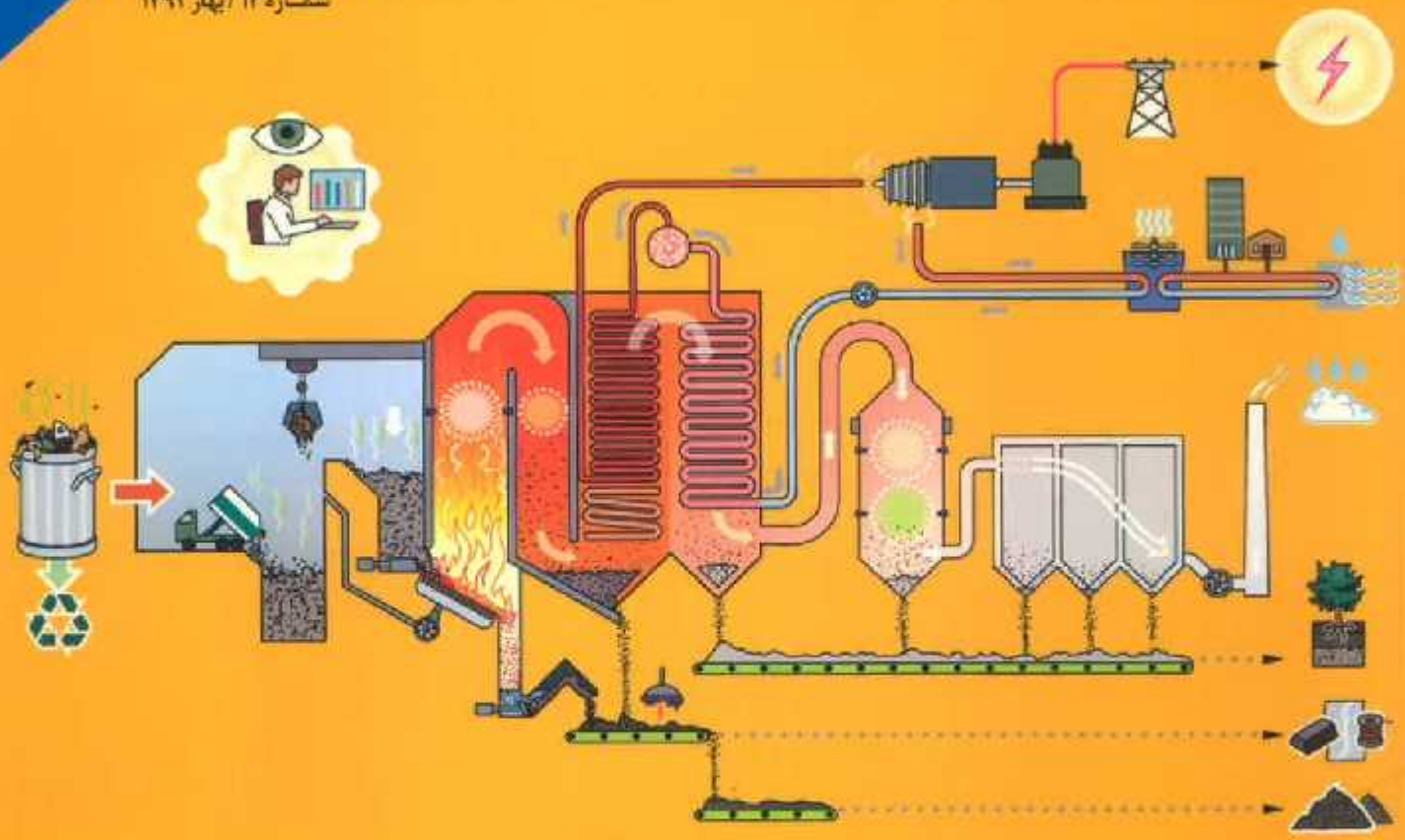
۱۴ مدیریت پسماند

مدیریت پسماند

فصلنامه آموزشی پژوهشی
شماره ۱۴ / بهار ۱۳۹۲



- همکاری‌های بین الملل در آموزش مدیریت پسماند
- راهکارهایی برای موفقیت در مدیریت پسماند شهری
- تجربه تولید ورمی کمپوست در روستاهای گیلان
- ضرورت تهیه طرح استراتژیک مدیریت پسماندها
- انتخاب روش بهینه تبدیل پسماند به انرژی در کلانشهر اصفهان
- محاسبه مقدار انتشار گاز متان از مرکز دفن بهداشتی زباله شهر بردسکن با استفاده از برنامه LANDGEM
- آسیب شناسی چالش‌های فراروی مدیریت جامع پسماندهای شهری در ایران

وزارت کشور

سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور

سازمان حفاظت محیط زیست

معاونت خدمات شهری
سازمان مدیریت پسماند

هفتمین همایش ملی و دومین همایش بین المللی

مدیریت پسماند

The 7 th National & 2 nd International Conference on Solid Waste Management

دوم و سوم اردیبهشت ۱۳۹۳ – تهران

سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور (مرکز مطالعات برنامه ریزی شهری و روستایی)
و سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران

www.hamayeshpasmand.ir

نشانی دبیرخانه : تهران خیابان شهید رجایی، انتهای ۱۳ آبان، صالح آباد شرقی، میدان شهید خالقی،
خیابان امام زاده ابوالحسن، سازمان مدیریت پسماند
تلفن: ۹-۱۳۰ ۵۵۵ ۳۰ فکس: ۱۵۹ ۵۵۵ ۳۰

بسم الله الرحمن الرحیم

فهرست

مدیریت پسماند

فصلنامه آموزشی پژوهشی
شماره ۱۴ - بهار ۱۳۹۲

صاحب امتیاز: سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور
مدیر مسئول: مهندس هوشنگ خندان‌دل، رئیس سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور
زیر نظر: محمدرضا پهلوونده، رئیس مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری و روستایی
سردبیر: مسعود احمدی
تحریریه: حسین رجب‌صلاحی، روح‌اله محمودخانی، هاشم نوروزی‌فرد، ساسان سامی، علی اصغر حبیب‌پور، مهیار صفا، زهره ترحمی
همکاران این شماره: محمد طولابی، عارف موسوی، آرش سرایی
مدیر اجرایی: ساسان سامی
ویراستار: حسن عبدالمزاده
صفحه آرایی و امور هنری: موسسه تبلیغاتی و انتشاراتی نگارگران
ناشر: انتشارات مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری و روستایی
نشانی: تهران، بلوار کشاورز، ابتدای خیابان نادری، پلاک ۱۷، مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری و روستایی
کدپستی: ۱۴۱۶۶۱۳۳۶۶۱ تلفن: ۶۳۹۰۲۰۵۳-۴ نمابر: ۸۸۹۷۷۹۱۲
وب‌گاه: http://www.imo.org.ir
رایانامه: Email:wm.journal@yahoo.com
درگاه فروش اینترنتی فصلنامه:
http://safta.imo.org.ir

محور اصلی: استحصال انرژی از پسماند

سخن آغازین		۲
گفت‌وگو	ضرورت تهیه طرح استراتژیک مدیریت پسماندها/ مهیار صفا، زهره ترحمی	۳
آموزش	همکاری‌های بین‌المللی در آموزش مدیریت پسماند/ سید عارف موسوی	۵
یک تجربه	راهکارهایی برای موفقیت در مدیریت پسماند شهری/ هاشم نوروزی فرد	۷
	تجربه تولید برق کمپوست در روستاهای گیلان/ مهیار صفا	۱۰
مقالات	انتخاب روش بهینه تبدیل پسماند به انرژی در کلانشهر اصفهان/ اصغر ابراهیمی	۱۲
	محاسبه مقدار انتشار گاز متان از مرکز دفن بهداشتی پسماند شهر بردسکن با استفاده از برنامه LANDGEM / علی اکبر رودباری	۱۹
	آسیب‌شناسی چالش‌های فراروی مدیریت جامع پسماندهای شهری در ایران/ بهروز یوغلان دشتی	۲۳
	ارزیابی اقتصادی راه‌اندازی تأسیسات پسماندسوزی با ظرفیت پردازش ۲۰۰ هزار تن در سال در شهر ساری/ مهدی شفیعی چالی	۲۸
	طراحی کارخانه تولید RDF و سیستم‌های متکمل آن در مدیریت پسماند شهری برای پسماندهای شهری با ظرفیت ۱۰۰۰ تن در روز/ نازنین زارع	۳۴
	بررسی پتانسیل میزان تولید بیوگاز از ضایعات سبزمینی به روش هضم بی‌هوازی/ اکبر نمایی مقدم	۳۹
	اهمیت آموزش و افزایش مهارت شغلی کارگران خدمات شهری در ارتقای سلامت فرد و جامعه/ زهرا همافر	۴۳
	بررسی و انتخاب روش‌های مدیریت محل از تلفیقی همزمان پسماندهای جامد و فاضلاب در مناطق روستایی ایران/ محمد فهیمی نما	۴۵
	ارزیابی وضعیت موجود مشکلات و راهکارهای بهبود تفکیک از مبداء پسماندها از دیدگاه شهروندان در مناطق شهری کشور/ عبدالله میرابراهیمی	۵۱
اخبار	حبیب روح‌نواز	۵۴
قانون	شیوه‌نامه اجرایی پردازش، جداسازی و بازیافت پسماندهای عادی در سطح روستاهای کشور	۵۶
	شیوه‌نامه اجرایی ساماندهی پسماندهای عمرانی و ساختمانی	۶۰
فراخوان مقاله		۶۶
معرفی کتاب	پتانسیل و فناوری تولید انرژی از زیست توده در مناطق روستایی	۶۷

هوشنگ خندان دل
رییس سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور

رشد شتابان جمعیت دنیا در سالیان اخیر همراه با افزایش سرانه تولید پسماندهای جامد، به تولید حجم وسیعی از این مواد در کره زمین منجر شده است که باید به نحوی دفع شود. درحال حاضر، رایج‌ترین روش دفع این مواد، دفن بهداشتی در زمین است اما به دلیل گسترده بودن حجم این مواد، به فضای دفن وسیعی نیازمندیم؛ ضمن آنکه روش دفن بهداشتی، مسائل فنی و زیست محیطی متعددی را نظیر سرمایه‌گذاری فراوان، مشکل آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و کاهش ارزش زمین‌های مجاور به همراه دارد.

به همین دلایل در دهه‌های اخیر، تلاش‌های فراوانی برای یافتن راه‌های جایگزین صورت گرفته است.

ایده‌هایی نظیر کاهش تولید پسماند به صفر، تفکیک پسماند از مبدأ تولید و استفاده مجدد از پسماندهای جامد در همین راستا شکل گرفته‌اند.

با وجود تمامی تلاش‌های صورت گرفته، حجم بسیاری از این مواد همچنان به دفن نیاز دارند. با توجه به تولید گازهای حاصل از تجزیه بی‌هوازی نظیر متان در مکان دفن، فناوری‌های تولید انرژی از پسماند در برنامه‌های مدیریت یکپارچه پسماندهای جامد قرار گرفته است؛ ضمن آنکه افزایش قیمت حامل‌های انرژی و کاهش سطح ذخیره این منابع سوختی نیز لزوم حرکت به سمت فناوری‌های تولید انرژی از پسماندهای را ضروری ساخته است.

نگاهی کلی به این فناوری‌ها نشان می‌دهد که در مجموع، امکان تولید انرژی از تمامی اجزای پسماندهای جامد وجود دارد. در برخی فناوری‌ها، نظیر دفن بهداشتی و تصفیه مکانیکی بیولوژیکی، از اجزای آلی این مواد برای تولید انرژی کمک گرفته می شود؛ در حالی که در فناوری‌های پسماند سوزی و پلاسما، از بخش خشک این مواد استفاده می‌شود.

درهرحال با توجه به افزایش حجم پسماندهای جامد تولیدی، افزایش آگاهی‌های مردم از پیامدهای سوء زیست محیطی دفن این مواد در مجاورت محل زندگی آنها و همچنین افزایش قیمت حامل‌های طبیعی انرژی و کاهش سطح ذخیره جهانی آنها، انتظار می‌رود که در سال‌های آتی، حرکت به سمت فناوری‌های تولید انرژی از مواد پسماندهای، روند شتابانی به خود بگیرد.

مدیرمسوول

ضرورت تهیه طرح استراتژیک مدیریت پسماندها

در گفت‌وگو با: دکتر میتسوئو یوشیدا
استاد دانشگاه توکیو-ژاپن

مهیار صفا، زهره ترحمی

بر اساس سیاست‌های کلی کشور، مدیریت یکپارچه پسماند، مدیریتی است که کاملاً منطبق بر محورهای توسعه پایدار باشد، به گونه‌ای که در منطقه به لحاظ کیفی، بالاترین رتبه را از نظر رعایت استانداردهای مربوطه اخذ کند، حداقل آلودگی را در محیط داشته باشد، به طور کاملاً یکپارچه عمل کرده و تمامی استانداردهای معتبر را به کار ببندد.

با توجه به برنامه چشم انداز بیست‌ساله کشور و تکیه بر اصل پنجاهم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران و اهمیت حفظ محیط زیست امروزه مدیریت پسماند یکی از ضروری‌ترین محورهای توسعه پایدار محسوب می‌شود. مسئله مدیریت پسماند در کشور، نیازمند تدوین چارچوب‌های علمی – عملی و فنی دقیق و حساب شده‌ای است که ظرفیت‌های آن را قانون مدیریت پسماند و آیین‌نامه‌های اجرایی مربوطه مشخص می‌کند. در قانون مذکور، مدیریت اجرایی پسماند به عنوان یکی از مهم‌ترین اهداف مورد نظر تعیین شده است.

روند رو به گسترش تولید پسماندها از یک سو و فقدان استراتژی و قانونمندی لازم برای مدیریت این مواد از سوی دیگر، بسیاری از مناطق کشور را با مشکلات جدی مواجه کرده و لطمات و خطرات زیست محیطی زیادی به همراه داشته است.

نتایج بررسی‌های مختلف نشان می‌دهد که ساختار تشکیلاتی ناکارآمد، نبود هماهنگی بین سازمان‌های مسئول، فقدان استراتژی منسجم در مدیریت پسماندها از تولید تا دفع از یک سو و نقصان استانداردهای ویژه برای برخی عناصر موظف مدیریت پسماندهای عادی و نیز پسماندهای خطرناک از سوی دیگر، از جمله چالش‌هایی‌اند که باید در استراتژی مدیریت پسماندهای کشور مدنظر قرار گیرند.

از آنجا که موضوع مدیریت پسماندها تاکنون در جریان برنامه‌های کلان ملی در اولویت نبوده است، لذا تهیه یک برنامه جامع به عنوان نقشه راه در مدیریت اجرایی هر یک از اجزا و عناصر موظف پسماندها، به منظور ایجاد هماهنگی بین دستگاه‌های ذیربط در اجرای قوانین و مقررات مربوطه، یک ضرورت محسوب می‌شود. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های تهیه طرح استراتژیک پسماندها در سطح ملی، تأمین منابع مالی و تخصیص اعتبارات لازم، متناسب با نیازهای هر یک از بخش‌های سیستم مدیریت پسماندهای جامد است. البته قابل ذکر است که همکاری رسانه‌های ملی در راستای فرهنگ سازی و افزایش آگاهی و نیز بالا بردن سطح مشارکت مردمی در زمینه مدیریت پسماند کشور، اهمیت بسیار فراوانی دارد.

اهداف کلی و خروجی استراتژی مدیریت پسماندها، توسعه سیستمی معتبر در مدیریت پسماند شهری و روستایی به لحاظ زیست محیطی و اجتماعی و به روش پایدار و مقرون به صرفه برای شهرها و روستاهای کشور است. این رویکرد، بیانگر دستیابی به سیستم پایدار مدیریت پسماند جامد است که توسعه ساختار، شامل ساختارهای سازمانی و عملیاتی و نیز سایر عناصر موظف مدیریت پسماند در آن لحاظ شده است و معمولاً شامل اهدافی از قبیل کاهش آثار زیست محیطی، ارتقای سطح فناوری سیستم مدیریت پسماند با بهره گیری از تمام امکانات و روش‌های ممکن، تولید مواد و انرژی پس از بازیافت، افزایش درصد مشارکت اجتماعی و مردمی در مدیریت پسماند، ظرفیت سازی در بخش خصوصی و مدیریت‌های اجرایی پسماند، ایجاد ساختارهای لازم و افزایش سطح رضایتمندی شهروندان می‌باشد. در این ارتباط، گفت و گویی را با آقای دکتر میتسوئو یوشیدا، استاد دانشگاه توکیو و کارشناس مسئول جایکا (آژانس همکاری‌های بین

المللی ژاپن) ترتیب داده‌ایم که مشروح آن را در ذیل می خوانید.

• هدف و ضرورت تهیه طرح استراتژیک و برنامه‌های کاربردی در یک سیستم مدیریت پسماند چیست و چه جایگاهی دارد؟

برنامه‌ریزی استراتژیک یک امر جدی در مدیریت است که تعیین اولویت‌ها، اهداف، تمرکز بر منابع و ظرفیت‌ها و ایجاد توافق برای نتایج مورد نظر ذی‌نفعان را دربر می‌گیرد. درمورد سیستم مدیریت پسماند جامد، طراحی استراتژیک برای حل مشکلات و بهبود شرایط موجود ضروری است به طور کلی، سیستم مدیریت پسماند جامد همانند توسعه، مرحله به مرحله یک موضوع دینه می‌شود. به عنوان مثال، فاز اول، جمع آوری برای بهداشت شهری، فاز دوم، حفاظت محیط زیست و اطراف مراکز دفن پسماند، فاز سوم، کاهش پسماند به وسیله استفاده مجدد و بازیافت و فاز چهارم چرخه پایدار مواد است.

بنابراین به نظر من در سیستم مدیریت پسماند در ایران، فاز اول کم و بیش محقق شده است و برای فاز سوم نیز تلاش‌هایی صورت گرفته، اما فاز دوم کاملاً نامناسب به نظر می‌رسد و در مقایسه با وضعیت جهان عقب مانده است. بسیاری از مراکز دفن پسماند در ایران به نوعی مراکز روباز تلنبار پسماند می‌باشند. پس به طور کلی، صحبت از دفن پسماند یا بهبود وضعیت مراکز دفن پسماند باید در اولویت قرار گیرد.

• نقش دستگاه‌های دولتی و غیردولتی در تهیه این گونه برنامه‌ها در کشور ژاپن چگونه است؟

مسلماً قوانین گوناگونی برای بخش عمومی و خصوصی وجود دارد و مشارکت عمومی - خصوصی برای ایجاد یک سیستم جامع مدیریت پسماند جامد ضروری است. در فرایند برنامه‌ریزی استراتژیک، بخش عمومی (وزارتخانه مسئول و سازمان مدیریت پسماند) معمولاً شروع به برنامه‌ریزی برای یک طرح ملی یا طرح جامع برای شهرداری‌ها می‌کنند اما درگیر شدن بخش خصوصی بسیار سخت است، چون که اکثر فعالیت‌های فنی و تکنیکی در مدیریت پسماند به وسیله بخش خصوصی انجام می‌شود، مانند جمع‌آوری، حمل، بازیافت و بازیابی مواد.

در ژاپن، قوانین کلی و چهارچوب اصلی به وسیله بخش عمومی (دولت محلی و مرکزی) تعیین می‌شود، اما برنامه اجرایی اغلب توسط شرکت‌های خصوصی طراحی می‌شود.

• باتوجه به آشنایی شما با سیستم اجرایی پسماند در کشور ایران، به نظر شما برای تهیه و پیاده‌سازی طرح استراتژیک پسماند در ایران، چه مواردی باید مورد توجه قرار گیرد؟ چه موانع و مشکلاتی در این ارتباط باید مورد ارزیابی قرار گیرد؟

برای ایجاد یک طرح استراتژیک قابل اجرا و مفید در سیستم مدیریت پسماند، اولاً درک واقعیت ضروری است. بدون اطلاعات و داده‌های موثق و مورد اطمینان، طراحی یک برنامه خوب غیرممکن است. به دست آوردن داده‌های مربوط به جریان پسماند نسبتاً آسان است، اما دستیابی به اطلاعات مربوط به ظرفیت‌ها گاهی اوقات مشکل است. یک طرح واقع‌بینانه و قابل اجرا می‌تواند بر اساس خودارزیابی ظرفیت‌ها، به طور علمی و بی‌طرفانه، فرموله و ساختاربندی شود.

ظرفیت مورد نیاز سیستم مدیریت پسماند جامد می‌تواند به عنوان یک اثر کلی منحصر به فرد، سازمانی و در سطوح اجتماعی در نظر گرفته شود.

• به نظر شما برای افزایش همکاری مردم و مسئولان در زمینه اجرای هرچه بهتر سیستم مدیریت پسماند در ایران چه اقداماتی و توسط چه گروه‌ها، نهادها یا دستگاه‌هایی باید انجام پذیرد؟ تجربه دولت ژاپن در این ارتباط چیست؟

مشارکت شهروندان مطمئناً در مدیریت پسماندهای جامد شهری لازم است، زیرا کلیه شهروندان تولیدکننده پسماند و همچنین قربانیان این موضوع هستند.

من متوجه شدم که در ایران انواع مختلفی از آموزش‌های زیست محیطی، اجتماعی و همچنین فعالیت‌های مربوط به ارتقای میزان آگاهی عمومی وجود دارد، اما احساس می‌کنم که اثرات و نتایج این فعالیت‌ها خیلی روشن نیست. توصیه می‌کنم برای اینکه صدای واقعی مردم را بشنویم پژوهشی در جامعه انجام شود یا تحقیقی در مورد میزان رضایت مردم از خدمات مدیریت پسماند. چون ممکن است برای اخذ اطلاعات مفید برای افزایش مؤثر میزان آگاهی عمومی مفید واقع شود. این کار همچنین موجب بهبود فعالیت‌های فراگیر و مشارکتی خواهد شد. در ژاپن معمولاً هر سه سال یک‌بار شهرداری یک تحقیق اجتماعی انجام می‌دهد، و نتایج آن برای اجرای برنامه بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

• نگرش و برخورد دستگاه‌های دولتی و غیردولتی در کشور ژاپن نسبت به مدیریت اصولی درجوامع محلی و کوچک چگونه است؟

در ژاپن، جوامع شهری (شهرداری ها) اغلب به دلیل محرومیت سرمایه‌های اجتماعی یا ناکافی بودن میزان آگاهی عمومی روبرو هستند که یک عامل بازدارنده برای مدیریت جامع پسماندهاست. از طرف دیگر جوامع روستایی سرمایه اجتماعی خود را حفظ می‌کنند اما مدیریت پسماند جامد در رابطه با جمعیتی با این مقیاس کوچک، از نظر اقتصادی به صرفه نیست. بنابراین جوامع کوچک شهری و روستایی تمایل به ایجاد و برنامه‌ریزی مدیریت پسماندهای جامد به صورت منطقه‌ای یا بخشی دارند. برای هر دو بخش شهری و روستایی مشارکت بخش دولتی و خصوصی در اجرای خدمات مدیریت پسماند بسیار مهم است.

• لطفاً جمع‌بندی و توصیه‌های کلی خود را در مورد اجرای بهتر سیستم مدیریت پسماندهای جامد در ایران به‌طور خلاصه بیان فرمایید؟

همان‌طورکه در سوال اول گفتم، من فکر می‌کنم که مشکلات مربوط به تلنبار پسماند و حفاظت محیط زیست در ایران از موضوعات مهم و مبرم مدیریت پسماند هستند. از آنجاکه در ایران خاک و زمین زیادی وجود دارد، توجه زیادی به اهمیت حفاظت محیط زیست در مراکز دفن و تلنبار پسماند نمی‌شود. اما مسلماً این منابع طبیعی تجدیدناپذیر و زمین، باید مورد استفاده نسل آینده نیز قرار بگیرد. بهبود وضعیت مراکز دفن پسماند و وضعیت بهداشتی مراکز دفن باید به عنوان اولویت در برنامه‌ریزی مدیریت پسماند انجام پذیرد.

همکاری های بین الملل در آموزش مدیریت پسماند

همکاری سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور و آژانس همکاری های بین المللی ژاپن در حوزه پسماند شهری و روستایی

سید عارف موسوی

با توجه به گسترش روزافزون شهرنشینی و به‌دنبال آن، رشد فزاینده تولید پسماند در شهرهای کشور، موضوع مدیریت پسماندهای تولیدی، اهمیت بسزایی در برنامه‌های دولت جمهوری اسلامی ایران داشته و تأکید به انجام اقدامات اصولی در قوانین و مقررات مصوب (قانون مدیریت پسماند مصوب سال ۱۳۸۳ و آیین نامه اجرایی آن، مصوب سال ۱۳۸۴) و همچنین برنامه‌های توسعه بالادستی، از جمله آیین نامه اجرایی بند (الف) ماده (۱۹۳) قانون برنامه پنج ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران مورد توجه جدی قرار گرفته است. در این بین، ارائه آموزش های لازم به اقشار مختلف جامعه و همچنین کارشناسان و مدیران پسماند شهرداری ها و دهیاری ها در خصوص اجرای فرایندهای اصولی مدیریت پسماند از اهمیت بسزایی برخوردار است و بر اساس مفاد تبصره ۳ ماده ۴ آیین نامه اجرایی قانون مدیریت پسماند این وظیفه به عهده سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور گذاشته شده است. بر همین اساس، سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور، برای برنامه‌ریزی و هماهنگی به منظور اعزام کارشناس به کشور ژاپن و اعزام کارشناسان ژاپنی به ایران و استفاده از تجارب آن کشور اقدام کرده است.

اعزام کارشناسان پسماند به کشور ژاپن

سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور با توجه به وظیفه قانونی محوله و با توجه به فقدان رشته های دانشگاهی مرتبط با موضوع مدیریت پسماند در دانشگاه‌های کشور، به استفاده از تجربیات کشور ژاپن در این حوزه اقدام کرده است. در این راستا اعزام کارشناسان مدیریت پسماند کشور در سه دوره در سال های ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ به کشور ژاپن در دستور کار سازمان قرار گرفت که طی این مدت ۲۴ نفر برای طی دوره کوتاه مدت تخصصی مدیریت پسماند به این کشور اعزام شدند.

اعزام کارشناسان جایکا به ایران

با توجه به همکاری پیشین با جایکا و کسب تجارب عملی لازم در حوزه مدیریت پسماند، سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور برای همکاری‌های فنی در دوره "مدیریت مشارکتی پسماند جامد در مناطق شهری و روستایی" به امضای توافقنامه همکاری با آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن اقدام کرد که در این توافقنامه مقرر شد جایکا از فوریه ۲۰۱۳ تا فوریه ۲۰۱۴ (به مدت یک سال) یک تیم کارشناسی به منظور ارائه مشاوره و انتقال تجارب به ایران اعزام کند.

بر اساس توافق‌های صورت گرفته بین سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور در خصوص همکاری فنی با آژانس همکاری‌های بین المللی ژاپن مقرر شد اهداف زیر در دستور کار قرار گیرد:

۱- ظرفیت‌سازی در خصوص مدیریت پسماند در شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور از طریق برگزاری کارگاه‌های آموزشی تخصصی و سمینارهای مدیریت پسماند.

۲- توسعه ظرفیت سازمان مدیریت پسماند شهرداری مشهد به منظور ارتقای مدیریت پسماند شهری از طریق اجرای پروژه‌های پایلوت و برنامه‌های مشاوره‌ای و انتقال تجربیات به سایر شهرداری‌ها.

تخصص کارشناسان ژاپنی اعزامی به ایران

- کارشناس مدیریت جامع پسماند جامد (بلند مدت ۶ ماه یا بیشتر)
- کارشناس پسماندسوز با گرایش مکانیک (کوتاه مدت)
- کارشناس پسماندسوز با گرایش محیط زیست (کوتاه مدت)
- کارشناس هضم و تصفیه پسماندهای آلی (کوتاه مدت)
- کارشناس فناوری محل دفن پسماند (کوتاه مدت)
- کارشناس تصفیه شیرابه (کوتاه مدت)

برنامه‌های اعزام کارشناسان ژاپنی به ایران

با توجه به توافق‌های صورت گرفته با جایکا، چهار برنامه زیر در دستور کار قرار گرفت:

۱- برگزاری یک دوره آموزشی ملی در مورد مدیریت پسماند جامد شهری

این دوره با هدف توانمندسازی کارشناسان مدیریت پسماند جامد شهری شهرداری های کشور برگزار می‌شود.

