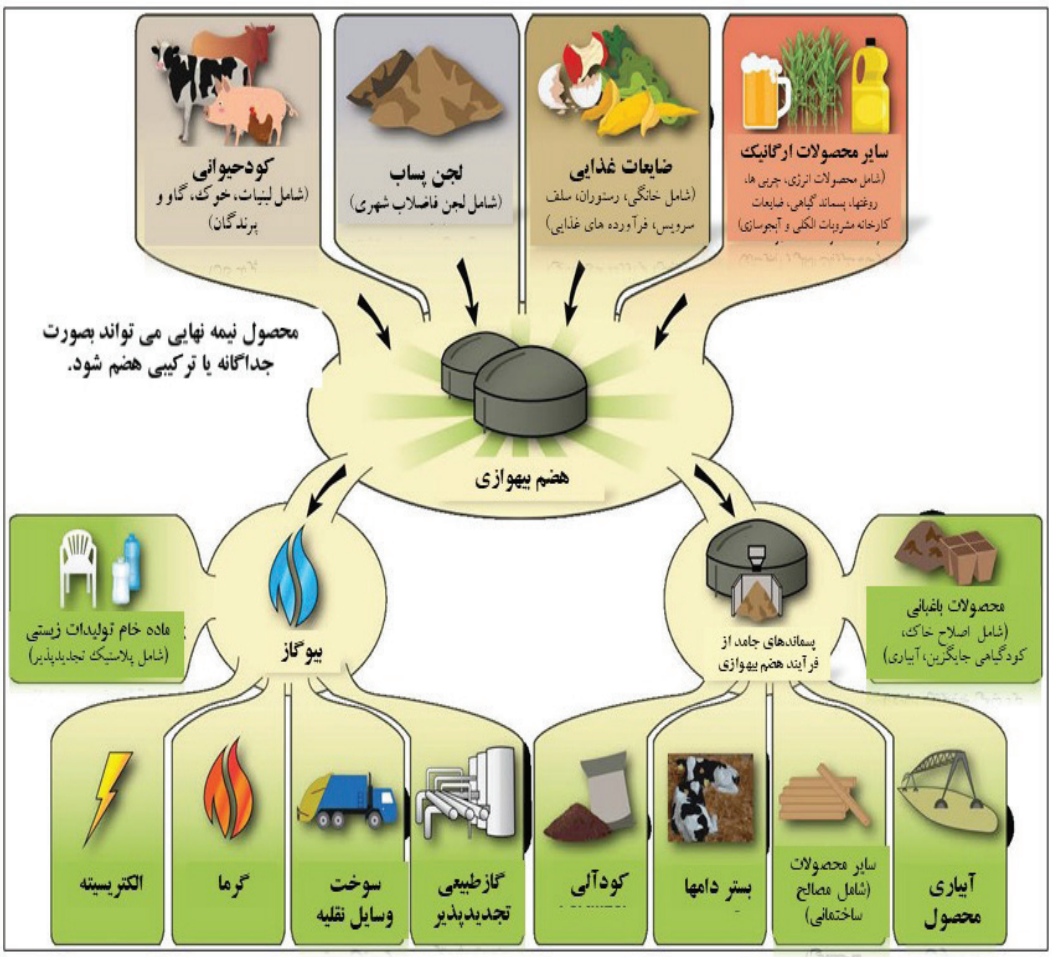
بیوگاز یک گاز غنی از متان است (حاوی ۴۵ تا ۸۰ درصد متان)، که می‌تواند به‌عنوان سوخت تجدیدپذیر برای احتراق مستقیم، تولید هم‌زمان (تولید برق و یا تولید حرارت تجدیدپذیر) استفاده شود، همچنین می‌توان آن را به بیومتان ارتقاء داد (معمولاً CH_4 ٪۹۴ <) و به شبکه گاز تزریق نمود و یا برای سوخت خودرو استفاده کرد. ماده هضم شده محصول فرعی هضم بی‌هوازی است، ماده‌ای که از تجزیه مواد اولیه یا پسماندهای آلی حاصل می‌شود. ماده هضم شده در قالب یک محصول غنی از مواد مغذی ماکرو و میکرو از مخزن هاضم، به شکل لجن یا مایع خارج می‌شود، که می‌توانند به‌عنوان کود یا بهبوددهنده خاک در زمین‌های کشاورزی استفاده شوند، به شرطی که الزامات کیفی سخت‌گیرانه تبیین شده برای چنین کاربردی را برآورده کند [۱۰].

بهترین روش برای تأمین پسماندهای قابل‌هضم در این فرآیند، روش تفکیک در مبدأ است؛ زیرا برای اطمینان از عملکرد پایدار فرایند هضم بی‌هوازی باید مواد ورودی از کیفیت بالایی برخوردار باشند؛ به‌عبارت‌دیگر عاری از ناخالصی‌های فیزیکی باشند. ناخالصی‌های شیمیایی و بیولوژیکی نیز باید به‌شدت نظارت و محدود شوند تا امکان استفاده ایمن و مفید از مواد هضم شده به‌عنوان کودگیاهی فراهم شود (شکل شماره ۷) [۱۰].

شکل شماره ۷ : تأسیسات هضم بی‌هوازی Cassington در آکسفوردشایر، انگلستان.

منبع فرآیندهای این کارخانه بیوگاز پسماندهای غذایی شهری و تجاری تفکیک شده در مبدأ می‌باشد.

آلودگی‌های شیمیایی، آلاینده‌ها، سموم، عوامل بیماری‌زا یا سایر ناخالصی‌های فیزیکی که نمی‌توانند با فرایند هضم بی‌هوازی یا به‌وسیله تیمارهای اضافی قبل یا بعد از هضم تجزیه شوند، نباید در مواداولیه هضم بی‌هوازی وجود داشته باشند. حضور آن‌ها نه‌تنها روند هضم بی‌هوازی را مختل می‌کند، بلکه از استفاده موادهضم شده در زمین‌های کشاورزی جلوگیری می‌کند. در عمل، هنگامی که قرار است از مواد هضم شده به‌عنوان کود استفاده شود، باید مواد اولیه آلوده به چنین ناخالصی‌هایی از فرآیند هضم بی‌هوازی حذف شوند. نمودار جریان سیستم پایه هضم بی‌هوازی - بیوگاز در شکل شماره ۸ نشان داده شده است.



شکل شماره ۸ : نمودار جریان سیستم پایه هضم بی‌هوازی – بیوگاز [۱۱]

امروزه، انواع فناوری‌های هضم بی‌هوازی برای تصفیه بخش‌آلی پسماندهای خانگی و سایر انواع پسماندهای جامد شهری قابل هضم در دسترس است. در جدول شماره ۲ طبقه‌بندی ساده هضم بی‌هوازی مورد استفاده برای پسماندهای جامد شهری بر اساس روش هضم و محتوای ماده خشک خوراک ورودی نشان داده شده است.

همچنین، زیرمجموعه‌های فرآیند هضم بی‌هوازی شامل جریان هضم جزئی یا کامل است. هضم بی‌هوازی می‌تواند یک مرحله‌ای یا چندمرحله‌ای، فرآیند پیوسته یا غیرپیوسته داشته باشد. بر اساس محتوای جامدات کل (TS)[1] خوراک ورودی برای هضم شدن، فرآیندهای هضم بی‌هوازی را می‌توان به مرطوب و خشک تقسیم‌بندی کرد.

در سال ۲۰۱۰، حدود ۷۵۰۰ کارخانه هضم بی‌هوازی فضولات دامی، تصفیه فضولات و دوغاب در ترکیب با ضایعات آلی صنایع غذایی و پسماندهای خانگی تفکیک شده در اروپا در حال فعالیت بودند.

1 Total Solid

جدول شماره ۲: بررسی اجمالی سیستم‌های هضم بی‌هوازی مورد استفاده برای پسماندهای جامد شهری

سیستم‌های هضم بی‌هوازی	روش پردازش	درصد ماده خشک	نمونه‌هایی از ارائه‌دهندگان فناوری
هضم تک (فقط پسماندهای جامد شهری)	خشک	۲۰ - ۳۰	والورگا کمپوگاز(یک مرحله‌ای، با جریان پیستونی) درانکو(تک‌مرحله‌ای) لینده
	تر	۲	بی تی ا
هضم مشترک (با فضولات حیوانی، سایر ضایعات، محصولات کشاورزی و غیره)	تر	۸ - ۱۵	دستگاه‌های هضم مشترک دانمارک
یکپارچه / ترکیبی	خشک	۲۰ - ۳۱	سیستم یکپارچه هاضم بی‌هوازی خشک و کمپوست سیستم یکپارچه هیدرولیز+ هاضم بی‌هوازی دومرحله‌ای

کمپوست

فراورده اکسیداسیون هوازی موادآلی جامد را پوسال(کمپوست) می‌گویند. انرژی آزاد شده در طول اکسیداسیون هوازی باعث افزایش دما می‌شود. با توجه به از دست دادن (پرت) انرژی و نیاز انرژی اضافی برای تأمین هوا، در سلسله‌مراتب مدیریت پسماندهای زیستی، پوسال(کمپوست) هوازی پایین‌تر از پوسال(کمپوست) بی‌هوازی قرار می‌گیرد [۱۲]؛به‌عنوان‌مثال، هنگامی‌که شاخ و برگ از درختان به کف جنگل می‌افتد، فعالیت میکروبی آن را به هوموس و مواد مغذی تبدیل می‌کند که توسط ریشه درختان جذب می‌شود. فرآیند فنی کمپوست اساساً یک نسخه کنترل شده و تسریع شده از فرایند طبیعی است.

از کمپوست هم به‌عنوان اصلاح‌کننده خاک و هم کود برای گیاهان استفاده می‌شود. کاربرد آن در زمین باعث می‌شود هوموس و مواد مغذی ماکرو و میکرو با رهاسازی آهسته به خاک وارد شود که به حفظ رطوبت کمک می‌کند و ساختار و بافت خاک را بهبود می‌بخشد. استفاده از کمپوست حاصل از بازیافت، مانند پسماندهای آلی از نظر زیست‌محیطی پایدار تلقی می‌شود [۷].

کمپوست را می‌توان در مقیاس کوچک، یا در مقیاس بزرگ صنعتی تولید کرد. کمپوست سازی در مقیاس کوچک که به آن کمپوست خانگی نیز گفته می‌شود، می‌تواند در حیاط‌خلوت منازل یا در فعالیت‌های کشاورزی کوچک با استفاده از بخش ارگانیک پسماندهای خانگی، پسماندهای باغی، و انواع فضولات دامی و پوشال زیر حیوانات، فضولات انسانی و غیره، انجام شود. کمپوست سازی خانگی را می‌توان با استفاده از روش‌ها و مواد مختلف ازجمله: مخازن تولید کمپوست خانگی، سطل‌های ورمی کمپوست، کمپوست سرویس بهداشتی (توالت‌ها)، کمپوست به روش دفن در زمین، استفاده از لارو حشرات، کمپوست بوکاشی (bokashi)، استفاده از میکروارگانیسم‌های خاص و غیره انجام داد. فرایند تولید کمپوست سطلی می‌تواند؛ به‌عنوان‌مثال در محل‌های آموزشی، بیمارستان‌ها، هتل‌ها یا در مکان‌های دارای آشپزخانه تجاری مورد استفاده قرار گیرد.

برای کمپوست سازی در مقیاس صنعتی با اهداف بازار، طیف وسیعی از روش‌ها و تکنیک‌های کمپوست، مانند کمپوست درجا، کمپوست ویندرو، کمپوست تونلی، کمپوست با هوادهی استاتیک، کمپوست کرمی و غیره وجود دارد. انواع محصولات این کمپوست دارای کیفیتی برای مصارف خاص هستند.

هضم بی‌هوازی در مقابل کمپوست

هضم بی‌هوازی پسماندهای تفکیک شده در مبدأ، جایگزین پایداری برای دفن پسماند، سوزاندن و حتی کمپوست محسوب می‌شود و در نهایت انرژی تجدیدپذیر و کود را تأمین می‌کند.

انتخاب بین گزینه‌های مختلف تصفیه پسماندهای آلی و مقایسه مزایای کمپوست در مقابل هضم بی‌هوازی، از یک‌سو به ماهیت (مناسب بودن) پسماندها و امکان استفاده از فناوری، و از سوی دیگر به نیازها و همچنین سیاست‌ها، اهداف و شرایط محلی بستگی دارد.

هضم بی‌هوازی به دلیل استفاده کمتر از سوخت‌های فسیلی و انتشار کمتر گازهای گلخانه‌ای[1] (GHG) در مقایسه با کمپوست‌سازی از نظر زیست‌محیطی مفیدتر است. براساس تجزیه‌وتحلیل فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی کمپوست و هضم بی‌هوازی در ایرلند [۱۳]، هضم بی‌هوازی می‌تواند تا kg CO2 / t ۱۴۵۱ را در مقایسه با kg CO2 / t ۱۱۹۰ در مورد کمپوست صرفه‌جویی کند. نتیجه مشابهی نیز از مطالعه منتشر شده در بریتانیا به‌دست‌آمده است [۱۴]. این گزارش بر اساس شواهد علمی مبتنی بر تجزیه‌وتحلیل چرخه حیات، نشان می‌دهد روش هضم بی‌هوازی برای پسماندهای غذایی دارای برتری زیست‌محیطی نسبت به کمپوست و سایر گزینه‌های بازیابی است. درحالی‌که برای پسماندهای فضای سبز و مخلوطی از ضایعات مواد غذایی و پسماندهای فضای سبز، هضم بی‌هوازی خشک همراه با کمپوست گزینه برتر زیست‌محیطی نسبت به صرفاً کمپوست است. همچنین هنگامی صرفاً کمپوست برای محیط‌زیست ترجیح داده می‌شود که پسماندهای آلی، مانند پسماندهای فضای سبز یا مخلوطی از پسماندهای غذایی و پسماندهای باغی برای هضم بی‌هوازی خشک مناسب نباشند.

در جدول شماره ۳ مقایسه کامل‌تر بین سیستم‌های هضم بی‌هوازی و بیوگاز و کمپوست نشان داده شده است [۱۵].

جدول شماره ۳: مقایسه کلی هضم بی‌هوازی و کمپوست

هضم بی‌هوازی در مقایسه با کمپوست	
بدون اکسیژن = بی‌هوازی میکروارگانیسم‌ها مواد آلی را در غیاب اکسیژن در یک ساختار محصور تجزیه می‌کنند	با اکسیژن = هوازی میکروارگانیسم ها مواد آلی را در یک محیط کنترل شده و در هوای آزاد تجزیه می‌کنند
انتشار گازهای گلخانه‌ای	
کم متان موجود در بیوگاز جذب شده و برای تولید انرژی استفاده می شود. دی‌اکسید کربن نیز آزاد می‌شود، اما اثر آن در گازهای گلخانه‌ای نسبت به متان کمتر است	کم ازآنجایی‌که کمپوست با مدیریت صحیح هوازی است، انتظار می‌رود انتشار متان کم باشد یا وجود نداشته باشد.دی‌اکسید کربن محصول جانبی اصلی تجزیه هوازی است
فایده برای خاک	
ماده هضم شده غنی از مواد مغذی است ماده هضم شده باعث افزایش در دسترس بودن مواد مغذی برای جذب و رشد مؤثرتر گیاه می‌شود	سلامت خاک را بهبود می‌بخشد کمپوست حاصل از پسماند را می‌توان برای بازسازی خاک ضعیف و تولید میکروارگانیسم‌های سالم استفاده کرد
تولید انرژی	
منبع عظیم انرژی است بیوگاز تولید شده از هضم بی‌هوازی یک منبع انرژی تجدیدپذیر است که برای تأمین انرژی خانه‌ها، سوخت وسایل نقلیه، تأمین سوخت گرمایشی و رفع سایر نیازهای انرژی استفاده می‌شود	منبع انرژی نیست هیچ محصول جانبی قابل‌استفاده‌ای از کمپوست وجود ندارد که بتوان آن را به منبع انرژی تبدیل کرد.

1 Greenhouse Gas

مزایای زیست‌محیطی	
چرخه عمر پایدار با گردش کامل ضایعات آلی به بیوگاز و ماده هضم شده غنی از مواد مغذی تبدیل می‌شوند؛ به‌عنوان‌مثال در یک مزرعه لبنی، بیوگاز را می‌توان برای راه‌اندازی مزرعه به برق تبدیل کرد و از ماده هضم شده آن به‌عنوان بستر برای حیوانات یا کود استفاده کرد.	کاهش پایدار پسماند ضایعات و پسماندهای آلی به‌طور مؤثر به محصولات مفید تبدیل می‌شوند.
زمان پردازش	
متوسط تا سریع بسته به فناوری هضم بی‌هوازی، این فرآیند می‌تواند در چند روز تا دو ماه یا بیشتر اتفاق بیفتد.	آهسته تا متوسط بسته به روش کمپوست، این فرآیند می‌تواند تا سه ماه یا بیشتر طول بکشد.

اثرات زیست‌محیطی محل دفن پسماند

متان دارای پتانسیل گرم شدن جهانی بسیار بالایی است: طی یک دوره ۱۰۰ ساله، هر مولکول متان ۲۵ برابر بیشتر از یک مولکول دی‌اکسیدکربن دارای پتانسیل مستقیم گرمایش جهانی است[۱۶]. در سال ۲۰۰۱ هیئت بین دولتی تغییرات آب و هوایی[1] (IPPC) تخمین زد ۶ تا ۱۲ درصد از انتشار گازهای متان به اتمسفر از محل دفن پسماندها سرچشمه گرفته و در انتشار کلی گازهای گلخانه‌ای نقش بسزایی داشته است. مطالعات نشان داده بیشتر انتشار گازهای گلخانه‌ای از محل‌های دفن پسماندها از تجزیه کاغذ و مواد زاید آلی مختلف و قابل‌هضم ناشی می‌شود؛ همچنین ممکن است محل‌های دفن پسماند در معرض نفوذ آب قرار گرفته و منجر به تولید شیرابه و انتشار ترکیبات آلاینده از محل دفن شود.

شیرابه می‌تواند خاک و آب‌های زیرزمینی را آلوده کند. طبق نظر هیئت بین دولتی تغییرات آب و هوایی در سال ۲۰۰۷، انتشار متان از محل‌های دفن پسماند در کشورهای با درآمد بالا، به دلیل افزایش بازیابی گاز محل دفن پسماند، و همچنین کاهش دفن براثر تصمیمات مدیریت‌های پسماند محلی؛ ازجمله بازیافت، شرایط اقتصادی محلی و ابتکارات سیاست‌گذاری، تثبیت می‌شود. درحالی‌که در کشورهای کم‌درآمد به دلیل افزایش شهرنشینی و افزایش سریع جمعیت، انتشار گازهای گلخانه‌ای از پسماند و به‌ویژه انتشار متان و نشت ناشی از تخلیه بی‌رویه پسماند و دفن پسماند بدون بازیابی گاز، در حال افزایش است (شکل شماره ۹).

شکل شماره ۹: ذخایر دفن کنترل نشده پسماند خطر آلودگی هوا، خاک و آب را ایجاد می‌کند. تصویر از محل دفن پسماند بمبئی (منبع: Shutterstock).

1 Intergovernmental Panel On Climate Change

پردازش مکانیکی بیولوژیکی[1] (MBT)

تصفیه مکانیکی بیولوژیکی اصطلاحی است که برای گروهی از سیستم‌های تصفیه با استفاده از ترکیب فرایندهای مکانیکی و بیولوژیکی برای جداسازی و تبدیل پسماندهای باقی‌مانده به چندین خروجی بکار می‌رود[۱۷] . تصفیه مکانیکی بیولوژیکی یک راه‌حل دفع نهایی برای پسماندهای تصفیه‌شده نیست؛ بنابراین می‌تواند به‌عنوان یک پیش‌تصفیه بیولوژیکی مکانیکی در نظر گرفته شود، همان‌طور که در بسیاری از کشورها چنین است.

تصفیه مکانیکی بیولوژیکی برای تصفیه بیشتر پسماندهای جامد جمع‌آوری‌شده یا پسماندهای شهری طراحی‌شده است. هدف اصلی آن کسب ارزش بیشتر از پسماندها و بازیابی انرژی موجود در آن و تسهیل در بازیافت و انحراف پسماندها از محل دفن پسماند است. فرآیندهای مکانیکی برای جداسازی مواد قابل بازیافت خشک، مانند شیشه و فلزات طراحی شده‌اند، درحالی‌که هدف فرآیندهای بیولوژیکی کاهش میزان رطوبت و رسیدگی به بخش آلی پسماندهای ورودی است.

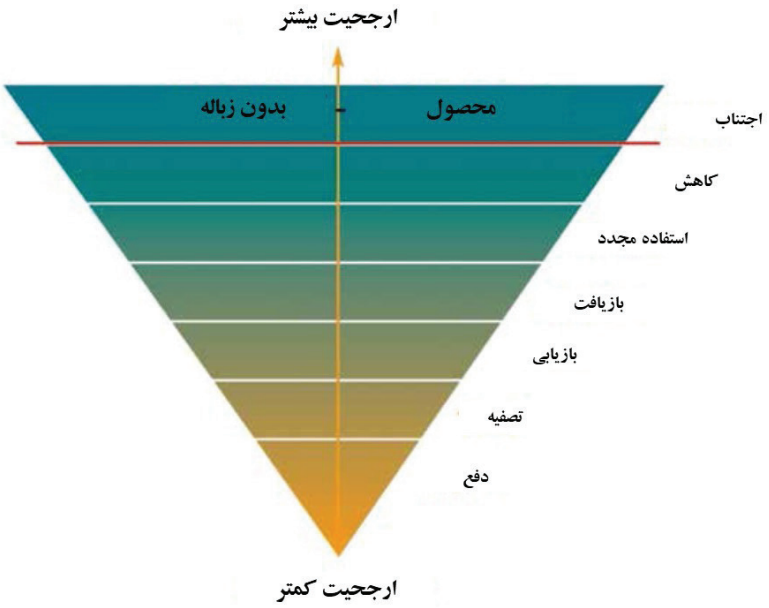
همراه با خروجی‌های غیرآلی، یک مجموعه تصفیه مکانیکی بیولوژیکی می‌تواند بخشی از پسماندهای آلی را تولید کند که با هضم بی‌هوازی به کمپوست تبدیل شده یا تصفیه می‌شود. کمپوست و هضم بی‌هوازی می‌توانند بخشی از یک مرکز تصفیه مکانیکی بیولوژیکی باشند. کیفیت کمپوست تولیدی توسط مجموعه تصفیه مکانیکی بیولوژیکی می‌تواند از نظر کاربرد ایمن در خاک مشکل‌ساز باشد؛ زیرا محتوای آلاینده‌های شیمیایی آن‌ها اغلب از مقادیر دارای مجوز فراتر می‌رود. به دلایل مشابه، استفاده از مواد هضم شده از تصفیه مکانیکی بیولوژیکی می‌تواند این‌گونه باشد و متعاقباً منجر به هزینه دفع می‌شود که تأثیر منفی قابل‌توجهی بر برقراری طولانی‌مدت تصفیه مکانیکی بیولوژیکی خواهد داشت.

چرا باید پسماندهای خانگی را تفکیک کنیم؟

پسماندهای مخلوط شهری اغلب دفن می‌شوند، پس از تجزیه طبیعی در محل‌های دفن، پسماندهای آلی خانوارها و شهرداری‌ها دارای پتانسیل بسیار بالای تولید متان هستند که تأثیر منفی بر محیط‌زیست می‌گذارند.