سرفصل های اصلی این دوره شامل موارد زیر است

- فناوری پسماندسوزی
- هضم و تصفیه پسماندهای آلی
- فناوری محل دفن پسماند از جمله تصفیه شیرابه

۲- برنامه‌ریزی و سازماندهی سمینار ملی در مورد مدیریت پسماند جامد شهری و روستایی

این سمینار با هدف توانمندسازی و ارتقای سطح آگاهی و تجارب عملی برای مدیران پسماند جامد شهری و روستایی کشور برگزار خواهد شد.

سرفصل‌های اصلی این دوره شامل موارد زیر است:

- بهبود مدیریت پسماند جامد شهری و روستایی
- بازدید از مناطق برای آماده کردن برنامه‌های سمینار
- سمینار برای شهرداری‌ها
- سمینار برای دهیاری‌ها

۳- مشاوره فنی برای کارشناسان شرکت‌کننده در سمینار و دوره‌های آموزشی ملی با هماهنگی سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور

- این کارگاه برای افراد و مسئولان محلی که در دوره‌های آموزشی و سمینار تخصصی شرکت کرده بودند برگزار خواهد شد.
- موضوعات و مباحث ارائه شده در این کارگاه در خصوص تعامل و هم‌فکری شرکت‌کنندگان جهت احصاء مشکلات و چالش‌های پسماند خواهد بود.

۴- مشاوره فنی برای شهرداری مشهد در مورد مدیریت پسماند شهری

- هدف از این برنامه، انتقال تجارب کارشناسی کشور ژاپن به کارکنان سازمان مدیریت پسماند شهرداری مشهد است.
- موضوعات و سرفصل‌هایی که در این برنامه ارائه می‌شود، شامل موارد ذیل است:

الف- بهبود سیستم هضم بی‌هوازی پسماندهای آلی و ارائه مدل مناسب برای شهرداری مشهد

ب - بهبود محل دفن پسماند از جمله تصفیه شیرابه و ارائه مدل مناسب برای شهرداری مشهد

پ - فناوری پسماندسوز و ارائه مدل مناسب برای شهرداری مشهد

ت - مدیریت و بازیافت پسماندهای ساختمانی و ارائه مدل مناسب برای شهرداری مشهد

پروژه‌های پایلوت در شهر مشهد

۱- بهینه‌سازی محل دفن (بیوراکتور)

۲- هاضم بی‌هوازی (دایجستر)

۳- پسماند سوز

۴- پسماندهای عمرانی و ساختمانی

سابقه همکاری

ارسال فرم‌های همکاری از طریق معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری

↓

وزارت کشور

↓

سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور

↓

پیشنهاد همکاری فنی و اعزام کارشناسان ایرانی به ژاپن

↓

همکاری فنی و اعزام کارشناسان متخصص ژاپنی

↓

اعزام کارشناس و مدیران پسماند شهرداری‌های کشور به ژاپن

↓

۱- در سال ۱۳۸۷ تعداد ۸ نفر به کشور ژاپن اعزام شدند.
۲- در سال ۱۳۸۸ تعداد ۸ نفر به کشور ژاپن اعزام شدند.
۳- در سال ۱۳۸۹ تعداد ۸ نفر به کشور ژاپن اعزام شدند.
مجموعا طی ۳ سال تعداد ۲۴ نفر به کشور ژاپن اعزام شدند.

تاریخ برگزاری کارگاه‌ها و سمینارهای آموزشی مدیریت پسماند		
ردیف	نام دوره/سمینار	تعداد روز
۱	کارگاه آموزشی هاضم‌های بی‌هوازی	۵
۲	سمینار آموزشی مدیریت پسماند ویژه مدیران پسماند روستایی	۵
۳	کارگاه آموزشی پسماندسوز (۱)	۱۵
۴	کارگاه آموزشی مدیریت محل‌های دفن	۱۰
۵	کارگاه آموزشی پسماندسوز (۲)	۱۵
۶	سمینار آموزشی مدیریت پسماند ویژه مدیران پسماند شهری	۳

راهکارهایی برای موفقیت در مدیریت پسماند شهری

تجربه شهر بوراس در کشور سوئد

هاشم نوروزی فرد

با گسترش روند شهرنشینی و ازدیاد جمعیت، یکی از موضوعات مهمی که بخش وسیعی از فعالیت مدیران شهری در شهرداری‌ها را به خود اختصاص داده است، موضوع مدیریت بهینه پسماندهای تولیدی است. امروزه جمع‌آوری و دفع پسماندها به نحو مناسب که باعث کاهش خطرات مربوط به سلامت انسان‌ها و آسیب‌های زیست‌محیطی شود، حائز اهمیت است. در کشورهای پیشرفته صنعتی سال‌هاست که به معضل پسماندها پرداخته شده و قوانین و ضوابط خاصی در رابطه با اقدامات بهداشتی و کنترلی در زمینه‌های تولید، جمع‌آوری، حمل و نقل، پردازش، تصفیه، دفع نهایی و بازیافت این مواد به اجرا درآمده است. باوجود حجم بالای پسماند در این کشورها، مدیریت پسماندها به نحو مطلوبی انجام می‌گیرد به طوری که نرخ جمع‌آوری در کشورهای توسعه یافته، معادل ۱۰۰ درصد است و حداکثر پسماندها با سوزاندن در پسماندسوزها دفع می‌شوند. در بسیاری از شهرهای واقع در کشورهای توسعه یافته، مشارکت شهروندان در بازیافت و استفاده مجدد از پسماندها با هدف کاهش میزان پسماند از طریق سیاست‌های محلی به حداکثر خود رسیده است. بیش از ۳۰ سال است که کشور سوئد از پیشگامان بازیافت منابع و مدیریت پسماند است. در این زمینه، شهر بوراس از نظر مدیریت پایدار پسماند از طریق کاهش پسماند، به‌دست آوردن سوخت از پسماند و بازیافت، اقدامات قابل توجهی را انجام داده است.

شهر بوراس که بیش از ۱۰۰ هزار نفر جمعیت دارد، از سال ۱۹۸۶ یک سیستم اقتصادی کاربردی را برای تبدیل پسماند به محصولات دارای ارزش افزوده، مانند بیوگاز، برق و گرما، طراحی کرده است. سیستم مدیریت پسماند در شهر بوراس، ابتدا به صورت آزمایشی با ۳۰۰۰ خانوار شروع شد و سپس کل خانوارهای این شهر وارد سیستم شدند.

در این گزارش که پروفسور محمدجواد طاهرزاده، عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی دانشگاه بوراس آن را تهیه کرده و توسط خانم مریم رضایی ترجمه شده است، تجربه مدیریت پسماند در شهر بوراس (در کشور سوئد) ارائه می‌شود.

وضعیت مدیریت پسماند در سوئد و برخی کشورها

امروزه برخی کشورهای اروپایی مانند سوئد، آلمان، اتریش، سوئیس و هلند از سیستم مناسب مدیریت پسماند بهره می‌برند. در این کشورها، کمتر از یک درصد پسماندها دفن می‌شوند، اما کشورهای اروپای شرقی مانند رومانی و بلغارستان، بیشتر از ۹۹ درصد پسماندهای خود را دفن می‌کنند. این شرایط در بسیاری از کشورهای در حال توسعه بدتر است. دفن پسماند به ازبین‌رفتن زمین و مواد مفید، تولید شیرابه و گازهای سمی، تغییرات آب و هوایی و مسائلی از این دست منجر می‌شود. بهره‌برداری از پسماند به شیوه‌ای کارآمد و اقتصادی، عامل حفاظت از محیط زیست در آینده است. در کل جهان، بیش از دو میلیارد تن در سال پسماند جامد شهری[1] (MSW) تولید می‌شود که این به جز پسماندهای کشاورزی، جنگلی و صنعتی است. بیشتر این پسماندها دفن می‌شوند چراکه دفن کردن، متداول‌ترین روش خلاص شدن از مشکل جمع شدن پسماند و استراتژی «دورریزی» است، اما این استراتژی، خطرات بهداشتی، ایمنی و از بین رفتن منابع باارزش را به دنبال دارد. شهرداری‌ها مسئولیت جمع‌آوری، حمل‌ونقل و پردازش پسماندها را به عهده دارند. بسیاری از شرکت‌های دولتی پسماندها را از بین می‌برند؛ چراکه نمی‌توانند از پسماندها بهره‌برداری اقتصادی مثبتی داشته باشند.

در دهه‌های ۶۰ و ۷۰ میلادی، تولید پسماند فراتر از حد طبیعی بود که باعث شد در جارجوب دستوری و سیاست‌های شکل‌دهنده سلسله مراتب مدیریت پسماند، تغییراتی ایجاد شود. طبق این سلسله مراتب، پسماندها قبل از اینکه

دفن شـوند باید روند «کاهش، اسـتفاده دوباره، بازیافت و استخراج انرژی» را دنبال کنند.

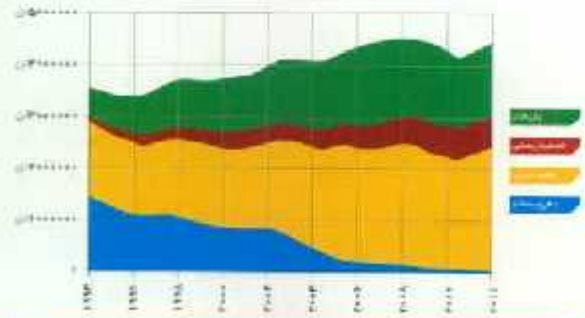
در کشـور سوئد به صورت میانگین، هر شهروند ۱/۵ کیلوگرم پسماند را در روز تولید می‌کند و هر خانواده، به ازای هر کیلو پسماند تولیدی خود، باید مبلغی معادل یک دلار را به متولیان جمع آوری پرداخت کند.

این هزینه‌ها هر شش ماه یک‌بار و به وسیله برگه‌های مالیاتی به شهروندان اعلام می‌شـود. هر خانواده می‌تواند حداکثر تا یک دوره، پرداخت صورتحساب خـود را به بعد موکول کند کـه در صورت تکرار برای بار اول ۳۰ درصد کل به عنوان جریمه دیرکرد به مبلغ افزوده و در مرحله دوم دادگاه وارد عمل می‌شود.

در این کشور ۲۵ شرکت پیمانکار با اخذ مجوزهای لازم در بخش جمع آوری پسـماندهای شهری فعال هستند. در سوئد، مالکیت مخازن کنار خیابان در اختیار شهرداری است. در این کشور، مغازه‌ها مسئول دفع و حمل پسماندهای خود هستند و می‌توانند به این منظور از بین شرکت‌های مورد تأیید شهرداری، شرکت مورد نظر خود را برای حمل پسماندها انتخاب کنند. این شرکت‌ها نیز با انتقال پسـماندها به مرکز دفع پسماند، در پایان هر ماه به شهرداری مالیات پرداخت می‌کنند.

مراکز تجاری نیز از روشی مشابه مغازه‌ها پیروی می‌کنند، با این تفاوت که آنها موظف هستند پسماندهای خود را در مخازن بزرگی قرار دهند و فقط هنگام توقف خودروی حمل پسماند در محل، آن را از مجتمع بیرون بیاورند. در کشور سوئد همچنین قوانین دشواری نیز برای مواجهه با مخازن خیابانی وجود دارد. این قوانین بیشتر به سبب آمار بالایی است که در زمینه خسارت زدن به مخازن وجود دارد. البته شـهرداری‌ها در زمینه فرهنگ سازی آن طرح‌های جالبی را نیز اجرا می‌کنند.

رویکرد سـوئد در قبال مدیریت پایدار پسـماند از سـوی سیاست‌گذاران، مردم، صنایع، دولت‌های دیگر، دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی مورد حمایت واقع شـد. با گنجاندن هزینه‌های جمع‌آوری پسـماند، دسترسـی آسـان به ایستگاه‌های بازیافت و برنامه‌های گروهی جهت افزایش آگاهی عمومی، سطح بازیافت در سـوئد در سال‌های اخیر به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. همچنیـن برخی قوانین هم در این رابطه تنظیم شـده‌اند از جمله ممنوعیت دفـن پسـماندهای قابل احتراق از سـال ۲۰۰۲ و پسـماندهای آلی از سـال ۲۰۰۵ در سـوئد. حتی قبل از سـال ۲۰۰۴ حدود ۹۶ درصد کل بطری‌ها، ۹۵



شکل شماره یک، نمودار تصفیه پسماند خانوار در کشور سوئد

درصد فلزات، ۸۶ درصد مقواها و ۸۰ درصد پسـماندهای الکترونیکی بازیافت می‌شـدند. پسـماندهایی که امکان بازیافت ندارند، از طریـق تصفیه گرمایی و زیسـتی به شـکل بیوگاز، کودهای بیولوژیک، برق و گرما بازیافت می‌شوند.

شـکل شماره یک، نمودار تصفیه پسـماند خانوار را در سوئد از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۱ نشان می دهد.

مدل بوراس

در سـال ۱۹۹۶، بیش از ۴۰ درصد پسـماندها در سوئد دفن می‌شدند، اما پس از آن، با اجرای فناوری‌های جدید خلاقانه و جامع برای جداسازی پسماند، تصفیه گرمایی و تصفیه زیسـتی، میزان دفن پسماندها به میزان قابل توجهی کاهش یافت و به ۱۰ درصد رسید و پس از آن به تدریج به صفر نزدیک شد. در حال حاضر در بوراس، پسـماندهای خانگی در ۳۰ بخش مختلف دسته‌بندی می‌شـوند و سـپس از این بخش‌ها یا بازیافت یا به برق، سوخت و گرما تبدیل می‌شوند.

امروزه تقریباً هیچ پسـماندی در سـوئد دفن نمی‌شود که دستاورد بسیار بزرگی است. فاکتور کلیدی تاثیرگذار در موفقیت سیستم مدیریت پسماند شهر بوراس، همکاری شـهروندان، وظیفه‌شناسی سیاست‌گذاران و تحقیق و توسعه است.

در مدارس این کشور به کودکان درباره تفکیک و مدیریت پسماند آموزش می‌دهند و بـه علاوه، فعالیت‌های اجتماعی برای ایجاد آگاهی عمومی در بین بزرگسـالان نیز انجام می‌شود. همچنین سیاست‌ها به شیوه‌ای تنظیم شده‌اند که وقتی میزان تفکیک پسماند در شهر بیشتر می‌شود، شهروندان مالیات کمتری را پرداخت می‌کنند. در دانشگاه بوراس، برنامه تحقیقاتی گسترده‌ای در حال انجام است تا از پسماندها در جهت تولید محصولات خلاقانه و ارزشمند بهره‌برداری شود.

شـهرداری بوراس به هر خانوار کتابچه‌ای می‌دهد که در آن، نحوه جمع‌آوری و تفکیک پسماندهای مختلف عنوان شده است. در این کتاب، نزدیک به ۱۳۰ ماده مختلف فهرست شده تا شهروندان بدانند در قبال هر پسماند خاص باید چه کاری را انجام دهند؛ به عنوان مثال، بطری‌های بی‌رنگ و رنگی از هم تفکیک می‌شـوند. لامپ‌های مختلف حبابی، فلوئورسنت، هالوژن، ال‌ای‌دی و لامپ‌های کم‌مصـرف نیز در یک دسـته قرار می‌گیرنـد و جداگانه تفکیک می‌شـوند. محفظه‌های جمع‌آوری پسماندهای بازیافتی در مناطق مختلف شهر به فواصل نزدیـک به هم قرار داده شـده‌اند تا مـواد خالص را جمـع‌آوری کنند و برای فرآوری بیشـتر به صنعت مربوط به آن بفرستند. همچنین شهرداری، کیسـه‌های مشکی و سفیدی را به طور رایگان در اختیار خانواده‌ها قرار می‌دهد و آنان نیز تمامی پسماندهای تری را که قابلیت تبدیل شدن به کود کمپوست دارند، در کیسـه‌های مشکی و بقیه پسـماندها را برای احتراق در کیسه‌های سفید قرار می‌دهند. کیسـه‌های مشکی و دیگر پسـماندهای تر، برای تصفیه زیسـتی در جهت تولید بیوگاز به واحدهای مربوطه فرستاده می‌شوند. در این صورت، سالانه بیش از ۳ میلیون مترمکعب بیوگاز تولید می‌شود که برای تأمین سوخت کل اتوبوس‌های شـهر، سوخت کامیون‌های مخصوص جمع‌آوری پسماند و حدود ۳۰۰ وسیله نقلیه مجهز به CNG در شهر کافی است. کیسـه‌های سفید و دیگر ضایعات صنعتی به دو کارخانه پسماندسوز فرسـتاده می‌شوند که در آن، هر روز ۹۶۰ مگاوات ساعت برق و گرما تولید می‌شود. تمای کلی روندی که پسماندها در شهر بوراس طی می‌کنند، در شکل شماره۲ نشان داده شده است.

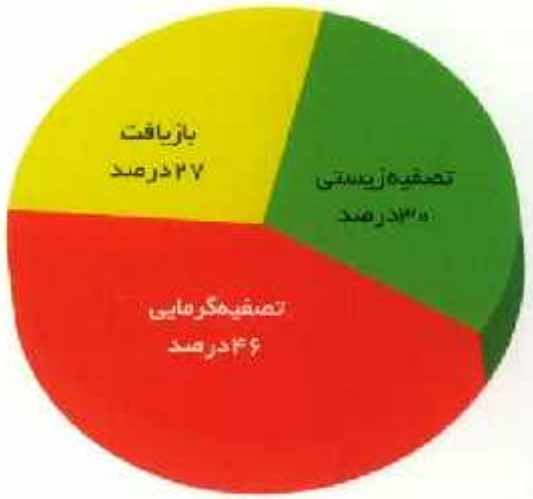
روش جالب دیگر برای بازیافت پسـماند در سـوئد، سیسـتم ودیعه‌گیری است. در این سیسـتم، تمامی بطری‌های جنس پلی‌اتیلن ترفتالات[۲] (PET)، آلومینیومـی و برخی بطری‌های شیشـه‌ای توسـط ماشـین‌های جمع‌آوری پسماند در سوپرمارکت‌ها جمع می‌شوند. هر وقت مشتری یک بطری PET یا

شکل شماره ۲: نمودار گردشی روند بازیافت پسماند در شهر بوراس

آلومینیومی را خریداری می‌کند. بر اساس اندازه بطری، مبلغ یک تا چهار کرون اضافه از او دریافت می‌شود و در صورتی که مشتری، بطری خالی را برگرداند این مبلغ اضافه به او بازگردانده می‌شود. در این صورت، بیش از ۹۰ درصد بطری‌های PET و آلومینیومی در سوئد بازیافت می‌شوند. این سیستم با توجه به اینکه مدیریت پسماند را ساده‌تر، کارآمدتر و اقتصادی‌تر می‌کند، بسیار جذاب و خلاقانه است. درصد پسماندهایی که برای تصفیه زیستی و گرمایی در شهر بوراس مورد استفاده قرار می‌گیرند، در شکل شماره سه نشان داده شده است.

انتقال دانش

شهر بوراس در حال حاضر هیچ پسماندی را تولید نمی‌کند و اکنون وقت



شکل شماره ۳: اشکال مختلف بهره‌برداری از پسماند از شهر بوراس

آن رسیده تا به فراتر از مرزهای شهر و کل سوئد فکر کند. بر اساس این تفکر، یک سازمان به اشتراک‌گذاری دانش تحت عنوان «مشارکت بین‌المللی بازیابی پسماند [3](WR)» تأسیس شده است. در این سازمان، سیاستمداران، شهروندان، صاحبان صنایع و دانشگاهیان گرد هم می‌آیند.

سیاستمداران با کشورهای دیگر برای مشارکت و اعمال سیاست‌های بهتر وارد گفت‌وگو می‌شوند و صاحبان صنایع، فناوری توسعه یافته توسط دانشگاه‌ها را اجرایی می‌کنند. سازمان WR که سازمانی غیرتجاری است و با شعار "محیط زیست بهتر برای زمین" فعالیت می‌کند، شورای شهر، شهرداری، دانشگاه بوراس، مؤسسه تحقیقاتی فنی سوئد به عنوان همکار علمی[4] (SP) و حدود ۲۰ شرکت مختلف درگیر در کارهای مدیریت پسماند را وارد کار کرده است. این همکاری بین‌المللی در سال ۲۰۰۶ آغاز شده و اکنون با کشورهای جنوب‌شرق آسیا، آفریقا، آمریکای لاتین، آمریکای شمالی و اروپا در ارتباط است.

همکاری مذکور می‌تواند برای کشورهای مختلف در سطوح متفاوتی باشد، اما نقطه شروع این همکاری برای هر کشوری با تعامل دو دانشگاه شهر بوراس و شهر مورد نظر خواهد بود. از آنجا که آموزش، ابزار قدرتمندی برای اعمال تغییرات است، دانشگاه‌ها نقش مهمی در این زمینه ایفا می‌کنند. دانشگاه بوراس و هیئت‌علمی دانشگاه شهری که قرار است با آن وارد همکاری شود، محققان و دانشجویان سطوح کارشناسی ارشد و دکترا، فناوری مناسب برای کشور مورد نظر را ایجاد و صنایع و دیگر اعضای این گروه نیز به سهم خود به تحقق این هدف کمک می‌کنند.

اخیراً از دانشگاه بوراس درخواست شده تا کارگاه‌هایی را در دانشگاه‌ها و شهرداری‌های مختلف سراسر دنیا مدیریت کند که این امر می‌تواند نقطه شروع کار شبکه‌های بین‌المللی و روابط تعاملی آنها باشد. همزمان، دولت‌ها از طریق سفارتخانه‌های خود برای تعاملات سریع‌تر در ارتباطند. وقتی اقدامی تعاملی صورت می‌گیرد، مجموعه دیدارهای دوجانبه بین مقامات بوراس و شهری که وارد همکاری شده آغاز می‌شود. این دیدارها از سوی طرف‌های همکاری یا سازمان‌های بین‌المللی یا مقامات سوئدی تأمین مالی می‌شوند. پس از این اقدام اولیه، تصمیماتی نیز در مورد آینده همکاری‌ها اتخاذ می‌شوند. برای شروع، بهترین کار، تبادل دانشجو و تنظیم دوره‌های آموزشی برای شهرداران و دیگر مسئولان مهم جامعه محلی است.

نتیجه‌گیری

شهر بوراس برای انتقال دانش و فناوری مدیریت پسماند و به اشتراک گذاشتن آن که طی ۳۰ سال گذشته ایجاد شده، آمادگی کامل دارد. مشارکت دولتی و خصوصی ایجاد شده در شهر بوراس و همکاری با کشورهای دیگر، پایگاه مولد بین‌المللی قدرتمندی را ایجاد کرده است.

اولین پروژه سازمان WR با همکاری کشور اندونزی انجام شد و از سال ۲۰۰۸ به دیگر کشورهای جنوب شرق آسیا (مانند تایلند، ویتنام، کامبوج، لائوس و اخیراً هند)، آمریکای لاتین و به خصوص برزیل، غرب آفریقا (نیجریه و غنا)، آمریکا و غیره، تسری یافته است. رویکرد بلندمدت این همکاری، ایجاد گره زمینی بدون پسماند است.

پی‌نوشت‌ها:

1 -Municipal Solid Waste
2 - Polyethylene terephthalate
3 - waste recovery
4 - science partner

تجربه تولید ورمی کمپوست در روستاهای گیلان

مهیار صفا

مناطق روستایی ایران که به رغم رشد شتابان شهرنشینی، همچنان بخش قابل توجهی از جمعیت کشور را در خود جای داده‌اند و قسمت اعظم کشاورزی و منابع طبیعی کشور را در حیطه اختیار و بهره‌برداری خود دارند، به عنوان سکونت گاه و محیط زیست انسانی و کانون فعالیت‌های اقتصادی، عرصه تهیه و اجرای طرح‌ها و برنامه‌های عمرانی، اجتماعی و اقتصادی در حوزه‌های مختلف توسط دستگاه‌های دولتی، بخش خصوصی و نهادهای غیر دولتی می‌باشند.

در سال‌های اخیر با مشخص شدن «اقتصاد انسان و محیط زیست» به عنوان سه رکن اساسی در توسعه، اغلب صاحب‌نظران در عرصه توسعه، به ویژه توسعه روستایی بر مشارکت مردم روستایی در طرح‌های توسعه روستایی بیش از گذشته پافشاری می کنند.

در راستای اجرای برنامه های توسعه سیستم مدیریت پسماند در روستاهای کشور، دفتر امور روستایی استانداری گیلان از طریق آموزش اهالی بیش از ۳۰ روستا توسط گروه‌های غیر دولتی و همکاری نزدیک با دهیاری‌های آن روستاها نسبت به برنامه‌ریزی و اجرای واحدهای ورمی کمپوست خانگی با مشارکت خانوارهای روستایی اقدام نموده است.

در واحدهای مورد نظر، پسماندهای قابل کمپوست هر خانوار به جای تحویل به سیستم جمع آوری پسماندهای روستا در خود منازل روستاییان بازیابی شده و به ورمی کمپوست تبدیل می شود. سرانه تولید پسماند در مناطق روستایی گیلان، بیش از ۸۲۰ گرم به ازای هر نفر در روز می باشد. با توجه به اینکه مواد فسادپذیر در حدود ۵۵ درصد ترکیب پسماندهای روستایی این استان را تشکیل می‌دهند؛ بنابراین برنامه‌ریزی برای تولید ورمی کمپوست در روستاهای منطقه اهمیت فراوانی خواهد داشت. این مسئله علاوه بر داشتن فواید مختلف زیست محیطی و کاهش هزینه های سیستم جمع آوری در روستاها، باعث افزایش کیفیت و راندمان کشاورزی در روستا می‌شود و در صورت ادامه فعالیت می‌تواند به درآمدزایی کوچکی برای روستاییان نیز بینجامد.

در واقع ورمی کمپوست، مواد حاصل از بستر رشد کرم است که پس از دفع شدن از سیستم گوارش کرم در محیط باقی می‌ماند؛ لذا این ماده، مجموعه‌ای از فضولات کرم به همراه مواد آلی تجزیه شده و نیز اجساد کرم‌ها است که برای گیاه ارزش غذایی فراوانی دارد. مواد دفع شده توسط کرم ها، اغلب دارای ازت، فسفر و پتاسیم به میزان ۵ الی ۱۱ مرتبه بیشتر از خاک‌های بدون کرم می‌باشد. در طبیعت بیش از ۵۰۰ سال طول می کشد تا ۲/۵ سانتیمتر هوموس در سطح خاک تشکیل شود، ولی کرم‌های خاکی این مدت را به حدود ۵ سال تقلیل می‌دهند.

در فرآیند تولید ورمی کمپوست در روستاهای تحت پوشش از کرم‌های خاکی برای تبدیل مواد زائد آلی و فسادپذیر پسماندهای روستایی، همراه با فضولات گاوی به نوعی کود آلی (یا به عبارت بهتر، نوعی اصلاح کننده خاک) استفاده شده است. قابل ذکر است که محصول به دست آمده، غالباً نسبت به کمپوست معمولی، کیفیت

شکل شماره یک- تهیه ورمی‌کمپوست در جایگاه‌های محصور چوبی در روستای سقالکسار

شکل شماره دو- تهیه ورمی‌کمپوست در جایگاه‌های دو محفظه‌ای از جنس بلوک سیمانی در روستای سقالکسار

و خواص بهتری دارد؛ علاوه بر آن، در آینده با صنعت تولید و پرورش کرم‌های خاکی می توان منبع غذایی سرشار از پروتئین را برای تغذیه دام، طیور، آبزیان و ... در منطقه فراهم آورد.

به منظور توسعه سیستم مدیریت پسماندهای جامد در مناطق روستایی کشور، دهیاری‌های استان گیلان از ابتدای سال ۱۳۹۱ اقدام به برنامه‌ریزی و احداث واحدهای ورمی کمپوست اقدام نموده‌اند. به طور کلی باید توجه کرد که تولید ورمی کمپوست از سه دیدگاه در مناطق روستایی کشور شایان توجه می‌باشد:

۱- تولید توده زنده کرم به منظور پرورش کرم جهت فروش

۲- تولید کود برای مقاصد کشاورزی و مدیریت محیط زیست

۳- کاهش حجم پسماندهای فسادپذیر از طریق تثبیت آنها توسط کرم‌های خاکی و کاهش حجم پسماندهای منتقل شده به محل‌های دفع

در هر یک از این روستاها، خانوارها (حداقل تعداد ۱۵ خانوار در هر روستا) توسط گروه‌های غیر دولتی با نظارت دفتر امور روستایی استانداری گیلان و زیر نظر آموزش‌های تئوری و عملی مناسب در زمینه پرورش کرم و تولید ورمی کمپوست قرار گرفتند. نتیجه این آموزش‌ها، ایجاد واحدهای ورمی کمپوست خانگی در باغچه یا حیاط منازل روستاییان و خانوارهای مورد نظر می‌باشد.