به‌منظور کاهش اثرات زیست‌محیطی و بهداشتی مرتبط با دفن پسماند، امروزه مدیریت‌های پسماند از دفع فاصله گرفته و به سمت اجتناب از تولید پسماند، استفاده مجدد، بازیافت و بازیابی انرژی حرکت کرده است، شکل شماره ۱۰ "سلسله‌مراتب پسماند" را با توجه به دستورالعمل پسماند اتحادیه اروپا نشان می‌دهد (کمیسیون اروپا، ۲۰۰۸). براساس این دستورالعمل رتبه‌بندی گزینه‌های مدیریت پسماند با توجه به تأثیرات زیست‌محیطی آن‌هاست، در بالای هرم وارونه، اجتناب از تولید پسماند، سازگارترین گزینه با محیط‌زیست قرار دارد. جداسازی بخش‌آلی و قابل‌هضم پسماندهای شهری قبل از دفن پسماند و تصفیه این بخش توسط هضم بی‌هوازی یا کمپوست، مطابق با سلسله‌مراتب پایدار مدیریت پسماند است. سلسله‌مراتب پسماند به‌عنوان راهنمای سیاست‌های پسماند در اتحادیه اروپا و دیگر کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی[2] (OECD) است و همچنین در اقتصادهای نوظهور بکار گرفته می‌شود.

1 Mechanical Biological Treatment
2 Organization for Economic Co-operation and Development



شکل شماره ۱۰: سلسله‌مراتب پایدار مدیریت پسماند[۱۸]

جمع‌آوری پسماندها به‌صورت مخلوط خطر آلودگی مواد قابل بازیافت را افزایش داده و امکانات بازاریابی آن‌ها را کاهش می‌دهد [۱۹]. بهترین راه برای مقابله با این مشکل، استفاده از تفکیک در مبدأ پسماندها است؛ زیرا خطر آلودگی متقابل از سایر پسماندها را به حداقل می‌رساند، و بدین ترتیب از مواد اولیه با کیفیت بالا برای تصفیه هضم بی‌هوازی اطمینان حاصل می‌شود (شکل شماره ۱۱) و حجم مواد جمع‌آوری‌شده را به حداکثر می‌رساند.

مصرف‌کنندگان در سراسر جهان به‌طور فزاینده‌ای خواستار کیفیت و ایمنی بالاتر موادغذایی هستند و در بسیاری از نقاط، کشاورزان و صنایع فرآوری موادغذایی، ماده هضم شده را به‌عنوان کودی برای تولید محصولات می‌پذیرند، به شرطی که پسماندهای مورد استفاده به‌عنوان ماده اولیه هضم بی‌هوازی در مبدأ تفکیک‌شده باشند [۲۰]. استانداردهای کیفیت اجباری برای مواد اولیه هضم بی‌هوازی در بسیاری از کشورها وجود دارد. لیست‌های مورد تأیید مواد اولیه و همچنین استانداردهای ملی و پروتکل‌های صدور گواهینامه برای مواد هضم‌شده در بسیاری از نقاط تصویب شده است [۱۰, ۲۰]. اطلاعات بیشتر در مورد استانداردهای کیفیت ماده هضم‌شده و نحوه مدیریت ماده هضم شده در نشریه IEA Bioenergy با عنوان "مدیریت کیفیت استفاده از ماده هضم شده به‌عنوان کود تولیدی در کارخانه‌های بیوگاز"، که توسط Al Seadi و همکاران در سال ۲۰۱۲ نوشته شده قابل‌استفاده است [۱۰].

شکل شماره ۱۱ : تفکیک در مبدأ کیفیت بالای لازم برای هضم بی‌هوازی را تضمین می‌کند. [۱۰]

۲. سیستم‌های تفکیک در مبدأ پسماندهای آلی

در این بخش به تشریح سیستم‌های جمع‌آوری برای تفکیک پسماندهای آلی و قابل‌هضم می‌پردازیم. هدف از این بررسی، مروری بر رویکردهای مختلف سیستم‌های جمع‌آوری است. انواع سیستم جمع‌آوری در یک شهرداری به نوع پسماند دورریز[1] و مواد خشک بازیافتی، و همچنین نیازها و پیش‌نیازهای گسترده‌تری، ازجمله نوع مسکن و چیدمان خیابان بستگی دارد.

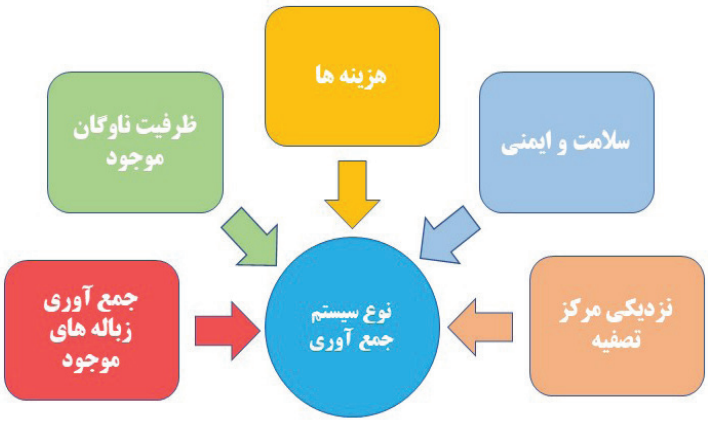
پسماندهایی که می‌توانند در مبدأ تفکیک شوند

در این بخش به منابع پسماندهای قابل‌هضم از خانوارها و پسماندهای قابل‌هضم مشابه از سایر منابع تولید پرداخته می‌شود. پسماندهای قابل‌هضم توسط شهرداری‌ها و همچنین بخش‌های تولیدی و خرده فروشی تولید می‌شود.

دو نوع اصلی پسماند مورد توجه است: ضایعات مواد غذایی و پسماندهای فضای سبز. قابلیت هضم مواد جداشده در مبدأ به توانایی آن در تجزیه‌پذیری آسان از طریق هضم بی‌هوازی اشاره دارد. جدا از قابلیت هضم، ممکن است معیارهای قانونی دیگری نیز برای انواع خاصی از پسماندها در نظر گرفته شود؛ به‌عنوان‌مثال در اروپا، رسیدگی و تصفیه محصولات جانبی دامی مانند ضایعات غذایی حاوی گوشت و سایر مواد با منشأ دامی، بر اساس آیین‌نامه شماره ۱۰۶۹ /۲۰۰۹ کمیسیون اروپا، (۲۰۰۹) انجام می‌گردد. این آیین‌نامه تصریح می‌کند کدام دسته از پسماندها مجاز به تصفیه توسط هضم بی‌هوازی هستند و حداقل الزامات مربوط به دما و زمان‌ماند در فرآیند هضم بی‌هوازی را تجویز می‌کند.

رویکردهای جمع‌آوری

برای ارزیابی مناسب‌ترین روش جمع‌آوری پسماند باید تعدادی از عوامل کلیدی را در نظر گرفت، همان‌طور که در شکل شماره ۱۲ نشان داده شده است. تأثیرات این عوامل در بخش‌های بعدی مورد بحث قرار گرفته است.



شکل شماره ۱۲: عواملی که باید در انتخاب روش جمع‌آوری مناسب در نظر گرفته شوند.

1 residual

عملکرد – ساکنین و تولیدکنندگان پسماند

دو نوع روش جمع‌آوری وجود دارد که می‌توان از آن‌ها استفاده کرد:

- جمع‌آوری مستقیم پسماند از املاک (مسکونی، سازمانی، تجاری و غیره).
- جمع‌آوری پسماند از نقاط عمومی.

اتخاذ رویکرد برای جمع‌آوری پسماندهای قابل‌هضم تا حد زیادی به روش مورد استفاده در جمع‌آوری پسماندهای دورریز و مواد خشک قابل بازیافت بستگی دارد، چراکه این امر مشارکت در فرایند تفکیک را تشویق می‌کند.

یک جنبه مهم که باید مورد توجه قرار گیرد، زیرساخت‌های مورد نیاز برای تولیدکنندگان پسماند(مانند استفاده از کیسه یا سطل پسماند) است، اطلاعات بیشتر در این مورد متعاقباً ارائه شده است.

جنبه حیاتی دیگر که نباید دست‌کم گرفته شود، نیاز به جمع‌آوری مواد با کیفیت بالا در طرح جمع‌آوری است، برای تولید یک هضم با کیفیت و خوب، ضروری است که مواد جمع‌آوری‌شده عاری از هرگونه آلودگی باشد، به‌منظور دستیابی به این مهم، می‌بایست راهنمایی شفاف برای ساکنان و تولیدکنندگان پسماند در مورد نوع پسماندهای قابل‌هضم ارائه شود و این امر توسط تیم جمع‌آوری نظارت شود. دستیابی به این امر درجایی که جمع‌آوری از واحدهای مسکونی است، برخلاف مجموعه‌های عمومی، آسان‌تر می‌باشد. کاربرانی که به‌اندازه کافی رعایت نمی‌کنند بایستی مورد توجه بیشتری برای راهنمایی و پشتیبانی قرار گیرند.

جمع‌آوری مستقیم از واحدهای مسکونی

تعداد دفعات جمع‌آوری به نیازهای محلی و خدمات موجود بستگی دارد. در اینجا به تجربیات انگلستان و سوئد می‌پردازیم که نقاط مشترک بسیاری را با سایر کشورها در زمینه‌های دیگر، دارا می‌باشد. مهم‌ترین نکات کلیدی سیستم‌های جمع‌آوری؛ شامل سطل‌های پسماند - کیسه یا سطل‌های چند قسمتی است- که توضیحات بیشتر در ادامه مطلب آمده است.

جمع‌آوری سطل/کیسه

از قدیم در انگلستان، یک برنامه جمع‌آوری هفتگی پسماند و بازیافت برای واحدهای مسکونی با استفاده از مخازن پسماند یا کیسه درنظر گرفته شده که شاهد تغییر قابل‌توجهی در افزایش حداکثری جمع‌آوری ضایعات موادغذایی و طرح‌های بازیافت خشک با استفاده از روش "جمع‌آوری متناوب هفتگی " بوده است. این رویکرد به‌طورمعمول شامل روند جمع‌آوری پسماند به شرح زیر است:

- جمع‌آوری هفتگی پسماندهای مواد غذایی (معمولاً از طریق مخزن ۳۰ لیتری)؛
- جمع‌آوری هفتگی جریان(های) بازیافت خشک (اغلب از طریق مخزن ۲۴۰ لیتری)؛
- جمع‌آوری دو هفته‌ای پسماند/ دورریز (از مخازن چرخ‌دار ۱۴۰ یا ۲۴۰ لیتری) و؛
- جمع‌آوری دو هفته‌ای پسماندهای فضای سبز (از طریق کیسه یا مخازن چرخ‌دار ۲۴۰ لیتری). توجه داشته باشید که اغلب خانه‌داران باید هزینه اضافی را برای خدمات پسماند فضای سبز پرداخت کنند.

این طرح در بریتانیا رایج بوده ؛ زیرا آن‌ها از ناوگان خودروهای مشابه استفاده می‌کنند تا در هفته‌های متناوب برای پسماندهای دورریز و فضای سبز استفاده شود؛ بنابراین هزینه اضافی جمع‌آوری‌ها را به حداقل می‌رسانند.

به‌طور مشابه در سوئد، یکی از قدیمی‌ترین و پرکاربردترین سیستم‌های جمع‌آوری پسماند مواد غذایی در مخازن جداگانه است (شکل شماره ۱۳)، که معمولاً مکمل مخازن مورد استفاده برای جمع‌آوری پسماندهای جامد شهری قابل‌احتراق است.

اندازه و طراحی مخازن جمع‌آوری برحسب مبادی جمع‌آوری(خانه‌های ویلایی یا ساختمان‌های آپارتمانی) و راهکارهای فنی اتخاذشده برای سیستم‌های جمع‌آوری متفاوت است. در کشورهایی، مانند سوئد، اندازه مخزن پسماند برای یک‌خانه ویلایی به‌طورمعمول ۱۴۰ لیتر است. اندازه‌های ۸۰، ۱۲۰، ۱۳۰ و ۱۹۰ لیتر نیز بندرت استفاده می‌شود. در مورد ساختمان‌های آپارتمانی، اندازه مخازن متفاوت است (۱۴۰، ۱۹۰، ۲۴۰، ۳۷۰ و ۴۰۰ لیتر). چنین مخازنی معمولاً در داخل خانه نگهداری می‌شوند و بنابراین اغلب از جنس مواد جامد هستند، اما از مخازن سوراخ‌دار یا مخازنی با درهای باز نیز در برخی مکان‌ها برای حفظ تهویه مناسب استفاده می‌شود. جنس کیسه‌های جمع‌آوری مورد استفاده در مخازن جداگانه معمولاً کاغذ است، اما از کیسه‌های پلاستیک تجزیه‌پذیر (بیوپلاستیک) و کیسه‌های پلاستیکی نیز در برخی اماکن استفاده می‌شود.

شکل شماره ۱۳: تفکیک در مبدأ پسماندهای غذایی در یک مخزن جداگانه

جمع‌آوری جداگانه مخازن پسماند از خانه‌های تک‌واحدی(ویلایی) معمولاً با وسایل‌نقلیه بارگیری جانبی دارای یک یا دو محفظه انجام می‌شود. در وسایل نقلیه دو محفظه‌ای، توزیع اندازه معمول ۶۰ - ۷۰ درصد برای پسماندهای قابل‌احتراق و ۳۰ - ۴۰ درصد برای پسماند مواد غذایی است. مخازن به‌طور خودکار با دستگاه بالابر روی خودرو خالی می‌شوند که لازم است شهروندان مخازن پسماند را در محل تعیین‌شده و آماده جمع‌آوری قرار دهند. در مورد ساختمان‌های آپارتمانی، عمدتاً از وسایل نقلیه با بارگیری از عقب استفاده می‌شود. این روش بارگیری در طرح‌های مختلف ارائه می‌شود و می‌تواند چندین محفظه داشته باشد. فضای بار در این وسایل نقلیه، می‌تواند از چند متر تا ۲۵

متر مکعب متغیر باشد. ارتفاع بارگیری و تجهیزات بالابر وسایل نقلیه پسماند از نظر محیط کار حائز اهمیت می‌باشند.

برای مشاغل و شرکت‌های صنعتی حجم مخازن معمولی ۱۴۰ یا ۱۹۰ لیتر است. سطل‌های ۱۲۰، ۱۳۰، ۲۴۰ و ۳۷۰ لیتری نیز در برخی مکان‌ها استفاده می‌شود، ازآنجایی‌که ضایعات مواد غذایی برخی مشاغل و صنایع اغلب دارای رطوبت بالایی هستند، گاهی اوقات در داخل مخازن از کیسه کاغذی یا پلاستیک زیستی استفاده می‌شود . معمولاً جمع‌آوری پسماندها از مخازن جداگانه با بارگیری عقب انجام می‌شود. دستگاه‌های بالابر اغلب برای جمع‌آوری مخازن از یک بارانداز (محل بارگیری) استفاده می‌کنند.

مخازن چندقسمتی

در سوئد برای خانه‌های ویلایی از سیستم مخازن پسماند چندقسمتی استفاده می‌شود که این سیستم در مناطق و شهرداری‌های دارای خانه‌های ویلایی رایج است. درصورتی‌که از این مخازن برای ساختمان‌های آپارتمانی یا مشاغل و صنایع استفاده شود، معمولاً دو یا چهارقسمتی هستند.

سطل با دو محفظه

این سطل دارای دیوار میانی و با ظرفیت ۱۹۰، ۲۴۰ یا ۳۷۰ لیتر است. یک قسمت برای ضایعات مواد غذایی و قسمت دیگر برای پسماندهای قابل‌احتراق در نظر گرفته شده است.

سطل با چهار محفظه

این سیستم به‌طورمعمول از دو مخزن ۳۷۰ لیتری تشکیل شده است.

هر دو مخزن دارای یک دیوار میانی هستند و در یک ظرف جمع‌آوری دو محفظه تخلیه می‌شوند؛ بنابراین هر مخزن دارای چهار محفظه است که داشتن این دو مخزن به معنای جداسازی پسماند به هشت بخش است، همان‌طور که در شکل شماره ۱۴ نشان داده شده است.

شکل شماره ۱۴: نمونه‌ای از جداسازی پسماندها در بخش‌های مختلف سطل‌های چهار محفظه‌ای در شهر Trelleborg سوئد

برای خانوارهای شهری که نمی‌خواهند جداسازی کامل را با مخازن چهار محفظه‌ای هشت قسمتی در خانه انجام دهند، یک گزینه دیگر، شامل مخزن ۱۹۰ یا ۲۴۰ لیتر که با یک بخش برای جمع‌آوری ضایعات مواد غذایی تغییر داده شده است، نیز وجود دارد (شکل شماره ۱۵). این امر جمع‌آوری را بدون نیاز به تغییر در نوع یا مسیر عادی وسایل نقلیه تسهیل می‌کند.

شکل شماره ۱۵: محل انباشت مواد غذایی در یک مخزن ۱۹۰ لیتری

در یک سیستم چند محفظه‌ای، کیسه‌های پسماند مورد استفاده معمولاً کاغذی هستند، البته از کیسه‌های بیوپلاستیکی و پلاستیکی نیز می‌توان استفاده کرد. برای جمع‌آوری چهار نوع پسماندهای تولیدی در یک سطل چهار محفظه‌ای، یک وسیله نقلیه ویژه و چند محفظه‌ای لازم است که بتواند مخازن پسماند ۸۰ تا ۶۶۰ لیتر را بارگیری و همه بخش‌ها را در عرض ۱۵ تا ۲۰ ثانیه خالی کند، علاوه بر این، گاهی اوقات از روش "کیسه‌های مقاوم" برای جمع‌آوری پسماندهای قابل‌هضم استفاده می‌شود که به‌صورت کیسه‌های جداگانه برای بخش‌های مختلف پسماند ازجمله: بازیافت خشک، پسماند دورریز و ضایعات قابل‌هضم ارائه می‌شود، سپس این کیسه‌ها در یک وسیله واحد جمع‌آوری‌شده و در یک سیستم مرکزی بر اساس رنگ کیسه‌ها تفکیک می‌شوند. این سیستم در برخی کشورهای اروپایی استفاده می‌شود. از معایب این سیستم مخلوط شدن کیسه‌های مختلف در این طرح است که احتمال آلودگی نسبتاً زیادی دارد زیرا ممکن است کیسه‌ها در حین جمع‌آوری یا عملیات بارگیری شکافته یا باز شوند.

در جدول شماره ۴ خلاصه‌ای از تجربه کشور سوئد در خصوص سیستم جمع‌آوری پسماندهای غذایی تفکیک‌شده در منازل ارائه شده است.

جدول شماره ۴: مروری بر سیستم‌های اصلی جمع‌آوری پسماندهای مواد غذایی خانگی تفکیک شده در مبدأ مورد استفاده در سوئد

	دو محفظه‌ای	چند محفظه‌ای	جداسازی نوری
اندازه‌های رایج مخازن	خانه‌های ویلایی ۱۴۰، ۱۹۰ لیتری ساختمان‌های آپارتمانی ۱۴۰، ۱۹۰، (۳۷۰) لیتری	۳۷۰، (۲۴۰) لیتری خانه‌های ویلایی برای ساختمان‌های آپارتمانی موجود نیست.	مانند قبل از تفکیک در مبدأ
تجهیزات جداسازی	نگهدارنده کیسه پلاستیکی یا سیمی که اغلب امکان تهویه دارند.	نگهدارنده کیسه پلاستیکی یا سیمی که اغلب امکان تهویه دارند.	روش نگهداری کیسه اختیاری است.
کیسه	کاغذ، پلاستیک زیستی، (پلاستیک)	کاغذ، پلاستیک زیستی	پلاستیک، اما جایگزین‌های دیگری قابل‌بررسی است.
وسایل نقلیه	وسایل نقلیه یک و دو محفظه‌ای با بارگیری از پهلو یا عقب	وسایل نقلیه چند محفظه‌ای	وسایل نقلیه معمولی
فواصل متداول جمع‌آوری	خانه‌ها: هر دو هفته یکبار ساختمان‌های آپارتمانی: هر هفته یکبار	ضایعات مواد غذایی: هر ۱۴ روز، سطل‌های دیگر: از هر ۱۴ روز تا هر ۶ هفته	مانند قبل از تفکیک در مبدأ
نواحی تحت پوشش	مناطق مسکونی، ساختمان‌های آپارتمانی، صنایع	مناطق مسکونی، صنایع کوچک	مناطق مسکونی، ساختمان‌های آپارتمانی، صنایع
محیط کار	کارکنان مجموعه ممکن است در معرض مخازن سنگین، حمل مخازن، گردوغبار میکروبی قرار بگیرند.	کارکنان مجموعه ممکن است در معرض مخازن سنگین، حمل مخازن، گردوغبار میکروبی قرار بگیرند.	محیط کار را تغییر نمی‌دهد. کیسه‌های پلاستیکی خطر قرار گرفتن در معرض گردوغبار میکروبی را کاهش می‌دهد.
کنترل کیفیت مستمر	کنترل بصری در حین جمع‌آوری و تحویل به مرکز پردازش و تصفیه	کنترل بصری در حین جمع‌آوری و تحویل به مرکز پردازش و تصفیه	کنترل بصری در حین جمع‌آوری و تحویل به مرکز پردازش و تصفیه
دیگر موارد	رایج‌ترین سیستم روز	بخش‌های تفکیک و جمع‌آوری‌شده ایجاد درآمد می‌کنند.	این سیستم به یک مرکز جداسازی نوری نیاز دارد.

برای اماکن تجاری و رستوران‌ها، زیر سینک آشپزخانه یک آسیاب یا خردکن پسماند موادغذایی نصب شده است که ضایعات غذای آسیاب شده در مخزنی ذخیره و توسط تانکر به روش خلأ یا مکش تخلیه می‌شود. برخی از سیستم‌های پیچیده این نوع، با یک یا چند آسیاب به یک مخزن متصل شده‌اند. اغلب مشاغل تولیدکننده زیاد موادغذایی از این سیستم به‌عنوان یک راه‌حل برای کم‌حجم سازی و قابلیت کمپوست و هاضم استفاده می‌کنند.

سیستم‌های خردکن بزرگ

آسیاب‌های ضایعات مواد غذایی را می‌توان در یک میزکار آشپزخانه ادغام کرد یا تنها از یک ورودی بزرگ استفاده کرد، در هر دو حالت به‌گونه‌ای قرار گرفته است که در مسیر جریان کار داخل آشپزخانه باشد (شکل ۱۶). آسیاب را می‌توان به‌صورت دسته‌ای یا پیوسته تغذیه کرد و در صورت استفاده از آسیاب به‌طور خودکار آب اضافه کرد. همه انواع آسیاب یا دستگاه‌های مشابه برای جلوگیری از صدمه به اپراتورها یا آسیب تجهیزات، مجهز به قفل ایمنی می‌باشند. برخی از مدل‌ها مجهز به آهن‌ربا برای جذب کارد و چنگال یا سایر اجسام فلزی هستند. مخازن جمع‌آوری (شکل شماره ۱۷) از الیاف شیشه، فولاد ضدزنگ یا پلاستیک ساخته می‌شود. حجم معمولی برای مخازن جداگانه بین ۲ تا ۳/۵ مترمکعب است.

شکل شماره ۱۶: دو نمونه از سیستم‌های خردکن بزرگ برای دورریزها

شکل شماره ۱۷: دو نمونه از مخازن برای سیستم‌های آسیاب بزرگ

سیستم‌های خردکن کوچک

در سیستم‌های کوچک‌تر و ساده‌تر که آسیاب مستقیماً به مخزن پسماند متصل است، اندازه مخزن به‌ندرت از ۱ مترمکعب تجاوز می‌کند (شکل شماره ۱۸، راست). مدل دیگر، استفاده از مخازن ضایعات مواد غذایی در آشپزخانه است که این مخازن می‌تواند تا ۲ مترمکعب حجم داشته باشند (شکل شماره ۱۸، سمت چپ).