روستای سفالگار (واقع در بخش مرکزی شهرستان رشت) و خرطوم (واقع در شهرستان شفت) از جمله روستاهایی هستند که در این برنامه و تجربه مدیریتی، تحت پوشش احداث واحدهای ورمی کمپوست قرار دارند. واحدهای برنامه‌ریزی شده در دو روستای نامبرده، همگی در رده واحدهای کوچک (با تولید کمتر از ۲۰ کیلوگرم در هفته یا مساحت سطح تغذیه کرم کمتر از ۰/۵ متر مربع) قرار می‌گیرند. اشکال شماره سه و چهار، شیوه‌های مختلف تولید ورمی کمپوست را در این روستاها نشان می‌دهند. قابل ذکر است که تمام خانوارهای تحت پوشش، از نتایج حاصل از استفاده ورمی کمپوست در باغچه و مزارع خود، به طور کامل رضایت داشتند و وجود تفاوت در نتایج استفاده از ورمی کمپوست را در مقایسه با فضولات خام دامی، تأیید می‌نمایند. بر اساس گفته‌های کشاورزان روستایی، محصولات کشاورزی پرورش یافته با ورمی کمپوست، علاوه بر کیفیت و رشد بهتر، از طراوت بیشتری نیز برخوردار می‌باشند. واحدهای ورمی کمپوست ساخته شده با توجه به آموزش‌های انجام شده توسط گروه‌های تسهیل‌گر به سه مدل جعبه‌های چوبی، تانکرهایی از جنس بلوک سیمانی و همچنین کرت‌های بلوک سیمانی در این روستاها اجراء شده است. نکته مهم در ارتباط با این واحدها آن است که در اغلب موارد، زنان خانواده مسئولیت راهبری واحدهای ورمی کمپوست را در منازل خود به عهده دارند.

شکل شماره سه- کارگاه خانگی تولید ورمی کمپوست در روستای خرطوم

شکل شماره چهار- تهیه ورمی کمپوست در کرت‌های بادیواره بلوک سیمانی توسط دهیاری روستای خرطوم

انتخاب روش بهینه تبدیل پسماند به انرژی در کلانشهر اصفهان

اصغر ابراهیمی[1] / حمیدرضا پورعلاقه بندان[2] / محسن گلابی[3] / حسن هاشمی[4] / الهام حسینی[5]

۱. عضو هیئت علمی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی علوم پزشکی شهید صدوقی یزد
Ebrahimi20007@yahoo.com
۲. فارغ التحصیل کارشناسی مهندسی مکانیک
alagheband@yahoo.com
۳. کارشناس مسئول امور شهر، آموزش و پژوهش دفتر امور شهری استانداری اصفهان
۴. مرکز تحقیقات محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط
h2_hashemi62@yahoo.com
۵. فارغ التحصیل کارشناسی مهندسی برق

مقدمه

بالارفتن سطح زندگی و بهبود وضعیت اقتصادی و پیشرفت صنعتی بشر منجر به تولید حجم زیادی پسماند شده است که درحال حاضر از مهم‌ترین مشکلات زیست محیطی محسوب می‌شود(۱). تولید پسماند جامد محصول فعالیت‌های مختلف انسان است که امروزه با تغییر شیوه زندگی و توسعه همه جانبه نسبت به گذشته، تغییرات زیادی داشته است. با پیشرفت علوم و فناوری، مدیریت پسماند جامد نیز گسترده وسیعی پیدا کرده است(۲). روش‌های مختلفی برای مدیریت پسماند وجود دارد. انتخاب فناوری به نوع و میزان پسماند بستگی دارد. مواد دارای ارزش حرارتی بالا نظیر (پلاستیک‌ها، کاغذ و مقوا، منسوجات و چوب) برای کمپوست کردن و دفن بهداشتی مناسب نبوده و باید انرژی موجود در آنها در فرآیندهای تبدیل پسماند به انرژی بازیابی شود(۳). فناوری مدیریت پسماند همراه با بازیابی انرژی از آن می‌تواند گزینه مناسبی برای دفع این نوع پسماندها و حل معضلات ناشی از پسماند باشد. فرآیندهای تبدیل پسماند به انرژی[1] (WTE)، انرژی موجود در پسماند را با احتراق مستقیم (به عنوان مثال پسماندسوزی، پیرولیز و گازی‌سازی) یا تولید سوخت‌های قابل احتراق به شکل هیدروژن، متان و سایر سوخت‌های مصنوعی (به‌عنوان مثال هضم بی‌هوازی، تصفیه بیولوژیکی و تولید سوخت مشتق از پسماند) بازیابی می‌کنند. پسماندسوزی و گازی‌سازی دو فناوری موفق تبدیل پسماند به انرژی هستند که در سراسر دنیا مورد استفاده قرار گرفته اند. برآورد شده است که حدود ۱۳۰ میلیون تن از پسماند تولیدی دنیا در بیش از ۶۰۰ واحد تبدیلی نیروی برق و بخار تولید می‌کنند. این شیوه دفع، گزینه مناسبی برای مدیریت دفع پسماندها در کنار دفن بهداشتی و کمپوست‌کردن بوده و به‌طور گسترده‌ای در اروپا و کشورهای آسیایی نظیر ژاپن و سنگاپور مورد استفاده قرار گرفته است. (۴) فرایندهای تبدیل پسماند به انرژی قادرند با کاهش حجم پسماند میزان مکان دفن مورد نیاز را کاهش دهند. همچنین نیاز به سوخت‌های فسیلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای[2](GHG) را کاهش داده و بر اساس گزارش آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا[3](EPA) به‌عنوان منابع انرژی تجدید پذیر مد نظر قرار می‌گیرند(۵).

در حال‌حاضر روش اصلی دفع پسماند شهر اصفهان دفن است. با افزایش نگرانی‌های زیست محیطی، قانونی، تغییر شرایط آب و هوایی، جنبه‌های اقتصادی و کاهش منابع انرژی، گرایش به جست‌وجوی سایر فرآیندها و فناوری‌ها برای مدیریت پسماند ایجاد شده است. لذا معاونت پژوهشی شهر اصفهان تصمیم به بررسی و انتخاب روش یا روش‌های بهینه پردازش و دفع پسماند عادی شهر اصفهان گرفته است. شهر اصفهان با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه و ۴۰ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه و ۳۰ ثانیه شمالی و ارتفاع ۱۵۷۵ متر از سطح دریا مرکز شهرستان و استان اصفهان است. این شهر با وسعتی در حدود ۴۷۷۰۰ هکتار و طول و عرض حدود ۱۵ در ۱۵ کیلومتر در جلگه‌ای از آبرفت‌های زاینده رود و بر دامنه‌های شرقی کوه‌های زاگرس قرار دارد. آمار هواشناسی شهر اصفهان طی ۳۰ ساله گذشته نشان می‌دهد که بیشترین میزان بارندگی با متوسط ۳۱/۷ میلی‌متر در فروردین و کم‌ترین میزان بارندگی با متوسط ۰/۱ میلی‌متر در شهریورماه رخ داده است. همچنین بیشترین میزان درجه حرارت با متوسط ۲۹/۱ درجه سانتی‌گراد در تیرماه و کمترین درجه حرارت با متوسط ۳/۹ درجه سانتی‌گراد در دی ماه است. آمارها نشان می‌دهد که جمعیت این شهر در سال ۱۳۸۸ برابر ۱۷۴۵۴۲۸ نفر بوده است. این شهر دارای ۱۳ منطقه شهری با متوسط بعد خانوار ۳/۶ نفر است. پیش‌بینی جمعیت نشان می‌دهد، جمعیت این شهر در سال ۱۴۰۵ به ۲۳۹۴۸۱۵ نفر خواهد رسید(۶).

در این مطالعه با هدف انتخاب شیوه بهینه پردازش و دفع پسماند نسبت به برآورد مبانی کمی نظیر جمعیت و میزان تولید پسماند، همچنین آنالیز فیزیکی و شیمیایی پسماند شهر مورد نظر اقدام شد تا بتوان گزینه مطلوب (یک گزینه برای کل یا چند گزینه برای هر بخش) را انتخاب کرد.

روش انجام کار

به منظور محاسبه میزان تولید پسماند، اطلاعات مربوطه از بخش‌های مختلف تولیدکننده از سال ۱۳۸۳ تاکنون موجود است؛ طی این سال‌ها متوسط نرخ رشد تولید پسماند ۱/۶۷ درصد بوده است. برای پیش‌بینی میزان تولید پسماند براساس مطالعات انجام شده از سری‌های زمانی استفاده شد. برای برازش مدل نیز از روش ARIMA استفاده شده است(۷). درصد اجزاء پسماند عادی با استفاده از اطلاعات سال‌های گذشته و اطلاعات حاصله از آنالیز فیزیکی پسماند بر اساس روش‌های استاندارد حاصل شد(۸). پیش‌بینی تغییرات اجزای پسماند نیز بر اساس تغییرات به وجود آمده از سال ۱۳۷۳ تاکنون همچنین مقایسه با تغییر در اجزاء پسماند ارائه شده در منابع معتبر انجام شد(۶). در این محاسبه حدود ۳۰ درصد وزن پسماند ورودی به ضایعات کود درشت و حدود ۷ درصد به ضایعات کود نرم تبدیل خواهد شد.

محتوای انرژی اجزاء پسماند شامل ۱- پسماند مخلوط (شامل تمام اجزاء موجود در پسماند)، ۲- پسماند قابل احتراق (ضایعات خط تولید کود درشت)، ۳- پسماند قابل احتراق یا دفن (ضایعات خط تولید کود نرم) با دو روش، روش اول مقدار متداول ارزش حرارتی هر یک از اجزاء پسماند ارائه شده در منبع شماره (۸) جدول ۵-۴ به‌دست آمده و در روش دوم ارزش حرارتی بر اساس ترکیب شیمیایی پسماند با استفاده از فرمول دولانگ محاسبه شد.

نتایج

نتیجه حاصل از برآورد میزان تولید پسماند در شهر اصفهان در سال‌های گذشته و برآورد میزان تولید آن طی سال‌های آینده طرح در جدول شماره یک ارائه شده است. داده‌های این جدول نشان می‌دهد میزان تولید پسماند از ۸۱۰ تن در روز در سال ۱۳۸۳ به میزان ۸۹۰ تن در سال ۱۳۸۸ رسیده است. طی این سال‌ها میزان تولید پسماند دارای روند رشد صعودی (به‌جز سال ۱۳۸۷) بوده است. البته در سال ۱۳۸۵ رشد با سرعت بالایی همراه بوده است. از سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۸ میزان تولید پسماند از ۱۱۰۳ به ۱۵۵۵ تن در روز خواهد رسید(۷).

جدول شماره ۲، آنالیز فیزیکی پسماند را در سال‌های مختلف نشان می‌دهد. تغییرات شاخص مربوط به مواد آلی و پلاستیک است. میزان مواد آلی از ۸۳/۳۱ درصد در سال ۱۳۷۳ به ۶۵/۷۷ درصد در سال ۱۳۹۰ کاهش یافته است، اما میزان مواد پلاستیکی از ۴/۲۸ درصد در سال ۱۳۷۳ به ۱۸/۱۴ درصد در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته است. همچنین میزان منسوجات، لاستیک، فلزات و خاک و خاکستر طی این دوره زمانی افزایش و میزان شیشه، چوب و ضایعات فضای سبز کاهش یافته است.

در جدول شماره سه، میزان تغییر در اجزای مختلف پسماند از سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۸ نشان داده شده است. تعیین میزان رشد افزایشی یا کاهشی هر یک از اجزا به نحوه تغییرات آن جزء از سال ۱۳۷۳ تا کنون و با استناد به استانداردهای ارائه شده در منابع معتبر انجام گرفته است. در این پیش‌بینی طی سال‌های آینده طرح مواد آلی، چوب، شیشه، فلزات و خاک و نخاله به ترتیب با حدود ۰/۱، ۰/۹، ۲ و ۲ درصد رشد نزولی و پلاستیک، کاغذ و مقوا، منسوجات، پلاستیک و چرم به ترتیب با حدود ۴، ۳/۵، ۳ و ۱ درصد دارای روند رشد صعودی خواهند بود.

پیش بینی میزان تولید

جدول شماره چهار، پیش‌بینی میزان تولید اجزای مختلف پسماند طی سال‌های آینده طرح تا سال ۱۳۹۸ بر اساس وزن تر پسماند آمده است. این داده‌ها در اثر حاصل‌ضرب میزان تولید پسماند طی سال‌های مختلف در درصد پیش‌بینی شده هر یک از اجزاء به‌دست آمده است.

جدول شماره یک: میزان تولید پسماند عادی طی سال‌های مختلف در شهر اصفهان

سال	تن در روز	تن در سال
۱۳۸۳	۸۱۰	۵۹۶٬۲۹۵
۱۳۸۴	۸۲۱	۸۴۰٬۴۰۰
۱۳۸۵	۸۵۶	۳۲۲٬۳۲۲
۱۳۸۶	۸۹۰	۷۵۵٬۴۲۳
۱۳۸۷	۸۷۰	۶۴۰٬۴۱۷
۱۳۸۸	۸۹۰	۷۳۷٬۴۲۶
۱۳۸۹	۹۱۴	۵۰۷٬۴۳۳
۱۳۹۰	۱۰۵۰	۳۸۳٬۳۵۰
۱۳۹۱	۱۱۰۳	۴۰۲٬۵۰۳
۱۳۹۲	۱۱۵۸	۴۲۲٬۷۸۹
۱۳۹۳	۱۲۱۷	۴۴۴٬۰۶۲
۱۳۹۴	۱۲۷۸	۴۶۶٬۳۰۶
۱۳۹۵	۱۳۴۲	۴۸۹٬۸۷۴
۱۳۹۶	۱۴۱۰	۵۱۴٬۵۲۴
۱۳۹۷	۱۴۸۱	۵۴۰٬۶۱۳
۱۳۹۸	۱۵۵۵	۵۶۷٬۶۰۶

جدول شماره ۲: آنالیز فیزیکی پسماند عادی در شهر اصفهان

نوع ترکیب	۱۳۷۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰
مواد آلی	۸۳.۳۱	۷۱.۱۵	۷۲.۳۱	۶۸.۹۰	۷۹.۶۰	۶۸.۹۸	۶۵.۷۷
کاغذ و مقوا	۲.۰۳	۴.۱۹	۵.۵۱	۵.۴۳	۳.۹۰	۳.۸۷	۴.۳۴
پلاستیک	۴.۲۸	۱۱.۲۶	۹.۸۴	۱۳.۷۳	۹.۳۰	۱۴.۷۹	۱۸.۱۴
منسوجات	۲.۰۷	۴.۵۰	۵.۸۸	۴.۱۲	۴.۱۰	۴.۶۹	۳.۱۹
لاستیک و چرم	۰.۱۵	۰.۱۷	۰.۱۶	۰.۱۷	۰.۲۰	۰.۳۷	۰.۲۷
چوب و ضایعات فضای سبز	۱.۰۴	۱.۸۲	۱.۸۰	۱.۲۰	۰.۸۰	۰.۸۵	۰.۶۳
شیشه	۲.۱۳	۱.۹۰	۱.۵۵	۳.۵۵	۱.۰۰	۱.۱۷	۱.۰۹
فلزات	۲.۲۷	۱.۵۰	۱.۴۱	۱.۴۰	۰.۶۰	۱.۷۰	۲.۴۸
خاک، خاکستر و غیره	۲.۳۱	۱.۵۱	۱.۵۴	۱.۵۰	۰.۳۰	۲.۵۰	۲.۶۰

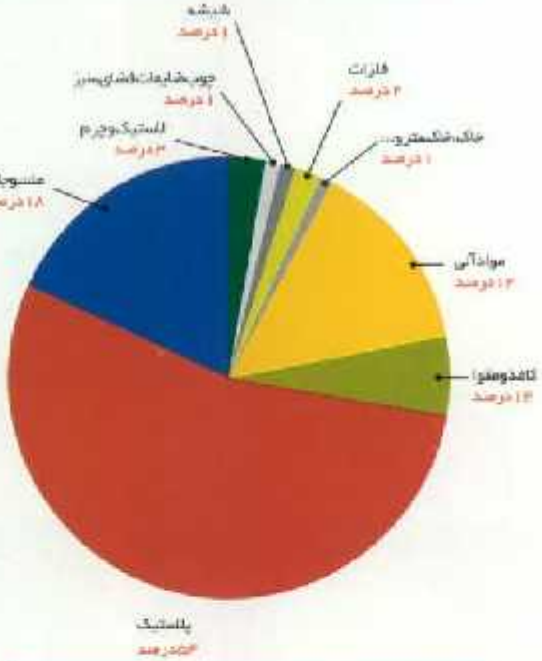
جدول شماره ۳: پیش بینی ترکیب پسماند عادی طی سال‌های آینده در شهر اصفهان

نوع ترکیب	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸
مواد آلی	۶۱۶،۷۵۵	۶۲۵،۱۵۴	۶۳۱،۹۹۷	۶۴۰،۴۳۱	۶۲۶،۰۵۷	۱۵۳،۷۷۲	۶۵۹،۱۶۶	۶۶۴،۸۸۱	۶۶۷،۸۱۰
کاغذ و مقوا	۴۰،۶۹۸	۴۳،۴۸۰	۴۵،۴۴۸	۴۷،۶۶۲	۴۹،۸۳۷	۵۱،۹۳۲	۵۴،۰۹۹	۵۵،۴۰۳	۵۶،۳۲۳
پلاستیک	۱۷۰،۱۰۷	۱۸۳،۷۳۷	۱۹۵،۶۸۲	۲۰۶،۲۱۴	۲۲۰،۱۰۸	۲۳۲،۷۳۳	۲۴۶،۶۷۶	۴۵۹،۸۹۶	۴۷۶،۱۶۴
منسوجات	۳۷،۴۱۶	۳۸،۴۷۱	۴۰،۶۲۱	۴۲،۰۰۹	۴۳،۸۳۶	۴۵،۴۸۹	۴۷،۶۹۶	۴۹،۲۳۵	۵۰،۵۴۱
لاستیک و چرم	۹،۰۹۶	۹،۴۲۵	۹،۷۵۹	۱۰،۰۹۸	۱۰،۴۴۲	۱۰،۷۹۰	۱۱،۱۴۴	۱۱،۵۰۴	۱۱،۸۶۵
چوب و ضایعات فضای سبز	۵،۷۸۳	۵،۷۷۱	۵،۸۱۶	۵،۸۵۷	۵،۷۹۰	۵،۸۱۸	۵،۹۳۲	۵،۸۶۱	۵،۷۶
شیشه	۱۰،۴۴۱	۹،۶۱۸	۹،۷۵۹	۹،۸۹۶	۱۰،۰۴۸	۱۰،۱۵۹	۱۰،۳۸۶	۱۰،۵۰۹	۱۰،۶۴۲
فلزات	۲۳،۴۵۶	۲۴،۲۷۵	۲۴،۳۶۳	۲۳،۴۲۸	۲۳،۵۷۲	۲۳،۴۷۳	۲۳،۰۵۳	۲۳،۱۱۹	۲۳،۴۷۷
خاک، خاکستر و غیره	۲۴،۳۸۱	۲۴،۰۴۴	۲۳،۹۵۵	۲۴،۰۳۴	۲۴،۰۸۹	۲۳،۸۰۴	۲۴،۹۹۴	۲۴،۷۷۸	۲۳،۷۴۹

جدول شماره ۴: پیش بینی میزان تولید اجزای مختلف پسماند عادی بر مبنای وزن در طی سال‌های مختلف در شهر اصفهان (کیلوگرم در روز)

نوع ترکیب	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸
مواد آلی	۶۵،۰۰۰	۶۴،۰۱۱	۶۳،۴۰۰	۶۲،۴۹	۶۱،۸۰۰	۶۱،۰۰۰	۶۰،۴۰۰	۵۹،۱۰۰
کاغذ و مقوا	۴،۵۰۰	۴،۵۹	۴،۷۰۰	۴،۸۲	۴،۹۱	۵،۰۰	۵،۱۳	۵،۲۵
پلاستیک	۱۹،۰۰۰	۱۹،۸۵	۲۰،۶۷	۲۱،۲۹	۲۲،۰۰۰	۲۲،۸۰	۲۳،۵۰۰	۲۴،۳۴
منسوجات	۴،۰۰۰	۴،۰۸	۴،۱۶	۴،۲۴	۴،۳۰	۴،۳۹	۴،۴۷	۴،۵۶
لاستیک و چرم	۰،۹۸	۰،۹۹	۱،۰۰	۱،۰۱	۱،۰۲	۱،۰۳	۱،۰۴	۱،۰۵
چوب و ضایعات فضای سبز	۰،۶۰	۰،۵۹	۰،۵۸	۰،۵۹	۰،۵۵	۰،۵۴	۰،۵۳	۰،۵۲
شیشه	۱،۰۰	۰،۹۹	۰،۹۸	۰،۹۷	۰،۹۶	۰،۹۵	۰،۹۵	۰،۹۴
فلزات	۲،۴۲	۲،۴۷	۲،۴۳	۲،۴۸	۲،۴۰	۲،۱۴	۲،۱۰	۲،۰۶
خاک، خاکستر و غیره	۲،۵۰	۲،۴۳	۲،۴۸	۲،۴۳	۲،۴۵	۲،۱۹	۲،۱۵	۲،۱۰

نمودار شماره دو: میانگین آنالیز فیزیکی درصد وزنی مؤلفه‌های خط تولید کود در مجتمع کارخانه تولید کود آلی شهر اصفهان



نمودار شماره سه: میانگین آنالیز فیزیکی درصد وزنی مؤلفه‌های خط تولید کود در شستشو پس از عمل پیدی در کارخانه تولید کود آلی شهر اصفهان

درشت تبدیل می شوند، محاسبات انجام شده است.

ضایعات خط تولید کود نرم کارخانه کود آلی شهر اصفهان

در نمودار شماره دو آنالیز فیزیکی انجام شده بر روی ضایعات خط تولید کود نرم کارخانه تولید کود آلی اصفهان نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که پلاستیک با ۲۹/۳۱ درصد بیشترین مقدار ضایعات را تشکیل می‌دهد. منسوجات با ۲۰ درصد و مواد آلی با ۲۲/۴۱ درصد و

جدول شماره ۵: پیش بینی میزان تولید اجزای مختلف ضایعات خط تولید کود درشت بر مبنای وزن تر، شهر اصفهان (کیلوگرم در روز)

نوع ترکیب	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸
عوامل آلی	۴۰،۷۹۲	۴۱،۸۳۷	۴۲،۸۸۲	۴۳،۹۳۸	۴۵،۰۱۳	۴۶،۰۱۸	۴۷،۰۶۳	۴۸،۱۰۸	۴۹،۱۵۳
کاغذ و مقوا	۱۷،۴۱۴	۱۷،۸۵۰	۱۸،۳۰۶	۱۸،۷۵۳	۱۹،۱۹۶	۱۹،۶۲۵	۲۰،۰۹۲	۲۰،۵۴۷	۲۰،۹۸۳
پلاستیک	۱۴۸،۸۲۰	۱۵۲،۶۰۳	۱۵۶،۴۶۷	۱۶۰،۴۶۰	۱۶۴،۸۷۳	۱۶۹،۸۸۵	۱۷۴،۹۹۹	۱۷۹،۵۱۳	۱۸۴،۹۲۶
منسوجات	۵۰،۶۲۸	۵۱،۹۳۶	۵۳،۲۳۴	۵۴،۵۳۱	۵۵،۸۲۸	۵۷،۱۲۶	۵۸،۴۲۳	۵۹،۷۲۱	۶۱،۰۱۸
لاستیک و چرم	۸،۲۹۹	۸،۵۱۴	۸،۷۲۴	۸،۹۳۷	۹،۱۵۰	۹،۳۶۶	۹،۵۷۵	۹،۷۸۸	۱۰،۰۰۰
چوب و ضایعات فضای سبز	۳،۴۳۵	۳،۴۱۸	۳،۴۰۱	۳،۳۸۴	۳،۵۶۷	۳،۶۵۰	۳،۷۳۳	۳،۸۱۵	۳،۸۹۸
شیشه	۲،۰۲۶	۲،۰۷۷	۴،۱۲۹	۲،۱۸۱	۲،۲۳۳	۲،۲۸۵	۲۳۳۷	۲۳۸۹	۲۴۴۱
فلزات	۷،۰۴۳	۷،۲۱۳	۷۳۹۳	۷۵۷۳	۷،۷۵۴	۷،۹۳۴	۸،۱۱۴	۸،۲۹۵	۸۴۷۵
خاک، خاکستر و غیره	۳،۰۹۵	۳،۱۷۴	۳،۲۵۴	۳،۳۳۲	۳،۴۱۲	۳،۴۹۱	۳،۵۷۰	۳،۶۵۰	۳،۷۲۹

جدول شماره ۶: پیش‌بینی میزان تولید اجزای مختلف ضایعات خط تولید کود نرم بر مبنای وزن تر در شهر اصفهان (کیلوگرم در روز)

نوع ترکیب	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸
عوامل آلی	۱۴،۶۱۰	۱۵،۰۸۷	۱۵،۵۶۴	۱۵،۸۴۱	۱۶،۱۱۸	۱۶،۵۹۵	۱۶،۹۷۲	۱۷،۳۴۹	۱۷،۷۲۶
کاغذ و مقوا	۷،۹۲۳	۸،۱۲۶	۸،۳۲۹	۸،۵۳۲	۸،۷۴۵	۸،۹۴۸	۹،۱۴۱	۹،۳۴۶	۹،۵۴۷
پلاستیک	۱۹،۴۴۰	۱۹،۷۳۳	۲۰،۲۲۶	۲۰،۷۱۹	۲۱،۲۱۲	۲۱،۷۰۵	۲۲،۱۹۸	۲۲،۶۹۱	۲۳،۱۸۴
منسوجات	۱۳،۱۲۸	۱۳،۴۶۵	۱۳،۸۰۱	۱۴،۱۳۸	۱۴،۴۷۴	۱۴،۸۱۰	۱۵،۱۴۷	۱۵،۴۸۳	۱۵،۸۲۰
لاستیک و چرم	۲،۷۱۸	۲،۷۸۷	۲،۸۵۷	۲،۹۲۶	۲،۹۹۶	۳،۰۶۶	۳،۱۳۵	۳،۲۰۵	۳،۲۷۵
چوب و ضایعات فضای سبز	۲،۲۶۵	۲،۳۴۳	۲،۳۸۱	۲،۴۳۹	۲،۴۹۷	۲،۵۵۵	۲،۶۱۳	۲،۶۷۱	۲،۷۲۹
شیشه	۱،۳۲۹	۱،۱۵۸	۱،۱۸۷	۱،۲۱۶	۱،۲۴۵	۱،۲۷۴	۱،۳۰۳	۱،۳۳۲	۱،۳۶۰
فلزات	۲،۲۶۵	۲،۳۴۳	۲،۳۸۱	۲،۴۳۹	۲،۴۹۷	۲،۵۵۵	۲،۶۱۳	۲،۶۷۱	۲،۷۲۹
خاک، خاکستر و غیره	۲،۲۶۵	۲،۳۴۳	۲،۳۸۱	۲،۴۳۹	۲،۴۹۷	۲،۵۵۵	۲،۶۱۳	۲،۶۷۱	۲،۷۲۹

کاغذ و مقوا با ۱۲ درصد پس از پلاستیک‌ها قرار دارند. ۱۶/۲۱ درصد را نیز سایر مواد تشکیل می‌دهند. جدول شماره شش، میزان تولید ضایعات خط تولید کود نرم را نشان می‌دهد. در این جدول با فرض اینکه ۷ درصد پسماند ورودی به ضایعات خط تولید کود نرم تبدیل می شوند، محاسبات انجام شده است.

ارزش حرارتی پسماند عادی، ضایعات کود درشت و ضایعات کود نرم

روش اول: میزان ارزش حرارتی برآورد شده بر مبنای وزن خشک برای پسماند عادی، ضایعات کود درشت و نرم در نمودار شماره سه نشان داده شده است. میزان ارزش حرارتی برای پسماند عادی در سال ۱۳۹۱ برابر با ۲۲۸۲ مگاوات ساعت در روز است که این میزان در سال ۱۳۹۸ به ۳۳۳۰ مگاوات ساعت در روز خواهد رسید. ارزش حرارتی ضایعات کود درشت به میزان ۱۶۲۷ مگاوات ساعت در روز در سال ۱۳۹۱ است که در سال ۱۳۹۸ به ۱۹۱۱ مگاوات ساعت در روز می رسد. در اثر احتراق ضایعات تولیدی کود نرم نیز در سال ۱۳۹۱ به میزان ۳۱۴ مگاوات ساعت در روز ارزش حرارتی حاصل خواهد شد و این میزان در سال ۱۳۹۸ به ۳۷۰ مگاوات ساعت در روز خواهد رسید.