یکی از جنبه‌های موردتوجه در جمع‌آوری پسماند از املاک تجاری و سازمانی، مقدار غذای بسته‌بندی شده است. این امر، به‌ویژه در مورد ضایعات غذایی سوپرمارکت‌ها؛ به‌عنوان‌مثال موادغذایی آسیب‌دیده یا اقلامی که تاریخ انقضاء آن‌ها گذشته است، صدق می‌کند. در مواردی که مقادیر زیادی ضایعات بسته‌بندی‌شده از مواد غذایی ایجاد می‌شود، معمولاً پسماند از طریق سطل‌ها جمع‌آوری‌شده و مواد داخل بسته‌بندی در یک تصفیه مرکزی از بسته‌بندی‌ها خارج می‌شوند.

شکل شماره ۱۸: یک دستگاه آسیاب و یک دستگاه متصل به مخزن (سمت چپ). یک‌راه حل ساده‌تر، با یک آسیاب در آشپزخانه متصل به مخزن که در یک اتاقک پسماند قرار داده شده (سمت راست)

از جنبه‌های کلیدی دیگر، استفاده از مخازن کوچک برای جمع‌آوری پسماندهای قابل‌هضم دارای ضایعات غذایی بالا است. مخزن پسماند برای ذخیره‌سازی مناسب ضایعات موادغذایی و جلوگیری از دسترسی حشرات موذی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، علاوه بر این، ممکن است، از ظروف کوچک آشپزخانه (کادی) برای ذخیره موقت ضایعات موادغذایی استفاده شود.

برای آشپزخانه‌های منازل مسکونی معمولاً از مخازن ۸ لیتری همراه با سطل بیرونی ۳۰ لیتری استفاده می‌شود (شکل ۱۹). در املاک تجاری / مؤسسات اغلب از سطل ۳۰ لیتری برای ذخیره‌سازی داخلی استفاده می‌شود و قبل از جمع‌آوری، محتویات به سطل بزرگ‌تر خارجی منتقل می‌شود، یا از یک سطل چرخ‌دار بزرگ‌تر برای ذخیره‌سازی داخلی استفاده می‌شود و سپس برای جمع‌آوری به خارج منتقل می‌شود.

شکل شماره ۱۹: سطل‌های ۶ لیتری و ۳۰ لیتری برای تفکیک پسماندهای غذایی در مبدأ

کیسه‌های کاغذی اغلب توسط ساکنان به‌عنوان بخشی از سیستم جمع‌آوری ضایعات موادغذایی دیده می‌شود. نظرسنجی‌ها و روند مصرف نشان می‌دهد ساکنان تمایل بیشتری به استفاده از کیسه‌های پلاستیکی دارند تا انتقال ایمن پسماندغذایی از سطل‌های آشپزخانه (کادی) به سطل بیرونی تمیز و بهداشتی تأمین شود.

برخی از مزایا و معایب کلیدی استفاده از کیسه‌ها در جدول شماره ۵ خلاصه شده است که بر اساس نتایج حاصل از آزمایش‌های تحقیقاتی جمع‌آوری ضایعات موادغذایی بسته‌بندی تهیه شده است.

جدول شماره ۵: مزایا و معایب استفاده از کیسه‌های پسماند

مزایا	معایب
فرآیند را برای کاربران تمیزتر می‌کند. بسیاری از کاربران ترجیح می‌دهند از کیسه استفاده کنند. به‌طور بالقوه نرخ جذب و بازده افزایش می‌یابد. نرخ مشارکت بالقوه بالاتری به‌دست‌آمده است. جمع‌آوری برای نیروهای خدماتی آسان‌تر است - ضایعات غذا به ظروف نمی‌چسبد و تمام پسماندهای مواد غذایی از ظرف تخلیه می‌شود. اتاق‌های جمع‌آوری در وسایل نقلیه تمیزتر نگه‌داشته می‌شوند و احتمال ریزش/ نشتی کاهش می‌یابد.	در صورت ارائه رایگان به تولیدکنندگان پسماند، هزینه‌ها را به خدمات اضافه می‌کند. اگر توزیع کیسه‌ها توسط خدمه جمع‌آوری انجام نشود، خدمات توزیع می‌تواند زمان‌بر باشد. در صورت ناکارآمد بودن کیسه‌ها امکان هدر رفتن آن‌ها زیاد می‌شود. هزینه اضافی برای تولیدکننده زباله. بستگی به تمایل تولیدکننده زباله برای خرید کیسه دارد. باید ابعاد مخزن مورد استفاده (کادی) مشخص شود.

از دو نوع کیسه قابل‌تجزیه در دسترس برای جمع‌آوری ضایعات موادغذایی استفاده می‌شود.

- کیسه‌های نشاسته‌ای، ساخته شده از پلیمرهای نشاسته‌ای یا بیوپلیمرها (شکل شماره ۲۰). آن‌ها برحسب اندازه و ضخامت خود دارای مشخصات مختلفی هستند.
- کیسه‌های کاغذی، ساخته‌شده از کاغذ مقاوم در برابر رطوبت (شکل شماره ۲۱)

نوع کیسه انتخاب‌شده برای استفاده به موارد زیر بستگی دارد:

- الزامات مرکز پردازش و تصفیه؛
- هزینه شهرداری، در صورت ارائه رایگان کیسه به کاربران؛
- هزینه برای مصرف‌کنندگان/ تولیدکنندگان پسماند، درصورتی‌که آن‌ها باید کیسه‌ها را خریداری کنند

در مواردی، اگر تجهیزات بسته‌بندی در تأسیسات نصب شود، ممکن است از پلاستیک غیرقابل‌تجزیه استفاده شود، اگرچه این روش در اکثر سیستم‌های اجرایی معمول نیست.

شکل شماره ۲۰: کیسه‌های نشاسته‌ای

شکل شماره ۲۱: کیسه کاغذی

جمع‌آوری از مخازن مشترک

این نوع جمع‌آوری می‌تواند در سطح محله، از طریق استفاده از مخازن جمع‌آوری محلی یا در مکان‌های متمرکزتر، مانند مراکز بازیافت پسماندهای خانگی انجام شود. با این رویکرد، مواد باید توسط ساکنان/ تولیدکنندگان پسماند به محل جمع‌آوری آورده شود؛ بنابراین ضروری است که یک کیسه یا مخزن زباله جهت ساکنان/تولیدکنندگان پسماند برای انتقال مواد به مخزن زباله عمومی فراهم شود. این روش اغلب برای بلوک‌های آپارتمانی یا مجتمع‌ها به کار گرفته می‌شود که در سراسر اروپا و خاورمیانه رایج است. شکل شماره ۲۲ سطل‌های محله‌ای را نشان می‌دهد که در جاسپر کانادا برای جمع‌آوری پسماندهای آشپزخانه استفاده می‌شود.

شکل شماره ۲۲: مخزن مشترک پسماندهای آشپزخانه در جاسپر، کانادا

مخازن زیرزمینی

چندین نوع مخزن زیرزمینی در بازار وجود دارد که برای بخش‌های مختلف پسماند، مانند پسماندهای قابل‌احتراق، بسته‌بندی‌ها و ضایعات موادغذایی استفاده می‌شود. برخی از انواع این مخازن به‌طور سفارشی برای جمع‌آوری ضایعات مواد غذایی ساخته می‌شوند. فروشندگان بین سیستم‌های نیمه زیرزمینی، جایی که یک قسمت روی زمین است و سیستم‌های کاملاً زیرزمینی که کل سیستم زیرزمین است، تمایز قائل می‌شوند.

هر دو سیستم به‌طور خلاصه در زیر توضیح داده‌شده است.

نیمه زیرزمینی

در گروه سیستم‌های نیمه‌زیرزمینی (شکل شماره ۲۳)، انواع مختلف مخازن جمع‌آوری ضایعات موادغذایی وجود دارد:

- مخازن ساخته شده از پلی‌اتیلن با سیستم جمع‌آوری نشت شیرابه که کیسه داخلی می‌تواند از کاغذ یا پلاستیک قابل‌تجزیه زیستی ساخته شود. در این سیستم‌ها، درب مخزن باز می‌شود و کیسه پلی‌اتیلن کامل برداشته می‌شود.
- یک مخزن از جنس پلی‌اتیلن که در آن ضایعات موادغذایی در یک کیسه تقویت‌شده، جمع‌آوری و از ته آن خالی می‌شود. کیسه تقویت‌شده به درب ظرف متصل شده است، بنابراین نمی‌توان آن را بارگیری کرد.
- مخازنی که از ته خالی می‌شود. طراحی اصلی این مخازن تا ذخیره ۳ مترمکعب پسماند را اجازه می‌دهد اما حجم آن قابل تنظیم است. در این سیستم از کیسه داخلی نمی‌توان استفاده کرد؛ زیرا درب آن هنگام جمع‌آوری باز نمی‌شود. در عوض پسماندها از پایین تخلیه می‌شوند.

برای جمع‌آوری پسماندهای غذایی می‌توان بر اساس نیاز مشتری سیستم را به اشکال زیر سازگار نمود:

- قفل‌دار کردن دریچه پرتاب.
- حجم کمتر (به‌عنوان‌مثال از ۰,۶ تا ۱,۵ مترمکعب).
- ظروف پلی‌اتیلن.
- طرحی با ته‌کاسه شکل که جمع‌آوری پسماندهای غذایی و شیرابه را در وسایل نقلیه جمع‌آوری فراهم می‌کند.

شکل شماره ۲۳: ظروف نیمه زیرزمینی

شکل شماره ۲۴ نوعی از سیستم نیمه‌زیرزمینی است که یک مخزن کاملاً زیرزمینی دارد و از ته خالی می‌شود. در این سیستم، ظرف در یک پوشش بتنی با ورودی‌هایی در بالای زمین قرار گرفته است.

انواع مختلفی برای ورودی پسماند وجود دارد، برای جمع‌آوری ضایعات مواد غذایی می‌توان تغییرات خاصی را انجام داد:

- ورودی می‌تواند قفل‌دار شود.
- حجم کمتر (۰,۷ تا ۱,۶ متر مکعب)، تطبیق ویژه‌ای که توسط برخی فروشندگان با توجه به نیاز مشتری ارائه می‌شود.
- مجهز به کف دولایه، به ترتیبی که کیسه‌ها روی یک توری جمع‌آوری‌شده و شیرابه در کف کاسه‌ای شکل (۱۸۰ - ۴۵۰ لیتر) جمع‌آوری می‌شود. این بدان معناست که هر دو ضایعات موادغذایی و شیرابه می‌توانند توسط خودرو جمع‌آوری شوند.
- تقسیم در ظروف جمع‌آوری هنگام خالی شدن مخزن، مانع از جابجایی شیرابه از یک‌سو به‌طرف دیگر می‌شود.
- برای محافظت در برابر خوردگی از پوشش اپوکسی استفاده می‌شود.
- از طریق دریچه اضافی روی ورودی‌ها، امکان بازرسی کلکتور فراهم می‌شود.

شکل شماره ۲۴: ورودی پسماند، با امکان کنترل کیفیت زباله

سیستم‌های خلاء

سیستم خلاء یک سیستم خودکار است که برای برخی مناطق شهری و به‌ویژه آپارتمان‌ها مناسب است. درجاهایی که سیستم‌های خلاء برای دو یا چند بخش نصب شده است، سیستم جداسازی موادغذایی در مناطق مسکونی را تکمیل می‌کند. این سیستم بر این اصل استوار است که پسماندها به‌وسیله جریان هوای ایجاد شده توسط یک یا چند فن منتقل می‌شوند. سیستم‌های خلاء می‌توانند ثابت یا متحرک باشند.

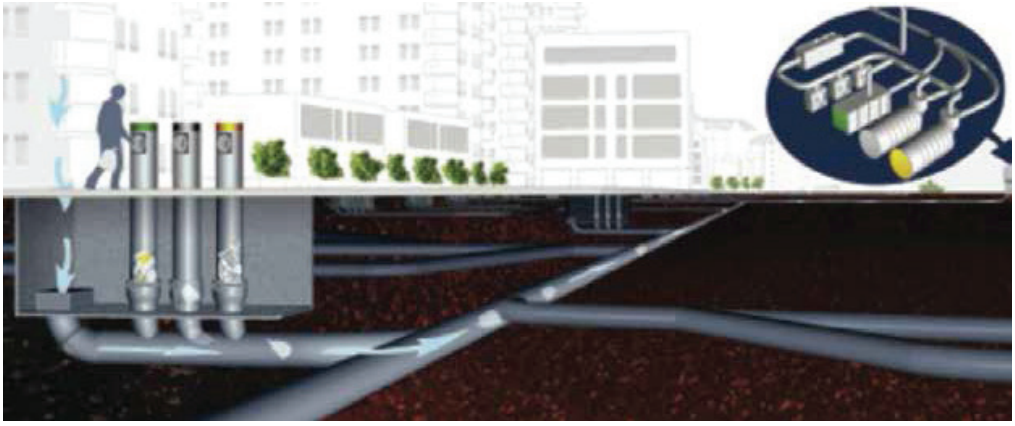
سیستم‌های خلاء ثابت

سیستم خلاء ثابت یک سیستم بسته در چندین ساختمان، یا ساختمان و محوطه است. ورودی‌های این سیستم، داخل یا خارج ساختمان قرار دارند (شکل شماره ۲۵).

ضایعات به‌طور موقت در بالای یک شیر بسته ذخیره می‌شوند (شکل شماره ۲۶). در زیرزمین، یک لوله متصل به ترمینالی برای ذخیره موقت پسماندهای فشرده شده قابل‌احتراق و پسماندهای غذایی فشرده نشده وجود دارد. در اینجا فن، جریان هوا را در سیستم ایجاد می‌کند. در حین جمع‌آوری، شیر باز می‌شود و پسماندها با سرعت ۷۰ کیلومتر در ساعت تا ۲ کیلومتر حمل می‌شوند.

این عمل ۲ تا ۵ بار در روز تکرار می‌شود، برای سیستم‌هایی با بخش‌های جداگانه، فرآیند جمع‌آوری به‌طور جداگانه انجام می‌شود.

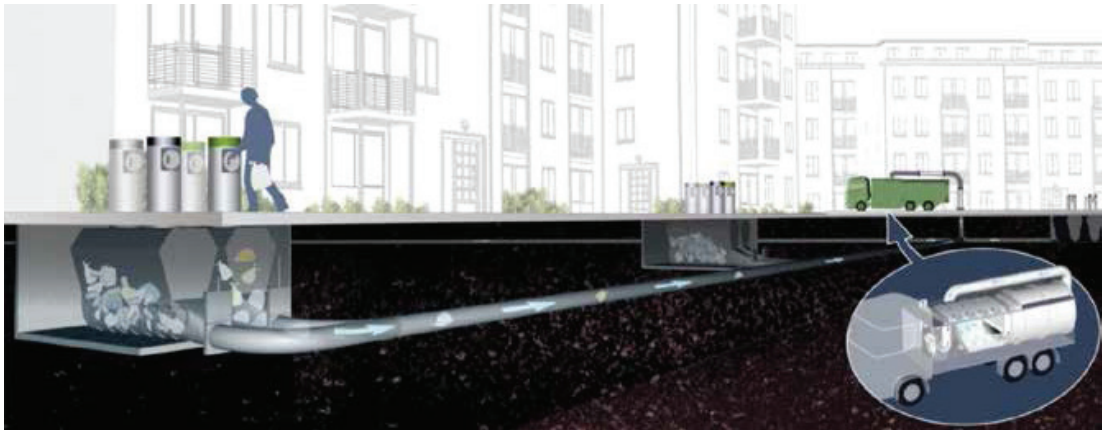
شکل شماره ۲۵: نمونه‌هایی از ورودی پسماندها



شکل شماره ۲۶: تصویر یک سیستم خلاء ثابت

سیستم‌های خلاء متحرک

اساس این سیستم هم مانند سیستم ثابت است، اما به‌جای اتصال به یک ذخیره‌گاه موقت، پسماندها در یک مخزن زیرزمینی ذخیره می‌شوند و با خلاء به وسیله‌نقلیه جمع‌آوری منتقل می‌شوند (شکل شماره ۲۷).



شکل شماره ۲۷: تصویر یک سیستم خلاء متحرک

جمع‌آوری پسماندها توسط شهرداری

رویکردهای کلیدی شهرداری یا پیمانکار برای جمع‌آوری پسماند؛ عبارت‌اند از:

- جمع‌آوری جداگانه پسماندهای قابل‌هضم، با استفاده از روش کنارجدولی یا با وسیله نقلیه مخصوص مناسب.
- جمع‌آوری جداگانه پسماندهای قابل‌هضم، اما هم‌زمان با سایر پسماندها.
- جمع‌آوری پسماندهای قابل بازیافت، با استفاده از وسیله نقلیه دو قسمتی یا چندقسمتی .

درجایی که مواد برای تأسیسات کمپوست در نظر گرفته شده است، موادغذایی و پسماندهای فضای‌سبز گاهی در یک وسیله نقلیه باهم به‌صورت مخلوط جمع‌آوری می‌شوند. جمع‌آوری جداگانه ضایعات غذایی از پسماندهای فضای سبز اغلب در مواردی که کنترل‌های نظارتی برای موادی که حاوی محصولات جانبی دامی هستند یک مزیت است. در این صورت، تفکیک ضایعات مواد غذایی از پسماندهای فضای‌سبز به این معنی است که فقط پسماندهای غذایی باید در یک فرآیند تأییدشده تصفیه شوند. این موضوع به کاهش هزینه‌های کلی تصفیه کمک می‌کند.

بااین‌حال، جمع‌آوری ترکیبی مواد غذایی و پسماندهای فضای‌سبز اغلب در محل‌هایی که فضای‌سبز موجود است، اتخاذ می‌شود، درنتیجه هزینه‌های سرمایه‌ای برای خرید سطل اضافی خارجی و همچنین اثرات مربوط به هماهنگی‌های جمع‌آوری کاهش می‌یابد. ازآنجاکه پسماندهایی که از این طریق جمع‌آوری می‌شوند معمولاً حاوی ضایعات چوبی از فضای‌سبز هستند، این روش برای سیستم کمپوست در مخزن[1] مناسب‌تر است، اما اگر موادزائد در نظر گرفته شده برای تصفیه هاضم بی‌هوازی باشند، توصیه نمی‌شود.

انتخاب وسایل‌نقلیه جمع‌آوری و نحوه عملکرد آن‌ها توسط عوامل جمع‌آوری یک عنصر حیاتی در توسعه خدمات کارآمد و مقرون‌به‌صرفه است. تصمیم‌گیری در مورد انتخاب وسیله‌نقلیه به موارد زیر بستگی دارد:

- جغرافیا؛
- تعداد ویژگی‌های لازم یا موردنیاز در جمع‌آوری/ مقدار پسماند جمع‌آوری‌شده.
- انواع خواص؛
- ماهیت خدمتی ارائه‌شده برای جمع‌آوری پسماندهای قابل‌هضم؛

1 invessel

- سیستم جمع‌آوری بر اساس ماهیت قابل بازیافت خشک/ دورریز و ناوگان خودرو؛
- ملاحظات ایمنی و بهداشت؛
- هزینه.

برخی از نمونه‌های وسایل نقلیه جمع‌آوری‌شده در شکل شماره ۲۸ نشان داده شده است، علاوه بر این، جایگزین‌هایی که ممکن است مورد توجه قرار گیرند، شامل یک سیستم جمع‌آوری مخلوط با استفاده از روش کیسه‌های مقاوم است که در آن پسماندهای قابل‌هضم در یک کیسه جداگانه با سایر ضایعات در یک وسیله نقلیه جمع‌آوری و سپس در تأسیسات مرکزی تفکیک می‌شوند.

شکل شماره ۲۸: وسایل نقلیه جمع‌آوری مورد استفاده برای جمع‌آوری پسماندهای آلی در انگلستان

تجمیع و تصفیه

قبل از انتقال پسماندهای قابل‌هضم به تأسیسات پردازش، لازم است بارهای کوچک جمع‌آوری‌شده توسط خودروها، در ایستگاه‌های میانی تجمیع شوند که این موضوع به مجاورت تأسیسات پردازش با منطقه جمع‌آوری بستگی دارد. این کار را می‌توان در ایستگاه میانی با انتقال از یک وسیله نقلیه به‌وسیله نقلیه دیگر انجام داد.

تجمیع شدن ممکن است، شامل ریختن پسماندهای قابل‌هضم در یک ظرف پذیرنده یا داخل مخازنی با درپوش هیدرولیکی یا جمع شونده باشد که توسط وسیله‌نقلیه مناسب این پسماندها مستقیماً در کانتینر تخلیه می‌شود. (شکل شماره ۲۹)

روش دیگر، انتقال وسیله نقلیه به‌وسیله نقلیه نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. برخی از مزایا و معایب روش‌های بارگذاری برای تجمیع در تأسیسات میانی در جدول شماره ۶ نشان داده شده است.

شکل شماره ۲۹: تجمیع پسماندهای آلی در ظروف

جمع‌آوری وسیله نقلیه (چپ) در ظرف زباله (وسط و راست).

جدول شماره ۶: گزینه‌های تجمیع پسماندها

روش تحویل	مزایا	معایب	توضیحات
تخلیه مستقیم در مخازن اسکیپ	حداقل مشارکت کارکنان سایت. اسکیپ تا پرشدن به‌صورت آب‌بند می‌مانند – بنابراین مشکلات در حداقل است.	اندازه اسکیپ به ارتفاع وسیله‌نقلیه تحویلی محدود می‌شود. عملیات تحویل می‌تواند در حین تعویض اسکیپ قطع شود. احتمال ریزش محدود وجود دارد.	مناسب برای سرویس جمع‌آوری زباله قابل‌هضم که مقادیر کمتری مواد تولید می‌کند.
تخلیه مستقیم به روی زمین	حداقل مشارکت کارکنان سایت. ظرفیت ذخیره‌سازی بیشتر، بنابراین وقفه کمتری در تحویل.	زباله‌ها به‌صورت روباز قرار می‌گیرند. خطر بو و مزاحمت حیوانات موذی. شیرابه ممکن است یک مشکل باشد. پتانسیل حمل زباله بر روی چرخ‌های وسایل‌نقلیه به خارج از منطقه عملیاتی خطر ریزش از بیل بارگیری در حین حمل و بارگیری.	خانه‌داری خوب و مدیریت کنترل بو مورد نیاز است. مشکلات احتمالی را می‌توان با بارگیری مداوم در کانتینرها یا تریلرها با استفاده از رویکرد تعویض بدنه/تریلر به‌جای بارگیری کامل در یک واحد خالی به‌عنوان یک عملیات واحد، به حداقل رساند.
انتقال با لیفتراک	نیاز به برخی از کارکنان سایت در هنگام تحویل. امکان استفاده از اسکیت‌های بزرگ‌تر را فراهم می‌کند. از تعداد محدودی اپراتورهای ماهر لیفتراک استفاده خواهد شد، بنابراین احتمال هرگونه اتفاق ناگوار به حداقل می‌رسد.	امکان ایجاد خطرات احتمالی در فصل مشترک لیفتراک و وسایل نقلیه تحویل. احتمال ریزش محدود. ممکن است اسکیپ‌ها بین تحویل‌ها کاملاً آب‌بند نشوند.	مشکلات ریزش جزئی و به‌راحتی توسط اپراتور لیفتراک برطرف خواهد شد.

جداسازی نوری

به جداسازی انواع مختلف پسماندها در کیسه‌های رنگی متفاوت توسط خانوارها (هر رنگ برای یک بخش از پسماند) را جداسازی نوری گویند. (شکل شماره ۳۰). این سیستم برای جمع‌آوری غیرمتمرکز پسماندهای جداگانه استفاده شده است که برای اولین بار در دهه ۱۹۹۰ در اسکاندیناوی معرفی شد. کیسه‌های رنگی مختلف با استفاده از یک وسیله‌نقلیه جمع‌آوری می‌شوند. جمع‌آوری کیسه‌های رنگی را می‌توان در سیستم‌های خلاء و زیرزمینی انجام داد. در کارخانه پردازش پسماند، کیسه‌های رنگی مختلف با استفاده از سنسورهای نوری جدا می‌شوند، از روش‌های بازکردن کیسه برای باز و خالی کردن محتویات کیسه‌ها جهت تصفیه بیشتر استفاده می‌شود.