روش دوم (فرمول دولانگ): قبل از محاسبه ارزش حرارتی با این روش نیاز به محاسبه فرمول شیمیایی است. در جدول شماره ۷ نتیجه محاسبه فرمول‌های شیمیایی آمده است. میزان ارزش حرارتی برآورد شده بر مبنای وزن خشک برای پسماند عادی، ضایعات کود درشت و نرم در نمودار شماره ۴ نشان داده شده است. میزان ارزش حرارتی برای پسماند عادی در سال ۱۳۹۱ برابر با ۲۱۶۳ مگاوات ساعت در روز است که این میزان در سال ۱۳۹۸ به ۲۶۵۶ مگاوات ساعت در روز خواهد رسید. ارزش حرارتی ضایعات کود درشت به میزان ۹۸۸ مگاوات ساعت در روز در سال ۱۳۹۱ است که در سال ۱۳۹۸ به ۱۱۶۰ مگاوات ساعت در روز می‌رسد. در اثر احتراق ضایعات تولیدی کود نرم نیز در سال ۱۳۹۱ به میزان ۲۸۰ مگاوات ساعت در روز ارزش حرارتی حاصل خواهد آمد و این میزان در سال ۱۳۹۸ به ۳۲۹ مگاوات ساعت در روز خواهد رسید.

میزان تولید گاز به روش هضم بی‌هوازی

در جدول شماره ۸، کل میزان گاز حاصل از هضم بی‌هوازی پسماند تولیدی طی سال‌های مختلف در شهر اصفهان بر حسب مترمکعب به ازای پسماند تولیدی در روز محاسبه و پیش‌بینی شده است. میزان گل

جدول شماره ۷: محاسبه فرمول شیمیایی پسماند عادی، ضایعات کود درشت و نرم کارخانه کود آلی شهر اصفهان

نوع داده	بدون کوکره		با کوکره	
	بدون آب	همراه آب	بدون آب	همراه آب
پسماند عادی	C25.64H30.11O14.73N	C25.64H54.92O26.95N	C452.91H1346.98O476N17.66S	C452.91H690.72O260.11N17.66S
ضایعات کود نرم	C24.98H37.40O13.32N	C25.98H62.89O24.37N	C596.27H1481.91O581.55N23.87S	C596.27H852.72O317.79N23.87S
ضایعات کود درشت	C25.98H38.45O14.71N	C25.56H63.82O26.92N	C637.2H1565.27O660.22N24.53S	C637.2H942.93O360.77N24.53S

جدول شماره ۸: پیش بینی میزان تولید گاز حاصل از هضم بی‌هوازی کل پسماند تولیدی در شهر اصفهان (مترمکعب در روز)

نوع ترکیب پسماند	میزان گاز تولیدی (مترمکعب)	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸
سریع تجزیه پذیر	متان	۳۱۶۰۹	۳۲۰۵۸	۳۲۶۰۸	۳۳۰۵۱	۳۳۵۶۰	۳۴۰۰۳	۳۴۵۱۵	۳۴۷۵۲
	دی اکسید کربن	۱۱۱۰۸۳	۱۱۲۸۲۱	۱۱۴۸۵۹	۱۱۶۵۸۱	۱۱۸۵۰۲	۱۲۰۶۰۹	۱۲۲۱۸۹	۱۲۳۰۳۶
	کل	۱۴۲۶۹۲	۱۴۴۸۷۹	۱۴۷۴۶۷	۱۴۹۶۳۲	۱۵۲۰۶۲	۱۵۴۶۰۸	۱۵۶۷۰۴	۱۵۷۹۸۸
کند تجزیه پذیر	متان	۱۰۷۷۲	۱۱۰۰۴	۱۱۶۳۹	۱۲۰۷۳	۱۲۴۹۰	۱۲۹۶۸	۱۳۳۳۹	۱۳۹۰۱
	دی اکسید کربن	۲۲۰۴۳	۲۲۹۱۴	۲۳۸۰۹	۲۴۶۸۴	۲۵۵۴۵	۲۶۵۱۰	۲۷۴۶۹	۲۸۴۸۹
	کل	۳۲۸۰۵	۳۴۱۱۵	۳۵۴۴۸	۳۶۷۵۷	۳۸۰۱۲	۳۹۴۷۹	۴۰۹۰۵	۴۲۴۲۰

جدول شماره ۹: پیش‌بینی میزان تولید گاز حاصل از هضم بی‌هوازی پسماند ورودی به سایت تجزیه کود کمپوست (مترمکعب در روز)

نوع ترکیب پسماند	میزان گاز تولیدی (مترمکعب)	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸
سریع تجزیه پذیر	متان	۲۲۴۱۳	۲۲۷۶۷	۲۳۴۲۱	۲۳۸۷۵	۲۴۴۲۹	۲۴۹۸۴	۲۵۵۳۸	۲۶۰۹۲
	دی اکسید کربن	۷۸۵۳۸	۸۰۴۹۷	۸۲۴۵۶	۸۴۴۱۶	۸۶۳۷۵	۸۸۲۳۴	۹۰۲۹۴	۹۲۲۵۳
	کل	۱۰۰۷۵۰	۱۰۳۲۶۴	۱۰۵۷۷۷	۱۰۸۲۹۱	۱۱۰۸۰۵	۱۱۳۴۱۸	۱۱۵۸۴۲	۱۱۸۳۴۵
کند تجزیه پذیر	متان	۹۹۱۶	۱۰۲۳۶	۱۰۴۹۵	۱۰۷۳۴	۱۰۹۹۴	۱۱۴۳۳	۱۱۶۹۳	۱۱۷۳۲
	دی اکسید کربن	۱۹۶۵۷	۲۰۱۲۸	۲۰۶۳۸	۲۱۱۲۸	۲۱۶۱۹	۲۲۱۰۹	۲۲۶۰۰	۲۳۰۹۰
	کل	۲۹۶۵۳	۳۰۳۹۳	۳۱۱۳۳	۳۱۸۷۳	۳۲۶۱۳	۳۳۴۵۲	۳۴۰۹۲	۳۴۸۳۲

گاز حاصل از ترکیبات سریع تجزیه‌پذیر از ۱۴۲۶۹۲ مترمکعب در سال مبداء به ۱۵۷۹۸۸ متر مکعب در سال مقصد رسیده است.

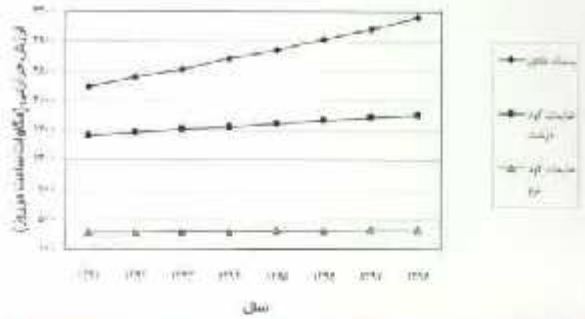
کل میزان گاز حاصل از هضم بی‌هوازی پسماند ورودی به سایت تولید کود کارخانه کود آلی شهر اصفهان نیز طی سال‌های مختلف بر حسب مترمکعب به ازای ورودی در روز محاسبه شده و در جدول شماره ۹ ارائه شده است. میزان کل گاز حاصل از ترکیبات سریع تجزیه‌پذیر از ۱۰۰۷۵۰ مترمکعب در سال مبداء به ۱۱۸۳۴۵ متر مکعب در سال مقصد رسیده است.

بحث و نتیجه گیری

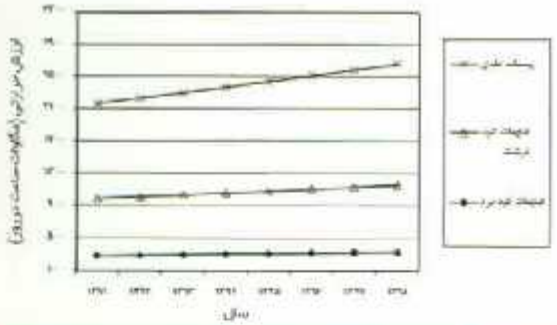
میزان تولید پسماند شهر اصفهان در جدول شماره یک نشان داده شده است. مقدار پسماند از ۱۱۰۰ تن در روز به ۱۵۵۵ تن در روز در سال ۱۳۹۸ می‌رسد. نتایج نشان می‌دهد که در سال‌های آتی نرخ رشد تولید پسماند کاهش خواهد یافت. طبق آمار منتشر شده توسط سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا، میزان تولید پسماند در این کشور طی سال‌های ۱۹۶۰ الی ۲۰۰۷ میلادی از ۸۸/۱ به ۲۵۵ میلیون تن در سال و سرانه تولید از ۲/۶۸ به ۴/۶۳ پوند در روز به ازای هر نفر رسیده است، در حالی که این رقم در سال ۲۰۰۹ به ۲۴۳ میلیون تن در سال و سرانه تولید به ۴/۳۴ پوند در روز به ازای هر نفر می‌رسد. این کاهش به‌دلیل جلوگیری و کاهش تولید پسماند از مبداء ذکر شده است(۹). نتیجه این گزارش با مطالعه انجام شده مطابقت دارد.

جدول شماره دو، آنالیز فیزیکی پسماند را نشان می دهد. مواد آلی کاهش یافته و به ۵۹/۱ درصد کل پسماند تولیدی می‌رسد. میزان پلاستیک به ۲۴/۴ درصد، کاغذ و مقوا به ۵/۲۵ درصد و مقدار منسوجات به ۴/۵۶ درصد رسیده، هر سه بخش قابل احتراق روند صعودی را طی می‌کنند. درصد مواد آلی در مقایسه با کشورهای پیشرفته هنوز بالاست و بررسی شیوه پردازش و دفع مواد آلی علاوه بر روش کمپوست کردن نظیر هضم، ورمی کمپوست، تولید خوراک دام و غیره با توجه به قوانین زیست محیطی، شرایط اقتصادی، آب و هوایی، انرژی اهمیت دارد. همچنین انتخاب تکنولوژی مناسب جهت استحصال انرژی از مواد دارای ارزش حرارتی بالا که در حال حاضر دفن می‌شود، بایستی به‌نحو مطلوبی بررسی شود. بررسی روند تغییرات تولید پسماند توسط سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا در این کشور طی سال‌های ۱۹۶۰ الی ۲۰۰۹ میلادی نشان می‌دهد که کاغذ و مقوا در سال ۱۹۶۰ حدود ۳۴ درصد پسماند کشور آمریکا را تشکیل داده است و در سال ۲۰۰۰ درصد این مواد به ۳۶/۲ درصد افزایش یافته است، اما با به‌کارگیری روش‌های جلوگیری و کاهش تولید در سال ۲۰۰۹ به ۲۸/۲ درصد رسیده است. درصد مواد پلاستیکی از ۰/۴ درصد در سال ۱۹۶۰ به ۱۲/۳ درصد افزایش می‌یابد. پلاستیک و چرم با ۲/۱ درصد در سال ۱۹۶۰ به ۳/۱ درصد در سال ۲۰۰۹ می‌رسد. منسوجات و پسماندهای غذایی به ترتیب با ۲ و ۱۳/۸ درصد در سال ۱۹۶۰ به ۵/۲ و ۱۴/۱ درصد در سال ۲۰۰۹ رسیده است. طبق این نتایج به جز در مورد کاغذ و مقوا که تنها در سال‌های پایانی روند نزولی را نشان می‌دهد، سایر اجزاء پسماند تولیدی روند صعودی را در تولید نشان می‌دهند(۹). نتیجه تغییرات پسماند شهر اصفهان با نتایج مطالعات انجام شده همخوانی دارد.

مواد با اندازه بزرگتر از ۵ سانتی‌متر جزء ضایعات خط تولید کود درشت قرار می‌گیرند. مواد جدا شده پس از پرس و عدل بندی به محل دفن منتقل می‌شوند. آنالیز فیزیکی نشان می‌دهد که پلاستیک‌ها با ۵۲/۹ درصد، منسوجات با ۱۸ درصد، مواد آلی با ۱۴/۵ درصد و سایر مواد با ۱۴/۶ درصد کل ترکیب ضایعات را تشکیل می‌دهند. با توجه به آنالیز انجام شده درصد زیادی از این ضایعات را موادی تشکیل داده است که ارزش حرارتی بالایی دارند و از نظر وزنی ۳۰ درصد وزن کل پسماند عادی ورودی به کارخانه کود آلی را تشکیل می‌دهند. بنابراین بررسی تکنولوژی‌های تبدیل ضایعات به انرژی در این قسمت ضرورت دارد. کود درشت تولید شده در کارخانه کمپوست به‌دلیل



نمودار شماره سه. برآورد میزان ارزش حرارتی بر مبنای وزن خشک (مگاوات ساعت در هر روز) روش اول



نمودار شماره ۴. برآورد میزان ارزش حرارتی بر مبنای وزن خشک (مگاوات ساعت در هر روز) فرمول دولانگ

داشتن ناخالصی قبل از استفاده در فضای سبز یا کشاورزی مجدداً به‌وسیله سرند با اندازه سوراخ ۱/۸ سانتیمتری سرند شده و درصدی ضایعات تولید می‌کند. آنالیز فیزیکی نشان می‌دهد که پلاستیک با ۳۹/۳۱ درصد، منسوجات با ۲۰ درصد، مواد آلی با ۲۲/۴۱ درصد، کاغذ و مقوا با ۱۲ درصد و سایر مواد با ۶/۲۱ درصد ترکیب ضایعات را تشکیل داده و از نظر وزنی این نوع ضایعات ۷ درصد پسماند کل ورودی به کارخانه را شامل می‌شوند. در حال حاضر این ضایعات دفن می‌شوند، اما به‌دلیل ارزش حرارتی بالای این مواد، بررسی گزینه‌های تولید انرژی از ضایعات اهمیت دارد.

پردازش حرارتی پسماند، به منظور کاهش حجم و بازیابی انرژی یکی از عناصر مهم در بسیاری از سیستم‌های مدیریت جامع پسماند می‌باشد. در پردازش حرارتی پسماند به محصولات تبدیلی گاز، مایع و جامد همراه با آزاد شدن انرژی گرمایی به صورت همزمان یا متعاقب آن است(۸). به منظور استفاده از پسماند در این فناوری‌ها نیاز به برآورد ارزش حرارتی است. مقادیر ارزش حرارتی برآورد شده با روش دولانگ منطقی‌تر است. با توجه به اینکه ضایعات کود درشت ۳۰ درصد وزنی کل پسماند را تشکیل می‌دهند اما مقدار ارزش حرارتی آن در روش اول ۵۹ و با روش دوم ۴۴ درصد ارزش حرارتی کل پسماند را به خود اختصاص می‌دهد. مقدار ارزش حرارتی ضایعات کود نرم حدود ۱۳ درصد ارزش حرارتی کل پسماند است، در صورتی که از نظر وزنی حدود ۷ درصد وزن کل پسماند را شامل می‌شود. بررسی خصوصیات شیمیایی پسماند استان سیستان و بلوچستان در سال ۱۳۸۲ توسط دکتر عمرانی و همکاران، مقدار متوسط ارزش حرارتی را برای استان بر مبنای وزن خشک ۱۱۸۸۳ کیلو ژول بر کیلوگرم برآورد کرده است(۲). مقدار ارزش حرارتی پسماند در کشورهای اروپایی و آمریکا در محدوده ۱۷۰۰۰-۸۴۰۰ کیلو ژول بر کیلوگرم قرار دارد(۱۰). فرمول شیمیایی به‌دست آمده همراه با آب و گوگرد بر مبنای ترکیب پسماند در سال ۱۳۹۸ برای پسماند عادی C452.91H1146.59O476N17.66 S، ضایعات کود نرم C596.27H1481.91O581.56N23.87S و برای ضایعات کود درشت C637.2H1565.27O660.22N24.53S می باشد. فرمول شیمیایی به‌دست آمده توسط دکتر عمرانی و همکاران برای پسماند استان سیستان و بلوچستان C487H1142O486N15S است(۲).

میزان گاز حاصل از هضم بی‌هوازی حدود ۵۰۰ مترمکعب به ازای هر تن برآورد شده است. البته باید توجه داشت که این مقدار بر اساس وجود شرایط محیطی استاندارد و تجزیه کامل مواد است اما در عمل به منظور برآورد واقعی، کمتر از نصف این مقدار می‌تواند در برآوردها مورد استفاده قرار گیرد(۱۱).

در نهایت می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در سال‌های آتی نرخ رشد تولید پسماند کاهش خواهد یافت. درصد اجزاء قابل احتراق پسماند نظیر پلاستیک، کاغذ و مقوا و غیره افزایش و درصد مواد آلی کاهش می‌یابد و انتخاب گزینه مناسب مدیریت پسماند با توجه به تغییرات ایجاد شده ضرورت دارد. ارزش حرارتی پسماند عادی تولیدی به‌ویژه ضایعات کارخانه‌های کمپوست (غالباً مواد قابل احتراق) بالاست و استفاده از روش‌های احتراق برای دفع آن مناسب خواهد بود. با توجه به اینکه مواد آلی درصد زیادی از کل پسماند تولیدی را به خود اختصاص می‌دهند و در حال حاضر با روش کمپوست دفع می‌شوند که صرفه اقتصادی ندارد. استفاده از گاز حاصله با توجه به محاسبه صورت گرفته در سیستم هضم بی‌هوازی جای تأمل دارد. جا دارد در انتخاب گزینه مناسب کاهش انتشار آلودگی به سطح پایین با به‌کارگیری تجهیزات کنترلی، کاهش دفن بهداشتی و انتشار گازهای گلخانه‌ای مد نظر قرار گیرد.

منابع:

1- Trang T.T, Byeong K.L. Analysis of potential RDF resources from solid waste and their energy values in the largest industrial city of Korea. Waste Management 2009;29: 1725-31

2- Omrani.G.A. Maleki.A. Sherafat Mola.A. The survey quality and quantity of solidwaste and capability recycling in sistan and balogestan province, Environmental Sience and Technology Journal 2006,4.11-17

3- A. Garg , R. Smith , D. Hill , P.J. Longhurst , S.J.T. Pollard , N.J. Simms. An integrated appraisal of energy recovery options in the United

10- Mohamad reza S N. Haghighi Khoshkho.R, The Survey technical and economical incinerator and design incinerator for solidwaste of Tehran,Report 2000
11- Bozorgmehri SH, Mehrabian R. , Design of incinerator power plant. 20 th international power system conference , psc 200
12- Papageorgiou A , Barton J.R, Karagiannidis A. Assessment of the greenhouse effect impact of technologies used for energy recovery from municipal waste: A case for England, Journal of Environmental Management. 2009;90:2999–3012.
13- Ni-Bin Chang a, Eric Davila b, Municipal solid waste characterizations and management strategies for the Lower Rio Grande Valley, Texas, Waste Management, 2008;28:776–794.
14- Shadi M , Debra R , Ruey-Hung C, Factors influencing spontaneous combustion of solid waste. Waste Management 2010;30:1600–1607.

پی‌نوشت:

1 Waste-to-Energy
2 Green House Gas
3 Environmental Protection Agency
4 Anaerobic Digestion

Kingdom using solid recovered fuel derived from municipal solid waste. Waste Management. 2009,29: 2289-2297
4- American Society of Mechanical Engineerins. A renewable Energy Source from Municipal solid waste. Waste to energy Conference,2008, New Yourk,NY
5- Hefa C, Yuanan H. Municipal solid waste as a renewable source of energy: Current and future practices in China. Bioresource Technology 2010;101:3816–3824
6- Rahjooyan C. The survey and select suitable processing and disposal method or methods for municipal solidwaste in Esfahan. Report , 2011
7-Esfahan Municipality. Integrated solidwaste management project in Esfahan report.2009
8- Thobanoglous G,Theisen H, Vigil S, Solid Waste Managment (Engineering Principles and Managment Issues), ed2n, Mc Graw Hill; 1993
9- United States Environmental Protection Agency Solid Waste and Emergency Response (5306P) Washington, DC 20460, Municipal Solid Waste Generation, Recycling, and Disposal in the United States Facts and Figures for 2009, EPA-530-F-010-012, Report 2010

محاسبه مقدار انتشار گاز متان از مرکز دفن بهداشتی پسماند شهر بردسکن با استفاده از برنامه LANDGEM

علی اکبر رودباری[1]، اکرم کاووسی[2]
[1]. دکتری مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شاهرود. Roodbari@shmu.ac.ir
[2]. دانشجوی کارشناسی ناپیوسته بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی شاهرود

هدف این مطالعه، برآورد مقدار استحصال گاز متان از مرکز دفن پسماند بردسکن به‌وسیله برنامه لندجم جهت استفاده برای ساخت واحدهای تولید برق از پسماند است. در این مطالعه، ابتدا اطلاعات مربوط به مقدار تولید پسماند، جمعیت و مشخصات محل دفن جمع‌آوری شد. سپس برآورد جمعیت شهر بردسکن طی سال‌های مختلف دوره طرح با توجه به ضریب رشد انتخابی انجام گرفت. در مرحله آخر، عملیات تعیین مقدار ثابت انتشار گاز متان و مقدار پتانسیل تولید متان در محل دفن پسماند شهر بردسکن با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده در محل و ورود اطلاعات به برنامه انجام شد. نتایج مطالعه نشان داد که در سال‌های ۱۳۹۵، ۱۴۰۰ و ۱۴۰۵ به ترتیب حدود ۱۲۵، ۱۴۶ و ۳۲۵ متر مکعب بر ساعت، گاز در این مرکز دفن تولید خواهد شد. همچنین سرعت تولید گاز از سال ۱۴۰۵ با شیب کمتری ادامه پیدا خواهد کرد. نتایج به‌دست آمده از این مطالعه می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های تولید انرژی و سایر کاربردها از گازهای محل دفن و نیز تعیین سهم ایران در انتشار جهانی گازهای گلخانه‌ای مرتبط با پسماند مورد توجه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: متان، محل دفن، لندجم

گاز متان یکی از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای است که از نظر پتانسیل بیشترین سهم را در پدیده گرمایش جهانی دارد (پتانسیل ۲۵ تا ۳۰ برابر Co_2) ضمن اینکه از نظر کمی نیز با سهم ۱۸ درصد در رتبه دوم گازهای گلخانه‌ای قرار دارد (۱). یکی از مهم‌ترین منابع انتشار گاز متان، اماکن دفن بهداشتی پسماند است. تجزیه بی‌هوازی پسماندها در لایه‌های دفن با کمک میکروارگانیزم‌ها منجر به انتشار گاز متان و دی‌اکسید کربن در مقادیر زیادتر و گازهایی نظیر NOx و H_2S در مقادیر بسیار کمتر می‌شود (۳)(۴). گاز متان دارای ارزش حرارتی بسیار بالایی است (ارزش حرارتی هر متر مکعب متان تقریبا معادل ارزش حرارتی یک لیتر نفت سفید است) بنابراین از نظر اقتصادی نیز قابل توجه است. همچنین در صورت عدم جمع‌آوری گاز متان و راهیابی آن به فضای آزاد و رسیدن مقدار آن به ۵ تا ۱۵ درصد حجم هوا منفجر می‌شود و خساراتی را به بار می‌آورد. به دلایل مذکور برآورد مقدار انتشار و تولید این گاز از منابع آن بسیار حائز اهمیت است ضمن آنکه اندازه‌گیری مقدار گاز متان منتشره از اماکن دفن بهداشتی می‌تواند به تعیین سهم ایران در انتشار جهانی گازهای گلخانه‌ای کمک کند. روش‌های مختلفی برای برآورد کردن مقدار انتشار گاز متان وجود دارد که عبارت از ارزیابی محل دفن (site evaluation)، آزمایش‌های میدانی (field testing) و مدل‌سازی ریاضی (mathematical modeling) می‌باشند. در این مطالعه از روش مدل‌سازی ریاضی استفاده شده است. مدل‌های ریاضی مختلفی در دنیا توسعه یافته است که مهم‌ترین و انعطاف پذیرترین مدل، لندجم است. این مدل توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا ابداع شده است و برآورد بسیار دقیقی از میزان گاز متان تولیدی در سالیان مختلف را ارائه می‌دهد. هدف کلی از اجرای این طرح عبارت از محاسبه مقدار انتشار گاز متان از مرکز دفن بهداشتی پسماند شهر بردسکن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نوع این مطالعه، توصیفی مقطعی است و جامعه مورد مطالعه آن را پسماندهای تولیدی شهروندان بردسکنی و نیز مرکز دفن بهداشتی پسماند شهر بردسکن تشکیل می‌دهند. برای انجام این پژوهش در مرحله اول بر اساس دستورالعمل کتاب مدیریت اجرایی پسماند اثر جان پیجل، باید عملیات نمونه برداری از پسماندها انجام می‌شد که با توجه به اینکه خود شهرداری بردسکن دارای این اطلاعات بود از انجام این کار صرف نظر شد. در مرحله دوم، جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مرکز دفن بهداشتی پسماند شهر بردسکن و برآورد جمعیت شهر بردسکن در سال‌های مختلف دوره طرح نیز با توجه به ضریب رشد انتخابی و با در نظر گرفتن فاکتورهای مؤثر در نرخ رشد انجام شد. در مرحله سوم، عملیات تعیین مقدار ثابت انتشار گاز متان و مقدار پتانسیل تولید متان درمحل دفن بهداشتی پسماند شهر بردسکن با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده در محل نظیر سطح اب زیرزمینی، جنس خاک، نوع مدیریت مرکز دفن، میزان بارش و نوع خاک پوششی مورد استفاده و همچنین مرتب کردن و وارد کردن اطلاعات در برنامه یا مدل لندجم و محاسبه میزان گاز متان تولیدی طی سال‌های مختلف طرح انجام شد.

فرمول مورد استفاده در این مدل فرمول زیر است:(۵ و ۶)

$$Q_{CH_4} = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=0.1}^{1} kL_0\left(\frac{M_i}{10}\right)e^{-kt_j}$$

که در آن:

QCH_4= میزان متان تولیدی سالیانه در سال انجام محاسبات بر حسب متر مکعب در سال، I=فواصل زمانی یک سال یک سال،

جدول شماره یک: پارامترهای ورودی برنامه لندجم	
Site-Specific Waste Composition Data:	(وجود یا عدم وجود اطلاعات ترکیب پسماند)
Year Opened:	(سال افتتاح مرکز دفن)
Estimated Growth in Annual Disposal:	(نرخ رشد سالیانه پسماند قابل دفن در این محل)
Average annual precipitation:	(متوسط بارش سالیانه)
Average Landfill Depth:	(عمق متوسط محل دفن)
Site Design and Management Practices:	(وضعیت مدیریت عملیات دفن در این محل)
Methane Content of Landfill Biogas Adjusted to:	(درصد گاز متان در ترکیب گازهای تولید از این محل)
Methane Correction Factor (MCF):	(فاکتور تصحیح گاز متان)
Fast-decay Organic Waste Methane Generation Rate (k):	(سرعت تولید متان توسط مواد آلی زود تجزیه)
Slow-decay Organic Waste Methane Generation Rate (k):	(سرعت تولید متان توسط مواد آلی دیر تجزیه)
Potential Methane Generation Capacity (L0):	(ظرفیت تولید گاز متان)
Fast-decay Organic Waste L0:	(مقدار مواد آلی زود تجزیه)
Slow-decay Organic Waste L0:	(مقدار مواد آلی دیر تجزیه)

n=سال انجام محاسبات- اولین سال پذیرش پسماند در محل دفن، j=فواصل زمانی یک سال، K= نرخ تولید متان بر حسب عکس سال، L0=ظرفیت بالقوه تولید متان بر حسب مترمکعب بر مگاگرم، Mi= ام بر حسب مگاگرم آ وزن پسماند پذیرفته شده در سال، tij= سن بخش ز ام جرمMi پسماند پذیرفته شده در سال i ام (مثلا ۳،۲ سال) وLo، Mi، tij و K پارامترهای مجهول در معادله فوق می‌باشد.

همان‌طور که در جدول شماره یک دیده می‌شود، مهم‌ترین ورودی‌های مورد نیاز در این برنامه در قسمت بالا عبارتند از:

در قسمت پایینی صفحه ورود اطلاعات نیز باید مقدار وزنی پسماندهای تولیدی در سال‌های مختلف دوره طرح بر حسب متریک تن وارد شود. همچنین ستونی نیز با عنوان رانندمان سیستم جمع‌آوری گاز وجود دارد که مربوط به اماکن دفنی است که دارای یک سیستم فعال جمع‌آوری گاز هستند. از آنجاکه در محل دفن شهر بردسکن چنین سیستم جمع‌آوری گازی وجود ندارد، مقدار آن برای سال‌های مختلف، صفر منظور می‌شود.

یافته‌ها

برای محاسبه مقدار انتشار گاز متان از محل دفن پسماند نیاز به اطلاع از جمعیتی شهر در سال‌های مختلف دوره طرح و نیز سرانه تولید پسماند در سال‌های مختلف داریم

۱- محاسبه جمعیت در طی سال‌های دوره طرح

نرخ رشد جمعیت برای شهر بردسکن بر اساس نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵ برابر ۱/۱ درصد است. دوره طرح انتخابی برای مرکز دفن پسماند شهر بردسکن نیز براساس طرح جامع مدیریت پسماند شهر ۲۰ سال است. برای محاسبه جمعیت شهر بردسکن در سال‌های مختلف دوره طرح از فرمول رشد هندسی به صورت زیر استفاده می‌کنیم. این فرمول به این دلیل انتخاب شده است که شهر بردسکن به‌طور جدی در ابتدای طرح توسعه قرار گرفته است و رشد جمعیت صعودی دارد و در اغلب طرح‌های توسعه‌ای استان نظیر طرح توسعه سرزمینی و طرح آمایش استان نیز از این فرمول استفاده شده است.

$$P_n=P_0(1+r)n$$

لذا بر اساس فرمول فوق، جمعیت شهر بردسکن طی سال‌های مختلف دوره طرح طبق جدول شماره دو خواهدشد:

۲-نتایج آنالیز کمی و کیفی پسماندها

جدول شماره دو: جمعیت شهر بردسکن در سال‌های مختلف دوره طرح			
سال	جمعیت	سال	جمعیت
۱۳۷۵	۱۰۸۴۹	۱۳۸۳	۲۰۳۰۵
۱۳۷۶	۱۱۳۱۶	۱۳۸۴	۲۰۷۲۸
۱۳۷۷	۱۱۷۵۳	۱۳۸۵	۲۱۵۶۴
۱۳۷۸	۱۲۰۴۲	۱۳۸۶	۲۲۸۴۶
۱۳۷۹	۱۲۴۲۵	۱۳۸۷	۲۳۴۳۰
۱۳۸۰	۱۲۵۵۵	۱۳۸۸	۲۳۵۱۱
۱۳۸۱	۱۲۷۴۱	۱۳۸۹	۲۳۸۱۲
۱۳۸۲	۱۹۵۱۵	۱۳۹۰	۲۴۲۷۳

برای محاسبه مقدار تولید گاز متان از طریق برنامه لندجم باید وزن پسماندهای تولید شده در سال‌های مختلف دوره طرح به نحوی مناسب برآورد شود. با توجه به اینکه این مطالعه از نوع مطالعات گذشته نگر است و دوره زمانی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۰ را مورد مطالعه قرار می‌دهد لذا باید به اطلاعات قبلی موجود در این زمینه مراجعه کرد. بررسی منابع دانشگاهی، مستندات پایان نامه‌ها و گزارشات آرشیو شهرداری بردسکن و مشهد نشان می‌دهد که در پروژه‌های مختلف، نرخ رشد سرانه تولید پسماند در سال‌های مختلف تقریباً عدد ۲ درصد در نظر گرفته شده است. به طوری‌که در مطالعه عبدالوهاب و همکاران در سال ۱۳۷۵، نرخ رشد سرانه تولید پسماند شهر بردسکن، ۲ درصد، در مطالعه حسین زاده و همکاران در سال ۱۳۸۰ نیز نرخ رشد سرانه تولید پسماند ۲درصد، و در مطالعه عیسی پور و همکاران در سال ۱۳۸۲ نیز نرخ رشد سرانه تولید برابر با ۲ درصد در نظر گرفته شده است. بنابراین در این مطالعه نیز از نرخ رشد سرانه تولید پسماند به میزان ۲ درصد برای محاسبه مقدار پسماندای که در سال‌های گذشته در این محل دفن

جدول شماره سه: جمعیت، سرانه تولید پسماند و وزن کل پسماند تولیدی شهروندان بردسکنی در طی سال‌های دوره طرح

سال	جمعیت	سرانه تولید پسماند (گرم)	وزن پسماند سالیانه به تن	سال	جمعیت	سرانه تولید پسماند (گرم)	وزن پسماند سالیانه به تن
۱۳۷۵	۱۰۸۴۱	۶۵۲/۷	۲۵۸۴/۶	۱۳۸۴	۲۰۳۰۶	۷۹۵/۲	۵۸۹۴
۱۳۷۶	۱۱۳۱۶	۶۶۹	۲۷۸۷/۶	۱۳۸۴	۲۰۷۲۸	۸۱۵/۱	۶۱۶۷
۱۳۷۷	۱۱۷۵۴	۶۸۵/۷	۲۹۳۱/۷	۱۳۸۵	۲۴۵۶۲	۸۲۵/۵	۶۸۸۰/۵
۱۳۷۸	۱۲۰۴۲	۷۰۲/۹	۳۰۸۹/۴	۱۳۸۶	۲۴۸۲۶	۸۵۶/۴	۶۱۳۳/۸
۱۳۷۹	۱۲۳۲۵	۷۲۸/۵	۳۲۶۷/۳	۱۳۸۷	۲۴۲۳۰	۸۷۷/۸	۷۴۴۲/۸
۱۳۸۰	۱۲۵۵۵	۷۳۸/۵	۳۳۸۴	۱۳۸۸	۲۴۵۱۱	۸۹۹/۸	۷۷۲۱/۲
۱۳۸۱	۱۲۷۳۱	۷۵۷	۳۵۴۰	۱۳۸۹	۲۴۸۱۷	۹۲۲/۲	۸۰۱۷/۳
۱۳۸۲	۱۹۵۱۵	۷۷۵/۸	۵۵۲۶/۴	۱۳۹۰	۲۴۲۷۳	۹۴۵/۳	۸۰۳۰

شده بود، استفاده شده است.

با تلفیق نتایج بندهای ۱ و ۲ وزن کل پسماند تولید شده در سال‌های مختلف دوره طرح در شهر بردسکن به شرح جدول شماره سه به‌دست آمد.

بر اساس نتایج مطالعات آزمایشگاهی، درصد پسماندهای آلی خشک و پسماندهای آلی زود تجزیه، فرار در پسماندهای شهروندان بردسکنی به طور متوسط به ترتیب برابر ۴۰ و ۶۰ می باشد.

۳-نتایج مربوط به اطلاعات محلی، آب و هوایی و زمین شناختی محل دفن بهداشتی شهر بردسکن

بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده، میانگین بارندگی سالیانه در شهر بردسکن در یک دوره ۲۳ ساله از سال ۱۳۵۷ تا سال ۱۳۸۰ برابر با ۹۶ میلی متر بوده است و نیز طبق داده‌های موجود در خصوص بارندگی از سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۳۸۹ این میزان برابر با ۹۴ میلی متر بوده است. از نظر زمین شناسی و دانه بندی خاک، منطقه مورد مطالعه به دلیل وجود سنگ‌های کنگلومرایی و ماسه سنگی و سیلتی در شرایط مطلوب، نفوذپذیری خیلی بطئی داشته و خاک‌ها اکثراً رسی بوده و خاصیت تورم قوی دارد و لایه زیر خاک غیرقابل نفوذ است. سطح آب‌های زیرزمینی منطقه حدود ۲۵ متر بوده و شرایط طبیعی منطقه اجازه تشکیل آبخان سنگی و یا آبرفتی را نداده است. به همین دلیل هیچ منبع آبی به خصوص چشمه در حوضه قابل مشاهده نیست. مساحت کل محل دفن بهداشتی پسماند شهر بردسکن حدود ۱۹ هکتار است. سیستم از نوع دفن ترانشه‌ای و به عرض ۱۰ متر، طول ۵۰ متر و عمق ۳ تا ۶ متر است. همچنین حدود ۸۵۰ متر جاده دسترسی به عرض ۶ متر در داخل مرکز دفن ایجاد شده است. اندیس الکنو بر اساس شرایط میدانی برای این محل دفن نیز ۳۳ به‌دست آمده است که چون بین ۲۴ تا ۴۲ قرار دارد پس محل انتخابی مناسب است.

۴-نتایج حاصله از برنامه لندجم

اطلاعات ورودی به برنامه برای شهر بردسکن در دو جدول شماره چهار و پنج ارائه شده است.

جدول شماره شش نتایج برآورد مقدار تولید گاز متان در سال‌های مختلف دوره طرح در محل دفن بهداشتی پسماندهای خانگی شهر بردسکن را نشان می‌دهد. نمودار شماره یک نیز روند تولید گاز متان در سال‌های مختلف دوره طرح را در محل دفن بهداشتی پسماند شهربردسکن نشان می‌دهد.

جدول شماره چهار: اطلاعات ورودی به برنامه لندجم برای شهر بردسکن

وجود یا عدم وجود اطلاعات ترکیب پسماند	وجود دارد
سال افتتاح مرکز دفن	۱۳۷۵
نرخ رشد سالیانه پسماند قابل دفن در این محل	۲درصد
متوسط بارش سالیانه	۹۶
عمق متوسط محل دفن	۳متر
وضعیت مدیریت عملیات دفن در این محل	۱
درصد گاز متان در ترکیب گازهای تولید از این محل	۵۰درصد
فاکتور تصحیح گاز متان	۰/۳
سرعت تولید متان توسط مواد آلی زود تجزیه	۰/۱۸
سرعت تولید متان توسط مواد آلی دیر تجزیه	۰/۰۴۱
ظرفیت تولید گاز متان	۹۱
مقدار مواد آلی زود تجزیه	۶۷/۶
مقدار مواد آلی دیر تجزیه	۱۸/۳

جدول شماره پنج: صفحه اطلاعات ورودی به برنامه لندجم برای شهر بردسکن

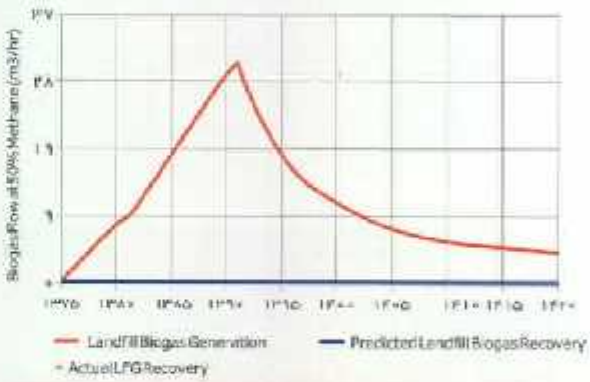
سال	پسماند دفنی (تن)	پسماند تجمعی (تن)	راندمان سیستم جمع‌آوری
۱۳۷۵	۲۵۸۴/۶۹	۲۵۸۴/۶۹	۰درصد
۱۳۷۶	۲۷۸۷/۶۸	۵۳۷۲/۳	۰درصد
۱۳۷۷	۲۹۳۱/۷۲	۸۳۰۴	۰درصد
۱۳۷۸	۳۰۸۹/۴	۱۱۴۰۳/۵	۰درصد
۱۳۷۹	۳۲۶۷/۴	۱۴۶۷۰/۶	۰درصد
۱۳۸۰	۳۳۸۴	۱۸۰۵۴/۶	۰درصد
۱۳۸۱	۳۵۴۰	۲۱۵۷۵	۰درصد
۱۳۸۲	۵۵۲۶/۴	۲۷۱۰۱/۴	۰درصد
۱۳۸۳	۵۸۹۶/۴	۳۲۹۹۷/۵	۰درصد
۱۳۸۴	۶۱۶۷	۳۹۱۶۲/۶	۰درصد
۱۳۸۵	۶۸۸۰/۵	۴۶۰۴۳	۰درصد
۱۳۸۶	۷۱۳۳/۸	۵۳۱۷۷	۰درصد
۱۳۸۷	۷۴۴۲/۸	۶۰۶۲۰	۰درصد
۱۳۸۸	۷۷۲۱/۲	۶۸۳۴۱	۰درصد
۱۳۸۹	۸۰۱۷/۳	۷۶۳۵۸	۰درصد
۱۳۹۰	۸۰۳۰	۸۴۳۸۸	۰درصد

بحث و نتیجه گیری

این مطالعه اولین مطالعه برآورد مقدار تولید گاز متان در اماکن دفن پسماند در استان خراسان رضوی به روش لندجم است و

جدول شماره شش: نتایج برآورد مقدار تولید گاز متان در سال‌های مختلف دوره طرح در محل دفن بهداشتی پسماندهای خانگی شهر بردسکن

سال	تولید گاز متان		
	m3/hr	cfm	mmbtu/hr
۱۳۷۵	۰	۰	۰
۱۳۷۶	۲	۱	۰
۱۳۷۷	۴	۲	۰/۱
۱۳۷۸	۵	۳	۰/۱
۱۳۷۹	۶	۴	۰/۱
۱۳۸۰	۸	۵	۰/۱
۱۳۸۱	۹	۵	۰/۲
۱۳۸۲	۱۰	۶	۰/۲
۱۳۸۳	۱۲	۷	۰/۲
۱۳۸۴	۱۵	۹	۰/۳
۱۳۸۵	۱۷	۱۰	۰/۳
۱۳۸۶	۲۰	۱۲	۰/۴
۱۳۸۷	۲۲	۱۳	۰/۴
۱۳۸۸	۲۴	۱۴	۰/۴
۱۳۸۹	۲۶	۱۵	۰/۵
۱۳۹۰	۲۸	۱۷	۰/۵



نمودار شماره یک: روند تولید گاز متان در سال‌های مختلف دوره طرح

نتایج به‌دست آمده از آن می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های تولید انرژی و سایر کاربردها از گازهای محل دفن و نیز تعیین سهم ایران در انتشار جهانی گازهای گلخانه‌ای مرتبط با پسماند مورد توجه قرار گیرد. ضمن آنکه می‌توان با توجه به مقدار گازمتان محاسبه شده، سیستم‌های جمع آوری گاز متان را برای هر محل دفنی طراحی و اجرا کرد تا بدین‌وسیله علاوه بر به‌کارگیری گاز از تجمع آن در اماکن دفن و ایجاد انفجار و نشست‌های احتمالی جلوگیری شود.

نتایج حاصله نشان داد که مقدار تولید گاز متان در محل دفن بهداشتی پسماند شهر بردسکن با پسماند سالیانه بین ۸۵۲۵ تا ۸۰۳۰ تن، بین ۲ تا ۲۸ متر مکعب در ساعت متغیر خواهد بود. در مطالعه انجام شده در السالوادور مقدار تولید گاز متان در مرکز دفن بهداشتی پسماند این شهر با مقدار پسماند سالیانه بین ۱۷۵۰۰۰ تا ۲۶۲۰۰۰ تن، بین ۳۸۰ تا ۳۶۸۰ متر مکعب متغیر بود(۷). مقدار گاز متان محاسبه شده برای السالوادور اندکی بیشتر از بردسکن است که دلیل آن نیز مقدار بارش بیشتر در السالوادور و افزایش میزان رطوبت در توده پسماند و در نتیجه افزایش پتانسیل تولید متان است. همچنین افزایش مقدار رطوبت در توده پسماند در السالوادور منجر به شیب بیشتر منحنی تولید گاز متان در سال‌های مختلف شده است. راندمان جمع‌آوری گاز در این مطالعه صفر درصد منظور شده است که دلیل آن نیز در نظر نگرفتن و تعبیه نکردن سیستم‌های جمع‌آوری گاز فعال در مرحله دفن است. این مقدار در مطالعات السالوادور، مکزیکو، بلیز، کاستاریکا، گواتمالا و هندوراس نیز صفر درصد منظور شده است که نشان‌دهنده فراهم نبودن سیستم‌های جمع‌آوری فعال گاز متان در مراکز دفن بهداشتی این مناطق است (۸ و ۹ و ۱۰).

منابع

1-Tchobanoglous G, Theisen H, and Vigil S. 1993. Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues. New York: McGraw- Hill, Inc. pp. 381-417.

2- Crawford JF and Smith PG. 1985. Landfill technology. London: Butter worth. DOE. 1995. U.S. Department of Energy. Greenhouse gases. 1987-1994.

3-EPA.1995. U.S. Environmental Protection Agency. Compilation of Air Pollutant Emissions Factors, AP-42, Fifth Addition, Volume 1: Stationary Point and Area Sources. January 1995. http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch02/ Section 2.4—Municipal Solid Waste Landfills. 4-ATSDR. 1998. Agency for Toxic Substances Disease Registry. U.S. Department of Health and Human Services. Investigation of cancer incidences and residence near 38 landfills with soil gas migration conditions. PB 98-142144. June 1998.

5-SWANA. 1997. Solid Waste Association of North America. Landfill Gas Operation and Maintenance Manual of Operation. SR-430-23070. Available at the Department of Energy Information Bridge at theWeb site: http://www.osti.gov/bridge/product.biblio.jsp?osti_id=314156.

6-O'Leary P, Walsh P. 1995. C240-A180 Solid waste landfills correspondence course. Lesson 3: Landfill gas movement, control, and uses. Madison, WI: University of Wisconsin, Solid and Hazardous Waste Education Center (originally printed in Waste Age Magazine January1991-March 1992). January 1995. http://wissago.uwex.edu/uwex/course/landfill/1.html.

7-EPA. 1992. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards. Seminar Publication. Organic air emissions from waste management facilities.EPA/625/R-92/003.

8-Haubrichs, R., Widmann, R., 2006. Evaluation of aerated biofilter systems for microbial methane oxidation of poor landfill gas. Waste Management 26, 408–416.

9-Watzinger, A., Reichenauer, T.G., Blum, W.E.H., Gerzabek, M.H., Zechmeister- Boltenstern, S., 2005. The effect of landfill leachate irrigation on soil gas position: methane oxidation and nitrous oxide formation. Water, Air, and Soil Pollution 164, 295–313.

10-Sanphotia, N., Towprayoona, S., Chaiprasertc, P., Nopharatanad, A., 2006. The effects of leachate recirculation with supplemental water addition on methane production and waste decomposition in a simulated tropical landfill. Journal of Environmental Management 81, 27–35.

آسیب شناسی چالش‌های فراروی مدیریت جامع پسماندهای شهری در ایران

بهروز یوغلان دشتی[1] / اکبر شعبانی کیا[2] / علی زارعی[3]

۱ - سازمان انرژی‌های نو ایران - رئیس گروه پتانسیل سنجی منابع زیست توده
۲ - رئیس گروه اطلاعات و فناوری‌های نوین - سازمان انرژی‌های نو ایران
۳ - سازمان انرژی‌های نو ایران - رئیس گروه تحقیقات کاربردی

با توجه به جمعیت تحت پوشش مدیریت پسماند در کشور، روزانه قریب به ۴۰ میلیون تن پسماند جامد از سطح مناطق شهری و روستایی تحت پوشش، جمع آوری و عمدتاً به مراکز دفن غیر مهندسی منتقل می‌شود. در این بین، در کنار احساس مسئولیت مسئولان و متولیان امر به اجرای صحیح این فرآیندهای پیچیده، کاستی‌هایی نیز وجود دارند که باید به طور دقیق و جامع مورد موشکافی قرار گیرند. مسائلی همچون جایگاه فناوری‌های نوین امحاء و دفن پسماند، کارایی سیستم مدیریت پسماند منطقه‌ای، تأثیر بودجه و امکانات فیزیکی در عملکرد بهینه مدیریت پسماند، سطح همکاری نهادهای شهری و روستایی در اجرای مناسب فرآیندها، جایگاه تخصص، تجربه و آگاهی از دانش روز سیستم مدیریت پسماند در هر منطقه، جایگاه آموزش‌های تخصصی در مدیریت جامع پسماند و به کارگیری این آموخته‌ها، تأثیر نوع نگرش دست اندرکاران و تصمیم‌سازان در مدیریت پسماند منطقه‌ای و... از عوامل مهمی هستند که اثر بخشی مدیریت پسماند منطقه‌ای را دچار نقاط ضعف و قوت می‌کنند. در این مقاله، تلاش شده است که ویژگی‌های کلان و عمده نفوذ و تأثیر این عوامل بر کارایی سامانه مدیریت پسماند منطقه‌ای و در انتها برخی راهکارهای برون رفت از وضعیت فعلی به سمت وضعیت مطلوب ارائه و بیان شود.

واژگان کلیدی: مدیریت پسماند، امحاء، مراکز دفن مهندسی، پسماندهای شهری

جهت تحقق اصل پنجاهم (۵۰) قانون اساسی جمهوری اسلامی و به منظور حفظ محیط زیست کشور از آثار زیانبار پسماندها و مدیریت بهینه آنها، تمامی وزارتخانه‌ها، مؤسسات و نهادهای دولتی و غیردولتی و تمامی شرکت‌ها و مؤسسات و اشخاص حقیقی وحقوقی تولید کننده پسماند (از هر نوع) موظفند مقررات و سیاست‌های مقرر در قانون مدیریت پسماند را رعایت کنند؛ زیرا عملاً خود مسئول پسماندهای تولیدی هستند.

بنا به تعریف، پسماند به مواد جامد، مایع و گازی (غیر از فاضلاب) اطلاق می‌شود که به طور مستقیم یا غیر مستقیم حاصل فعالیت انسان است و از نظر تولید کننده، زائد تلقی می‌شود. روزانه حجم وسیعی از انواع مختلف پسماند بر اثر فعالیت‌های متنوع تولید می‌شود که مدیریت جامع ساماندهی و امحاء این پسماندها، از چالش‌های اساسی جامعه امروزی به شمار می‌رود.

تولید سالانه میلیون‌ها تن پسماند شهری و اختصاص هزینه‌های فراوان در این خصوص، نشان از اهمیت توجه به مدیریت جامع پسماند شهری دارد. جمعیت، وسعت مکان مورد بررسی، عوامل اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، تغییرات اقلیم و... همگی بر این فرآیند تأثیر گذار هستند.

توجه به این نکته ضروری است که در حوزه مدیریت پسماند، نسخه واحد و از پیش نوشته‌شده‌ای وجود ندارد که قابل اجرا در کل کشور باشد. باتوجه به تنوع اقلیم، فرهنگ، جغرافیا، میزان توسعه یافتگی و... در کشور از یک سو و شرایط موجود در مدیریت پسماند کشور، ضروری است با شناخت موفقیت‌ها و شکست‌ها در این حوزه، ضمن درک صحیح وضع موجود و ترسیم وضعیت مطلوب، به ارزیابی و آسیب شناسی مدیریت پسماند پرداخته شود.

در این مقاله سعی می‌شود ضمن بررسی موضوع مدیریت پسماند در کشورهای پیشرو، با ترسیم وضع مطلوب به آسیب شناسی اقدامات موجود در مدیریت پسماند پرداخته شود که نتایج حاصل می‌تواند در شناخت و تدوین طرح جامع مدیریت پسماند کشور تأثیر گذار باشد.

مدیریت پسماند و استحصال انرژی در اتحادیه اروپا

در اتحادیه اروپا، مدیریت پسماندهای جامد شهری، تحت یک برنامه کاری تدوین شده توسط کمیسیون اتحادیه اروپا (EU Directive)، کنترل و هدایت می‌شود. هدف اصلی این اتحادیه در یک نگاه پایدار، اجتناب از دفن پسماند در زمین است. این هدف در اولین گام توسط سامانه‌های بازیافت مواد انجام می‌شود و در قدم دوم، این فرآیند با بازیافت انرژی در سامانه‌های مختلف کامل می‌شود. در این اتحادیه، حدود یک درصد انرژی اولیه از این منابع تأمین می‌شود. بر مبنای هدف‌گذاری‌های انجام شده در این اتحادیه، فعالیت‌های زیر باید انجام شوند (زمان شروع فعالیت‌ها سال ۱۹۹۸ بوده است):

- ۲۵ درصد کاهش دفن پسماندهای فسادپذیر تا سال ۲۰۰۶

- ۵۰ درصد کاهش دفن پسماندهای فسادپذیر تا سال ۲۰۰۹
- ۷۵ درصد کاهش دفن پسماندهای فسادپذیر تا سال ۲۰۱۶

از جمله فعالیت‌ها و بخش‌های مهم در برنامه اتحادیه اروپا، مباحث بازیافت اجزاء و مواد موجود در پسماندهای، کمپوست‌سازی بخش‌های مناسب، تولید بیوگاز یا مواد یا انرژی از پسماندها شهری است. در واقع یکی از دلایل توسعه فناوری پسماندسوزها در اتحادیه، به کارگیری مجدد مواد فسادپذیر و کاهش مواد مرطوب در باقیمانده پسماندهای شهری است. موانع گسترش دفنگاه‌ها در اروپا، اخذ مالیات بابت دفن پسماندهای فسادپذیر در دفنگاه‌ها است. این مالیات‌ها که هم‌اکنون اجرایی شده‌اند، متناسب با وضعیت هر کشور، قوانین و مقرراتی متغیرند. در استرالیا و هلند ۸۰ یورو بر هر تن و در سوئیس و دانمارک، حدود ۵۰ یورو بر هر تن و در انگلستان حدود ۳۰ یورو بر هر تن پسماندهای شهری دفن شده در دفنگاه‌ها اخذ می‌شود.

در این اتحادیه به طور متوسط، سالانه به ازای هر نفر ۲۵۰ کیلوگرم پسماند تولید می‌شود که این میزان در برخی کشورها مانند لهستان تا حدود ۶۶۰ کیلوگرم در سال به ازای هر نفر است؛ این در حالی است که در اسپانیا، میزان سرانه تولید پسماند از میزان متوسط کشورهای قدیمی عضو اتحادیه نیز کمتر است. جدول شماره یک اطلاعات پسماند تولید شده را در این اتحادیه ارائه می‌دهد.

درخصوص استحصال انرژی از پسماندهای جامد شهری نیز قوانین و فعالیت‌هایی در این اتحادیه به اجرا در آمده‌اند. تولید همزمان انرژی و حرارت از اهم فعالیت‌ها و برنامه‌های استحصال انرژی در اتحادیه است. در اتحادیه اروپا، استراتژی برخورد با پسماندها با ۳ اصل اتهدام، استحصال انرژی و نهایتا حفظ محیط‌زیست ارتباط دارد. قوانین متعددی تحت قوانین اتحادیه اروپا برای ساماندهی به پسماندهای جامد وضع شده است که این قوانین کامل‌کننده قوانین داخلی هر کشور (که برمبنای اوضاع آن کشور وضع شده است) هستند. این قوانین به طور جدی از سال ۲۰۰۲ با وضع قانون C-۴۵۸/۰۰ جهت تشریح وضعیت و پیشنهاد بازیافت پسماندها و بهره‌گیری از سامانه‌های پسماند سوز به جای دفن پسماند آغاز شده است. یکی از آخرین قوانین، قانون شماره ۷۵/۴۴۲/EEC است که به مدیریت پسماندهای روغنی، پسماندهای خطرناک، لجن فاضلاب‌ها، بسته‌بندی پسماندها (Packing Waste) و دفن پسماندها اشاره می‌کند.

بنا به توصیه آژانس حفاظت از محیط‌زیست اتحادیه، کلید موفقیت در مهار آلاینده‌های زیست‌محیطی شهرها، بهره‌گیری گسترده از فناوری‌های مربوط به بازیافت پسماندها است؛ به گونه‌ای که با بازیافت حدود ۳۷ درصد از مواد در این اتحادیه، توان جلوگیری از نشر ۱۶۰ میلیون تن CO_2 وجود خواهد داشت و در صورت الزام کشورها به افزایش میزان بازیافت تا ۵۰ درصد نشر، حدود ۸۰ میلیون تن CO_2 دیگر درسال نیز قابل کنترل خواهد بود و در صورت افزایش میزان بازیافت در این اتحادیه تا حدود ۶۵ درصد، میزان ۳۹۲ میلیون تن CO_2 درسال در این اتحادیه قابل کنترل خواهد بود.

همچنین استحصال انرژی از پسماندها نیز به عنوان یکی دیگر از رویکردهای این اتحادیه در برخورد با مسئله پسماندهای شهری مطرح است. یکی از پیشنهادهای این اتحادیه که در سال ۲۰۰۶ ارائه شده است، بهره‌گیری از پسماندسوزهای استاندارد در سطح اروپاست. به گونه‌ای که در سند شماره CEN/TC343 عنوان شده است از تمام پسماندها (جز پسماندهای خطرناک) می‌توان در سامانه‌های پسماندسوز و پسماندسوزهای همزمان انرژی تولید کرد.

در برنامه استراتژی فناوری‌های انرژی اتحادیه اروپا تحت شماره COM(2007) ۷۲۴ صریحا به انجام فرمولاسیون و راهبری این اتحادیه جهت توسعه فناوری‌های نوین (استحصال انرژی) تا سال ۲۰۲۰ اشاره شده است. در سال ۲۰۱۰ روش احتراق و بازیافت نیرو با هوای داغ خشک، بیشترین سهم را بین روش‌های مختلف دفع پسماند داشته است.