شکل شماره ۳۰: جداسازی نوری کیسه‌های پلاستیکی چندرنگ، کارخانه هضم بی‌هوازی Vänersborg، سوئد

یکی از رایج‌ترین بسته‌بندی‌ها در رستوران‌ها و مراکز تجاری مربوط به پسماندهای غذایی است. این بسته‌بندی‌ها وارد تجهیزات پردازش شده و از دستگاه‌های مخصوص برای پاره کردن بسته‌بندی و جداکردن از پسماندهای غذایی استفاده می‌کنند که پردازش جداگانه ضایعات مواد غذایی و بسته‌بندی را به همراه دارد.

تجربیات

جنبه‌های کلیدی مورد توجه در توسعه طرح‌های جمع‌آوری پسماندهای قابل‌هضم؛ عبارت‌اند از:

- ارزیابی کامل از مقدار پسماندهای قابل‌هضم موجود و استفاده احتمالی از خدمات جمع‌آوری برای جریان جمع‌آوری صورت گیرد؛ زیرا این امر بر طراحی طرح (ازجمله انتخاب ظروف ارائه شده به کاربران طرح)، روش جمع‌آوری، نوع وسیله‌نقلیه و الزامات مربوط به نیروی‌کار تأثیر می‌گذارد.
- طرح جدید برای جلب و جذب کاربران به سرویس و همچنین اطمینان از استفاده صحیح این طرح برای به حداقل رساندن آلودگی در مواد جمع‌آوری‌شده، ایجاد شود؛ علاوه بر این، یک سیاست اجرایی مناسب برای اطمینان از وجود یک رویکرد ثابت برای حذف مواد آلوده در محل جمع‌آوری لازم است.
- در داخل و خارج مخازن از پوشش مناسب استفاده شود که معمولاً تهیه کیسه آسان‌تر است.
- اطلاعات کامل در خصوص مشخصات مواد قابل‌پذیرش در مرکز تصفیه از قبیل انواع پسماند و کیسه‌ها قابل‌دسترسی باشد.

۳. راه‌اندازی سیستم تفکیک در مبدأ پسماندهای غذایی

در این بخش به بررسی تجربیات شهرداری‌های سوئد در خصوص طرح‌های تفکیک در مبدأ پسماندهای قابل‌هضم خانگی می‌پردازیم. اکثر این اطلاعات توسط Anderzen و همکاران از گزارش "ابزارهای معرفی سیستم جمع‌آوری ضایعات غذایی تفکیک‌شده در مبدأ(سوئد) "برداشت شده است.[۷]

زمان بندی برای معرفی سیستم تفکیک در مبدأ

تجربیات سوئد نشان می‌دهد فرایند معرفی و اجرای یک سیستم تفکیک در مبدأ و جمع‌آوری جداگانه برای پسماندهای ارگانیک / قابل‌هضم / مواد غذایی، از مطالعه اولیه تا اجرای کامل حداقل سه سال به طول می‌انجامد. زمان مورد نیاز به وسعت شهرداری، انتخاب‌های انجام شده و منابع موجود برای اجرا بستگی دارد. نمونه‌ای از یک زمان‌بندی معمول برای معرفی سیستم جمع‌آوری ضایعات مواد غذایی سوئد در جدول شماره ۳۱ نشان داده شده است که عناصر مختلف را می‌توان به‌طور موازی اجرا کرد. قسمت‌های سایه‌دار کوتاه‌ترین مدت را در بازه زمانی تخمین زده‌شده برای عناصر مختلف نشان می‌دهد.

	سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم	سال پنجم	سال ششم	سال هفتم
مقدمات							
مطالعات اولیه	۴ تا ۶ ماه						
اهداف	۳ تا ۶ ماه						
مشاوره با ذینفعان	۱ تا ۳ ماه						
اخذ تصمیمات در شورای شهر	۳ ماه						
بررسی مقدمات	۴ تا ۸ ماه						
سازمان جمع آوری							
سازمان پیمانکاری	۶ ماه تا ۵ سال توافقات موجود مورد بررسی قرار می گیرد، تاسیس شرکت						
جمع آوری از خانه	۱ تا ۲ سال سازمان اجرایی باید مورد بررسی قرار گیرد، سازماندهی مجدد، خرید وسایل نقلیه						
جداسازی نوری	۱ تا ۳ سال مجوزهای ساختمانی، ساخت تاسیسات						
تصفیه							
تجهیزکارگاه	۳ تا ۶ ماه						
امکانات	۳ تا ۵ سال						
کلیات							
خرید تجهیزات	۳ تا ۵ ماه						
هزینه/روند فعالیت/ تبادل نظر	۴ تا ۶ ماه						
اطلاعات به خانوارها و کسب و کارها	۳ تا ۶ ماه				اطلاعات مداوم در طول معرفی		
شناسایی مراحل مختلف	۱ تا ۵ سال						

جدول شماره ۳۱: جدول زمانی برای معرفی سیستم جمع‌آوری زباله‌های غذایی

پیش مطالعه/امکان‌سنجی

اولین گام در راه‌اندازی یک مجموعه تفکیک در مبدأ، انجام یک مطالعه امکان‌سنجی است. هدف از این کار جمع‌آوری اطلاعات ضروری است که شهرداری را قادر می‌سازد تا اهداف جمع‌آوری و تصفیه بیولوژیکی ضایعات موادغذایی را تعیین کند.

نتایج مطالعه امکان‌سنجی باید بتواند در خصوص دلیل جمع‌آوری پسماندهای غذایی تصمیم‌گیری کند و مهم‌تر اینکه مقدار پسماندهای قابل هضم موجود برای جمع‌آوری و همچنین پذیرش سیستم جمع‌آوری را تخمین زند.

برآورد مقدار ضایعات

برآورد مقدار ضایعات قابل‌هضم موادغذایی قبل از هر چیز بر اساس نتایج آنالیز جمع‌آوری شهرداری و احتمالاً بر

اساس داده‌های مستندات است. بین مقدار پسماند تولید شده در یک شهرداری و مقادیری که می‌توان دریافت کرد تفاوت وجود دارد. این مقدار به میزان مشارکت شهروندان و میزان جمع‌آوری بستگی دارد. نسبت پسماندهای غذایی که از کل پسماند جدا می‌شود، معادل میزان نرخ مشارکت است.

سیستم جمع‌آوری

بررسی انواع بالقوه سیستم‌های جمع‌آوری بخش مهمی از امکان‌سنجی است. انتخاب سیستم‌های جمع‌آوری باید بر اساس اهداف تعیین شده برای جمع‌آوری انجام شود.

تجزیه و تحلیل سناریو و ارزیابی هزینه‌ها

به‌منظور مقایسه جایگزین‌های مختلف برای جمع‌آوری و پردازش، مطالعات سناریویی یا تجزیه‌وتحلیل گزینه‌ها می‌تواند ابزار مناسبی باشد. جنبه‌هایی، مانند محیط، انرژی، هزینه‌ها و غیره در مقایسه با یکدیگر و با اهداف طرح جمع‌آوری مقایسه می‌شوند تا مناسب‌ترین گزینه تعیین شود؛ همچنین توصیه می‌شود، در مراحل اولیه، هزینه تقریبی اضافی برای جمع‌آوری جداگانه پسماندهای غذایی و تصفیه بیولوژیکی مورد ارزیابی قرار گیرد.

تعامل و نفوذ ذینفعان داخلی و خارجی

مشارکت حتی‌الامکان همه ذینفعان، از کارکنان مجموعه گرفته تا مدیران و تصمیم‌گیرندگان مهم است. همین امر برای سایر ادارات یا واحدهای درون شهرداری یا سایر سازمان‌ها که تحت تأثیر طرح جمع‌آوری جدید قرارگرفته‌اند، الزامی است. مشارکت سایر ذینفعان مانند نهادهای مسئول حفاظت از محیط‌زیست و سلامت، انجمن‌های مسکن، انجمن‌های مستأجران، سازمان‌های غیردولتی، تیم‌های برنامه‌ریزی و ساخت‌وساز، آموزش‌وپرورش و مؤسسات مراقبت‌های بهداشتی که دارای تهیه غذا / موادغذایی در محل می‌باشند و دیگر کاربران بالقوه طرح، مفید خواهد بود.

مشارکت و تعامل رسانه‌ها در مراحل اولیه به ترویج یک پیام مثبت و منسجم در مورد تغییرات احتمالی در طرح‌ها و خدمات موجود کمک خواهد کرد.

اهداف

تعیین اهداف واضح برای این طرح به تصمیم‌گیری آسان‌تر و جهت‌گیری مشخص برای امکان‌سنجی کمک می‌کند. اهداف طرح باید منعکس‌کننده اهداف شهرداری در جمع‌آوری باشد؛ به‌عنوان‌مثال:

- بازیابی انرژی از طریق تولید بیوگاز؛
- بازیافت مواد مغذی؛
- نسبت خاصی از خانوارها و مشاغل شرکت‌کننده در تفکیک پسماندهای موادغذایی؛
- نسبت خاصی از ضایعات مواد غذایی جمع‌آوری‌شده برای تصفیه بیولوژیکی؛
- خلوص قابل حصول ضایعات جمع‌آوری‌شده مواد غذایی؛
- نرخ جداسازی ویژه برای شرکت‌کنندگان.

اهداف طرح باید هوشمند باشند؛ زیرا مشخص، قابل‌اندازه‌گیری، دست‌یافتنی، مرتبط و به‌موقع بودن لازمه دستیابی به اهداف طرح است. در مورد تعیین نسبت پسماندهای غذایی برای تصفیه بیولوژیکی، باید یک خط مبنا از میزان پتانسیل کل برای جمع‌آوری تعیین شود. اهداف ممکن است، به‌عنوان بخشی از استراتژی / برنامه جامع مدیریت پسماند محلی یا منطقه‌ای یا درنتیجه مطالعه امکان‌سنجی توسعه یابد.

تجزیه‌وتحلیل اقتصادی یا بودجه تقریبی متناوب، هنگام ارائه اهداف برای کمک به تصمیم‌گیرندگان در فرآیند تصویب، می‌تواند سودمند باشد. نشان دادن سود مالی بلندمدت و همچنین منافع زیست‌محیطی اغلب بر سرمایه‌گذاری‌های کوتاه‌مدت و اولیه تأثیر بیشتری خواهد داشت.

بررسی عناصر اصلی برای اجرای طرح

معرفی یک سیستم برای جمع‌آوری ضایعات موادغذایی مطابق با اهداف کاملاً شناخته شده برنامه‌ریزی شود.

انتخاب سیستم جمع‌آوری مناسب

انتخاب سیستم جمع‌آوری باید با در نظر گرفتن اهداف و شرایط شهرداری مربوطه انجام شود. مجموعه‌ای از خانه‌های ویلایی، واحدهای مسکونی و مشاغل یا ترکیبی از محل‌های خانگی و تجاری در سیستم جمع‌آوری تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار می‌گیرد. این موارد باید در انتخاب و طراحی سیستم جمع‌آوری منعکس شود. ممکن است یک یا چند سیستم مکمل مورد نیاز باشد؛ همچنین مهم است که نحوه پیش‌تصفیه پسماند موادغذایی را در نظر بگیرید تا بدانید در جمع‌آوری پسماند چه نوع کیسه‌ها / مخزن توسط مرکزتصفیه بی‌هوازی مربوطه پذیرفته می‌شود.

هنگام انتخاب سیستم جمع‌آوری باید به چند پارامتر مهم توجه کرد:

- کیفیت زباله‌های جمع‌آوری‌شده؛
- محیط کار؛
- مشتری یا کاربر طرح؛
- هزینه؛
- پیش‌تصفیه و مرکز هضم بی‌هوازی مرتبط؛
- محصولات نهایی (بیوگاز، مواد هضم شده) و استفاده از آن‌ها؛
- اهداف طرح کلی مدیریت پسماند؛
- اهداف منطقه‌ای و ملی.

برای معرفی طرح مناسب جمع‌آوری بهترین راهکار این است تا سیستم ارائه‌شده در یک دوره آزمایشی کوتاه‌مدت، در یک منطقه جغرافیایی تعیین شده و با تعداد محدودی از شرکت‌کنندگان مورد آزمایش قرار گیرد.

فرکانس جمع‌آوری و اندازه/ ظرفیت ظروف

انتخاب سیستم جمع‌آوری بر فرکانس جمع‌آوری تأثیر می‌گذارد. خانوارها، واحدهای مسکونی و مشاغل ممکن است نیازهای متفاوتی داشته باشند.

مهم است به خاطر داشته باشید که جمع‌آوری جداگانه ضایعات مواد غذایی منجر به کاهش پسماندهای قابل‌احتراق / یکبار مصرف در سیستم کلی جمع‌آوری می‌شود.

طرح پروژه

قبل از معرفی کامل سیستم جمع‌آوری، لازم است طرح پروژه تهیه شود. طرح پروژه باید شامل برنامه‌ای برای خرید سطل پسماند، وسایل نقلیه و تجهیزات جمع‌آوری از خانوار، مکان‌یابی سطل پسماند و در صورت نیاز، ساخت تأسیساتی برای تجمیع یا پیش‌پردازش و همچنین زمان ارائه و نحوه توزیع اطلاعات به کاربران باشد. زمان‌بندی و نیاز به تجهیزات به میزان مشارکت، فرکانس جمع‌آوری و اندازه و ظرفیت ظروف بستگی دارد.

طرح پروژه توسط مدیریت پروژه تعیین می‌شود و باید با مشارکت ذینفعان تکمیل شود. سرعت اجرا باید در برنامه پروژه ثابت باشد؛ زیرا با دسترسی به منابع انسانی در ارتباط است. توصیه می‌شود در برنامه پروژه برای کنترل و حفظ کیفیت ضایعات مواد غذایی جمع‌آوری‌شده و به‌منظور اطمینان از کیفیت بالای مواد به‌عنوان مواد اولیه هاضم بی‌هوازی از یک استراتژی استفاده شود.[۱۰]

طرح پروژه نیز باید نحوه توزیع سطل‌های جمع‌آوری / کیسه‌ها (در صورت استفاده از آن‌ها) را شفاف‌سازی کند که آیا تحویل کیسه یا مخزن برای ساکنان / مشاغل به‌صورت رایگان باشد یا باید هزینه‌ای پرداخت شود.

این تصمیم احتمالاً بر اساس رویکرد مورد استفاده برای جمع‌آوری سایر جریان‌های پسماند، از کشوری به کشور دیگر متفاوت است. الزامات مختلفی برای خانه‌های ویلایی، واحدهای مسکونی و مشاغل نیز باید در نظر گرفته شود.

قراردادها و نیروی انسانی

در مورد سازمان‌های طرف قرارداد، باید موافقت‌نامه‌های موجود با پیمانکار بررسی شود.

این نشان می‌دهد که آیا می‌توان قراردادهای موجود را برای تفکیک در مبدأ / جمع‌آوری جداگانه پسماندهای قابل‌هضم اصلاح کرد یا اینکه به خدمات جدید نیاز است. در صورت نیاز به اصلاح قرارداد، باید جریمه‌هایی به پیمانکار موجود پرداخت شود. در سازمان‌هایی که جمع‌آوری آن‌ها از طریق مدیریت مستقیم یا داخلی انجام می‌شود، منابع موجود باید به‌صورت کمی تعیین شوند تا ارزیابی شود که آیا تغییر مستلزم جذب کارکنان جدید و آموزش است.

برآورد نیاز نیروی انسانی باید با برنامه‌ریزی اقدامات ارتباطی و اطلاعاتی مرتبط باشد. کمپین‌ها و حمایت‌های مراجعه به درب اماکن باید مالکان و انجمن‌ها و اپراتورهای مسکن غیرانتفاعی را نیز شامل شود. اهالی شهر و همچنین متصدیان معمولاً سؤالات زیادی به‌خصوص در دوره اولیه دارند. وجود منابع انسانی مناسب برای بازرسی، پیگیری و بهبود کیفیت ضایعات غذایی به همان اندازه مهم است.

برنامه ارتباطات و اطلاعات

برنامه ارتباطات تعریف می‌کند که چه کسی باید در مورد طرح جدید و تغییرات بعدی در طرح‌های موجود آگاه شود، چه زمانی باید این کار انجام شود و چند بار باید به او اطلاع داده شود. اهداف برنامه ارتباطات و اطلاعات باید با نیاز منابع انسانی مرتبط باشد.

بودجه

برای شرح تفصیلی هزینه‌های اجرای تفکیک در مبدأ و جمع‌آوری جداگانه ضایعات موادغذایی و برآورد هزینه‌های عملیات، باید بودجه‌ای تهیه شود.

در صورت بروز تغییرات در شرایط اولیه، بودجه باید به‌روز شود.

اندازه و ظرفیت مخازن

برای تعیین اندازه یا ظرفیت ظروف جمع‌آوری ضایعات مواد غذایی، لازم است با صاحبان واحدهای چندطبقه گفتگو و مشورت صورت پذیرد. تغییر سیستم به این معنی است که حجم پسماندهای باقی‌مانده و قابل‌احتراق کاهش می‌یابد؛ بنابراین بهتر است یک جلد راهنمای مرجع شفاف برای انتقال به سمت جداسازی بخش پسماند قابل‌هضم تهیه کنیم. در برخی موارد، برای ارزیابی الزامات هر محل جمع‌آوری و دستیابی به راه‌حلی مناسب برای اندازه و موقعیت محل دفع ضایعات غذایی خاص، بازدید نیز لازم است.

جمع‌آوری از رستوران‌ها، آشپزخانه‌های بزرگ و فروشگاه‌ها ازنظر حجم ضایعات موادغذایی تغییرات زیادی را تجربه خواهد کرد. این امر ایجاد یک مدل کلی در مورد اندازه ظروف مورد نیاز را دشوار می‌کند؛ بنابراین تنظیمات در طول هفته‌های اول لازم و ضروری خواهد بود. همچنین ممکن است ارائه راهنمایی و کمک به مشاغل برای کمک به آن‌ها در تعیین میزان ضایعات غذایی تولیدی ضروری باشد. این امر می‌تواند به‌صورت بازدید از محل و بازبینی عملیات فعلی مدیریت پسماند باشد.

ازآنجاکه حجم ضایعات موادغذایی متفاوت است، ظرفیت کمتر و بیشتر از معمول سطل‌های پسماند ممکن است به یک مشکل تبدیل شود، به‌ویژه برای سیستم‌هایی که از سطل‌های جداگانه یا سطل‌های پسماند چندگانه استفاده می‌کنند. ظرفیت بیش‌ازحد می‌تواند سطل‌های خالی ایجاد کند، این نشان می‌دهد که ساکنان یا مشتریان ضایعات غذایی خود را جدا نمی‌کنند. کمبود ظرفیت منجر به انباشتگی یا پر شدن سطل می‌شود. با پیگیری مشتریان در اولین هفته‌های پیاده‌سازی، بر اساس مشاهدات و تجربیات می‌توان یک سیستم برای ارزیابی ظرفیت ایجاد کرد.

محیط کار

هنگام جمع‌آوری ضایعات غذایی، لازم است از جمع‌آوری پسماندهای نامناسب یا غیر مرتبط خودداری کنید. در گذار به یک طرح جدید، محیط کار به‌عنوان فرصتی برای بهبود یا تغییر برخی مشخصات جمع‌آوری پسماندهای غذایی خواهد بود که می‌توان مشخصات محل‌های جمع‌آوری و ارزیابی ظرفیت مخازن یا کانتینرها و بازدید از نقاط دفع را باهم ترکیب کرد. انتخاب درست اندازه مخازن برای سیستم‌هایی که از مخازن جداگانه استفاده می‌کنند باید با همکاری نزدیک کارکنان مجموعه و پیمانکار انجام شود.

سیستم‌های مکانیکی، مانند جمع‌آوری مکش خودکار و ظروف زیرزمینی می‌توانند حجم‌کار پیمانکار جمع‌آوری پسماند را کاهش دهند. سیستم‌های دفع پسماند با مخزن در آشپزخانه‌های بزرگ یا رستوران‌ها با حجم زیادی از ضایعات مواد غذایی نمونه‌های دیگری هستند.

صرف‌نظر از سیستم مورد استفاده، ارتباط با کارکنان برای یافتن راه‌حل بهینه بسیار مهم است.

اطلاعات و ارتباطات

اطلاعات و ارتباطات ابزارهای مهمی برای دستیابی به معرفی یک مجموعه موفق تفکیک پسماندهای غذایی هستند. اطلاعات باید دلایل تفکیک پسماندهای غذایی با هدف تصفیه بیولوژیکی را به روشنی توضیح دهد. شناسایی و استفاده هرچه بیشتر از کانال‌های اطلاعاتی بسیار مهم است. تهیه و طراحی یک برنامه ارتباطی می‌تواند مفید باشد. این برنامه باید همیشه اطمینان حاصل کند اطلاعاتی که به خانوارها و مشاغل ارسال می‌شود از ابتدا به‌آسانی قابل‌درک، کامل و درست است. استفاده از یک فرد آگاه و مستقل برای بررسی شفافیت اطلاعات همیشه ارزشمند است.

مردم را در تصمیمات و اقدامات جامعه خود مشارکت دهید تا از سندرم "کار من نیست" اجتناب کنید و " مشارکت حداکثری " را تضمین نمایید.

همچنین افزایش آگاهی درباره هدف تفکیک ضایعات مواد غذایی قبل از اجرا مفید است. یک استراتژی روشن برای نحوه هضم و بیوگاز، اعتبار و انگیزه ایجاد می‌کند. انتشار اطلاعات عملی در مورد چگونگی مشارکت و نحوه برخورد با صاحبان‌خانه و تعاونی‌های مسکن برای تغییر محدوده تفکیک در مبدأ بسیار مهم است. قبل از فعال شدن تفکیک در مبدأ، باید دستورالعمل‌های مشخصی در مورد نحوه انجام کار در دسترس باشد. نیاز مستمر به اطلاعات وجود دارد، بنابراین اطلاعات باید به‌طور مداوم و مکرر ارائه شوند تا علاقه و تعامل حفظ شود. مهم‌تر از همه، خانوارهای جدید برای شروع کار در تفکیک از مبدأ به اطلاعات مناسب نیاز دارند.

ارتباط و بازخورد نتایج نیز به‌اندازه برقراری ارتباط با نحوه استفاده از طرح اهمیت دارد.

داشتن اطلاعات ترجمه‌شده به زبان‌های مختلف نیز ایده خوبی است. باید به بیانیه‌های فعالان مطبوعاتی و پاسخ دادن به نامه‌ها در روزنامه‌ها توجه شود.

روش‌های مختلفی برای انتشار اطلاعات وجود دارد:

- ارسال اطلاعات مستقیم به خانواده‌ها از طریق مراجعه حضوری، یا با تماس‌های متناوب تلفنی؛
- از طریق ترتیب دادن جلسات، از طرف صاحبان املاک و تعاونی‌های مسکن؛
- راه‌اندازی خطوط ویژه و بهره‌گیری از منابع انسانی برای پاسخگویی به سؤالات از طریق تلفن؛
- بازدید از واحدهای مسکونی و مشاغل؛
- برچسب‌هایی با اطلاعات واضح بر روی سطل پسماندها / محل‌های دور ریختن ضایعات موادغذایی
- بروشورهای اطلاعاتی؛
- ارائه جزوه / بروشور به خانوارها؛
- تقویم‌های محیطی؛
- وب‌سایت‌ها؛
- کمپین‌ها؛
- رسانه‌ها؛
- رسانه‌های اجتماعی (به‌عنوان‌مثال پیام‌های تلفن همراه / فضای مجازی)؛
- میزهای اطلاعاتی؛ به‌عنوان‌مثال فروشگاه‌ها یا دیگر اماکن عمومی.