تولید انرژی از گاز دفنگاه از دهه ۱۹۷۰ رو به افزایش گذاشته است. هم اکنون در بسیاری از کشورهای جهان، طرح‌های تبدیل گاز دفنگاه به انرژی، موسوم به LFGTE به اجراء درآمده‌اند. با توجه به اینکه سیاست غالب در اکثر کشورهای اتحادیه اروپا، جلوگیری از دفن پسماندهای جامد با ارزش (تفکیک و تولید انرژی) است، به نظر می‌رسد که دفن کردن پسماندها تا سالیان متمادی، همچنان فناوری غالب باشد؛ چرا که ۵۰ درصد از ۲۴۳ میلیون تن راندات جامد شهری تولید شده در ۲۵ کشور اروپایی عضو اتحادیه، سالانه در دفنگاه‌های مهندسی استحصال انرژی دفن می‌شود که از این میزان (۱۲۰ میلیون تن پسماند منتقل شده به مراکز دفن) حدود ۵۰ میلیون تن پسماندهای جامد شهری، مستقیماً برای ۴۰۰ واحد تولید انرژی حرارتی از پسماندها ارسال می‌شود.

جدول شماره ۱ - میزان تولید پسماندهای شهری بر حسب کیلوگرم بر نفر در سال و درصد بازیافت (REC) پسماندسوزی (IME)

Country	MSW	REC	INC	LF
Austria	627	58	22	20
Belgium	469	57	33	10
Czech Republic	278	6	14	80
Denmark	696	42	54	4
Estonia	449	37	0	63
Finland	455	30	10	60
France	567	29	33	38
Germany	600	59	24	17

Country	MSW	REC	INC	LF
Greece	433	8	0	92
Italy	538	32	11	57
Netherlands	624	63	34	3
Poland	256	5	1	94
Portugal	434	5	22	73
Spain	662	39	6	55
Sweden	464	44	47	9
United Kingdom	600	23	8	69

در اتحادیه اروپا، قابلیت تولید سالانه حدود ۲۷ میلیون مگاوات ساعت الکتریسیته یا ۶۳ میلیون مگاوات حرارت از تأسیسات استحصال انرژی از پسماندها، وجود دارد که این رقم معادل با تأمین نیاز الکتریکی کشورهای هلند، دانمارک و فنلاند یا نیاز حرارت کشورهای استرالیا، ایرلند و استونی است. قیمت فروش انرژی الکتریکی حاصل از تأسیسات استحصال انرژی توسط مالکان مراکز دفن مهندسی پسماندهای جامد به ازای هر کیلووات ساعت، از ۳ یورو سنت در آلمان، تا ۹ یورو سنت در ایتالیا متفاوت است. در پرتقال و مجارستان این عدد حدود ۷ و در بخش فلمنگی بلژیک حدود ۱۰ یورو سنت به ازای هر کیلووات ساعت است.

تحلیل مدیریت پسماند

به‌کارگیری منابع موجود و کاهش نیاز به منابع جدید و بهینه سازی مصرف منابع، از جمله اهداف اولیه مدیریت راهبردی پسماندها است. در این میان فعالیت‌های اولیه‌ای همچون کمینه سازی تولید پسماندها، دیو سازی موقته مناسب و اصولی پسماندهای جامد شهری می‌تواند ضمن کاهش هزینه‌های اجرایی فرآیند مدیریت و اجرای عناصر موظف مدیریت پسماند، به افزایش بهره وری و کارآمدی سیستم منجر شود. در واقع مدیریت پسماند، فعالیتی فراگیر و خارج از چارچوب فرآیند محدود امحای پسماندها است. اصول اولیه فرآیند مدیریت همچون بازیابی و بازیافت پسماندها مؤید این مطلب هستند. بحث بازیافت پسماندها باید به عنوان یکی از عناصر مؤثر و کلیدی در مطالعات و تدوین استراتژی مورد توجه قرار گیرد.

راهکارهای مختلف به‌کارگیری فناوری‌های نوین در امحای پسماندها، همچون تولید انرژی نیز می‌تواند ضمن دگرگونی برخی سیاست‌های اجرایی، جذابیت‌های خاص، بسیار مهم و قابل توجه نیز داشته باشد. به‌کارگیری فناوری‌های مختلف جهت استحصال انرژی نهفته در زائدات و به تبع آن، به‌کارگیری این انرژی به صورت محلی و شبکه‌ای، می‌تواند در مباحث اقتصادی اهمیت به‌سزایی داشته باشد. طبیعی است آخرین حلقه از این زنجیره، دفن پسماندها است که متأسفانه در کشور ما اولین و تنها گزینه مطرح و در حال اجراست.

وضعیت کمی و کیفی زائدات

زندگی تمام موجودات زنده با تولید پسماند توأم است. برخی از این پسماندها، قابلیت بازگشت به چرخه بازمصرف شدن را دارند و بخشی از آن نیز به عنوان مواد ناخواسته باید از این چرخه خارج شوند؛ چرا که عوارض خطرناکی در مسیر زندگی عادی به بار خواهند آورد.

پسماندهای شهری نیز برای زندگی انسان هر دو ویژگی یاد شده را دارد. بخشی از این پسماندها قابلیت بازمصرف و بازیابی شدن را دارند، که باید با به‌کارگیری تمهیدات مناسب مدیریتی و فنی در جهت کاهش نشر آلاینده‌ها، مصرف منابع طبیعی و دست‌یابی به توسعه پایدار، اقداماتی صورت پذیرد و بخشی از این پسماندها نیز باید امحاء شود.

در ایران به طور متوسط، روزانه بین ۴۲ تا ۴۵ هزار تن زائدات جامد شهری، تولید و بخش بسیار عمده‌ای از آن بدون توجه به اهمیت مفاهیم کلیدی عناصر موظف مدیریت پسماند، همچون بازیابی و بازیافت، با هدف امحاء به سمت مراکز دفن پسماند روانه می‌شود. بر مبنای نتایج مطالعات موجود در بسیاری از شهرهای بزرگ، حدود ۲ تا ۸ درصد از پسماندها (به طور غیر رسمی و تحت شرایط غیر بهداشتی) بازیافت و بقیه امحاء می‌شوند. این درحالی است که این میزان در کشورهای عضو اتحادیه اروپا (با در نظر گرفتن تغییر در ترکیب پسماندها) بین ۲۵ تا ۶۱ درصد پسماندهای تولیدی را تشکیل می‌دهد.

به عبارت دیگر، گام‌های اول و دوم مدیریت استراتژیک پسماند (بازیابی و بازیافت) در اغلب شهرهای ایران یا انجام نمی‌گیرد یا به صورت غیر مهندسی و بدون کنترل‌های لازم انجام می‌شود و این موضوعی است که نیاز به توجه بسیار دارد.

با توجه به پارامترهای مؤثر در تعیین ترکیب پسماندها در اغلب مناطق ایران، ترکیب آن نسبت‌های متفاوتی دارد. به گونه‌ای که بر مبنای مطالعات، میزان مواد فسادپذیر در پسماندهای جامد شهری درمناطق مختلف کشور از ۸۳ درصد در شهر اراک تا ۴۲ درصد در زاهدان و میزان مواد پلاستیک از ۱۲/۶۸ درصد در شهر رشت تا ۵/۹۸ درصد در قزوین متفاوت است. به عبارت دیگر، برآیند تأثیر عوامل مختلف، شرایط خاصی را رقم می‌زند که نیازمند مطالعه و اقدام خاص برای همان منطقه است و این پارامترها نیز باید مورد توجه قرار گیرند.

◄ فناوری‌های مدیریت پسماندهای جامد شهری

فناوری‌های مدیریتی

پیشرفت دانش بشری و فناوری، تأثیرات مثبت و مناسبی بر مدیریت بهینه پسماند داشته است. جنبه‌های مختلف این آثار از به‌کارگیری نرم افزارهای مدیریتی و تصمیم گیری در بهینه سازی جمع آوری و دپوی پسماندها تا بهره‌گیری از تجهیزات و ادوات مناسب در حمل و نقل و امحای پسماندها را شامل می‌شود. گسترش فناوری‌های مختلف با میزان کارایی و پیچیدگی‌های مختلف و مباحث اقتصادی متفاوت، بدون در نظر گرفتن روش‌های مناسب نرم افزاری و کاربرد سخت افزارهای مختلف، به سرانجامی مطلوب نخواهد رسید.

اغلب نرم افزارهای رایج در مدیریت بهینه زائدات جامد شهری، متکی به روش‌های تصمیم گیری چند لایه و دخالت پارامترهای (مطلق) مختلف‌اند. بدیهی است مبانی اطلاعاتی این نرم افزارها، اطلاعات اولیه مناسبی است که باید مدیریت پسماند، قبل از بهره گیری از آن در اختیار داشته باشد. متأسفانه برخی نرم افزارهای مدیریتی پسماند در ایران، بیشتر یک بانک اطلاعاتی ناتوان از ارائه پیشنهادهای فنی و مهندسی هستند و اغلب مدیران پسماند شهری نیز تحت تأثیر تبلیغات، ناچار به بهره‌گیری از آنها هستند. این درحالی است که در صورت داشتن تحلیل‌های اولیه مناسب توسط نرم افزار، نتیجه‌گیری کارشناسی درباره اجرای مدیریت پسماند، بسیار سهل تر و اصولی‌تر خواهد بود.

◄ فناوری‌های عناصر موظف مدیریت پسماند

مدیریت پسماند، شامل عناصری موظف در کمینه‌سازی، جمع آوری، دپو، حمل و نقل و در نهایت امحای پسماندها است. پیشرفت فناوری‌های مختلف در هریخش، سطوح کاربری متفاوتی را نیز دارد. در کشورهای پیشرو، سیاست‌های جمع آوری و دپو، به لحاظ مباحث اقتصادی و زیست محیطی، اجرایی شده‌اند و پسماندهای جامد شهری به طریق مناسب به مراکز امحاء ارسال می‌شوند. در برخی از کشورهای پیشرو، امکان به‌کارگیری فناوری‌های ظرفیت کوچک پسماند سوز یا حتی کمپوست سازی در جهت جلوگیری از هزینه‌های نقل و انتقال پسماندها به مراکز دفن وجود دارد.

امروزه در مرحله امحاء، نیز فناوری‌های مختلفی به کار گرفته می‌شوند که از مراکز دفن مهندسی گرفته تا سامانه‌های زباله سوز، پیرولیز و هضم بی‌هوازی، هریک می‌توانند بخش‌های مختلف پسماندها را امحاء کنند.

فناوری‌های مختلف امحاء پسماندهای شهری، متناسب با نوع عملکرد خود به فناوری‌های مختلف حرارتی، بیولوژیکی و شیمیایی دسته بندی می‌شوند. در فرآیندهای حرارتی، با استفاده از مواد زائد جامد یا به‌کارگیری حرارت‌های بالا (بالاتر از ۴۰۰ درجه فارنهایت) سوزانده و مواد مختلف دیگری حاصل می‌شوند. این فناوری‌ها نیز به تناسب، به بخش‌های مختلف تقسیم می‌شوند. فناوری پیرولیز، گازی سازی و پلاسما جزء فناوری‌های حرارتی‌اند. خروجی این فناوری‌ها عمدتاً حرارت و خاکستر است که نیاز به مدیریت صحیح و اصولی در جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی و مدیریت پسماندهای حاصله دارد.

فناوری‌های بیولوژیکی و شیمیایی عمدتاً آنهایی هستند که در حرارت پایین تر از ۴۰۰ درجه فارنهایت، پسماندهای جامد را امحاء و محصولات مختلفی را تولید می‌کنند. هضم بی‌هوازی، مراکز دفع مهندسی و بیوراکتورها جزء این فناوری‌ها دسته‌بندی می‌شوند. خروجی و محصول این سامانه‌ها، بیوگاز و کود است، که ارزش افزوده مناسبی دارد. طبیعی است که انتخاب فناوری باید متناسب با نوع و میزان پسماندها، ترکیب آنها و مدل‌های مالی مورد نظر صورت پذیرد.

در حال حاضر در ایران از مجموع فناوری‌های مختلف امحاء پسماندها، فقط دفن آن (در شرایط مهندسی پایین) اجراء می‌شود. هر چند، که درمورد پروژه‌های مختلف و محدودی نیز تحقیق شده است که از آن جمله می‌توان به پایلوت دفن مهندسی پسماندها در تهران یا دستور خرید و نصب پسماندسوزها در کشور اشاره کرد.

جایگاه آموزش‌های تخصصی

دیرزمانی است که مدیریت پسماند به صورت کاملاً سنتی در تمام مناطق کشور اجرا می‌شود (هرچند که تغییرات بسیار جزئی در بخش‌های خاصی از مدیریت پسماند اتفاق افتاده است). این موضوع از مرحله عدم کنترل در تولید پسماند و کمینه سازی آن تا مباحث مربوط به جمع آوری، حمل و نقل و در نهایت، امحای پسماندها به چشم می‌خورد. خوشبختانه، در مسیر توسعه یافتگی علمی کشور و با وجود نیروهای متخصص و دانش آموخته، این روند در حال اصلاح است و بعضاً پروژه‌های اجرایی امحای مهندسی زائدات به صورت پایلوت در کشور اجرا می شوند. این موضوع از مرحله طراحی تا اجرا و مدیریت نصب و راه اندازی سامانه‌های زباله‌سوز در مراکز تجمع پسماندها و بهینه سازی مراکز دفن پسماندها موجود، کاملاً مشهود است.

نکته لازم به ذکر، ضرورت وجود برنامه بلندمدت و راهبردی در تعیین و اجرای این گونه از پروژه‌ها بر مبنای امکانات و محدودیت‌های موجود و در نهایت، لحاظ اهداف میان و بلند مدت مناسب در اجرای آنها است؛ چراکه در صورت فقدان این نکات، سرنوشت اغلب آنها در نهایت به پروژه‌های مشابهی همچون توسعه کمپوست در کشور خواهد انجامید. این اهداف باید کاملاً واقع بینانه و بر مبنای امکانات منطقه و قابل تأمین و متناسب با شرایط بومی ایران، تدوین و تعریف شوند. بدیهی است هر منطقه با بضاعت‌های خود، می‌تواند اهداف نهایی و اجرایی خاص خود را تعریف کند.

بنا به توصیه آژانس حفاظت از محیط‌زیست اتحادیه اروپا، کلید موفقیت در مهار آلاینده‌های زیست‌محیطی شهرها، بهره‌گیری گسترده از فناوری‌های مربوط به بازیافت پسماندها است؛ به گونه‌ای که با بازیافت حدود ۳۷ درصد از مواد در این اتحادیه، توان جلوگیری از نشر ۱۶۰ میلیون تن CO_2 وجود خواهد داشت.

نظارت و پایش عملکرد

بی‌شک، وجود آمار و اطلاعات به عنوان ابزار اصلی برای هرگونه تصمیم‌گیری ضروری است. متأسفانه نبود مکانیسم مناسب برای ارزیابی فعالیت‌ها و فقدان مستندات لازم از موفقیت‌ها و شکست‌های طرح‌های مرتبط با حوزه مدیریت پسماند، گاهی اوقات باعث تکرار پروژه‌های نامطلوب و تحمیل هزینه به حوزه مدیریت پسماند کشور می‌شود. از این رو ضروری است تا در کنار اجرای پروژه‌های مختلف، هر گونه تصمیم گیری برای توسعه کار، منوط به ارائه گزارش‌های ارزیابی و داوری طرح شود.

تدوین استراتژی پسماندها

تدوین اهداف بلند مدت و میان مدت حاصل از اجرای مدیریت پسماند در هر منطقه و تأمین امکانات و تجهیزات مناسب درجهت نیل به این اهداف، از جمله ضروریات فعالیت‌های مدیریت پسماند به شمار می‌رود. تدوین استراتژی مدیریت پسماند و تعیین چارچوب‌ها و روش‌های مناسب اجرایی در کنار اجرای گام به گام طرح‌ها و تحقق اهداف می تواند به عنوان یک برنامه مناسب و نقشه راه، مسیر توسعه مدیریت کلان پسماندها را هموار کند.

وضعیت موجود امحای پسماندها در کشور

تفکر رایج و تقریباً شایع در امحای زائدات جامد شهری اغلب مناطق کشور، تلنبارسازی زائدات، دفن در ترانشه‌های طبیعی و غیر طبیعی و دفن روسطحی زائدات به صورت غیراصولی و غیرمهندسی و عدم رعایت مباحث زیرساختی و فنی در این خصوص است. به گونه‌ای که ضمن وجود آثار مخرب زیست محیطی مترتب بر آن، همچون نشر گازهای آلاینده، آلودگی خاک، شیوع بیماری‌ها

توسط حیوانات موزی و غیره، مسائلی همچون صرف هزینه‌های زیاد، به‌کارگیری اراضی زیاد و ... نیز در منطقه به وجود خواهند آمد. وجود آلایندگی در رودخانه‌های شمال کشور، شیرابه تولیدی از پسماندها، وجود مشکلات و آلاینده‌های متعدد زیست محیطی مراکز دفن مجاور مناطق مسکونی و صنعتی و فقدان اراضی مناسب دفن در برخی مناطق کشور، در کنار مباحث فنی و اقتصادی دیگر مراکز دفن، همچون واگذاری خدمات مختلف مدیریت پسماند به بخش خصوصی و نبود نظارت و کنترل دقیق، موجب بروز مشکلات بسیاری در مدیریت پسماند مناطق مختلف کشور شده است. البته، در برخی مناطق کشور، آمارهای متعدد و بعضاً متناقض از میزان پسماندهای جمع‌آوری و امحاء شده وجود دارد که باید این موضوع نیز مورد توجه مدیریت پسماند قرار گیرد.

نتیجه گیری

در راهبری کلان مدیریت پسماندها در اغلب مناطق کشور، متأسفانه طرح‌ها در مرحله مطالعه، اغلب با موفقیت بسیاری همراهند، اما زمانی که فعالیت‌ها به مرحله اجرا وارد می‌شوند، عمدتاً دچار تغییرات کیفی و کمی می‌شوند. تغییر مدیران اجرایی، کاهش و نامعتبر بودن بودجه‌بندی اولیه، درخواست سلیقه‌ای مدیران اجرایی و انحراف از مباحث کارشناسی، فقدان برنامه راهبردی مدیریت پسماند در اغلب مناطق کشور، لزوم تقویت علمی بدنه کارشناسی و فنی دستگاه‌های نظارتی و اجرایی، ضرورت نظارت دقیق و مؤثر بر عملکرد اجرایی پیمانکاران خصوصی، تخصیص بودجه‌های واقعی به مدیران پسماند برای اجرای طرح‌های کارشناسی شده و نظارت دقیق و مستمر بر اجرای آنها، به‌هنگام سازی ناوگان و تجهیزات کاربردی مدیریت پسماند در اغلب مناطق کشور، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین امحای پسماندها و تولید انرژی از آنها به طریق اصولی، ایجاد، توسعه و به‌کارگیری مشاوران متخصص و اجرایی آگاه از دانش روز مدیریت پسماند در سیستم‌های مدیریت پسماند کشور، لزوم توجه به مدیریت اصولی و علمی تمامی پسماندها (عادی، خطرناک و ویژه)، توجه اصولی و علمی به اجرایی شدن همه عناصر موطف مدیریت پسماند و ... باید جزء برنامه‌های اولیه و نهادینه شده در تمامی دستگاه‌های اجرایی و تصمیم‌گیر مدیریت پسماند کشور قرار گیرند و حدیث لازم و الزام اجرایی برای این برنامه‌ها نیز وجود داشته باشد.

اغلب نرم افزارهای رایج در مدیریت بهینه زائدات جامد شهری، متکی به روش‌های تصمیم گیری چند لایه و دخالت پارامترهای (مطلق) مختلف‌اند. بدیهی است مبانی اطلاعاتی این نرم افزارها، اطلاعات اولیه مناسبی است که باید مدیریت پسماند، قبل از بهره گیری از آن در اختیار داشته باشد.

منابع:

۱- مطالعات پتانسیل سنجی و امکان سنجی احداث نیروگاه با سوخت ضایعات جامد شهری، وزارت نیرو- سازمان انرژی‌های نو ایران، ۱۳۹۰.

۲-بهروز یوغلان دشتی، " زائدات جامد شهری و جایگاه سامانه‌های پسماند سوزی در استحصال انرژی از آن"، نشریه نفت و انرژی، مردادماه ۱۳۸۸.

۳- یوغلان دشتی، بهروز،"مطالعات اقتصادی احداث نیروگاه زیست توده در محل دفن پسماندهای شیراز"، نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق، ۱۳۸۳، تهران.

۴- چوپانوگلاس، جرج وهمکاران، " مدیریت مواد زائد جامد"، محمد علی عبدلی، سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران، ۱۳۷۰.

5-Centre for Advanced Engineering, 2000. Landfill Guidelines, Centre for Advanced Engineering,Canterbury University, Christchurch.

6-U.S. EPA. 1993. Quality Assurance and Quality Control for Waste Containment Facilities. Technical Guidance Document. EPA600- R-93-182. Risk Reduction Engineering Laboratory, Cincinnati, OH.

7-Nakamura, S., 1999b, "The Waste Input-Output Table: On its Estimation for Japan," IRCPEA Working Paper 9903, Waseda University, In Japanese

8-Thorneloe, S.A. and J.G. Pacey, 1994. Landfill Gas Utilization--Database of North American Projects. Presented at the 17th Annual International Landfill Gas Symposium by the Solid Waste

9-Association of North America, Long Beach, CA, March 22-24, 1994. Published in Conference Proceedings.

10-EPA, 1991a. Air Emissions from Municipal Solid Waste Landfills. Background Information for Proposed Standards and Guidelines, EPA-450/3-90-011a (NTIS PB91-197061), Research Triangle Park, NC. U.S. Environmental Protection Agency.

11-McGuinn, Y.C., 1988a. Memorandum. Radian Corporation, to Susan Thorneloe, EPA. Use of Landfill Gas Generation Model to Estimate VOC Emissions from Landfills. June 21, 1988. Public Docket No. A-88-09.

12-National Archives and Records Administration (NARA), 1997a. Code of Federal Regulations, Part 60, Protection of the Environment. Subpart WWW - Standards of Performance for Municipal Solid Waste Landfills, Washington, DC. Office of the Federal Register.

ارزیابی اقتصادی راه‌اندازی تأسیسات پسماندسوزی با ظرفیت پردازش ۲۰۰ هزار تن در سال در شهر ساری

مهدی شفیعی جافی[۱]/علی‌اکبر لطفی نیستانک[۲]/محمدجعفر لشکربلوکی[۳]/محسن صادقی[۴]

۱،۲،۳،۴ گروه پژوهشی الکترومکانیک، جهاد دانشگاهی واحد علم و صنعت
mshafiei@jdevs.com
aalotfi@jdevs.com
mjlashkarblooki@gmail.com
msadeghi@jdevs.com

سوزاندن پسماندهای جامد شهری در تأسیسات پسماندسوزی، یک منبع انرژی تجدیدپذیر و مطمئن را در اختیار قرار می‌دهد، موجب کاهش قابل توجه مواد دفع شدنی و کاستن از میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز می‌شود. در حال حاضر، آمارها در کشورهای توسعه یافته و حتی در حال توسعه نشان می‌دهد که پسماندسوزی در فرآیند مدیریت پسماند سهمی قابل توجه و روزافزون دارد. در این مقاله ابتدا به ارزیابی ترکیب و آنالیز پسماند در شهر ساری پرداخته و در ادامه بررسی هزینه‌های ساخت، نصب و راه‌اندازی تأسیسات پسماندسوزی با تکنولوژی شبکه آتش منحرک با ظرفیت منخمی ۲۰۰ هزار تن در سال مورد توجه قرار گرفته است. سپس با توجه به ارزش حرارتی پسماند مورد استفاده در کارخانه تبدیل پسماند به انرژی، میزان انرژی تولیدی از آن تخمین زده شد و درآمد حاصل از فروش انرژی تعیین گردید تا مقدار هزینه‌های خالص مدیریت پسماند قابل پرداخت جهت توجیه‌پذیر شدن ساخت کارخانه پسماندسوزی در این منطقه محاسبه گردد. در نهایت، هزینه‌های خالص پردازش براساس تخمین هزینه‌ها و پتانسیل درآمد حاصل از فروش انرژی تعیین گردید که میزان هزینه خالص پردازش برای کارخانه تبدیل پسماند به انرژی در شهرستان ساری با ظرفیت ۲۰۰۰۰۰ تن در سال (که متوسط ارزش حرارتی پسماند ورودی به کارخانه ۴۸۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم است)، حدود ۵۶۰،۰۰۰ ریال بر تن تخمین زده شد. به عبارت دیگر، متولیان و تصمیم‌گیران مدیریت پسماند باید این مبلغ را به سرمایه‌گذاران ساخت نیروگاه برای پردازش هر تن پسماند به صورت منظم پرداخت نمایند که این میزان، مستقل از هزینه فروش انرژی تولیدی کارخانه تبدیل پسماند به انرژی است. لازم به ذکر است که میزان هزینه‌های خالص مدیریت پسماند فقط مربوط به هزینه پردازش پسماند بوده و شامل هزینه‌های جمع‌آوری پسماند، سیستم بازیافت و سایر خدمات پسماند نمی‌باشد.

واژگان کلیدی: *ارزیابی اقتصادی، نیروگاه تبدیل پسماند به انرژی، شهرستان ساری، پسماندسوزی*

۱- مقدمه

در کشورهای صنعتی جهان، شمار تأسیسات احتراق پسماند در ۵۰ سال گذشته افزایش قابل توجهی یافته است که مهم‌ترین دلیل این امر مشکلات موجود در تعیین محل دفن مناسب برای پسماند در مناطق پرجمعیت است. سوزاندن پسماند جامد به‌طور قابل توجهی حجم پسماندهای دفنی را کاهش می‌دهد. سه هدف اصلی از سوزاندن پسماند در سیستم‌های پیشرفته مدیریت پسماند عبارت از کاهش میزان پسماند (تا درصد۷۵ وزنی و درصد۹۰ حجمی)، تولید انرژی و حذف مشکلات زیست محیطی دفن پسماند است. سوزاندن پسماند جامد یک تکنولوژی پیچیده است که نیاز به سرمایه‌گذاری زیاد و هزینه‌های عملیاتی آن نیز بالا م ی‌باشد و درآمد حاصل از فروش انرژی سهم مهمی را در وضعیت اقتصادی آن واحد صنعتی ایفا می‌کند. بنابراین فروش انرژی نقش مهمی در تصمیم‌گیری جهت ساخت چنین تأسیساتی دارد[۱].

احتراق پسماند نیازمند سرمایه‌گذاری اولیه بالا و همچنین صرف هزینه‌های بسیار در بخش بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری می‌باشد. بنابراین هزینه‌های خالص پردازش هر تن پسماند سوزانده شده در مقایسه با روش‌های رایج دفع پسماند (همانند دفن بهداشتی) نسبتاً زیاد است[۲]. هزینه خالص پردازش هر تن پسماند سوزانده شده، به هزینه‌های واقعی و سود حاصل از فروش انرژی بوده که پارامترهای مهم در هزینه‌های واقعی، وسعت و ظرفیت تأسیسات وابسته است. هزینه خالص پردازش هر تن پسماند سوزانده شده در سال ۱۹۹۸، در محدوده ۳۵ تا ۱۰۰ دلار و میانگین ۵۰ دلار ارزیابی شده است. بسته به کیفیت و درجه استاندارد یک محل دفن بهداشتی پسماند، به‌عنوان مثال تعداد لایه‌های ممبرانی و کیفیت کنترل شیرآبه‌ها، هزینه کنترل پسماند در روش دفن بهداشتی ۱۰ تا ۴۰ دلار ارزیابی می‌شود. هزینه‌های خالص پردازش به میزان زیاد، در بررسی‌های تأسیسات احتراق پسماند همواره به‌عنوان مسئله‌ای حیاتی شناخته می‌شود. این هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی در اکثر طرح‌های پسماندسوزی در جهان برای مدت ۱۵ سال و با نرخ سود ۶ درصد در نظر گرفته می‌شود[۳].

۱-۱- معرفی یک نیروگاه پسماندسوزی

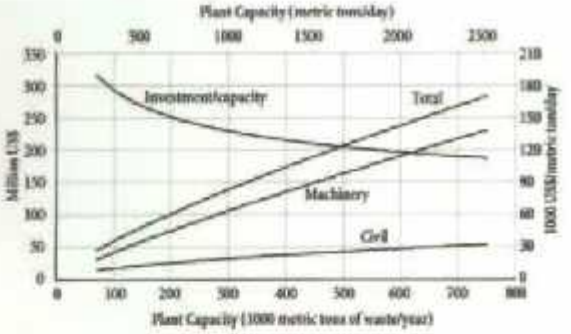
بخش‌های تشکیل دهنده یک نیروگاه احتراق پسماند جامد شهری که در جدول شماره یک ارائه شده است عبارتند از:

- واحد دریافت و ذخیره‌سازی پسماند
- سیستم تغذیه کوره از پسماند
- سیستم احتراق
- سیستم بویلر و ژنراتور برای تبدیل گرما به انرژی
- سیستم کنترل آلاینده‌های هوا[۲]
- سیستم کنترل و دفع خاکسترهای باقیمانده[۴]

۱-۲- هزینه‌های سرمایه‌گذاری

هزینه‌های سرمایه‌گذاری احداث یک کارخانه پسماندسوز شامل هزینه‌های زمین، کارهای عمرانی، تجهیزات (ساخت و خرید، نصب و راه‌اندازی)، هزینه‌های قبل از بهره‌برداری، هزینه‌های پیش‌بینی نشده و هزینه‌های طراحی می‌باشد. این هزینه‌ها به پارامترهای مختلف وابسته هستند. مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در هزینه‌های سرمایه‌گذاری تعداد خطوط کاری، ظرفیت خطوط، نوع انرژی تولیدی (برق، گرما یا ترکیبی) و میزان انرژی تولیدی هستند. هزینه‌های واقعی سرمایه‌گذاری در تأسیسات احتراق پسماند همچنین بستگی به عوامل گوناگونی دارد از جمله ظرفیت تأسیسات یعنی وزن پسماند سوزانده شده در سال و همچنین ارزش حرارتی پسماند. هزینه سرمایه‌گذاری در تأسیسات کم ظرفیت نسبت به تأسیسات با ظرفیت بالا، بیشتر می‌باشد. همچنین هزینه سرمایه‌گذاری در بخش تجهیزات به نوع تکنولوژی مورد استفاده، راندمان آن و میزان انرژی تولیدی وابسته است. تجهیزات مورد نیاز برای سیستم کنترل آلاینده هوا که منطبق با مقادیر مجاز مشخص شده در یک استاندارد (استاندارد ملی و بین‌المللی نظیر اتحادیه اروپا، آمریکا، چین، ژاپن و ...) می‌باشد نقش قابل توجهی در هزینه‌های سرمایه‌گذاری و حتی هزینه‌های عملیاتی دارد. ارزش حرارتی بیشتر باعث افزایش هزینه‌های سرمایه‌گذاری می‌شود.

در هزینه‌های سرمایه‌گذاری باید تعداد خطوط احتراق و ظرفیت خطوط، میزان حداقل و حداکثر ظرفیت هر خط احتراق نیز به‌عنوان



شکل شماره یک: هزینه‌های سرمایه‌گذاری طرح در جنوب و جنوب شرقی آسیا[۳]

یک پارامتر تأثیرگذار در نظر گرفته شود. تأسیسات احتراق پسماند از طریق تولید بخار، برق تولید می‌کند. در صورتی که برق تولیدی با مخلوطی از بخار همراه باشد، پس از فروش برق و بخار، گرمای اضافی را باید با روشی مناسب خنک نمود. بنابراین این تأسیسات مجهز به بویلرهای بخار، توربین و سیستم‌های خنک‌ساز یا متراکم کننده می‌باشند. همچنین چنانچه تأسیسات تنها به سیستم‌های تولید آب گرم مجهز باشند، تقریباً باعث کاهش حدود ۳۰ درصد کل هزینه‌های سرمایه‌گذاری می‌شوند. عموماً در اکثر کارخانجات پسماندسوزی در جهان، تأسیسات پالایش گاز به سیستم‌های تصفیه خشک و نیمه خشک مجهزند، همچنین از رسوب کننده الکترواستاتیکی یا فیلترهای کیسه‌ای جهت کنترل مقدار انتشار استفاده می‌کنند. با این روش کل هزینه‌های سرمایه‌گذاری در صورت کنترل مقدار انتشار در حد پایه، تقریباً ۱۰ درصد کاهش می‌یابد. شکل شماره یک، هزینه‌های سرمایه‌گذاری برای یک نیروگاه پسماندسوزی بر حسب ظرفیت عملکرد سالانه در جنوب و جنوب شرق آسیا را نشان می‌دهد. ارزش حرارتی پسماند مورد استفاده در کارخانه پسماندسوزی ۹۰۰۰ کیلو ژول بر کیلوگرم به‌عنوان مبنای طرح فرض شده است[۳].

۱-۳- هزینه‌های عملیاتی طرح

این هزینه‌ها عبارتند از:

- هزینه‌های عملیاتی ثابت: هزینه‌هایی که برای نیروی انسانی (حقوق،

جدول شماره یک: اجزای تأسیسات پسماندسوزی[۴]

ردیف	عنوان	زیرعنوان
۱	تعویض پسماند	توزین، سالن پذیرش، درب ورودی، بونکر نگهداری پسماند، جرثقیل سقفی و ...
۲	احتراق	هاپر ورودی پسماند، سیستم تغذیه کوره، پسماندسوز گریت متحرک، مشعل کمکی
۳	سیستم خنک‌کننده گاز خروجی	بویلر، سایر تأسیسات جانبی، بازیابی حرارت
۴	سیستم پالایش گاز خروجی	سیستم جمع‌آوری غبار، سیستم کنترل گاز خروجی (HCl, SOx)، سیستم حذف دیوکسین اجزای سیستم: SDR + SNCR + اسپری کربن فعال + بگ‌فیلتر
۵	سیستم گردش هوا	دمنده، دمنده هوای ثانویه، پیش گرم‌کن هوا، فن ID، دانکت هود، دانکت گاز خروجی، دودکش
۶	سیستم پردازش فنگستر	سیستم تخلیه خاکستر کوره، سیستم جمع‌آوری خاکستر بویلر و سیستم APC
۷	تأمین آب	تأمین آب فرایندی، آب برج خنک کننده، آب شرب و آب چرخش مجدد
۸	سیستم تصفیه فاضلاب و آب‌زهکشی	
۹	نیروگاه (تبدیل پسماند به انرژی)	توربین و ژنراتور
۱۰	سایر اجزا	سیستم تأمین سوخت، تأسیسات هوای فشرده، سیستم خاک‌زنی
۱۱	سیستم کنترلی	کوره، بویلر، پسماند ورودی، سیستم پالایش گاز خروجی و ...

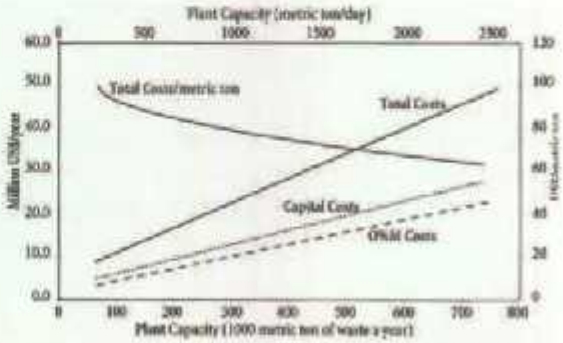
جدول شماره دو: بازده انرژی و درآمد حاصل از آن[۳]

ارزش حرارتی (kJ/kg)	تولید مشترک برق و حرارت			فقط حرارت		فقط برق	
	برق (MWh/t)	حرارت (MWh/t)	درآمد ($/ton)	حرارت (MWh/t)	درآمد ($/ton)	برق (MWh/t)	درآمد ($/ton)
۶	۰/۳۹۳	۱/۰۰۸	۲۸	۱/۰۳۳	۲۰	۰/۵۸	۲۰
۷	۰/۴۱۹	۱/۲۶	۳۳	۱/۵۶	۲۳	۰/۶۸	۲۴
۸	۰/۴۶۰	۱/۴۲	۳۷	۱/۷۸	۲۷	۰/۷۸	۲۷
۹	۰/۵۰۰	۱/۵۳	۴۰	۲/۰۰	۳۰	۰/۸۸	۳۱
۱۰	۰/۵۲۱	۱/۸۱	۴۷	۲/۲۲	۳۳	۰/۹۷	۳۴

بیمه، مالیات)، انرژی (آب، برق و سوخت مورد نیاز طرح) و آموزش پرسنل در نظر گرفته می‌شود. هزینه‌های عملیاتی ثابت شدیداً به تعداد کارکنان، مهندسان و کارگران ماهر یا بی‌تجربه و سطح حقوق آنها بستگی دارد که این میزان در کشورهای مختلف، متفاوت است؛ به‌عنوان مثال، هزینه‌های عملیاتی ثابت برای تأسیسات موجود در جنوب و جنوب شرقی آسیا حدود ۲ درصد از سرمایه‌گذاری کل را شامل می‌شود[۳].

■ هزینه‌های عملیاتی متغیر: این هزینه‌ها تا حد خاصی به سیستم پالایش گاز بستگی داشته و شامل مواردی نظیر هزینه مواد شیمیایی مورد نیاز برای سیستم پالایش گاز و ... هزینه کنترل فاضلاب، هزینه دفع پسماندهای حاصل از تأسیسات پسماندسوزی و پالایش گازها است که به مقدار و مشخصات پسماند ورودی بستگی دارد. در بخش هزینه‌های عملیاتی متغیر، بیشترین هزینه‌ها مربوط به دفع پسماندهای حاصل از سیستم تصفیه گازها می‌باشد که میزان هزینه مورد نیاز برای آن، با توجه به سیستم کنترل آلاینده مورد استفاده و نوع پسماند ورودی متغیر است. مجموع هزینه‌های عملیاتی متغیر در کارخانجات پسماندسوزی جنوب و جنوب شرق آسیا حدود ۱۲ دلار بر تن پسماند سوزانده شده لحاظ می‌شود.

■ هزینه‌های تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات: این هزینه‌ها شامل هزینه تعمیر و نگهداری سالیانه تجهیزات و حتی در بعضی موارد خرید تجهیزات و قطعات یدکی، هزینه‌های صرف شده برای تعمیر و نگهداری اینیه و ... می‌باشد. طبق تجربیات رایج در جهان، هزینه‌های تعمیر سالیانه یک درصد کل سرمایه‌گذاری کارهای ساختمانی، به‌علاوه ۲/۵ درصد سرمایه‌گذاری تجهیزات برآورد می‌شود. در شکل شماره۲ هزینه‌های سالانه تعمیر و نگهداری ارائه شده است. ارقام برمبنای مقادیر عملی پسماند پردازش شده و هزینه‌های



شکل شماره۲: هزینه‌های تعمیر و نگهداری تأسیسات پسماندهادر سال[۳]

سرمایه‌گذاری مباحث اخیر می‌باشد. به علاوه، هزینه‌های سرمایه سالیانه و هزینه‌های کلی پسماندسوزی نشان داده شده است. در این نمودار نرخ واقعی سود ۶ درصد و دوره برنامه‌ریزی ۱۵ ساله است[۳].

۱-۴- درآمد حاصل از فروش انرژی

تأسیسات احتراق پسماند، مقادیر زیادی انرژی مصرف و تولید می‌کنند. فروش انرژی عامل مهمی در اقتصاد نیروگاه پسماندسوزی محسوب می‌شود. در بهترین موارد، درآمد حاصل از فروش انرژی ۸۰ تا ۹۰ درصد از هزینه‌های کل را تحت پوشش قرار می‌دهد. میانگین درآمد حاصل از فروش انرژی در اروپا و امریکای شمالی با وجود پسماندهایی با ارزش حرارتی بالا، یعنی در محدوده ۱۳۰۰۰تا۹۰۰۰کیلو ژول بر کیلوگرم، حدود ۴۰ درصد است[۵]. میزان انرژی تولیدی در وهله اول به ارزش حرارتی پسماند و در وهله دوم به نوع تکنولوژی و راندمان تجهیزات مورد استفاده بستگی داشته و درآمد حاصل از فروش آن نیز بستگی به قیمت فروش انرژی‌های حاصل از تأسیسات احتراق پسماند دارد که عموماً توسط دولت یا تصمیم‌گیران سازمانی تعیین می‌گردد. در جدول شماره دو تولید انرژی برحسب هر تن پسماند سوزانده شده برای تولید برق یا گرما و یا تولید ترکیبی برق و گرما، ارائه شده است. علاوه بر آن پتانسیل درآمد حاصل از فروش انرژی برحسب نرخ حرارت ۱۵ دلار بر مگاوات ساعت و برق ۳۵ دلار بر مگاوات ساعت، نیز نشان داده

جدول شماره سه: قیمت فروش برق تولیدی مبتنی از پسماندسوزی

ردیف	کشور	ارزش حرارتی متوسط (kJ/kg)	قیمت فروش ($/kWh)
۱	چین[۶]	۵/۰۰۰	۰/۰۸۵
۲	تایلند[۷]	۹/۰۰۰	۰/۰۶۳
۳	آلمان، هلند، انگلستان[۸]	۱۰/۰۰۰	۰/۰۳۵-۰/۰۳۰
۴	ایران	۶/۵۰۰	۰/۰۸۵

شده است. همچنین قیمت فروش هر کیلووات ساعت برق تولیدی در کارخانجات پسماندسوزی در کشورهای مختلف در جدول شماره سه ارائه شده است[۳].

۱-۵- محاسبه هزینه‌های خالص پردازش

هزینه‌های خالص پردازش[۴] را می‌توان برمبنای تخمین هزینه‌ها و پتانسیل درآمد حاصل از فروش انرژی تعیین نمود. به‌عنوان مثال، براساس هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی یک کارخانه پسماندسوز (با توجه به شکل شماره یک)، وضعیت اقتصادی یک کارخانه احتراق پسماند جامد شهری با ظرفیت سالانه ۳۰۰ هزار تن پسماند (حدود ۱۰۰۰ تن در روز) با ارزش حرارتی ۹۰۰۰ کیلو ژول بر کیلوگرم در جدول شماره ۴ نشان داده شده است. در مواردی که ارزش حرارتی

جدول شماره ۴: محاسبه هزینه‌های خالص پردازش کارخانه پسماندسوزی با ارزش حرارتی ۹۰۰۰ kJ/kg و ظرفیت ۴۰۰۰۰۰ تن در سال[۳].

شرایط تولید	—	—	—
ظرفیت	۴۰۰،۰۰۰ تن در سال	۹۶۰ تن در روز	۴۰ تن در ساعت
فروش	—	—	—
خاکستر کوره	۷۵،۰۰۰ تن در سال	—	—
پسماند سیستم کنترل آلاینده‌ها	۱۰،۵۰۰ تن در سال	—	—
برق برای فروش	۶۶،۵۰۰ مگاوات ساعت	—	—
سرمایه گذاری	—	۱۴۵/۰ میلیون دلار	—
هزینه‌های سرمایه‌گذاری سالیانه	(نرخ سود ۶ درصد، ۱۵ ساله)	۱۳/۰ میلیون دلار	۳۳ دلار بر تن
هزینه‌های عملیاتی سالیانه	—	—	—
نیروی انسانی	۳/۰ میلیون دلار	—	—
برق، آهک، آب، مواد شیمیایی	۲/۰ میلیون دلار	—	—
دفع پسماند (۱۰۰ دلار بر تن)	۱/۰ میلیون دلار	—	—
احیا / استفاده مجدد خاکستر کوره (۵ دلار بر تن)	۰/۴ میلیون دلار	—	—
تعمیر و نگهداری (ماشین آلات و عمرانی)	۳/۰ میلیون دلار	۹/۴ میلیون دلار	۲۰۱ دلار بر تن
جمع هزینه‌های سالیانه	—	۲۲/۴ میلیون دلار	۵۶ دلار بر تن
درآمد سالیانه از فروش انرژی (۳۵ دلار بر مگاوات‌ساعت)	—	۹/۳ میلیون دلار	۲۳ دلار بر تن
هزینه خالص	—	۱۳/۴ میلیون دلار	۳۳ دلار بر تن

کمتر از ۹۰۰۰ کیلو ژول بر کیلوگرم باشد، درآمد حاصل از فروش انرژی کاهش یافته و منجر به هزینه‌های خالص پردازش بیشتری می‌شود. اگر مقدار تأمین پسماند یا ارزش حرارتی کمتر از مقدار پیش‌بینی شده باشد، هزینه پردازش خالص واقعی شدیداً تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. در شکل شماره سه به‌صورت گرافیکی حساسیت هزینه‌های خالص پردازش به میزان پسماند و ارزش حرارتی آن نشان داده شده است. در این شکل، خط پررنگ اثر تغییر پسماند ورودی بر هزینه خالص پردازش را نشان می‌دهد. این نمودار نشان می‌دهد که اگر پسماند ورودی تنها ۲۰۰ هزار تن در سال باشد (نقطه B)، هزینه خالص پردازش از ۴۳ دلار به ۷۵ دلار بر تن افزایش می‌یابد. تمامی هزینه‌های ثابت باید مستقل از مقدار پسماند تحت پردازش، تأمین مالی شوند. هنگامی که تأمین پسماند کاهش یابد، تنها بخش متغیر هزینه‌های تعمیر و نگهداری کاهش خواهد یافت اما در همان حال، درآمد حاصل از فروش انرژی نیز کاهش می‌یابد. در حالتی که ارزش حرارتی پسماند تأمینی تنها ۶۰۰۰ کیلو ژول بر کیلوگرم باشد (نقطه B)، هزینه خالص پردازش از ۴۳ دلار به ۵۳ دلار می‌رسد. هزینه‌های خالص پسماند سوزی در چند کشور منتخب در جدول شماره ۵ نشان داده شده است[۳].

جدول شماره پنج: مقدار هزینه‌های خالص پسماند سوزی در چند کشور منتخب.

ردیف	کشور	هزینه (دلار بر تن پسماند)
۱	چین[۹]	۲۱/۷
۲	آلمان[۱۰]	۳۲۰/۹۰
۳	سوئد[۱۰]	۴۵/۲۰
۴	دانمارک[۱۰]	۶۵/۳۵
۵	فرانسه[۱۰]	۱۱۰/۳۵

۲- ارزیابی اقتصادی احداث نیروگاه پسماندسوزی در ساری

فرضیات ارزیابی: این نیروگاه برای احتراق پسماند جامد شهری با محدوده حداقل ارزش حرارتی ۷۰۰۰-۴۰۰۰ کیلو ژول بر کیلوگرم طراحی شده است. در این طرح دو خط پسماندسوزی هریک با ظرفیت اسمی ۲۰۰۰۰۰ تن در سال، پیش‌بینی و متوسط ارزش حرارتی پسماند مخلوط آن ۴۸۰۰ کیلو ژول بر کیلوگرم محاسبه شده است. میزان رطوبت پسماندهای مورد استفاده ۷۰ -۶۰ درصد در نظر گرفته شده است و میزان برق تولیدی به ازای هر تن پسماند سوزانده شده ۲۸۰ کیلووات ساعت برآورد می‌گردد.

شمایی از فرآیند: پسماند جامد شهری ورودی به کارخانه، پس از ذخیره به کوره احتراق از نوع گریت متحرک جلو رونده منتقل می‌شود. گرمای حاصل از احتراق پسماند جامد شهری در بویلر بازیابی شده و بخار فشار بالا تولید می‌کند. این بخار به توربین بخار فرستاده و برق تولید می‌شود. در این کارخانه اساساً از بخار برای تولید برق استفاده می‌شود. در این روش پسماندسوزی، با توجه به تکنولوژی مورد استفاده نیاز به خردکن و جداسازی نبوده و به‌منظور دستیابی به پسماندهای همگن، پسماند در بونکر به خوبی مخلوط می‌شود. پسماند بویلر همراه خاکستر کوره جمع‌آوری می‌شود. سوخت مورد نیاز برای مشعل‌های کمکی می‌تواند گاز یا گازوئیل باشد. همچنین تجهیزات به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که به طور پیوسته و مناسب دو خط کاری را برای سیستم تغذیه کوره، تأمین نمایند. میزان آلاینده‌های مجاز حاصل از فرآیند در محدوده مجاز تعیین شده در استاندارد اتحادیه اروپا[۴] است.

برای پالایش گاز خروجی از سیستم، حذف غیر انتخابی کاتالیستی[۵] برای حذف نیتروژن و جلوگیری از تشکیل ترکیبات دیوکسین و فوران و همچنین برای حذف سایر آلاینده‌ها از سیستم پالایش گاز نیمه خشک استفاده شده است. این کارخانه مجهز به اسکرابرهای خشک و نیمه‌خشک و پس از آن فیلتر بگ‌هاوس، جهت اعمال سطح متوسط کنترل انتشار آلاینده‌ها است.

بویلرها در پایین دست کوره نصب شده و جهت انتقال گرما از گاز به آب مورد استفاده قرار می‌گیرند و پس از آن بخار با استفاده

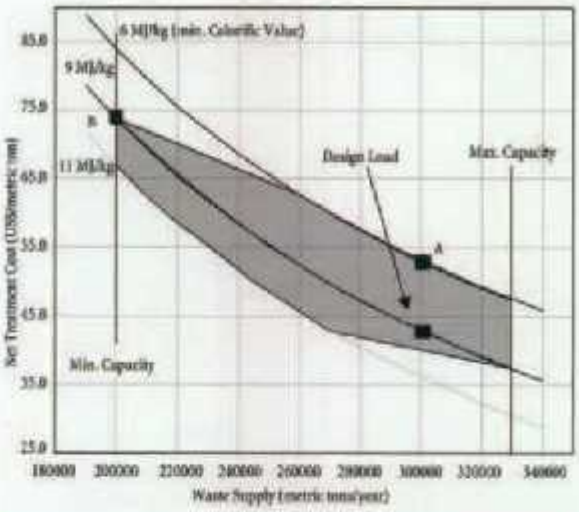
از توربین‌های بخار برق تولید خواهد کرد. با توجه به آنکه تنها تولید انرژی الکتریکی از پسماند مورد نظر می‌باشد، حدود ۲۵ درصد انرژی موجود در پسماند قابل بازیابی خواهد بود. در این حالت از یک توربین و ژنراتور برای تولید برق در مجاورت بویلر استفاده می‌شود.

فضای مورد نیاز برای سایت: به‌طور کلی برای واحد تولیدی مورد نظر حداقل ۳۰۰۰۰ مترمربع زمین مورد نیاز می‌باشد که در این طرح برای خرید زمین هزینه‌ای لحاظ نشده است.

هزینه تجهیزات مورد نیاز طرح: هزینه تجهیزات شامل هزینه‌های ساخت، طراحی و نصب و راه‌اندازی تجهیزات می‌باشد که نوع هزینه‌ها و میزان آنها براساس پیشنهاد شرکت‌های خارجی طرف قرارداد با جهاد دانشگاهی می‌باشد. ذکر این نکته ضروری است که عمده تجهیزات ذکر شده در بخش ارزی، قابلیت بومی‌سازی دارند. در نتیجه هزینه ارزی طرح کم و افزایش هزینه ریالی طرح را به‌دنبال خواهد داشت. با توجه به مطالب گفته شده، هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی احداث کارخانه پسماندسوزی و تبدیل پسماند به انرژی در ساری در جدول شماره ۶ ارائه شده است که در نتیجه هزینه خالص پردازش برای هر تن پسماند حدود ۵۶۰،۰۰۰ ریال تخمین زده شده است.

۳- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

اگرچه احداث کارخانه پسماندسوزی و تبدیل پسماند به انرژی باعث کاهش میزان تا ۷۵ درصد وزنی و ۹۰ درصد حجمی در پسماند دفنی، تولید انرژی و کاهش الایندگی زیست‌محیطی می‌گردد ولی هزینه سرمایه‌گذاری و هزینه عملیاتی آن بالا می‌باشد. بنابراین تأمین مالی برای سرمایه‌گذاری و هزینه عملیاتی آن امری انکارناپذیر است. تأمین مالی هزینه سرمایه‌گذاری بالای این طرح می‌تواند از سوی دولت یا بخش خصوصی باشد. بنابراین جهت رغبت بخش خصوصی یا تمایل دولت برای سرمایه‌گذاری



شکل شماره ۳: حساسیت هزینه‌های خالص پردازش به ارزش حرارتی پسماند [۳]

در این پروژه‌ها نیاز به تحلیل اقتصادی هزینه و درآمد و توجیه سود مالی و فنی آن می‌باشد. موضوع بسیار مهم از نظر مالی، سود حاصل از احداث کارخانجات پسماندسوز و تبدیل پسماند به انرژی برای سازندگان و سرمایه‌گذاران طرح می‌باشد. فروش انرژی سهم مهمی در تأمین هزینه‌ها در کارخانجات پسماندسوز دارد، اما فروش انرژی، تأمین کننده تمام سود ۶ درصد سرمایه‌گذاری در ۱۵ سال و هزینه‌های عملیاتی نیست. در اکثر کشورهای جهان، یکی از روش‌های متداول، پرداخت هزینه خالص پردازش پسماند، به‌ازای هر تن پسماند پردازش شده می‌باشد. این هزینه می‌تواند از طریق وجوه پرداختی تولیدکنندگان پسماند یا یارانه‌های دولتی تأمین شود. این شکل از تأمین مالی منحصر به‌فرد نبوده و بیشتر

جدول شماره ۶: ارزیابی اقتصادی نیروگاه پسماندسوزی با ظرفیت ۲۰۰۰۰۰ تن در سال در ساری

شرایط اولیه	----	----	----
ظرفیت	۲۰۰،۰۰۰ تن در سال	۶۵۰ تن در روز	۲۷ تن در ساعت
فروش	----	----	----
خاکستر کوره	۵۰،۰۰۰ تن در سال	----	----
پسماند سیستم کنترل آلاینده‌ها	۸،۰۰۰ تن در سال	----	----
برق تولیدی (فروش)	۶۶،۰۰۰ مگا وات ساعت	----	----
سرمایه‌گذاری	----	۵۶/۰ میلیون دلار	----
هزینه‌های سرمایه‌گذاری سالیانه	(نرخ سود ۶ درصد، ۱۵ سال)	۵/۷۶ میلیون دلار	۲۸/۸ دلار بر تن
هزینه‌های عملیاتی سالیانه	----	----	----
نیروی انسانی	۱/۲ میلیون دلار	----	----
برق، آهک، آب، مواد شیمیایی	۱/۰ میلیون دلار	----	----
دفع پسماند (۱۰۰ دلار بر تن)	۰/۸ میلیون دلار	----	----
اجاره استفاده مجدد خاکستر کوره (۱۰ دلار بر تن)	۰/۵ میلیون دلار	----	----
تعمیر و نگهداری (ماشین‌آلات و عمرانی)	۳/۰ میلیون دلار	۶/۵ میلیون دلار	۳۲/۵ دلار بر تن
جمع هزینه‌های سالیانه	----	۱۲/۲۶ میلیون دلار	۶۱/۳ دلار بر تن
درآمد سالیانه از فروش انرژی (۶۵ دلار بر مگاوات ساعت)	----	۴/۷۶ میلیون دلار	۲۳/۸ دلار بر تن
هزینه خالص	----	۷/۵۰ میلیون دلار	۳۷/۵ دلار بر تن

به‌صورت ترکیبی استفاده می‌شوند. برای محاسبه هزینه خالص پردازش باید تخمین هزینه‌ها و پتانسیل درآمد حاصل از فروش انرژی مبنای محاسبات قرار گرفته شود.

با آنکه ارزش حرارتی پسماند در ایران و چین در یک محدوده و پائین است ولی قیمت خرید برق ناشی از پسماندسوزی مقداری بالاتر در مقایسه با اروپا است. از سویی دیگر، میزان هزینه‌های خالص پسماندسوزی در کشورهای اروپایی و به‌خصوص آلمان بیشتر از چین می‌باشد که می‌تواند بیانگر تمایل به استفاده از روش پسماند سوزی به‌عنوان بهترین تکنولوژی در دسترس به‌رغم محدودیت‌های موجود در اروپا باشد. در ایران در مقایسه با چین، به دلیل هزینه بالای سرمایه‌گذاری اولیه و فقدان رقابت در تأمین تجهیزات، اختلاف قابل ملاحظه‌ای در میزان هزینه‌های خالص پسماندسوزی(با وجود قیمت فروش انرژی برابر) وجود دارد.

مراجع:

[1] Hefa Cheng, et. Al, "Municipal solid waste (MSW) as a renewable source of energy: Current and future practices in China", Bioresource Technology, No. 101, PP.3816–3824, 2010.

[2] Cheng, H., Zhang, Y., Meng, A., Li, Q., "Municipal solid waste fueled power generation in China: a case study of waste-to-energy in Changchun city", Environ. Sci. Technol, No. 41, PP.7509–7515, 2007.

[3] T. Rand et. Al, "Municipal solid waste incineration, World Bank publication", Washington, USA, 2000.