پیگیری و بازخورد

پیگیری نتایج طرح جمع‌آوری بسیار مهم است، به‌طوری‌که خانواده‌ها و مشاغل مشارکت‌کننده در جداسازی منبع بازخورد عملکرد خود را دریافت کنند. نتایجی؛ شامل مقدار پسماند جمع‌آوری‌شده (تناژ)، کالاهای تولیدشده و موارد استفاده (به‌عنوان‌مثال تعداد کیسه‌های کود تولیدشده و صرفه‌جویی در هزینه) مورد توجه قرار گیرد. بازخورد نتایج نیز باید به سازمان اجراکننده طرح ارائه شود. سازمان پیمانکار و کارکنان آن باید به‌صورت تعاملی در همه مراحل مشارکت داشته باشند، تا الهام و انگیزه داشته باشند, و به دیگران انگیزه دهند.

آنالیز ترکیب پسماند

برای ارزیابی کیفیت مواد جمع‌آوری‌شده لازم است، آنالیز جامع و متوالی از ترکیب ضایعات موادغذایی انجام شود این آنالیز امکان محاسبه مستقیم نسبت ضایعات غذایی و کیفیت پسماندهای تفکیک شده را میسر می‌سازد. همچنین تعیین کمیت و ترسیم حجم پسماندهایی را که به اشتباه به‌عنوان ضایعات مواد غذایی جداسازی شده‌اند یا حجم پسماندهای غذایی که به اشتباه به‌عنوان زباله‌های دورریز / قابل‌احتراق طبقه بندی شده‌اند را ممکن می‌سازند. نتایج آنالیز ترکیب می‌تواند برای ارائه بازخورد و نشان دادن پتانسیل بهبود سیستم در کمیت و کیفیت مورد استفاده قرار گیرد؛ همچنین نمونه‌هایی از آنالیز گسترده ترکیب ضایعات، نسبت ضایعات غیرضروری یا قابل‌اجتناب و باقیمانده موادغذایی را ترسیم می‌کند.

تجربیات

معرفی یک سیستم جمع‌آوری جدید یک انتقال یا گذار مهم برای شهرداری و شهروندان خواهد بود که به منابع کافی پرسنلی نیاز دارد. سرعت اجرا باید با منابع موجود سنجیده شود. زمان مورد نیاز نیز به وسعت شهرداری، انتخاب‌های انجام شده و نحوه مدیریت آن بستگی زیادی دارد. نقاط مرجع مناسب برای انتخاب سیستم جمع‌آوری ضایعات غذایی و نوع تصفیه بیولوژیکی، محصولاتی هستند که باید تولید شوند، چراکه آن‌ها به روشن شدن هدف مجموعه جداسازی کمک می‌کنند. مفید بودن چنین محصولاتی به توجیه هزینه‌های اضافی سیستم جدید، به‌ویژه در دوره اولیه اجرا کمک می‌کند.

بازخورد پیوسته اطلاعات برای ایجاد انگیزه و مشارکت در کارکنان شهرداری و پیمانکار، و خانوارها و مشاغل مهم است.

شروع اجرای طرح جمع‌آوری ضایعات موادغذایی در مناطق آزمایشی و سپس ارزیابی سیستم با نگاه ویژه به اطلاعات و ارتباطات، وسایل نقلیه، مسیرها، اندازه‌ها / ظرفیت‌ها و غیره توصیه می‌شود.

خطاها را می‌توان به‌راحتی شناسایی و قبل از این‌که سیستم در مناطق دیگر اجرایی شود، بهبود بخشید. بهتر است با برخی مشاغل محلی مانند غذاخوری و مدارس شروع کنید، زیرا بعداً می‌توانند الگویی برای سایر مشاغل باشند.

هنگام اجرای سیستم تفکیک در مبدأ ضایعات غذایی، همیشه به یاد داشته باشید:

- یک استراتژی اطلاعاتی دقیق و ساختارمند یکی از کلیدهای موفقیت در سیستم تفکیک در مبدأ

ضایعات غذایی است.

• ارسال جزوات و بروشور، موارد چاپی، تلویزیون / تبلیغات، بازدیدها، نمایشگاه‌ها، رادیو، رسانه‌های اجتماعی و همکاری دانش‌آموزان برای آموزش چهره به چهره(مراجعات حضوری)، راه‌های انتقال جزئیات سیستم جمع‌آوری جدید است.

• بازخورد نیز هم ازنظر معرفی یک سیستم و هم عملکرد بلندمدت آن عنصری بسیار مهم برای موفقیت است .

• پشتیبانی و گفتگو با کسانی که تحت تأثیر تغییرات قرار می‌گیرند: املاک عمومی، مالکان خصوصی، انجمن مستأجران و غیره مهم است، به‌طوری‌که همه از اجرای سیستم تفکیک در مبدأ پسماندهای غذایی آگاه بوده و از آن استقبال کنند.

• مهم این است که کیفیت را از همان ابتدا مشخص کنید.

• اطمینان حاصل کنید که کنترل‌ها و نظارت بر کیفیت یک مرحله اولیه داشته باشد. با دقت برنامه‌ریزی کنید و بین مراحل اجرای طرح زمان زیادی داشته باشید. اطمینان حاصل کنید که مشتریان شهروندان از قبل می‌دانند چه اتفاقی قرار است بیفتد و چه زمانی.

• شهرداری‌ها باید مناطق نمونه‌ای برای شناسایی و مقابله با تفکیک نادرست از مبدأ، استفاده از کیسه‌ها / سطل‌ها، وسایل نقلیه جمع‌آوری و فضاهای ذخیره‌سازی اقدام کنند.

• دست‌کم گرفتن منابع انسانی و مالی، چه در مرحله آماده‌سازی و چه در مرحله عملیاتی، با آموختن از درس‌ها و تجربیات دیگر شهرداری‌ها، با طرح‌های تفکیک در مبدأ، قابل جلوگیری است.

• تعیین اهداف برای جمع‌آوری ضایعات مواد غذایی مهم است. مدیریت و نظارت بر پیشرفت و موفقیت مستلزم اهداف خاص و مشخص است.

• باید به جمع‌آوری ضایعات غذایی در مؤسسات آموزشی و بهداشتی توجه شود.

• در اروپا، مقررات محصولات جانبی دامی نیاز به توجه ویژه، اسناد تجاری و نظافت وسایل نقلیه حمل‌ونقل دارد.

محرک‌های کلیدی تفکیک در مبدأ پسماندهای قابل‌هضم توسط شهرداری‌ها

عناصر گوناگونی وجود دارند که به‌عنوان محرک‌های اصلی برای تفکیک در مبدأ پسماندهای قابل‌هضم شهری عمل می‌کنند.

برخی از مهم‌ترین آن‌ها به سیاست‌ها و مقررات ملی خاص، سیستم‌های مالیاتی و سایر ابزارهای اقتصادی، اهداف حفاظت از محیط‌زیست و آب‌وهوا، تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و صنایع و تقاضای مصرف‌کننده اشاره دارد.

در اروپا، مهم‌ترین عوامل برای جداسازی پسماندهای قابل‌هضم توسط خانوارها و شهرداری‌ها، سیاست‌ها و مقرراتی است که به‌منظور کاهش تغییرات آب و هوایی و انحراف پسماندهای آلی از محل‌های دفن پسماند وضع‌شده است. در کنار این موارد، بهبود بهره‌وری از منابع و حفظ منابع طبیعی، آلودگی کمتر محیط‌زیست، حفاظت از سلامت انسان و حیوانات، ایمنی غذا و بهبود کیفیت زندگی از دلایل مهم تفکیک در اروپا و سراسر جهان است. اهداف سیاسی با هدف افزایش سهم سوخت‌های زیستی / انرژی‌های تجدیدپذیر و امنیت تأمین انرژی، انگیزه‌های بیشتری برای تفکیک در مبدأ پسماندهای قابل‌هضم ایجاد می‌کند. مصرف‌کنندگان و صنایع غذایی در بسیاری از کشورهای پردرآمد محدودیت‌هایی را برای بازیافت مواد زائد به‌عنوان کود اعمال می‌کنند، مگر اینکه از پسماندهای جداشده از تفکیک در مبدأ سرچشمه گرفته باشند؛ علاوه بر این استانداردهای کیفیت اجباری برای این محصولات در بسیاری از کشورها در حال اجراست.

بر اساس مطالعات موردی مدیریت پسماند در سوئد، مطالعه اخیر با هدف شناسایی انگیزه‌های کلیدی توسعه سیستم‌های مدیریت پسماند، به این نتیجه رسید انتخاب فناوری تصفیه پسماند جامد شهری به عوامل اجتماعی - اقتصادی و محیطی خاصی بستگی دارد.[۲۱] انگیزه‌های کلیدی در سه گروه زیر دسته‌بندی شدند:

- عوامل اجتماعی (رفتار شخصی، شیوه مدیریت محلی پسماند، الگوهای مصرف و تولید پسماند)؛
- عوامل اقتصادی (ارزش منابع پسماند، سود اقتصادی از تأسیسات تصفیه پسماند و سطح مالیات محل دفن پسماند)؛
- عوامل محیطی (تغییرات آب و هوایی جهانی، جنبش زیست‌محیطی و آگاهی عمومی).

هضم بی‌هوازی همراه با کمپوست خشک، پیرولیز – گازی‌سازی و تصفیه پسماند با استفاده از قوس پلاسما، توسط این مطالعه به‌عنوان "فن‌آوری‌های بالقوه نوظهور برای سیستم‌های مدیریت پسماند" در سوئد شناخته شد.

موافقت‌نامه‌های بین‌المللی

تلاش‌هایی توسط جامعه بین‌المللی پسماند برای شناسایی مسائل کلیدی و ایجاد استراتژی در حال انجام است، که مزایای قابل‌توجه آب و هوایی در بخش پسماند را به همراه خواهد داشت. دو مورد از مهم‌ترین کنوانسیون‌های بین‌المللی در زمینه مدیریت پسماند و تغییرات آب و هوایی با تأثیر بر تفکیک در مبدأ پسماندهای خانگی؛ شامل کنوانسیون چارچوب تغییر آب‌وهوای سازمان ملل متحد[1] (UNFCCC) و کنوانسیون بازل[2] (BC) می‌باشد.[۲۲]

1 United Nations Framework Convention on Climate Change
2 Basel Convention

کنوانسیون چارچوب سازمان ملل متحد در مورد تغییرات آب و هوایی (UNFCCC)

کنوانسیون چارچوب سازمان ملل متحد در مورد تغییرات آب و هوایی 1992 UNFCCC (FCCC) / غیررسمی / GE .05 - 62220 (E) 200705 84) بر توسعه، کاربرد و انتقال فناوری‌ها، شیوه‌ها و فرایندهای کنترل، کاهش یا جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش پسماند متمرکز است. این انتقال فناوری، دانش و دانش فنی مناسب برای محیط‌زیست را از کشورهای با درآمد بالا به کشورهای درحال‌توسعه ارتقا می‌بخشد.

.

کنوانسیون بازل (BC)

کنوانسیون بازل بر ضایعات خطرناک و همچنین مدیریت کلی پسماندها تمرکز دارد و بر نیاز به مدیریت پسماندها برای حفظ سلامت انسان و محیط‌زیست در برابر تأثیرات زیان‌آور ناشی از این پسماندها و همچنین بر سهم مدیریت پسماند در اهداف اقلیمی، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و حفاظت از منابع تأکید می‌کند.

ابزارهای مورد استفاده در کشورهای عضو اتحادیه اروپا

دستورالعمل‌های خاصی در اتحادیه اروپا وجود دارد که چهارچوب کلی سیاست، اهداف و مقاصد را تشکیل می‌دهد و همچنین دستورالعمل‌های عملی برای مدیریت پسماند است که موجب تفکیک در مبدأ پسماندهای قابل‌هضم در کشورهای عضو اتحادیه اروپا می‌شود. مهم‌ترین بخش‌های قانونی که در این فصل مشخص‌شده است؛ عبارت‌اند از: دستورالعمل دفن پسماند، دستورالعمل چهارچوب پسماند، دستورالعمل انرژی‌های تجدیدپذیر و مقررات محصولات جانبی دامی.

دستورالعمل محل دفن پسماند اتحادیه اروپا

دستورالعمل ۱۹۹۹ /۳۱ / EC در مورد محل دفن پسماند[۲۳] اهدافی را برای انحراف پسماندها از محل دفن پسماند، ازجمله پسماندهای زیست‌تخریب‌پذیر تعیین می‌کند. در این دستورالعمل، پسماندهای تجزیه‌پذیر به هر نوع پسماندی که قادر به تجزیه بی‌هوازی یا هوازی باشد (مانند پسماندهای غذا و فضای سبز، کاغذ و مقوا و غیره)، دلالت دارد. تا سال ۲۰۱۶ بایستی میزان کل پسماندهای شهری که به محل دفن پسماند می‌روند نسبت به سال ۱۹۹۵، کاهش ۳۵درصدی داشته باشد. مراحل میانی تا سال۲۰۰۶ به میزان ۷۵٪ و تا سال ۲۰۰۹ به میزان ۵۰٪، نسبت به سال ۱۹۹۵ تعیین شد؛ همچنین به کشورهایی که وابستگی زیادی به محل دفن پسماند دارند، زمان‌های طولانی داده شد تا به هدف ۳۵ درصد برسند. در نتیجه، دفن پسماندهای آلی در کشورهایی مانند دانمارک، سوئد، اتریش، هلند و آلمان در دهه اول قرن ۲۱ ممنوع شد. بسیاری از کشورهای دیگر اتحادیه اروپا از محل دفن پسماند به‌عنوان گزینه‌ای برای مدیریت پسماند دور می‌شوند و بسیاری از محل‌های دفن پسماند موجود بسته شده است.

یکی از اثرات مورد انتظار دستورالعمل دفن پسماند و انحراف محل دفن پسماند این است که ضایعات قابل‌هضم به هاضم‌های بی‌هوازی هدایت می‌شوند، درواقع موفق‌ترین کشورها در زمینه بازیافت و بازیابی انرژی از پسماندهای آلی، کشورهایی هستند که دفن مواد آلی در آن‌ها ممنوع شده است. بااین‌حال، ممنوعیت دفن پسماند به‌تنهایی تضمینی برای انتقال پسماندهای آلی تفکیک شده از مبدأ که از محل‌های دفن پسماند منحرف شده‌اند، نخواهد بود. بر اساس

دستورالعمل دفن پسماند اتحادیه اروپا، نرخ سوزاندن در اکثر کشورهای اروپایی به دلیل سوزاندن ۲۰ تا ۲۵درصد از کل پسماندهای جامد شهری در سال ۲۰۰۶ افزایش یافت. کشورهای فرانسه، هلند، سوئد و دانمارک بیشترین میزان سوزاندن زباله را به خود اختصاص داده‌اند. همان‌طور که Burrows نیز ابراز کرد علیرغم ممنوعیت دفن پسماند، تاکنون در کشور دانمارک بخش اندکی از پسماندهای قابل‌هضم در تفکیک از مبدأ و اکثر پسماندهای آلی که از محل دفن پسماند منحرف می‌شوند، سوزانده شده است.[۵]

انتظار می‌رود این وضعیت در سال‌های آتی با تلاش‌های دولت دانمارک برای پایدارتر شدن مدیریت منابع، از یک‌سو با افزایش تفکیک در مبدأ پسماندها، ازجمله بخش قابل‌هضم پسماندهای خانگی و از سوی دیگر با هدایت چنین ضایعاتی از سوزاندن به هضم بی‌هوازی (بازیافت با بازیابی انرژی) تغییر کند. این موضوع توسط استراتژی جد ید دانمارک برای مدیریت منابع، به‌صورت نمادین "دانمارک بدون پسماند" نامگذاری شده است که در اکتبر ۲۰۱۳ منتشر شد. این استراتژی، ازجمله افزایش تفکیک در مبدأ پسماندهای قابل‌هضم خانگی را پیش‌بینی می‌کند که به‌عنوان مواد اولیه هاضم‌های بی‌هوازی برای تولید بیوگاز مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌غیراز مزایای کلی اجتماعی - اقتصادی هضم بی‌هوازی، مزایای اقتصادی برای شهروندان درگیر در تفکیک در مبدأ نیز پیش‌بینی می‌شود، چراکه هزینه‌های تصفیه با هضم بی‌هوازی در مقایسه با سوزاندن بسیار کمتر است. در انگلستان، به‌جای ممنوعیت دفن پسماند، افزایش مالیات محل دفن پسماند به‌عنوان انگیزه‌ای برای انتقال پسماند از محل دفن پسماند استفاده می‌شود. هدف این است که بازیافت را به‌عنوان یک گزینه مالی بهتر برای تولیدکنندگان پسماند ایجاد کنیم و زمان لازم را برای توسعه زیرساخت‌ها و ظرفیت تصفیه برای گزینه‌های جایگزین مانند هضم بی‌هوازی فراهم کنیم.[۵]

دستورالعمل چارچوب پسماند اتحادیه اروپا

در سال ۲۰۰۸ دستورالعمل تجدیدنظر شده چارچوب پسماند اتحادیه اروپا (WFD) , ۲۰۰۸ / ۹۸ / EC به‌عنوان چهارچوب قانونی برای جمع‌آوری، حمل‌ونقل، بازیابی و دفع پسماند در همه کشورهای عضو اتحادیه اروپا، همراه با شرایط مجوز، ثبت و الزامات بازرسی منتشر شد [۲۴]. WFD بر سلسله‌مراتب پسماند تأکید می‌کند. در آن تصریح‌شده است که پیشگیری از تولید ضایعات و کاهش تولید ضایعات و همچنین کاهش مضرات پسماندها از اولویت‌های اصلی در سلسله‌مراتب پسماند در کشورهای عضو اتحادیه اروپا و پس‌ازآن بازیابی پسماند از طریق بازیافت و استفاده مجدد است که پسماندها را به منابع با ارزش انرژی و / یا مواد خام ثانویه تبدیل می‌کند. بازیابی پسماند، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و استفاده مؤثر از منابع از اهداف مهم سیاست‌های مدیریت پسماند در کشورهای عضو اتحادیه اروپاست.

برای جلوگیری از هرگونه خطرات بالقوه برای سلامت انسان و حیوان و هرگونه اثرات مضر بر محیط‌زیست ناشی از مواد زائد و یا روشی که آن‌ها مدیریت می‌شوند باید اقدامات مدیریتی پسماند اتخاذ شود. بر اساس دستورالعمل، کشورهای عضو اتحادیه اروپا در مواردی که از نظر فنی، زیست‌محیطی و اقتصادی امکان‌پذیر است موظف به جمع‌آوری جداگانه پسماندها هستند تا استانداردهای کیفی لازم برای بازیافت را برآورده کنند.

ترویج استفاده انرژی از منابع تجدیدپذیر

دستورالعمل EC/2009/28، که به‌عنوان دستورالعمل انرژی‌های تجدیدپذیر اتحادیه اروپا شناخته می‌شود، چارچوبی را برای ترویج و حمایت از تولید انرژی تجدیدپذیر در اتحادیه اروپا نشان می‌دهد. این دستورالعمل اهداف اجباری انرژی برای کشورهای عضو اتحادیه اروپا و اقدامات خاصی را که باید برای اطمینان از افزایش چشمگیر تولید انرژی تجدیدپذیر و استفاده از سوخت‌های زیستی در اروپا انجام شود، تعیین می‌کند. هدف اصلی به حداقل رساندن تأثیرات زیست‌محیطی حمل‌ونقل و تولید انرژی در اروپاست؛ بنابراین، این دستورالعمل، شامل معیارهای پایداری برای سوخت‌های زیستی مربوط به الزامات گازهای گلخانه‌ای (GHG)، صرفه‌جویی در انتشار و استفاده از زمین است. همان‌طور که در دستورالعمل تصریح‌شده، تحقق معیارهای پایداری سوخت‌های زیستی برای محاسبه در جهت اهداف انرژی تجدیدپذیر و مشمول حمایت مالی اجباری است.

مقررات محصولات جانبی دامی[1] (ABP)

مقررات محصولات جانبی دامی اروپا (ABP) ۲۰۰۹/۱۰۶۹ (European Commission, 2009) قوانینی را برای بازیافت، دفع و امحاء محصولات مضر جانبی حیوانی جهت مصارف مختلف تعیین می‌کند. نسخه اولیه این آیین‌نامه، که در سال ۲۰۰۲ در اروپا (۱۷۷۴/۲۰۰۲) به اجرا درآمد، در درجه اول به‌عنوان اقدامی برای جلوگیری از انتقال جنون گاوی (BSE) و بیماری‌های پا و دهان (مونونوکلئوز) طراحی شد. نسخه تجدید شده مقررات ABP، ۲۰۰۹/۱۰۶۹، تصریح می‌کند کدام دسته از محصولات جانبی حیوانات و در چه شرایطی مجاز به تصفیه در کارخانه‌های بیوگاز هستند. برای محصولات جانبی خاص، با سترون‌سازی تحت‌فشار یا پاستوریزاسیون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ ساعت لازم است و محدودیت‌هایی برای اندازه ذرات و موجودات شاخص؛ مانند اشرشیاکلی، انتروکوکاسه و سالمونلا تعیین شده است. اطلاعات بیشتر در مورد مقررات ABP اروپایی در گزارش زیست انرژی سازمان بین‌المللی انرژی[2] IEA موجود است همچنین در بسیاری از نقاط جهان، مدیریت کیفیت ماده هضم شده در کارخانه‌های بیوگاز به‌عنوان کود در دسترس[۱۰]، به مقررات ABP اتحادیه اروپا ارجاع شده است.

ابزارهای مورد استفاده در کشورهای خارج از اتحادیه اروپا

انگیزه تفکیک در مبدأ پسماندهای خانگی به‌عنوان مواد اولیه برای هاضم‌های بی‌هوازی مشابه انگیزه‌های شناسایی شده در اتحادیه اروپا، از انحراف پسماند از محل دفن پسماند، کاهش تغییرات آب و هوایی و توسعه سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر پشتیبانی می‌کنند.

ممنوعیت دفن پسماند، مشابه مواردی که در اتحادیه اروپا وجود دارد، در شهرداری‌های آمریکای شمالی و کانادا، با هدف یکسان در جهت تصفیه و ارتقاء مدیریت پسماند در سلسله‌مراتب آن، برای تمرکز بر پیشگیری، استفاده مجدد و بازیافت اجرا شده است.

این ممنوعیت‌ها معمولاً در چارچوبی از سیاست‌های موجود مانند مالیات بر محل دفن پسماند اجرا می‌شوند.[۵] در سایر نقاط جهان، در کشورهای کم‌درآمد و با درآمد متوسط، انگیزه اصلی تفکیک در مبدأ اغلب اجتماعی - اقتصادی

1 Animal By product regulation
2 International Energy Agency

است و نه زیست‌محیطی، این امر به دلیل پتانسیل پایین آلودگی موادی است که معمولاً از هم جدا می‌شوند، همان‌طور که توسط Lardinois و همکاران نیز نشان داده شده است.[۵]

سوئیس

سوئیس یکی از کشورهای پیشگام در زمینه بازیافت و تفکیک در مبدأ پسماندهاست. میزان پسماندهای جامد شهری بازیافت شده به‌طور پیوسته در حال افزایش است و به سوئیس اجازه می‌دهد تا میزان پسماندهای جامد شهری سوزانده شده و دفن شده را معادل سال ۱۹۹۰ حفظ کند. امروزه کمی بیش از نیمی از پسماندهای جامد شهری تولید شده در مبدأ تفکیک می‌شوند. حدود یک‌سوم پسماندهای جامد شهری بازیافتی، شامل پسماندهای زیستی است که در تأسیسات کمپوست سازی و هضم مواد مورد استفاده قرار می‌گیرد.[۲۵] دستورالعمل فنی در سطح نظارتی، دفن پسماندهای قابل احتراق را ممنوع کرده و مقامات را ملزم می‌کند حداکثر تفکیک در مبدأ را تضمین کنند.

کمپین‌های اطلاعاتی در طول سالیان متمادی باعث آگاهی و درک گسترده مردم از اهمیت تفکیک منابع شده است. به‌عنوان اقدامات تکمیلی، اکثر شهرها و شهرداری‌ها در ۲۰ سال گذشته هزینه "پرداخت به ازای هر کیسه" را ارائه کرده‌اند، سیستمی بر اساس اصل آلوده‌کننده پرداخت می‌کند. در ابتدای کار "پرداخت به ازای هر کیسه"، این معیار به‌خوبی پذیرفته نشد. تجربه سوئیس نشان می‌دهد که طی چند ماه، مردم به آن عادت می‌کنند و عادت‌های کاهش پسماند را در پیش می‌گیرند.

کره جنوبی

مقررات ذکر شده در زیر، توسط دولت کره اعمال می‌شود، در این کشور بیشترین انگیزه تفکیک در مبدأ مربوط به پسماندهای غذایی است. این امر، نه‌تنها منجر به کاهش ضایعات مواد غذایی در محل دفن پسماندها می‌شوند، بلکه تولید ضایعات مواد غذایی را نیز کاهش می‌دهند و همچنین به مدیریت مؤثر ضایعات مواد غذایی در کره کمک می‌کنند:

- ممنوعیت ورود ضایعات مواد غذایی به محل دفن پسماند: در سال ۲۰۰۵، ممنوعیت ورود ضایعات زیست تخریب‌پذیر موادغذایی به محل‌های دفن بهداشتی به‌منظور تشویق بازیابی مواد تجدیدپذیر وضع شد.
- ترویج تفکیک در مبدأ پسماندهای غذایی: در سال ۲۰۰۵، استفاده از کیسه‌های پلاستیکی با پیش‌پرداخت یا سطل‌های مخصوص جمع‌آوری و دفع پسماندهای غذایی تفکیک در مبدأ، معرفی شدند.
- سیستم هزینه براساس حجم ضایعات موادغذایی[1] (VBFS): در سال ۲۰۱۲، VBFS معرفی شد، یعنی هزینه دفع ضایعات موادغذایی بسته به حجم ضایعات تولیدشده پرداخت می‌شود.
- ممنوعیت ورود شیرابه پسماندهای غذایی به اقیانوس‌ها: در سال ۲۰۱۳، ممنوعیت ورود شیرابه پسماند مواد غذایی (ایجاد شده در طول تصفیه / بازیافت ضایعات مواد غذایی) در اقیانوس‌ها وضع شد.
- مقررات مربوط به کاهش میزان رطوبت پسماند مواد غذایی: در سال ۲۰۰۵، مقرراتی در مورد تعهد

1 Food waste volume based fee system

تولیدکنندگان مقادیر زیاد ضایعات موادغذایی، به‌منظور کاهش رطوبت پسماندهای مواد غذایی تا ۲۵ درصد تصویب شد. این امر بیشتر با خشک‌کردن یا گرم کردن قبل از تصفیه به دست می‌آید.

هنگ‌کنگ

در سال ۲۰۰۵ "چهارچوب سیاست مدیریت پسماند جامد شهری در هنگ‌کنگ (۲۰۰۵ - ۲۰۱۴)" توسط اداره حفاظت از محیط‌زیست[1] (EPD) هنگ‌کنگ تصویب شد. هدف اعلام شده بازیابی ۲۶ درصد پسماندهای خانگی تا سال ۲۰۱۲ بود. برنامه تفکیک در مبدأ پسماندهای خانگی در سال ۲۰۰۵ در سراسر کشور راه‌اندازی شد تا افراد بیشتری تشویق شوند پسماندهای خود را برای بازیافت تفکیک کنند. دلیل منطقی این برنامه این واقعیت ساده است که زمین هنگ‌کنگ برای دفن پسماند در حال اتمام است، بنابراین اقدامات شدید برای پیشگیری / کاهش و بازیافت پسماند مورد نیاز است. در زمینه فوق، تفکیک در مبدأ پسماندهای خانگی برای اطمینان از کیفیت لازم برای بازیافت ضروری تلقی می‌شود. همراه با یک کمپین اطلاعاتی در سراسر کشور و یک روند اجرایی گام‌به‌گام انعطاف‌پذیر، "راهنمای تفکیک در مبدأ پسماند در ساختمان‌های مسکونی" برای کمک به خانواده‌ها در تفکیک پسماندهای خانگی منتشر شد. برای اطلاعات بیشتر به کاهش ضایعات هنگ‌کنگ منبع : https://www.wastereduction.gov. hk/fa/household/ source _ intro.htm مراجعه کنید.

1 Environmental Protection Department

۴. اقتصاد تفکیک در مبدأ

اگرچه، تفکیک در مبدأ و جمع‌آوری تفکیک‌شده پسماندها از نظر تاریخی به‌عنوان عنصری است که هزینه‌های تصفیه پسماند را افزایش می‌دهد، اما این تنها در صورتی صادق است که تفکیک در مبدأ جدا از مدیریت کلی پسماندهای شهری دیده شود. تفکیک در مبدأ هزینه‌هایی را به فرآیند جمع‌آوری پسماند اضافه می‌کند، اما میزان پسماند باقی‌مانده و هزینه‌های مدیریت آن را کاهش می‌دهد[۲۶]؛ بنابراین باید به همراه اقدامات برای به حداقل رساندن و بازیافت پسماند، در سیستم کلی مدیریت پسماند شهری ادغام و بهینه‌سازی شود.

تجزیه‌وتحلیل کیفی هزینه، بر اساس تجربه کشور سوئد

تجزیه‌وتحلیل هزینه‌های زیر بر اساس تجربه سوئد است و مربوط به هزینه‌های اضافی و هزینه‌های جاری برای مدیریت سیستم جداگانه جمع‌آوری ضایعات موادغذایی است. بیشتر هزینه‌ها، مانند تجهیزات جداسازی، سطل‌ها و اطلاعات، توسط شهرداری از طریق درآمدهای پسماند تأمین می‌شود. بازسازی اتاقک‌های پسماند، ساخت سوله‌های بازیافت یا سرپناه‌های سطل پسماند به‌طورمعمول توسط مالک واحدهای مسکونی، تعاونی‌های مسکن یا انجمن‌ها تأمین مالی می‌شود. موارد فوق معمولاً در تدوین هزینه‌های اضافی شهرداری گنجانده نشده است:

هزینه‌های اضافی هنگام اجرای سیستم تفکیک در مبدأ:

- خودروهایی که برای تفکیک در مبدأ مناسب‌سازی شده‌اند؛
- سطل‌های پسماند موادغذایی (برای استفاده در داخل و خارج) (شامل هزینه‌های تحویل، بسته‌بندی و مونتاژ ظروف)؛
- تجهیزات تفکیک در مبدأ (کیسه و جا کیسه‌ای)؛
- کارکنان (به‌عنوان‌مثال کارکنان تضمین کیفیت، رانندگان، آموزش و غیره)؛
- فعالیت‌های اطلاع‌رسانی؛
- تعداد نقاط بارگیری مجدد.
- هزینه‌های اضافی پس از اجرای طرح تفکیک در مبدأ:
- اطلاعات جاری و بازخورد؛
- جمع‌آوری؛
  - هزینه‌های اضافی برای جمع‌آوری دو جریان مختلف پسماند.
  - برای ساختمان‌های آپارتمانی (با استفاده از سطل‌های مشترک) ارزان‌تر از واحدهای مستقل است
- کارکنان (به‌عنوان‌مثال کارکنان تضمین کیفیت، رانندگان، آموزش و غیره).
- تصفیه شامل حمل‌ونقل به تصفیه‌خانه؛
  - گاهی ارزان‌تر و گاهی گران‌تر از سوزاندن.
- سطل/کیسه/مخزن (توسط ساکنان برای جمع‌آوری پسماندهای غذایی تفکیک‌شده در مبدأ استفاده می‌شود)؛
- تضمین کیفیت کار.
  - نظارت منظم بر عملکرد طرح، ازنظر کیفیت بخش تفکیک‌شده، ترجیحاً با همکاری مالکان و ساکنان.

بهره‌وری هزینه از طریق ادغام تفکیک در مبدأ در مدیریت کلی پسماندهای شهری

تجربیات طولانی‌مدت از تفکیک در مبدأ بخش‌های ارگانیک در شهرداری‌های ایتالیا و کاتالونیا (اسپانیا) نشان می‌دهد با افزایش مقدار جمع‌آوری پسماند، هزینه‌های کلی هر واحد پسماند کاهش می‌یابد.

مقالات موجود نشان می‌دهد هنگامی‌که مجموعه بخش قابل‌هضم / ارگانیک جدا شده در مدیریت کل سیستم پسماند ادغام شده باشد،هزینه‌های جمع‌آوری جداگانه توسط شرکت‌های مدیریت پسماند و شهرداری‌ها با جمع‌آوری سنتی پسماندهای مخلوط قابل‌مقایسه و کمتر خواهد بود [۲۶].

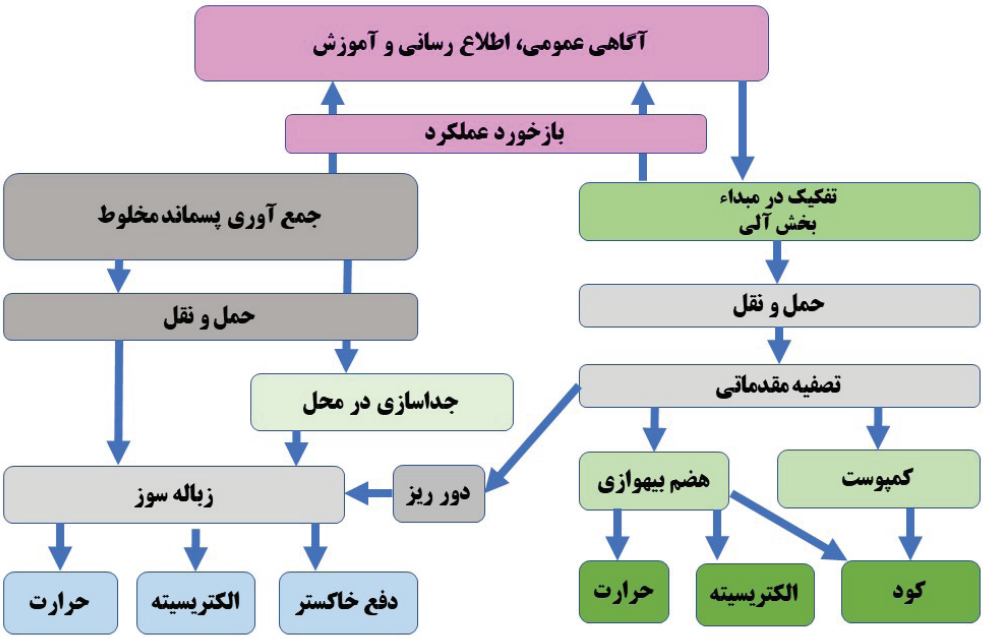
یکپارچگی فرآیندهای مدیریت پسماند به‌صورت شماتیک در شکل شماره ۳۲ نشان داده شده است. بررسی‌ها بر اهمیت ارزیابی و بهینه‌سازی طرح‌های جمع‌آوری با توجه به تناسب محلی آن‌ها و اجرای سیاست‌های مؤثر پیشگیری / کاهش ضایعات تأکید می‌کند؛ همچنین تجزیه‌وتحلیل هزینه‌های سنتی بر مبنای هزینه هر واحد (کیلوگرم یا تن) بر یک جریان پسماند منفرد(مانند بخش آلی) که به‌طور جداگانه جمع‌آوری‌شده متمرکز است. در شهرداری‌هایی که بخش آلی به‌طور جداگانه جمع‌آوری می‌شود، میزان پسماند باقی‌مانده که باید جمع‌آوری شود کمتر است. بنابراین بخش‌های جدا شده و پسماندهای دورریز را می‌توان در هفته‌های متناوب جمع‌آوری کرد که درنتیجه تعداد کل سفرهای جمع‌آوری یکسان خواهد بود. حجم کمتر مربوط به پسماند دورریز منجر به هزینه‌های کمتری برای مدیریت آن می‌شود که هزینه‌های اضافی را برای تفکیک در مبدأ بخش هضم / آلی جبران می‌کند.

ادغام سیستم جمع‌آوری جداگانه پسماندهای تفکیک‌شده در مبدأ در سیستم‌های مدیریت پسماند مستلزم طراحی مجدد کل سیستم جمع‌آوری پسماندهای شهری می‌باشد. این بدان معناست که حذف بخش قابل‌هضم / ارگانیک؛ به‌عنوان‌مثال پسماندهای خانگی باید حجم پسماند را به‌اندازه کافی کاهش دهد تا امکان جمع‌آوری پسماندهای کمتر در دفعات کمتر فراهم شود. در ایتالیا و کاتالونیا (اسپانیا)، جمع‌آوری پسماند از ۴ تا ۶ بار در هفته به ۲ یا ۳ بار کاهش یافت.[۲۷] کشورهای دیگر نیز رویکردهای مشابهی را اتخاذ کرده‌اند؛ برای مثال در بریتانیا، مجموعه پسماندهای دورریز از هفتگی به دو هفته یکبار کاهش‌یافته است، جایی که به‌صورت هفتگی جمع‌آوری ضایعات موادغذایی و خدمات جامع بازیافت خشک به ساکنان ارائه می‌شود. هزینه جمع‌آوری پسماند (و تعداد دورهای جمع‌آوری) تنها در صورتی افزایش می‌یابد که تفکیک در مبدأ پسماندهای خانگی به‌عنوان یک سرویس "افزودنی"، علاوه بر جمع‌آوری پسماندهای جامد شهری موجود و بدون هیچ‌گونه تغییر در پسماندهای دیگر انجام شود. از سوی دیگر، اگر تفکیک در مبدأ با طرح‌های جمع‌آوری در کل مدیریت پسماندهای جامد شهری ادغام شود، به‌طوری‌که فرکانس‌های جمع‌آوری، وسایل نقلیه، ظروف و تدارکات در سایر جریان‌های پسماند شهری بررسی و بهینه شود، هزینه‌های کلی مدیریت پسماند و فرکانس‌های جمع‌آوری با جمع‌آوری پسماندهای مخلوط قابل‌مقایسه می‌باشد[۲۷].

اگرچه کارایی هزینه طرح‌هایی با جمع‌آوری فشرده مواد زائد و فرکانس کمتر برای پسماندهای دورریز در آب‌وهوای گرم بسیار مهم است، جایی که معمولاً فرکانس‌های بسیار زیادی از جمع‌آوری پسماندهای جامد شهری وجود دارد، اما بررسی‌ها نشان می‌دهد که چنین طرح‌هایی می‌توانند با نتایج خوبی در اروپای شمالی و مرکزی نیز اعمال شوند. [۲۷] اصول کلیدی مقرون‌به‌صرفه بودن تفکیک در مبدأ پسماندهای قابل‌هضم خانگی به‌صورت زیر خلاصه می‌شوند:

- طراحی طرح‌های جمع‌آوری کاربرپسند؛
- تفکیک جمع‌آوری ضایعات موادغذایی از پسماندهای فضای سبز (به فرکانس کمتر نیاز دارد)؛

- امکان جداسازی دستی برای کاهش زمان و هزینه‌های برداشت (خانه‌های دارای فضای سبز)؛
- جایگزینی کامیون‌های بسته‌بندی کننده گران‌قیمت با وسایل‌نقلیه ارزان‌تر برای حمل ضایعات موادغذایی؛
- کاهش یا حتی حذف شستشو با استفاده از سطل و کیسه‌های ضد آب (نگهداری را افزایش می‌دهد و سیستم را کاربر پسندتر می‌کند)؛
- کاهش فرکانس جمع‌آوری پسماندهای دورریز .



شکل شماره ۳۲ : نمودار جریان مدیریت پسماندهای جامد شهری با بازیابی انرژی.

۵. طرح‌های موفق تفکیک در مبدأ

سه طرح موفق در زیر خلاصه‌شده است.

تفکیک در مبدأ پسماندهای غذایی در Umeå، سوئد

محل مطالعه موردی

Umea یک شهرداری است که در قسمت شمال شرقی ساحل سوئد واقع‌شده است. این شهرداری حدود ۱۲۰ هزار نفر جمعیت و ۲۳۰۰ کیلومترمربع مساحت دارد.

شهر Umea دارای ۱۵۰۰۰ خانه مستقل، ۳۹۰۰۰ خانوار در ساختمان‌های آپارتمانی، تقریباً ۴۶۰۰ اقامتگاه آخر هفته و ۲۶۰ کسب‌وکارهای مواد غذایی است.

مروری بر فرآیند جمع‌آوری پسماند

UMEVA[1] یک شرکت متعلق به شهرداری Umea است که مسئولیت مدیریت پسماندهای شهری را بر عهده دارد. در سال ۱۹۹۷، UMEVA انواع مختلف سیستم‌ها برای جمع‌آوری جداگانه ضایعات موادغذایی را پیاده‌سازی کرد. در سال ۲۰۰۰ تصمیم بر آن شد تا استفاده از سطل‌های جداگانه برای جمع‌آوری ضایعات مواد غذایی به‌صورت آزمایشی در منطقه‌ای با ۱۰۰۰ واحد آپارتمان انجام شود. این مدل به‌عنوان یک پروژه چهارساله، از سال ۲۰۰۷ اجرا شد.

- جمع‌آوری پسماند در شهرداری اکنون توسط پیمانکاران Ragn - Sells و Allmiljo AB انجام می‌شود.
- سیستم با سطل‌های جداگانه برای خانه‌های مستقل، ساختمان‌های آپارتمانی و کسب‌وکارهایی مشابه خانه‌ها مانند مدارس، مهدکودک‌ها و ادارات اعمال می‌شود.
- نتایج حاصل از آنالیز ترکیبات پسماند که در اواخر سال ۲۰۱۰ انجام شد، نشان داد که خانوارهای ساختمان‌های آپارتمانی به‌طور متوسط ۱٫۲ کیلوگرم ضایعات غذایی در هفته و واحدهای مسکونی مستقل ۳٫۸ کیلوگرم در هفته را تفکیک کردند.
- سیستم داوطلبانه است و بر اساس وزن شامل تعرفه زیست‌محیطی می‌شود. این بدان معناست که هزینه زیست‌محیطی از کسانی دریافت می‌شود که تصمیم می‌گیرند ضایعات غذایی خود را جدا نکنند. با توجه به وزن واقعی ضایعات غذایی جداگانه جمع‌آوری‌شده، هزینه خانوارهایی که تفکیک در مبدأ انجام می‌دهند، کاهش می‌یابد. در خصوص کسب‌وکارهایی که بیش از ۱۵۰۰ وعده غذایی در هفته سرو می‌کنند، جمع‌آوری ضایعات موادغذایی در سطل پیشنهاد نمی‌شود.
- بااین‌حال، آن‌ها ملزم به نصب واحد دفع پسماند با مخزن هستند. صاحب‌خانه یا صاحب مشاغل مسئول این سرمایه‌گذاری است. امروزه، تنها یک واحد دفع پسماند با مخزن در شهرداری وجود دارد، اما طبق برنامه کاری شهرداری، ۲۰ تا ۳۰ واحد تا سال ۲۰۱۶ وجود خواهد داشت.
- ۶۸ % از واحدهای مسکونی مستقل - پسماندهای غذایی خود را در سطل‌های جداگانه (۵۶ درصد) و

1 Umea Vatten och Avfall

از کمپوست خانگی (۱۲) جدا می‌کنند. هدف، رسیدن به نرخ مشارکت ۸۰ درصد است. برای تشویق، هزینه زیست‌محیطی مربوطه تعدیل شده است. در ساختمان‌های آپارتمانی، ۶۵ درصد از خانوارها این امکان رادارند که پسماندهای غذایی را تفکیک کنند.

- در پایان سال ۲۰۱۰، ۲۷ درصد از ضایعات غذایی خانوارهای شهرداری تحت تصفیه بیولوژیکی قرار گرفت (برآورد شامل ضایعات مواد غذایی از مشاغل نیست).
- اجرای تفکیک در مبدأ پسماندهای غذایی با سرعت نسبتاً پایینی (۱۲۰۰ - ۱۲۰۰۰ خانوار جدید در هر نیمسال در طی چهار سال) انجام شد.

جمع‌آوری پسماند

- به ساکنین واحدهای مسکونی مستقل هر دو هفته یکبار جمع‌آوری ضایعات غذا به روش کنار جدولی ارائه شد. به ساکنان ساختمان‌های آپارتمانی و مشاغل ۱ تا ۲ بار در هفته پیشنهاد جمع‌آوری مواد زائد داده شد. پسماندهای دورریز در سطل‌های جداگانه جمع‌آوری و مواد قابل بازیافت به مراکز بازیافت منتقل می‌شوند.
- کیسه‌های کاغذی (شکل شماره ۳۳) و مخازن قابل تهویه - سوراخدار (۱۴۰ لیتر) برای تفکیک در آشپزخانه استفاده می‌شود و آبونمان به آن تعلق می‌گیرد. به مشاغل نیز این تجهیزات ارائه می‌شود. کیسه‌های پلاستیکی زیست‌تخریب‌پذیر نیز برای آزمایش در برخی از مشاغل استفاده شده است، اما خرید کیسه‌ها و کادی آشپزخانه با هزینه شهروندان پرداخت می‌شود. کیسه‌ها سالی یکبار بین خانه‌های مجزا توزیع می‌شود. صاحبان ساختمان‌های آپارتمانی این امکان را دارند که کیسه‌های مورد نیاز خود را سفارش دهند و تحویل ماهانه توسط UMEVA یا توسط پیمانکار انجام می‌شود.
- از وسایل نقلیه با بارگیری عقب و جانبی (شکل ۳۴) با دو محفظه بیشتر استفاده می‌شود، اما در برخی مسیرها، وسایل نقلیه جمع‌آوری با یک محفظه مورد استفاده قرار می‌گیرد. هیچ‌گونه تطابق خاصی در خودروها انجام نشده است. بااین‌حال، در مقایسه با زمان جمع‌آوری پسماندهای قابل‌احتراق، مراقبت از مکانیسم‌ها و درپوش و آب‌بندی با دقت بیشتری انجام می‌شود.

شکل شماره ۳۳: استفاده از کیسه‌های کاغذی برای جمع‌آوری جداگانه پسماندهای موادغذایی (منبع: UMEVA)

شکل شماره ۳۴: وسایل نقلیه با بارگیری جانبی برای جمع‌آوری پسماندها(منبع: UMEVA)

ارتباطات:

- اطلاعات مربوط به اجرای تفکیک در مبدأ پسماندهای غذایی از طریق وب‌سایت شهرداری (شکل ۳۵)، به‌صورت چاپی (شکل ۳۶) و از طریق جلسات اطلاع‌رسانی برای صاحبان ساختمان‌های آپارتمانی و تعاونی‌های مسکن ارائه خواهد شد.
- انجمن‌های غیرانتفاعی مسکن و صاحبخانه‌ها به‌عنوان کانال اطلاع‌رسانی از شهرداری به خانوارها عمل می‌کنند و در مرحله معرفی طرح برای انتشار اطلاعات به ساکنان به آن‌ها مراجعه می‌نمایند. UMEVA جلسات سالانه‌ای را با انجمن‌ها ترتیب می‌دهد تا در مورد نوع اطلاعاتی که باید برای توزیع به ساکنین تهیه شود، بحث و تبادل‌نظر کنند.
- جلسات اطلاعاتی مشابهی مستقیماً با مستأجران برگزار شد، اما این جلسات به‌اندازه کافی موفقیت‌آمیز نبودند.

BRUNT KÄRL	BROWN BIN	CONTENEDOR MARRÓN	WEELKA MIDABKA BUNIGA LEH	وعاء بُنّي
Matrester	Leftover food	Residuos de comida	Harayga cuntada	بقايا الطعام
Grönsaker och frukt	Vegetables and fruit	Verduras y fruta	Khudaarta iyo miraha	خضار وفاكهة
Kaffe, te och deras filter och påsar	Coffee, tea including filters and tea bags	Café, té y sus filtros y bolsas	Qaxwo, shaah iyo waxyaalaha la socdo	قهوة، شاي وأكياسهم وفلاترهم
Ris, mjöl, pasta	Rice, flour, pasta	Arroz, harina, pasta	Bariis, bur, baasto	رز، طحين، معكرونات
Äggskal	Egg shells	Cáscaras de huevos	Qolofta ukunta	قشر البيض
Skaldjur	Shellfish	Mariscos	Xayawaan-badeedka an laf dhabarta lahayn	بحريات
Mindre ben från kött, fisk och fågel	Smaller bones from meat, fish and poultry	Huesos pequeños de carne, pescado y aves	Lafaha yaryar ee hilibka, kalluunka iyo digaagga	عظم صغير من اللحم، والسمك، والطيور
Blommor (men inte jord!)	Flowers (but not soil!)	Flores (¡pero no tierra!)	Ubax/dhirta (carrada ka reeban!)	ورود ونباتات (بدون التراب)

GRÖNT KÄRL	GREEN BIN	CONTENEDOR VERDE	WEELKA MIDABKA CAGAARAN LEH	وعاء أخضر
Tobak	Tobacco	Tabaco	Tubaakada	تبغ
Tuggummi	Chewing gum	Chicles	Lubaanta	علكة
Plast	Plastic	Plástico	Blaastikada	بلاستيك
Folie	Foil	Papel aluminio	Blaastikada qafiifan	ورق التغطية
Kattsand	Cat litter	Arena de gatos	Carrada yaanyuurta	تراب القطط
Blöjor	Nappies	Pañales	Xifaayada	حفاضات
Textil	Textile	Textiles	Dharka	أقمشة
Grillkol och aska	Barbecue charcoal and ash	Carbón de barbacoa y cenizas	Dhuxul iyo dambas	فحم الشوي والرماد

شکل شماره ۳۵: اطلاعات چندزبانه در مورد مواد زائد جمع‌آوری‌شده در سطل‌های قهوه‌ای (قابل‌هضم) و سطل‌های سبز (غیرقابل‌هضم).

منبع: www.umeva.se

شکل شماره ۳۶ بروشور اطلاعاتی - جمع‌آوری و بازیافت ضایعات مواد غذایی (منبع: www.umeva.se)

آلودگی :

- رانندگان‌وسیله‌نقلیه‌با چک کردن سطل‌های پسماند درهنگام خالی‌کردن آن‌ها، کیفیت مواد زائد غذای ی را بررسی می‌کنند. هرگونه جداسازی نادرست گزارش شده و اطلاعات هدفمند و مناسب برای فرد ارسال می‌شود. ازآنجاکه سطح خلوص بالای ضایعات مواد غذایی یکی از بالاترین اهداف شهرداری است، آنالیز ترکیبات پسماند و بازرسی‌های کیفی برنامه‌ریزی‌شده به‌طورمعمول انجام می‌شود. بازخورد کیفیت از طریق اعلامیه‌ها، پوسترها و وب‌سایت شهرداری به انجمن‌های مسکن و صاحب‌خانه‌ها ارائه می‌شود.
- در پاییز ۲۰۱۰ نتایج حاصل از آنالیز و ترکیبات پسماند نشان داد که ضایعات موادغذایی از آپارتمان‌ها و خانه‌های مستقل به‌طور متوسط ۱,۲ % محتوای غیر غذایی دارند. برخی از نمونه‌های واحدهای مسکونی مجزا تنها ۱ درصد داشتند.

هضم بی‌هوازی از بخش قابل‌هضم تفکیک‌شده در مبدأ (در صورت کاربرد)

- در حال حاضر تصفیه به روش هضم بی‌هوازی پسماندهای غذایی تفکیک‌شده در کارخانه بیوگاز در boden (شهری واقع در ۳۰۰ کیلومتری شمال Umea) انجام می‌شود. بیوگاز تولیدشده به سوخت خودرو ارتقاءیافته و در درجه اول برای اتوبوس‌ها استفاده می‌شود (شکل شماره ۳۷).

شکل شماره ۳۷: ضایعات غذایی تبدیل‌شده به بیوگاز به‌عنوان سوخت خودرو در سوئد استفاده می‌شود

(منبع: www.umeva.se)

سایر اطلاعات

اهداف بلندمدت شهرداری در خصوص جمع‌آوری جداگانه ضایعات غذایی؛ عبارت‌اند از:

- ۹۸٪ خلوص ضایعات‌غذایی جمع‌آوری‌شده (حداکثر ۲٪ محتوای غیر غذایی).
- ۸۰ درصد میزان مشارکت برای واحدهای مسکونی مجزا و ۶۴ درصد برای ساختمان‌های آپارتمانی.
- تا سال ۲۰۱۶، ۳۰ درصد صنایع در محدوده شهری باید دارای سیستم تفکیک در مبدأ پسماندهای مواد غذایی باشند.

UMEVA هنگام اجرای جمع‌آوری ضایعات مواد غذایی، ملزم شد قبل از راه‌اندازی سیستم اطمینان حاصل کند که کلیه فضاهای پسماند ساختمان‌های آپارتمانی شرایط محیط کار را برآورده می‌کنند.

گذار به تفکیک در مبدأ ضایعات موادغذایی با یک پیمانکار جدید برای جمع‌آوری انجام شد. برای دستیابی به قیمت مناسب جمع‌آوری پسماند، این چیزی است که UMEVA به سایر سازمان‌های پیمانکاری توصیه می‌کند.

اجرای پروژه جدید با یک مدیر پروژه و به‌طور متوسط سه کارمند تمام‌وقت انجام شد. هنگام پیاده‌سازی یک سیستم جدید، استخدام کارکنان اضافی توصیه می‌شود. هزینه‌های پرسنل اضافی با ۴۴ %هزینه‌های انتقال متناظر است. هزینه اضافی در طول معرفی پروژه حدود ۲۴۲ کرون برای هر خانوار بود. متعاقباً، هزینه‌های سالانه ۴۶ کرون برای هر خانوار افزایش یافت تا کارکنان بیشتری را برای مدیریت عملیات روزانه سیستم جمع‌آوری ضایعات موادغذایی، مقداری افزایش هزینه جمع‌آوری و خرید کیسه‌های کاغذی تأمین کند.

• باوجوداینکه ۷۰۰۰ خانوار در روستاها در تفکیک در مبدأ ضایعات مواد غذایی مشارکت نداشتند، در سال ۲۰۱۳ به آن‌ها پیشنهاد شد تفکیک در مبدأ پسماندهای غذایی را انجام دهند. سیستم با جمع‌آوری جداگانه از مشاغل به‌تازگی آغاز شده است. UMEVA تمایلی به مخاطره محیط کار ندارد؛ بنابراین تصمیم گرفته‌شده در آشپزخانه‌های بزرگ‌مقیاس، واحدهای دفع پسماند با مخازن نصب شود. این همچنین بدان معنی است که اجرای کامل زمان بیشتری برای انجام خواهد داشت.

عوامل کلیدی موفقیت:

- فضاسازی و تجهیزات مناسب برای مقادیر ضایعات موادغذایی؛
- مشخص کردن اهداف ملی محیط‌زیست به‌عنوان انگیزه‌های اصلی؛
- سیستم داوطلبانه برای شرکت‌کنندگان؛
- هماهنگی جهت جمع‌آوری ضایعات موادغذایی با تهیه قراردادهای جمع‌آوری جهت اطمینان از قیمت مقرون‌به‌صرفه؛
- معرفی کامل طرح‌ها و سرعت آهسته اولیه اجرا؛
- ارائه به‌موقع اطلاعات ساختمان‌های آپارتمانی؛
- منابع انسانی کافی برای اجرا؛
- سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های شهرداری برای اولین بار (به‌عنوان‌مثال سیستم‌های جداگانه جمع‌آوری ضایعات مواد غذایی در مدارس)، تا نمونه‌های خوبی برای تولیدکنندگان پسماند خصوصی (به‌عنوان‌مثال رستوران‌ها) باشد؛
- ایده خوب؛
- بیرون گذاشتن و درست قرار دادن؛
- اطلاعات خارج؛
- همکاری با صاحب‌خانه‌ها و انجمن‌های مسکن؛
- کمپین‌های درب به درب ساختمان‌های آپارتمانی؛
- آماده‌سازی کل سازمان برای تبدیل ضایعات مواد غذایی به تفکیک در مبدأ؛
- یادگیری از شهرداری‌هایی که قبلاً سیستم پسماندهای غذایی تفکیک‌شده را اجرا کرده‌اند؛
- بازرسی کیفیت و آنالیز ترکیب پسماند به‌صورت معمول؛
- بازگرداندن نتایج کنترل‌های کیفی به مالکان و انجمن‌های مسکن؛
- بازرسی‌های منظم برای ایجاد اعتماد در سیستم - حمایت از سیستم‌های جایگزین / تعدیل شده، مانند نصب واحد دفع پسماند با مخزن، به‌جای سطل، برای مشاغل بزرگ.

منبع تفکیک ضایعات موادغذایی در شورای شهر آکسفورد انگلستان

محل مورد مطالعه

آکسفورد شهری در مرکز جنوب انگلستان و شهرستان آکسفوردشایر است. جمعیت آن تقریباً ۱۵۰ هزار نفر است و مساحت آن ۴۶ کیلومترمربع است.

• مناطق شهری آکسفورد پرجمعیت هستند. بااین‌حال، ۵۲ درصد شهر دارای فضای باز است. دارای پایگاه

اقتصادی متنوعی است. صنایع آن؛ شامل تولید موتور، آموزش، انتشارات و تعداد زیادی از کسب‌وکارهای فناوری مبتنی بر اطلاعات و علم است.

نمای کلی جمع‌آوری پسماند

- از سال ۲۰۱۰ شورای شهر آکسفورد برنامه هفتگی جمع‌آوری به روش کنارجدولی برای بازیافت پسماندهای غذایی را به ساکنان پیشنهاد کرده است.
- علاوه بر این، یک آزمایش جمع‌آوری ضایعات غذایی یک‌ساله برای مشاغل آکسفورد در فوریه ۲۰۱۲ انجام شد.
- ضایعات موادغذایی توسط وسیله نقلیه مخصوص ضایعات غذایی جمع‌آوری (شکل شماره ۳۸) و مستقیماً به مرکز هضم بی‌هوازی Agrivert Cassington منتقل می‌شود.
- یک جمع‌آوری هفتگی اختصاصی پسماند سبز نیز برای ساکنان ارائه می‌شود. پسماندهای سبز به روش کنارجدولی جمع‌آوری‌شده و به کارخانه کمپوست‌سازی به روش vessel در Ardley منتقل و توسط شرکت Agrivert اداره می‌شود، که کمپوست را به‌صورت عمده از سایت‌های آکسفوردشایر و هرتفوردشایر به فروش می‌رساند.
- از آوریل ۲۰۱۱ تا مارس ۲۰۱۲، میزان ۱۷٫۵۹% از کل پسماندهای خانگی برای کمپوست یا هضم بی‌هوازی ارسال شده است.

شکل شماره ۳۸: وسیله نقلیه جمع‌آوری پسماندهای مواد غذایی شورای شهر آکسفورد

منابع پسماند

ضایعات غذایی از ساکنان و همچنین کالج‌ها، میخانه‌ها و مراکز کنفرانسی جمع‌آوری می‌شود که به‌عنوان بخشی از آزمایش جمع‌آوری پسماندهای غذایی به مراکز تجاری اختصاص داده شده‌اند.

جمع‌آوری پسماند

- شورای شهر آکسفورد به ساکنان خود جمع‌آوری هفتگی بر اساس جریان‌های زیر را به روش کنار جدولی ارائه می‌دهد:
  - پسماندهای دورریز؛
  - بازیافت پسماندخشک؛
  - ضایعات غذایی (ازجمله گوشت).
- بااین‌حال، به واحدهای مسکونی بزرگ، جمع‌آوری ضایعات مواد غذایی ارائه نمی‌شوند.
- هزینه ثابت خدمات مدیریت پسماند در قبوض مالیات شورا برای هر ملک گنجانده شده است که در سراسر بریتانیا صادق است. هیچ مؤلفه‌ای برای "پرداخت به ازای پسماند" در این سیستم وجود ندارد.
- به ساکنان موارد زیر ارائه می‌شود:
  - مخازن کادی ۷ لیتری برای استفاده در آشپزخانه (شکل شماره ۳۹) ؛
  - و کادی ۲۲ لیتری - سطل پسماند با درب قفل شونده (شکل شماره ۳۹) برای ذخیره پسماندهای مواد غذایی برای جمع‌آوری به روش کنار جدولی.
- تعداد اندکی از کیسه‌های تجزیه‌پذیر (شکل شماره ۴۰) به صورت رایگان در اختیار ساکنین قرار می‌گیرد، اما آن‌ها می‌توانند کیسه‌های اضافی خریداری کرده و یا در صورت نیاز، از روزنامه‌ها استفاده کنند.
- ماشین جمع‌آوری اختصاصی نشان داده شده در شکل شماره ۳۸، مواد جمع‌آوری‌شده را مستقیماً به تأسیسات هاضم بی‌هوازی Cassington می‌برد.

شکل شماره ۳۹: مخازن کادی پسماندهای مواد غذایی ۷ لیتری و ۲۲ لیتری

شکل شماره ۴۰: کیسه‌های زیست‌تخریب‌پذیر مخازن کادی آشپزخانه

ارتباطات

- جزوه "بازیافت ضایعات مواد غذایی" برای ساکنان مشمول این طرح توزیع شد. که در شکل شماره ۴۱ نشان داده شده است.
- یک وب‌سایت اختصاصی بازیافت پسماندهای غذایی نیز توسط شورا برای اطلاع‌رسانی و آموزش ساکنان ایجاد شده است: http://www.oxford.gov.uk/PageRender/decER/Foodwasterecycling.htm

شکل شماره ۴۱: جزوه بازیافت پسمانده‌ای‌های غذایی

کنترل کیفیت

• ناظرین / نگهبانان میدانی به‌طور منظم بررسی‌های چشمی را برای نظارت بر کیفیت ضایعات غذایی جمع‌آوری‌شده، انجام می‌دهند. اگر آلاینده‌هایی؛ مانند پلاستیک، شیشه، خاک، روغن پخت‌وپز یا چوب داخل آن دیده شود به سطل‌های پسماند مواد غذایی برچسب زده یا کارتی داده می‌شود که دلیل عدم جمع‌آوری صحیح ضایعات غذایی آن‌ها را توضیح می‌دهد. در صورت تکرار تخلف، ناظر با آن‌ها ملاقات خواهد داشت. این ملاقات به‌منظور ارائه اطلاعات و مشاوره در مورد جمع‌آوری ضایعات مواد غذایی به ساکنین طراحی‌شده است.

کارخانه هضم بی‌هوازی کاسینگتون

• ضایعات مواد غذایی تفکیک‌شده به‌عنوان مواداولیه برای تولید بیوگاز در تأسیسات هضم بی‌هوازی کاسینگتون (Cassington) استفاده می‌شود.

• کارخانه ۹میلیون پوندی Agrivert (شکل شماره ۴۲) به‌عنوان یک سرمایه‌گذاری مشترک با بخش خصوصی تحت یک قرارداد ۲۰ ساله با شورای شهرستان آکسفوردشایر برای ارائه تصفیه ضایعات غذایی توسعه داده شد.

• این تأسیسات سالانه ۴۰،۰۰۰ تن پسماند موادغذایی را از جمله محصولات بسته‌بندی تجاری را از محل دفن پسماند منحرف می‌کند.

• ضایعات موادغذایی از طریق آسیاب چکشی[1] پردازش می‌شود که با ۴۰۰۰ دور در دقیقه می‌چرخد و پسماندها را از طریق ترومل پودر می‌کند و کیسه‌های پلاستیکی زیست‌تخریب‌پذیر و سایر آلودگی‌های مواد بزرگ را به جریان پسماندهای دورریز انتقال می‌دهد (شکل ۴۳).

• این تأسیسات سالانه حدود ۴،۵ میلیون مترمکعب متان تولید می‌کند که برای تولید ۲،۱ مگاوات برق تجدیدپذیر که به شبکه ملی عرضه می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد. برق تولید شده برای تأمین برق حدود ۴۲۰۰ خانه کافی است.

• مایع هضم شده در کاسینگتون به‌عنوان کود زیستی در مزارع محلی مورد استفاده قرار می‌گیرد و باعث بهبود عملکرد محصول و کاهش نیاز به کودهای مصنوعی می‌شود. کیفیت هضم الزامات پروتکل کیفیت هضم بی‌هوازی (http: / / www .wrap.org.uk / content / quality-protocol anaerobicdigestate) و استاندارد مرتبط با آن (http: // www.wrap.org PAS 110) را برآورده می‌کند. (uk/content/bsi-pas-100-compost-specification). این بدان معناست که ماده هضم شده دارای حداقل استاندارد کیفیت است و بنابراین می‌تواند بدون کنترل تنظیم ضایعات در بسیاری از برنامه‌های کاربردی در انگلستان و ولز مورد استفاده قرار گیرد.

• تقاضای بازار محلی برای کود هضم شده بیشتر از حجم تولید شده است. دومین کارخانه هاضم در حال ساخت است.

1 Wacker

شکل شماره ۴۲: کارخانه هضم بی‌هوازی آگریورت کاسینگتون

شکل ۴۳: پردازش پسماندهای غذایی در کارخانه آگریورت

منبع تفکیک ضایعات مواد غذایی در Daejeon، کره جنوبی

محل مورد مطالعه

- شهر Daejeon در قسمت جنوبی مرکزی شبه‌جزیره کره واقع شده و پنجمین کلان‌شهر در کره جنوبی است. مساحت این شهر ۵۴۰ کیلومترمربع است. ۵۲ درصد شهر کوهستانی است.
- Daejeon با ۷۵ موسسه تحقیقاتی و ۱۲ دانشگاه به‌عنوان "مرکز علمی" شناخته می‌شود و به‌عنوان قطب علم و آموزش، حمل‌ونقل، فرهنگ و سیاست عمل می‌کند.

مروری بر روند جمع‌آوری ضایعات موادغذایی

ضایعات غذایی در کره؛ شامل باقی‌مانده مواد غذایی و ضایعات تولیدشده در طول پردازش غذا (برش، اضافات) یا ضایعاتی است که به دلیل عدم نگهداری، بسته‌بندی و حمل‌ونقل صحیح ایجاد می‌شود.

ضایعات مواد غذایی معمولاً با رطوبت بالا (۸۰٪<) مشخص می‌شوند، زیرا یک غذای معمولی کره‌ای؛ شامل یک‌کاسه برنج، انواع سوپ به همراه برخی غذاهای جانبی، مانند کیمچی (غذای تخمیر شده)، سس سویا، گوشت، غذاهای دریایی و سبزیجات است. این بدان معناست که ضایعات غذا به شیوه‌های مدیریتی خاصی مانند سیستم جمع‌آوری روزانه نیاز دارد؛ زیرا ضایعات مواد غذایی می‌تواند به‌سرعت تجزیه شود و باعث ایجاد مزاحمت به‌وسیله بو و مشکلات شیرابه شود. میزان تولید شیرابه معمولاً ۰٫۶ تا ۰٫۸ مترمکعب به ازای هر مترمکعب ضایعات مواد غذایی

هنگام جمع‌آوری و حمل‌ونقل است. ازآنجاکه این نوع پسماند برای دفن پسماند یا سوزاندن مناسب نیست، نمی‌توان آن را به همراه دیگر پسماندهای جامد شهری جمع‌آوری کرد.

در سال ۲۰۰۵ وزارت محیط‌زیست کره با هدف بازیابی مواد تجدیدپذیر، مقرراتی برای تفکیک در مبدأ پسماندهای غذایی وضع کرد. درنتیجه، ضایعات موادغذایی تفکیک‌شده در مبدأ در سطل‌ها یا کیسه‌های پلاستیکی مخصوص که پیش‌پرداخت(هزینه مدیریت پسماند در هزینه خرید کیسه یا سطل منظور شده است) شده‌اند به روش کنار جدولی جمع‌آوری و سپس دفع می‌شود. در کنار این امر برای مدیریت بیشتر سطل‌های مخصوص یا کیسه‌های پلاستیکی با پیش‌پرداخت را می‌توان از سوپرمارکت‌ها یا شهرداری‌های محلی خریداری کرد. تا سال ۲۰۱۱، هزینه‌های ثابت دفع ضایعات مواد غذایی بدون توجه به میزان ضایعات تولید شده، ماهانه پرداخت می‌شد. در سال ۲۰۱۲ از زمان پیاده‌سازی سیستم، در روش هزینه مبتنی بر حجم ضایعات مواد غذایی (VBFS)، هزینه‌های ضایعات مواد غذایی به حجم ضایعات تولید شده بستگی داشت. هدف این اقدام افزایش بازیافت و به حداقل رساندن تولید پسماندهای غذایی در کره بود. یک سال پس از اجرای آن در شهرداری Daejeon، تولید ضایعات مواد غذایی ۱۲ درصد کاهش یافته بود.

منابع پسماند

ضایعات غذایی در کره از سه منبع اصلی ناشی می‌شود:

۱.واحدهای مسکونی مجزا، خانه ردیفی و رستوران‌های کوچک؛

۲.مجتمع‌های آپارتمانی؛

۳.تولیدکنندگان انبوه ضایعات غذایی[1] (LQP).

a. مؤسسات / مدارس / سایر سازمان‌ها که روزانه برای بیش از ۱۰۰ نفر غذا ارائه می‌دهند.

b. رستوران‌های بزرگ با مساحت بیش از ۲۰۰ مترمربع.

c. فروشگاه‌ها و بازارهای بزرگ.

d. بازار عمده‌فروشی، بازار مشترک تعاونی و مرکز توزیع محصولات کشاورزی و شیلات.

f. هتل‌ها و اقامتگاه‌های گردشگری.

- طبق قوانین دفع، ضایعات غذایی؛ مانند تربچه، کلم چینی، کدوتنبل و هندوانه باید به قطعات کوچک خرد شوند، درحالی‌که غذاهایی که قابلیت ترشیدن(فاسد شدن) دارند؛ مثل کیمچی، ماهی شور، سس ترشی و رب فلفل و غیره باید قبل از دور ریختن در سطل پسماند مواد غذایی، شسته شود، علاوه بر این ضایعات موادغذایی تفکیک‌شده در مبدأ را نمی‌توان با دیگر پسماندهای جامد شهری مخلوط کرد. هرگونه مواد خارجی مانند کاغذ، کلاه‌های پلاستیکی و خلال‌دندان باید قبل از دور ریختن برداشته شوند. برخی از مواد مورد توجه برای بازیافت مؤثر در جدول شماره ۷ آورده شده است.

در سال ۲۰۱۱ در کره، ۱۳،۵۳۷ تن در روز ضایعات غذایی تولید شد که ۲۷ درصد از کل پسماندهای جامد شهری را تشکیل می‌داد. همان‌طور که در شکل ۴۴ نشان داده شده است، DMC[2] در سال ۲۰۱۱ ۵۰۹,۹ تن ضایعات غذایی

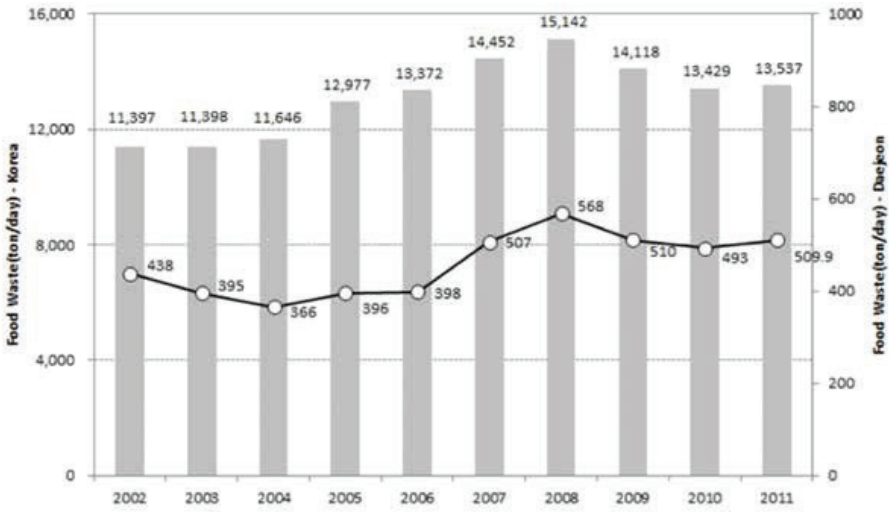
1 Large quantity food waste producers

۲ . DMC در کره چیست؟ (Digital Media City) یک مجتمع فن‌آوری پیشرفته برای فناوری‌های دیجیتال، دفاتر شبکه‌ای، آپارتمان‌ها، نمایشگاه‌ها، سالن‌های کنفرانس، دفتر مرکزی شبکه‌های تلویزیونی و مراکز فرهنگی در سئول، را در خود جای داده است.

ایجاد کرد، اگرچه میزان ضایعات مواد غذایی هرساله در حال افزایش است، اما حدود ۹۶ درصد از ضایعات مواد غذایی در کره بازیافت می‌شود. در سال ۲۰۱۲، معرفی VBFS منجر به کاهش ۴۷ تن ضایعات موادغذایی شد که معادل ۱۱,۹ درصد از کل ضایعات غذایی تولید شده است.

جدول شماره ۷: مواد مورد توجه در ضایعات مواد غذایی که باید قبل از دفع حذف شوند

مواد خارجی	پلاستیک، درب بطری، خلال‌دندان، نی، فویل و غیره.
سبزیجات	جعفری، ریشه پیاز و سیر، ذرت و غیره.
میوه‌ها	هسته هلو یا زردآلو، مغز گردو، دانه انگور، مو، پوست بادام‌زمینی، هندوانه، آناناس و غیره.
ماهی و صدف	استخوان ماهی، خرچنگ صدفی، میگو، صدف، حلزون، روغن و چربی حیوانی
گوشت	استخوان، گوشت گاو، خوک، مرغ و مو و غیره.
موارد دیگر	پوسته تخم‌مرغ، چای و چای کیسه‌ای



شکل شماره ۴۴: تولید ضایعات غذایی در کره و dmC

۱. جمع‌آوری پسماند

جمع‌آوری کنار جدولی برای خانه‌های مجزا، خانه‌های ردیفی و رستوران‌های کوچک.

- ضایعات مواد غذایی در مخازن کادی‌ها یا مخازن پلاستیکی ۳، ۵ یا ۲۰ لیتر تهیه شده با پیش‌پرداخت، ذخیره می‌شود. سطل پسماند در ابتدابه‌ساکنان جدید ارائه می‌شود، بااین‌حال، هر سطل جایگزین و سطل بعدی قابل شارژ هستند .
- هنگامی‌که سطل پسماند با ضایعات مواد غذایی پر می‌شود، ساکنان برچسب پیش‌پرداختی را روی سطل آویزان می‌کنند،(شکل شماره ۴۵) و هر روز، به‌جز شنبه، بین ساعت ۱۸ تا ۲۴، به محل جمع‌آوری کنار جدولی تحویل می‌دهند.
- برچسب رنگی قابل استفاده برای اندازه‌های مختلف سطل را می‌توانند از سوپرمارکت‌ها و شهرداری‌های محلی خریداری کنند. وسایل نقلیه جمع‌آوری که توسط شهرداری محلی اداره می‌شوند، پسماندهای غذایی

جمع‌آوری شده را برای بازیافت بیشتر در ساعات ۰۰: ۰۰ تا ۵ هر روز به‌جز یکشنبه، مستقیماً به مراکز بازیافت مربوطه می‌برند. برای جمع‌آوری سطل پسماندهای غذایی موجود در کوچه‌های باریک یا محل‌هایی که امکان جمع‌آوری با وسایل نقلیه وجود ندارد، از موتور، دوچرخه یا سه‌چرخه استفاده می‌شود.

- ضایعات موادغذایی جمع‌آوری شده با استفاده از موتور - دوچرخه یا سه‌چرخه همان‌طور که در شکل ۴۶ نشان داده شده است به یک کامیون کوچک منتقل می‌شود. قبل از تأسیسات نهایی، هیچ ایستگاه انتقالی برای پسماندهای موادغذایی وجود ندارد. شهرداری محلی مجموعه‌ای هفتگی از جمع‌آوری سایر پسماندهای جامد شهری مانند پسماندهای دورریز و پسماندهای خشک قابل بازیافت را به روش کنار جدولی به ساکنان خود ارائه می‌دهد.

شکل شماره ۴۵: برچسب پیش‌پرداخت و وسیله نقلیه جمع‌آوری

شکل شماره ۴۶: موتور و کامیون جمع‌آوری پسماندهای مواد غذایی

۲. جمع‌آوری عمومی

- ضایعات موادغذایی (اضافات سبزیجات، پوست میوه، برگ و غیره) به‌طورکلی از طریق یک توری که در سینک ظرفشویی نصب شده و در یک کیسه پلاستیکی کوچک یا یک ظرف کوچک مانند شکل ۴۷ جمع‌آوری می‌شود.
- هنگامی‌که کیسه یا ظرف کوچک پر می‌شود، ساکنان آن را در سطل‌های پسماند ۱۲۰ لیتری قرار

می‌دهند که هر روز، به‌جز شنبه، بین ساعت ۱۸ تا ۲۴ در محل مرکزی مجتمع آپارتمانی قرار داده می‌شود. مدیران مجتمع برچسب مجاز با پیش‌پرداخت (رنگ قرمز) را بر روی سطل پسماند پر شده قرار می‌دهند.

• شکل ۴۸ سیستم جمع‌آوری عمومی و کامیون جمع‌آوری ۱۱ تنی را نشان می‌دهد که در جمع‌آوری و حمل ضایعات موادغذایی استفاده می‌شود. پسماندها در ظروف ۱۲۰ لیتری عمومی در بازه زمانی ۰۰: ۰۰ تا ۵ هرروز، به‌جز یکشنبه جمع‌آوری می‌شوند. پسماندهای جمع‌آوری‌شده مستقیماً به تأسیسات بازیافت ارسال می‌شود.

• یک برچسب قرمز روی سطل آشپزخانه به‌وضوح نشان می‌دهد که سطل آماده جمع‌آوری است. به‌منظور حذف مواد دورریز و اجتناب از مزاحمت‌های بو و مشکلات شیرابه در مجاورت سطل‌های پسماند موادغذایی پس از انتقال ضایعات موادغذایی به کامیون ۱۱ تنی توسط یک ماشین شسته می‌شوند.(شکل شماره ۴۹)

• یک سیستم هزینه بر اساس حجم ضایعات مواد غذایی برای خانه‌های ویلایی، خانه‌های ردیفی و رستوران‌های کوچک مطلوب است، زیرا هزینه بستگی به میزان ضایعات غذایی تولید شده دارد. بااین‌حال، در مورد یک سیستم جمع‌آوری عمومی، ساکنان صرف‌نظر از مقدار واقعی ضایعات‌غذایی تولید شده برای هر خانوار هزینه متوسط را می‌پردازند. این می‌تواند ضعف عمده VBFS در هنگام استفاده برای سیستم جمع‌آوری عمومی باشد.

شکل شماره۴۷: ضایعات مواد غذایی غربال شده در سینک ظرفشویی، و ذخیره در کیسه‌های پلاستیکی و ظروف کوچک

شکل شماره ۴۸: سیستم جمع‌آوری عمومی

شکل شماره ۴۹: وسیله‌نقلیه شستشو برای سطل‌های ۱۲۰ لیتری مشترک

۳. جمع‌آوری اختصاصی

بر اساس مقررات، تولیدکنندگان مقادیر انبوه ضایعات غذایی (LQP) باید پسماندهای غذایی خود را مدیریت کنند. طبق این مقررات، رطوبت پسماندهای موادغذایی با خشک کردن و گرم‌کردن به کمتر از ۲۵% کاهش می‌یابد. ۴۰ درصد پسماندها باید به کمپوست و خوراک دام تبدیل شوند. LQP ها باید از بازیافت یا سازمان واجد شرایط برای بازیافت ضایعات غذایی خود استفاده کنند. دسته‌بندی‌های نحوه جمع‌آوری، براساس منابع تولید پسماند در جدول شماره ۸ خلاصه شده است.

جدول شماره ۸. طبقه‌بندی نحوه جمع‌آوری بر اساس منابع تولید پسماند

منبع پسماند غذایی	خانه‌های مجزا، خانه ردیفی و رستوران‌های کوچک	مجتمع آپارتمانی	تولیدکنندگان ضایعات غذایی به مقدار زیاد
نحوه جمع‌آوری/دفع	کنار جدولی	عمومی	خودتصفیه/مدیریت و ارسال (هزینه)
حجم مخازن جمع‌آوری (لیتر)	۳، ۵، ۲۰	۱۲۰	سطل‌های اختصاصی
زمان و روز دفع	۱۸:۰۰ الی ۲۴:۰۰ همه‌روزه به‌جز شنبه	۱۸:۰۰ الی ۲۴:۰۰ همه‌روزه به‌جز شنبه	طبق برنامه
زمان و روز جمع‌آوری	۰۰:۰۰ الی ۰۵:۰۰ همه‌روزه به‌جز یکشنبه	۰۰:۰۰ الی ۰۵:۰۰ همه‌روزه به‌جز یکشنبه	طبق برنامه
نحوه پرداخت	برچسب آبی wBFS	برچسب قرمز wBFS	هزینه شخصی یا حق‌العمل
هزینه دفع	سطل ۳ لیتری – ۶ سنت سطل ۵ لیتری – ۳۰ سنت؛ سطل ۲۰ لیتری – ۱,۱ دلار	سطل زباله ۱۲۰ لیتری - ۶,۵ دلار	هزینه شخصی یا حق‌العمل
وسایل نقلیه جمع‌آوری	موتور، دوچرخه، موتور سه‌چرخه و کامیون ۱۱ تنی	کامیون ۱۱ تنی، کامیون شستشو و خودرو شخصی	کامیون شخصی
مراجع جمع‌آوری	dmC	dmC و خصوصی	خصوصی و کمیسیونر

ارتباطات

- DMC و دولت محلی تلاش می‌کنند تا مدیریت صحیح ضایعات مواد غذایی را در کنار کاهش ضایعات مواد غذایی ترویج دهند. اطلاعات از طریق پوسترهایی که روی سطل‌های جمع‌آوری قرار داده شده است، جزوات، روزنامه‌های محلی، تبلیغات تلویزیونی و آموزش اجتماعی از طریق سازمان‌های مردم نهاد منتشر می‌شود. (شکل شماره ۵۰)

شکل شماره ۵۰: ترویج سیستم هزینه پسماند مواد غذایی در DMC

آلودگی

- ضایعات مواد غذایی از سایر مواد مانند شیشه، فلز، کاغذ، پلاستیک، حتی استخوان و دانه‌های میوه‌های سخت جدا می‌شود. ناخالصی‌های تفکیک نشده موجود در ضایعات موادغذایی در فرآیند بعدی پیش‌تصفیه از قبیل پاره کردن کیسه‌ها و جداسازی مواد خارجی قبل از بازیافت، جدا می‌شوند.
- اگر ناخالصی‌ها و آلاینده‌ها در مواد جمع‌آوری‌شده مشخص شوند، سطل‌ها را برچسب می‌زنند یا به آن‌ها اطلاع می‌دهند که چرا ضایعات مواد غذایی جمع‌آوری نشده است، همان‌طور که در شکل شماره ۵۱ نشان داده شده است. همچنین یک بروشور به ساکنان مربوطه داده می‌شود تا به آن‌ها یادآوری کند که چگونه پسماندهای غذایی را به‌درستی در خانه خود تفکیک کنند.

شکل شماره ۵۱ : مخازن کارت داده‌شده به علت آلودگی ضایعات مواد غذایی

هضم بی‌هوازی بخش قابل‌هضم تفکیک‌شده در مبدأ

- DMC در حال حاضر ۴۷۰ تن در روز ضایعات غذایی تولید می‌کند که ۱۰۰ تن از آن‌ها کمپوست و ۳۷۰ تن باقی‌مانده برای تولید خوراک استفاده می‌شود.
- در حال حاضر ۷۰۰۰ مترمکعب هاضم بی‌هوازی برای تصفیه کل ظرفیت ضایعات مواد غذایی در دست‌ساخت است. هدف جایگزینی تولید خوراک با تصفیه ۲۰۰ تن در روز ضایعات غذایی است، درحالی‌که ضایعات غذایی باقی‌مانده (۱۷۰ تن) مانند گذشته به خوراک دام تبدیل خواهد شد.
- شیرابه ضایعات غذایی، تولید شده به مقدار ۳۶۰ تن در روز، تاکنون با لجن فاضلاب در دستگاه‌های هضم بی‌هوازی تصفیه فاضلاب هضم شده است. ۶۰۰۰ مترمکعب هاضم بی‌هوازی برای کل ظرفیت در حال ساخت است تا منحصراً ۲۰۰ تن در روز شیرابه پسماند مواد غذایی را تصفیه کند.
- تولید ۱۰۰ تن ضایعات غذایی در روز منجر به تولید ۵ تن کمپوست در روز می‌شود.
- اجرای آینده هضم بی‌هوازی حدود ۲۷،۶۰۰ نیوتن مترمکعب بیوگاز تولید می‌کند که می‌تواند برای تولید ۱۶۵ مگاوات ساعت برق مورد استفاده قرار گیرد. بخش جامد به‌دست‌آمده از فیلتراسیون ماده هضم شده به RDF[1] تبدیل می‌شود و مایع برای تصفیه بیشتر به کارخانه لجن فاضلاب ارسال می‌شود.

1 Refuse Derived Fuel

۶. نظرات نهایی

تفکیک در مبدأ پسماندهای قابل‌هضم خانگی به انحراف مواد قابل‌هضم از محل‌های دفن پسماند یا سوزاندن کمک می‌کند و آن را برای هضم بی‌هوازی مناسب می‌سازد. این گامی در جهت مدیریت پایدارتر پسماندها است زیرا امکان بازیابی و بازیافت، حفظ منابع و کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی را فراهم می‌کند. در بسیاری از کشورها، هضم بی‌هوازی به یک فناوری استاندارد برای تصفیه بخش قابل‌هضم پسماندهای جامد شهری تبدیل‌شده است که با توجه به کاربردهای متعدد بیوگاز، از آن برای سوخت تجدیدپذیر و ماده هضم شده به‌عنوان کود گیاهی و بهبود دهنده خاک استفاده می‌شود.

کیفیت مواد زائد تفکیک شده در مبدأ حیاتی است؛ زیرا بازیافت ماده هضم شده به‌عنوان کود برای محیط‌زیست، سلامت انسان، حیوانات بی‌خطر و کاربرد در بازارهای مناسب کشاورزی، باغداری و جنگلداری را تضمین می‌کند.

محرک اصلی برای تفکیک در مبدأ پسماندهای قابل‌هضم خانگی، انحراف پسماندهای آلی از محل‌های دفن پسماند به سمت مدیریت پایدار و گزینه‌های تصفیه پسماند است. در بسیاری از نقاط جهان، سیاست‌ها و چهارچوب‌های اقتصادی - اجتماعی مشابهی برای حمایت از این توسعه ایجاد شده است.

در اروپا، دستورالعمل دفن پسماند اهداف انحراف مواد آلی از محل‌های دفن پسماند را تعیین می‌کند. دستورالعمل دفن پسماند اتحادیه اروپا الهام‌بخش بسیاری از کشورهای دیگر در سراسر جهان برای اجرای اقدامات مشابه بوده است. به‌طورکلی، سیاست‌ها و مقررات با هدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، ارتقاء بازیابی و بازیافت، بهبود سلامت عمومی، افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر، افزایش اشتغال (به‌ویژه در کشورهای کم‌درآمد) باعث ایجاد تغییرات می‌شود. افزایش تفکیک در مبدأ و تصفیه به روش هضم بی‌هوازی بخش قابل‌هضم پسماند به هزینه‌های اجرایی طرح‌های جمع‌آوری و وجود بازار برای محصولات نهایی بستگی دارد. از عوامل مهم در طرح جمع‌آوری موفق، ارتباط، بازخورد و اطلاعات با توجه به همه ذینفعان است، تا حداکثر جذب و کیفیت بالای مواد جمع‌آوری‌شده را تضمین کند. اطلاعات عمومی و آگاهی در مورد مدیریت پایدار پسماندهای جامد شهری و پتانسیل‌ها و مزایای تفکیک در مبدأ برای انجام موفق یک سیستم تفکیک در مبدأ ضروری است.

طراحی سیستم تفکیک در مبدأ باید با شرایط محلی شهرداری مربوطه سازگار باشد.

برای تعیین مناسب‌ترین رویکرد جهت جمع‌آوری جداگانه پسماندهای قابل‌هضم از خانوارها، موارد زیر را باید در نظر گرفت:

- **طرح‌های موجود جمع‌آوری پسماند و بازیافت:** چگونه مجموعه جدید با جمع‌آوری‌های موجود اشترکی / کنارجدولی با هم ادغام می‌شود؟ چه زیرساخت‌هایی باید برای ساکنان فراهم شود؟
- **ظرفیت ناوگان خودروهای جمع‌آوری موجود:** آیا ناوگان موجود ظرفیت جمع‌آوری پسماندهای آلی را دارد؟ آیا خودروهای جدید / اضافی مورد نیاز است؟
- **ترتیبات قراردادی موجود:** آیا جمع‌آوری جریان پسماند جدید مستلزم تغییر قرارداد (های) موجود است یا باید قرارداد جدیدی مورد توافق قرار گیرد؟
- **مجاورت تأسیسات تصفیه‌خانه:** آیا یک مرکز تصفیه نزدیک با ظرفیت موجود وجود دارد یا پسماندهای آلی نیاز به تجمیع شدن دارند؟
- **بهداشت و ایمنی:** آیا اضافه کردن سیستم جمع‌آوری نگرانی‌های مربوط به‌سلامتی و ایمنی مانند افزودن الزامات برای کارکنان را افزایش می‌دهد؟

- **هزینه:** تغییر خالص هزینه‌ها برای شهرداری و نحوه بهینه‌سازی طرح جمع‌آوری و ادغام آن در مدیریت کل پسماندهای جامد شهری به‌منظور افزایش بازده هزینه مدیریت کلی پسماند چگونه خواهد بود؟
- **بازار:** آیا بازار مناسبی برای بیوگاز و هضم تولید شده موجود است؟

این گزارش نشان داده است که تفکیک در مبدأ پسماندهای قابل‌هضم خانگی یک عمل پایدار است که احتمالاً برای مدیریت آینده پسماندهای شهری در سراسر جهان استاندارد خواهد شد. اقتصاد تفکیک در مبدأ پسماندهای قابل‌هضم خانگی به سیاست‌های موجود مدیریت پسماند و چارچوب‌های اجتماعی - اقتصادی ارائه‌شده توسط چنین سیاست‌هایی وابستگی زیادی دارد. دلایل خوبی برای شهرداری‌ها وجود دارد تا تفکیک در مبدأ پسماندهای قابل‌هضم را معرفی کرده و فضایی را برای استفاده از آن‌ها به‌عنوان مواد اولیه هضم بی‌هوازی ایجاد کنند. تفکیک در مبدأ برای برآوردن استانداردهای لازم برای کیفیت مورد نیاز بازیافت پسماند ضروری است. مزایای آن برای محیط‌زیست و سلامت انسان و حیوانات به‌طور گسترده‌ای شناخته‌شده است، و با هزینه‌های مربوطه به آن قابل‌مقایسه نیست.

منابع

1. Kaza, S., et al., What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050. 2018: World Bank Publications.

۲. نقوی، ر. و س.م. کیا، بررسی مدیریت پسماندهای جهان و چشم‌انداز آن تا سال ۲۰۵۰ میلادی. فصلنامه مدیریت پسماند، بهار ۱۳۹۸. پیاپی ۱۷.

3. Metz, B., et al., Climate Change 2007: Working Group III: Mitigation of Climate Change. 2007.

4. Commission, E., Commission staff working document. Accompanying the communication from the commission on future steps in bio-waste management in the European Union. 2010.

5. Burrows, D.J.W.M.W.-w.v., Landfill Bans: Handle With Care. 2013.

6. Gustavsson, J., et al., Global food losses and food waste. 2011, FAO Rome.

7. Al Seadi, T., et al., 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. 2013. 37: p. 4-50.

8. Vögeli, Y., Anaerobic digestion of biowaste in developing countries: Practical information and case studies. 2014: Eawag-Sandec.

9. Lohri, C.R., L. Rodić, and C.J.J.o.e.m. Zurbrügg, Feasibility assessment tool for urban anaerobic digestion in developing countries. 2013. 126: p. 122-131.

10. Al Seadi, T. and C.J.I.b. Lukehurst, Quality management of digestate from biogas plants used as fertiliser. 2012. 37: p. 40.

11. Elger, N., et al., AgSTAR Project Development Handbook. Vol. 430-B-20-001. April 2020: EPA.

12. Alibardi, L. and R. Cossu, Composition variability of the organic fraction of municipal solid waste and effects on hydrogen and methane production potentials. Waste Management, 2015. 36: p. 147-155.

13. Murphy, J.D., N.M.J.J.o.E.S. Power, and H.P. A, A technical, economic and environmental comparison of composting and anaerobic digestion of biodegradable municipal waste. 2006. 41(5): p. 865-879.

14. Defra, U., Guidance on applying the Waste Hierarchy. 2011, London, UK.

15. Elger, N., V. McKinney, and C. Voell, Project Development Handbook
A Handbook for Developing Anaerobic Digestion/Biogas Systems on Farms in the United States. Vol. EPA 430-B-20-001. 2020: EPA's AgSTAR Program.

16. Solomon, S., et al., Climate change 2007-the physical science basis: Working group I contribution to the fourth assessment report of the IPCC. Vol. 4. 2007: Cambridge university press.

17. Read, A. and A.J.w.m.w. Godley, 'How green is mechanical biological treatment? 2013.

18. Return Directive, O.J.L.d., 115 Directive [online] Available at: https://eurlex. europa. eu/LexUriServ. 2008.

19. Hoornweg, D. and P. Bhada-Tata, What a waste: a global review of solid waste management. 2012.

20. Ericsson, K., A. Nikoleris, and L.J. Nilsson, The biogas value chains in the Swedish region of Skåne. 2013.

21. Zaman, A.J.I.J.o.E.S. and Technology, Identification of waste management development drivers and potential emerging waste treatment technologies. 2013. 10(3): p. 455-464.

22. Maier, J., UNEP–United Nations Environment Programme, in A Concise Encyclopedia of the United Nations. 2010, Brill Nijhoff. p. 712-714.

23. Cameron, H.J.E.L.R., The EU landfill directive. 1999. 1(4): p. 266-282.

24. L, E.C.J.O.J., Directive 2008/98/EC on waste (waste framework directive). 2008. 312(22.11): p. 2008.

25. Al Seadi, T., et al., Source separation of MSW. 2013: IEA Bioenergy UK.

26. Favoino, E.J.B.s., proceed ings EC Con-fer ence bi o log i cal treat ment Biodegrad able waste, Drivers for separate collection in the EU, optimisation and cost assessment of high capture schemes. 2002.

27. Favoino, E.J.I.m.o.o.w. and A. residues Harokopio University, Optimisation of schemes for source separation of compostable waste considering the locally most suitable technique. 2001: p. 21-40.