[4] Walter R. Niessen, MARCEL DEKKER, INC., "COMBUSTION AND INCINERATION PROCESSES", New York, USA, 2002.

[5] Gohlke, O., "Drivers for Innovation in Waste-to-Energy Technology", Waste management & research, Volume.25, No.3, PP. 214 – 219, 2007.

[6] Sofia Ekstrand and Annicka Wänn, "Waste Incineration Plant in Wuhan, China, a Feasibility Study", Master Thesis: Uppsala University and Swedish Agricultural University, April 2008.

[7] Seksan Udomsri et. al., "Economic assessment and energy model scenarios of municipal solid waste incineration and gas turbine hybrid dual-fueled cycles in Thailand", Waste Management, No.7, PP.1414-22, 2010.

[8] Volker Wiesendorf et. al., "Technical and Economical Aspects Of Thermal Efficiency Of Grate-Fired Waste-To-Energy Plants", ISWA.

[9] Market study, Pöyry (Beijing) Consulting Company Limited, "Finnish Environmental Cluster for China Business opportunities in the fields of MSW, Sludge and E-waste in China", 2009.

[10] European commission, "Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration", 2006.

پی‌نوشت‌ها:

1 Landfill
2 Air pollution control (APC)
3 Gate or tipping fee
4 European directive 2000/76/EC
5 SNCR

طراحی کارخانه تولید RDF و سیستم‌های مکمل آن در مدیریت پسماند شهری برای پسماندهای شهری با ظرفیت ۱۰۰۰ تن در روز

نازنین زارع[1]/مریم دیلمی[2]
۱و۲. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی امیرکبیر

روش‌های نوین برای تولید سوخت به‌ویژه از پسماندهای زائد بسیار مفید و حائز اهمیت هستند. سوخت حاصل از پسماند (RDF) سوختی است که از پسماند تولید می‌شود و در پسماندسوزها، کوره‌ها و بویلرها سوزانده شده، تولید انرژی می‌کند. در این مقاله پس از بررسی مزایا و معایب سوخت حاصل از پسماند، به مقایسه کاربری‌های مختلف آن در چند کشور پرداخته شده و در نهایت یک سیستم تولید سوخت حاصل از پسماند به ظرفیت ۱۰۰۰ تن در روز طراحی شده است. قسمتی از خط تولید سوخت حاصل از پسماند پیشنهادی در این مقاله به صورت زیر است: تبار پذیرش پسماند با ابعاد ۵ متر × ۲۰ متر × ۷۰ متر، چنگک‌های داخل انبار به حجم ۴/۵ مترمکعب، سوند استوانه‌ای برای جداسازی ذرات کوچکتر از ۲۰ میلیمتر، قیف ورودی به قطر ۱۲۰۰×۲۸۲۵ میلی متر، تیغه چرخان که ۸۰ تیغ و ۱۶ تیغه شماننده دارد و با سرعت ۲۵۰ دور در دقیقه می‌چرخد و به صورت اتوماتیک کار می‌کند، سایر اجزای خط تولید عبارتند از: جداکننده فلزات، خردکن ثانویه، جداکننده خشک کن، مخلوط کن، متراکم کننده قطعات، بسته‌بندی محصول نهایی سوخت حاصل از پسماند و انبار ذخیره‌سازی.

واژگان کلیدی: انرژی، سوخت حاصل از پسماند، پسماند

۱- مقدمه

مسئله کمبود انرژی از مسائل روز دنیاست و بسیاری از کشورهای در حال توسعه، سوخت مورد نیاز خود را از کشورهای دیگر تأمین می‌کنند. امروزه استفاده از انرژی‌های دیگر همچون بازیافت انرژی از پسماند به‌عنوان سوخت جایگزین، به‌دلیل ارزان و قابل دسترس بودن و تبدیل سریع‌تر به انرژی مورد نیاز، مورد توجه قرار گرفته است. سوخت حاصل از پسماند (Refuse Derived Fuel) یک نوع بازیافت انرژی است[۱].

سوخت حاصل از پسماند به موادی گفته می‌شود که پس از انجام فرایندهای مختلف بازیافت به عنوان سوخت حاصل از پسماند تولید می‌شود و علاوه بر تولید انرژی، در زیبایی محیط زیست، آسایش زمین، بهداشت عمومی، عدم آلودگی آب و هوا و همچنین ملاحظات اقتصادی نقش موثری داشته باشد[۱].

سوخت حاصل از پسماند عموماً از قسمت‌های آلی پسماند شهری مثل پلاستیک و پسماندهای زیست تخریب پذیر، تشکیل شده است. معمولاً تجهیزات تولید سوخت حاصل از پسماند در کنار یک منبع پسماند جامد شهری قرار می‌گیرد و همچنین تأسیسات احتراق عموماً در نزدیکی تجهیزات سوخت حاصل از پسماند قرار می‌گیرد[۲].

۱-۱- اجزای سیستم تولید سوخت حاصل از پسماند

کارخانه تولید سوخت حاصل از پسماند، پسماندهای شهری با ارزش حرارتی بالا را به جعبه‌هایی مناسب برای تولید انرژی در فعالیت‌های صنعتی تبدیل می‌کند.

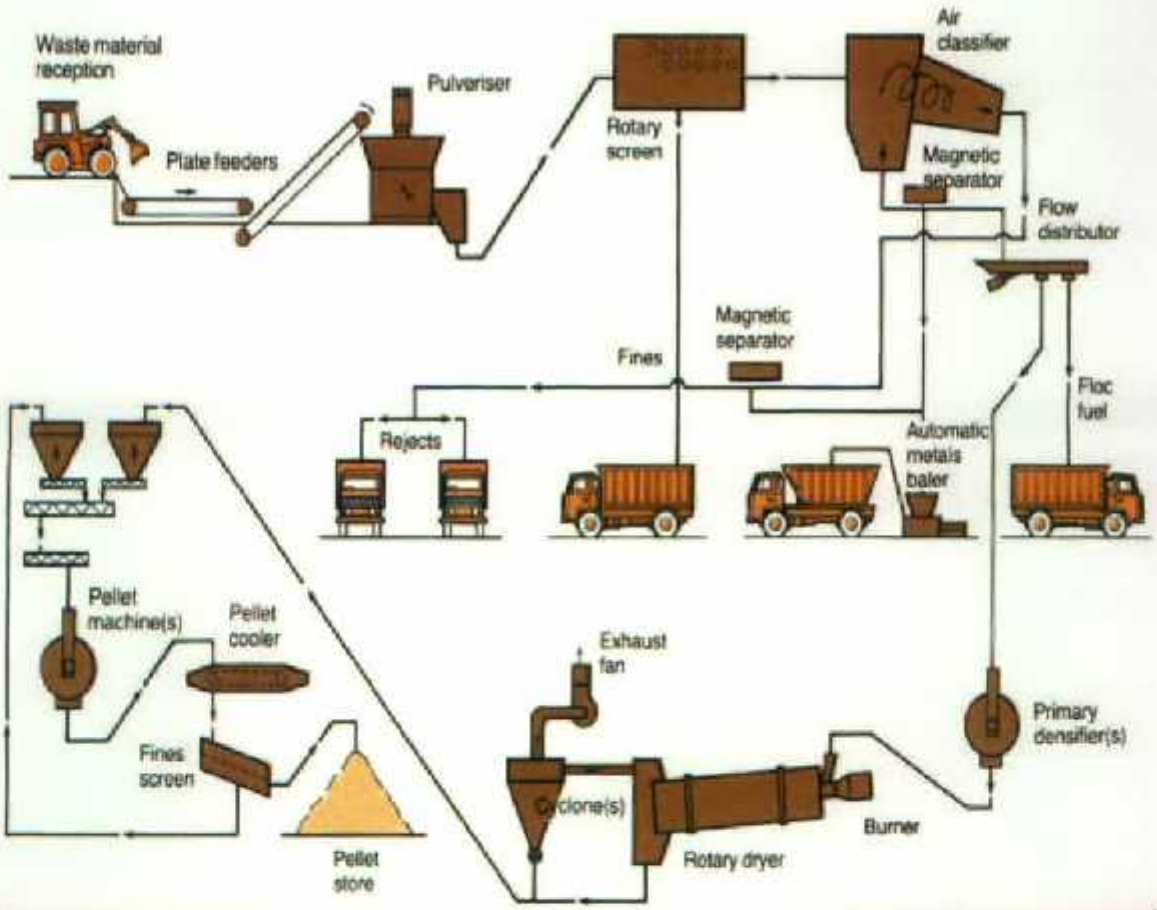
تولید سوخت حاصل از پسماند (احیاء پسماندهای قدیمی)، نیاز به استفاده از وسایل مکانیکی برای پسماندهای خانگی دارد. در این سیستم مواد بی‌اثر و قابل کمپوست نمودن حذف می‌شوند و در ادامه مواد به صورت پودر شده در می‌آیند، تا مواد تولیدی را بتوان در پسماند سوز در ایستگاه تولید نیرو، سیستم‌های پیرولیز و گازی‌سازی پسماند سوزهای زغال سنگی و غیره به کار برد[۳]. البته اجزای تشکیل دهنده یک سیستم تولید سوخت حاصل از پسماند بسته به نوع پسماند، کیفیت مورد نیاز محصول تولیدی و سایر موارد موثر، می‌تواند متفاوت باشد.

خط تولید سوخت حاصل از پسماند بسته به نوع و میزان پسماند، امکانات موجود و فاکتورهای مختلف دیگر ممکن است متفاوت باشد. شکل شماره یک به صورت شماتیک یک نمونه از خط تولید سوخت حاصل از پسماند را نشان می‌دهد.

سوخت حاصل از پسماند در کشورهای صنعتی به صورت گسترده، به عنوان سوخت کمکی در بویلرهای زغال سنگی و به تنهایی در بویلرهای مخصوص به کار می‌رود. ارزش حرارتی تولیدی این ماده در حدود ۱۲۰۰۰ تا ۱۶۰۰۰ (J/g) (پسماند تر نسبت به کل)، است. پس می‌توان در انرژی ورودی تا حدود ۳۰ درصد از این ماده استفاده نمود[۴]. جدول شماره یک مقایسه بین ارزش حرارتی دریافتی، درصد رطوبت و میزان خاکستر تولیدی در سوخت حاصل از پسماند، زغال سنگ و MSW را نشان می‌دهد.

۱-۲- مزایا و معایب سوخت حاصل از پسماند

تولید و استفاده از سوخت حاصل از پسماند همچون سایر مواد دارای مزایا و معایب متعددی است. چون این نوع سوخت از پسماند جامد شهری یا صنعتی به دست می‌آید، این پسماندها خود به خود آلوده‌اند. برای تولید سوخت حاصل از پسماند باید به این جنبه توجه کافی داشت. در ادامه به چند مورد از مزایا و معایب سوخت حاصل از پسماند اشاره می‌شود.



شکل شماره یک: خط تولید سوخت حاصل از پسماند به صورت شماتیک

مزایا:

- سوخت تولید شده به عنوان سوخت حاصل از پسماند، ویژگی یکنواختی دارد[۴].
- سوخت حاصل از پسماند تولیدی در حدود نصف زغال سنگ انرژی تولید می‌کند[۳ و ۴].
- می‌توان سوخت حاصل از پسماند را به تنهایی یا با سایر سوخت‌ها در انواع مختلف بویلرهای صنعتی به‌کار برد[۳].
- در صورت متراکم نمودن قطعات سوخت حاصل از پسماند می‌توان آنها را برای مدت زیادی انبار کرد[۳].
- با تولید سوخت حاصل از پسماند، هزینه کمتری برای انتقال نمودن نیاز است.
- تولید سوخت حاصل از پسماند از مشکلات ناشی از تولید بی‌رویه پسماندها می‌کاهد.

معایب:

- نیاز به بازار فروش امن (قبل از تولید باید به جنبه‌های اقتصادی تولید توجه شود)[۲].
- تولید سوخت حاصل از پسماند نیاز به صرف انرژی الکتریکی و همچنین نگهداری تجهیزات به میزان زیاد دارد[۲].
- سوخت حاصل از پسماند نسبت به سایر سوخت‌ها خسارت و آسیب بیشتری به بویلرها و لوله‌ها وارد می‌کند[۳].
- تولید خاکستر زیاد نسبت به سایر سوخت‌ها

۲- فعالیت‌های انجام شده در ایران و جهان

پسماند و مدیریت پسماند، که اجزای جدایی‌ناپذیر زندگی ما محسوب می‌شوند، برای سال‌های زیادی مورد بی‌توجهی واقع شده‌اند. افزایش جمعیت، پیشرفت تکنولوژی‌ها و صنعتی شدن، مشکلات پسماندهای جامد را به همراه

جدول شماره یک: مقایسه بین چند پارامتر در سوخت حاصل از پسماند، زغال سنگ و پسماند جامد شهری

پارامتر مورد نظر/نوع سوخت	ارزش حرارتی (بالایی) (کیلوژول بر کیلوگرم)	میزان رطوبت (درصد)	میزان خاکستر تولیدی (درصد)
سوخت حاصل از پسماند	۱۶۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰	۱۵ تا ۲۵	۱۰ تا ۲۲
زغال‌سنگ	۳۲۰۰۰ تا ۲۱۰۰۰	۳ تا ۱۰	۵ تا ۱۰
پسماند جامد شهری	۱۴۰۰۰ تا ۱۱۰۰۰	۳۰ تا ۵۰	۲۵ تا ۳۵

اثرات سوء بر محیط زیست و سلامت عمومی، افزایش داده است[۵].

با افزایش جمعیت جهان، بالا رفتن سطح فرهنگی مردم و همچنین بهبود وضعیت اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و بهداشتی در سطح عمومی، میزان تولید پسماند افزایش یافته است. در کنار پیشرفت‌های حاصل، مشکلات ناشی از موارد ذکر شده هم هر روز فزونی می‌یابد.

تاکنون فعالیت‌های زیادی در سطح دنیا برای کاهش مشکلات ناشی از پسماندهای شهری انجام شده است. در ایران نیز چند سالی است که توجه به محیط زیست و کاهش اثرات سوء فعالیت‌های انسانی بر آن مورد توجه قرار گرفته است. در ادامه به تعدادی از فعالیت‌های انجام شده در ایران و جهان به اختصار مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۲-۱- فعالیت‌های انجام شده در ایران

امروزه محیط زیست در سطح دنیا مورد توجه است. ایران نیز تلاش دارد خود را به استانداردهای بین‌المللی در زمینه محیط زیست نزدیک سازد. ایران از طبیعتی زیبا و متنوع برخوردار است ولی با گسترش مهاجرت به شهرها، بهبود وضعیت اقتصادی مردم، پیشرفت‌های بهداشتی و غیره، آلودگی به میزان زیادی وارد طبیعت شده و می‌شود. تلاش‌ها برای بهبود این وضعیت در حال انجام است ولی به علت گستردگی، هنوز نتایج قابل قبولی بدست نیامده است. از مدت‌ها پیش طرح تفکیک از مبدا پسماندها برنامه‌ریزی و اجرا شد ولی در بسیاری از مناطق مثل تهران به سرانجام نرسید، که این به علت گستردگی این شهر است.

با تولید روزانه ۷ هزار تن پسماند در تهران، روزی سه تا چهار بار پسماند از سطح شهر جمع‌آوری می‌شود در صورتی که در کشورهای پیشرفته عموماً پسماندها تفکیک شده و در حداکثر زمان در منازل نگهداری می‌شوند و هفته‌ای یک یا دوبار به شکل تفکیک شده به سرویس‌های خدماتی تحویل داده می‌شود. روزانه در تهران ۸۰۰ تن پسماند خشک به صورت تفکیک شده جمع‌آوری می‌شود. مابقی پسماندها نیز در ایستگاه‌های میانی دریافت پسماند جمع‌آوری می‌شوند و از آن جا به مرکز دفن و پردازش انتقال داده می‌شوند که بخش قابل توجهی از آن پسماند تر است و تبدیل به کود کمپوست می‌شود[۶].

بخش‌های مختلف بازیافت و دفع پسماند در کهریزک در حال اجرا است. تلاش سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران برای افزایش بهره وری از پسماندهای موجود شهر تهران است. قرار است نخستین کارخانه تمام صنعتی، کاملاً روبسته و برخوردار از استانداردهای کیفی تبدیل مواد آلی به کود کمپوست و سوخت حاصل از پسماند با مشارکت کامل بخش خصوصی خارجی در تهران احداث شود[۷].

۲-۲- فعالیت‌های انجام شده در جهان

کشورهای پیشرفته و صنعتی، در زمینه تبدیل پسماندهای جامد شهری به انرژی فعالیت‌های زیادی انجام داده‌اند که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

شرکت RENOVA (در کشور سوئد)، پسماندهایی را که قابل استفاده برای غنی‌سازی خاک هستند، جدا کرده و باقی آن را برای تولید گرما و برق استفاده می‌کند. انرژی تولیدی در این نیروگاه در صورتی که پسماند قابل احتراق استفاده شود، معادل انرژی حاصل از ۱۲۰۰۰۰ تن نفت در سال است. به منظور دست‌یابی به سوختی هرچه بهتر، پیش از سوزاندن پسماند، پسماندهای غیر قابل احتراق را جدا و تاحد امکان له می‌کنند.

کشور کره جنوبی با مشکل کمبود زمین برای محل دفن و دشواری‌های ساخت محل‌های دفن جدید روبه‌رو است. همچنین، این کشور با کمبود منابع طبیعی برای انرژی و سوخت مواجه است. شهر پایتختی اولسان (Ulsan)، بزرگترین شهر صنعتی در کره جنوبی، تعداد زیادی مجتمع صنعتی مثل پتروشیمی، فلزات غیرآهنی و مکانیک و ساخت کشتی دارد به همین دلیل میزان زیادی پسماند جامد در مناطق شهری و صنعتی آن تولید می‌شود. روش‌های معمول دفع پسماندها عبارتند از محل دفن، سوزاندن، بازیافت و تخلیه در اقیانوس. استفاده از روش خاکچال به علت کمبود زمین موردنیاز و تخلیه به درون اقیانوس به دلیل این‌که به زودی به صورت بین‌المللی ممنوع خواهد شده دارای محدودیت است. بنابراین یافتن روش مناسب پردازش پسماند جامد در شهرهای صنعتی از اهمیت بالایی برخوردار است[۸].

در شهر اولسان تفکیک از مبداء پسماندها انجام می‌شود و مدیریت این طرح کاملاً مناسب است. همچنین میزان پسماندهای قابل احتراق فراوان و به همین دلیل تولید سوخت حاصل از پسماند گزینه اصلی در مدیریت پسماند این شهر است. کل پسماند جامد شهری و صنعتی تولید شده در بزرگترین شهر صنعتی کره در سال ۲۰۰۴ به ترتیب ۳۶۸۲۲۶ و ۳۰۲۸۸۵۶ تن بوده است. قسمت‌های قابل احتراق در پسماند جامد شهری و صنعتی به ترتیب ۶۲/۹ و ۱۹/۸ درصد است. شیوه معمول دفع پسماندها در این شهر بازیافت است (۴۳/۳ درصد پسماند جامد شهری و ۶۹/۴ درصد پسماند جامد صنعتی) تخلیه پسماند جامد صنعتی به درون اقیانوس نیز از سال ۲۰۱۲ ممنوع شد. میزان انواع سوخت حاصل از پسماند در بخش‌های مختلف به صورت زیر است:

- سوخت حاصل از پسماند -MS تولید بر پایه پسماند جامد شهری ۱۱۶۰۸۳ تن در سال
- سوخت حاصل از پسماند -IMC تولید بر پایه پسماند صنعتی ۱۴۶۶۲۱ تن در سال
- سوخت حاصل از پسماند -IS تولید بر پایه لجن صنعتی ۳۷۲۸۴۸ تن در سال [۸]

انرژی به دست آمده از منابع فوق به ترتیب برابر با ۹۷۵۷۳۸×۱۰^۶، ۶۲۹۱۰×۱۰^۶ و ۵۹۳۰۵۹×۱۰^۶ کیلوکالری در سال می‌باشد. اگر ۱۰۰ و ۵۰ درصد از سوخت حاصل از پسماند در تولید انرژی استفاده شود به ترتیب ۳۵/۲ و ۱۷/۶ درصد هزینه‌های دفع حذف می‌شود[۸].

پسماند جامد شهری در ترکیه نیز همانند سایر کشورهای در حال توسعه، یک مشکل زیست محیطی اصلی محسوب می‌شود. این کشور برای افزایش بازدهی در جمع‌آوری، حمل و نقل و دفع زیست محیطی پسماندها تلاش می‌کند با وجود قوانین محکم، هنوز در بسیاری از مناطق ترکیه از روش‌های اولیه دفع پسماندها، مثل تلنبار کردن در فضای باز و تخلیه به آب‌های سطحی استفاده می‌شود[۹].

استراتژی‌ها و اهداف استانبول برای مدیریت پسماند جامد تا سال ۲۰۲۵ در "برنامه استراتژیک کامل مدیریت پسماند سازگار با قوانین زیست محیطی اتحادیه اروپا برای استانبول" مشخص شده است[۹]. در راستای این اهداف، استفاده از سوخت‌های جایگزین در صنایع می‌تواند راهگشا باشد.

قیمت بالای سوخت‌های فسیلی، کارخانجات تولید سیمان را به طور گسترده به فکر استفاده از سوخت‌های جایگزین در تولید کلینکر انداخته است. استفاده از سوخت حاصل از پسماند موجب صرفه‌جویی بسیاری در هزینه‌ها می‌شود. این نتایج بر اساس تجربیات مختلف در کشورهای اروپایی، که در بخش جمع‌آوری و سیستم‌های دفع پیشرو هستند و هزینه‌های دفع

پسماند در آنها بالاست، به‌دست آمده است. برای مثال، در آلمان در سال ۲۰۰۷، بیش از ۵۴ درصد انرژی مورد نیاز صنایع از سوخت حاصل از پسماند تأمین شده‌است و بعضی کارخانجات هم‌اکنون با "هزینه‌های سوخت صفر" کار می‌کنند، حتی گاهی برای استفاده زیست محیطی از پسماندها، پول به‌دست می‌آورند[۹].

۳- طراحی سوخت حاصل از پسماند برای پسماند شهری با ظرفیت ۱۰۰۰ تن پسماند در روز

خط تولید سوخت حاصل از پسماند از اجزای متفاوتی، بسته به نوع پسماند، کیفیت جمع‌آوری و تفکیک از مبدأ و پارامترهای دیگری، تشکیل می‌شود. برای طراحی خط تولید سوخت حاصل از پسماند و سیستم‌های مکمل آن در شهری با ظرفیت پسماند ۱۰۰۰ تن در روز، به اطلاعات اولیه راجع به پسماندها نیاز است. در این پروژه از اطلاعات مربوط به شهر مشهد استفاده شده است.

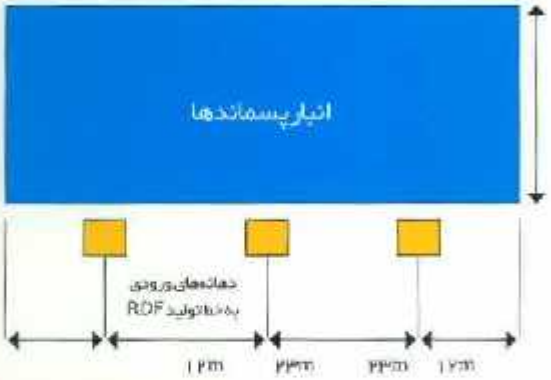
ظرفیت روزانه پسماند ورودی به کل خطوط این پروژه براساس دو شیفت کاری ۸ ساعته، معادل ۵۰۰ تن در هر شیفت در نظر گرفته شده است که مجموعاً روزانه ۱۰۰۰ تن پسماند شهری را پذیرش می‌کنند[۱۰].

۳-۱- کیفیت پسماندهای ورودی به پروژه

در حال حاضر در شهر مشهد به‌طور متوسط روزانه ۱۶۵۰ تن پسماند تولید می‌شود. یک کارخانه تولید کمپوست به ظرفیت ۵۰۰ تن در مشهد فعال است که محصول آن کمپوست پودری و گرانوله است[۱۰]. کیفیت شیمیایی پسماندهای جامد شهر مشهد، با توجه به اطلاعات موجود، در جدول شماره دو آورده شده است.

در پروژه‌های تولید سوخت حاصل از پسماند با ظرفیت ۱۰۰ تن در روز یا بیشتر، وجود انبار پسماند امری ضروری است. این امر دلایل مختلفی دارد. اصلی‌ترین دلیل این است که خط تولید در دو شیفت ۸ ساعته کار می‌کند ولی جمع‌آوری و تخلیه پسماندها معمولاً در یک شیفت ۸ ساعته انجام می‌شود. همچنین پروژه در تمام هفته فعال است ولی در اکثر مواقع تحویل پسماندها به انبار فقط در روزهای کاری صورت می‌پذیرد. به علت بارش باران و برف، ورش باد (که باعث انتقال الودگی پسماندها می‌شود) و سایر عوامل طبیعی و غیرطبیعی، نیاز به انبار سرپوشیده کاملاً احساس می‌شود.

برای تعیین ابعاد مخزن پسماند، قدم اول تخمین حجمی پسماندها است. پسماند یک مخلوط غیرهمگن است و نوع و میزان ترکیبات آن به عوامل بسیاری بستگی دارد. حجم پسماند در جوامع، شهرها، مناطق،



شکل شماره ۲: پلان انبار پسماند و موقعیت دهانه ورودی به خط تولید سوخت حاصل از پسماند

روزها و شرایط مختلف، کاملاً متفاوت است. علاوه بر آن، انباشته کردن پسماندها روی هم در انبار پسماند نیز باعث فشرده شدن آنها و افزایش جرم حجمی آن به‌صورت غیر خطی می‌شود.

با توجه به اطلاعات موجود وزن مخصوص پسماندهای ورودی به خطوط تولید، در حال حاضر در حدود ۴۰۰ کیلوگرم در متر مکعب می‌باشد.

نسبت عمق به پهنای انبار پسماند حدود ۰/۶ و یا کمتر، با توجه به موقعیت سایت و سایر ملاحظات، در نظر گرفته می‌شود. طول مخزن نیز به تعداد جایگاه‌های تخلیه (جهت امکان تخلیه همزمان کامیون‌ها و تریلرها)، ابعاد کامیون‌ها و تریلرهای انتقال پسماند بستگی دارد[۱۱].

با توجه مشخصات پسماند سوز و قرص طول ۷۰ متر، عرض ۲۰ متر، ارتفاع ۵ متر و حجم ۳۷۰۰ مترمکعب برای انبار به‌دست می‌آید. در شکل شماره دو پلان انبار پسماند و موقعیت دهانه ورودی به خط تولید سوخت حاصل از پسماند نشان داده شده است.

این سایت ظرفیت تولید ۴۰ تن در هر ساعت را دارد. ابتدا کامیون‌ها وارد سایت می‌شوند و پسماندها را به درون انبار، تخلیه می‌کنند. سپس جنگک‌های داخل انبار، به حجم ۴/۵ متر مکعب پسماند را به داخل سوند استوانه‌ای می‌زند. قسمت اصلی این خط تولید سوند استوانه‌ای آن است که از نوع kiverco830 انتخاب شد. این سوند دارای کوچکتر از ۳۰ میلی‌متر را جدا می‌کند و برای بازیافت می‌فرستد[۱۲].

سپس از طریق قیف ورودی به قطر ۱۷۰۰ × ۲۸۲۵ میلی‌متر پسماند

جدول شماره دو: آنالیز شیمیایی پسماند شهر مشهد در سال ۱۳۸۷

نام آزمایش	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	میانگین
درصد رطوبت	۶۲/۸۲	۶۰/۴۲	۶۰/۸۳	۶۳/۴	۶۲/۱۱
درصد مواد آلی	۶۶/۵۲	۶۷/۴۴	۶۶/۱۸	۶۶/۵	۶۷/۱۵
درصد خاکستر	۲۸/۳۶	۲۷/۱۷	۲۷/۵۰	۲۵/۲	۲۷/۲۵
درصد مواد فنلی شونده	۸/۸۵	۱۰/۰۶	۹/۸۰	۹/۴	۹/۶۶
درصد کربن آلی	۲۴/۴۳	۲۲/۸۵	۲۱/۲۵	۲۶/۶	۲۴/۰۸
درصد اشباع	۱۲۹/۱	۱۴۲/۵۵	۱۴۹/۳۶	۱۲۰/۸	۱۳۵/۲۵
درصد نیتروژن	۱/۵۶	۱/۶۱	۱/۷۲	۱/۷	۱/۶۴
اسیدیته	۵/۸۴	۵/۵۴	۵/۹۷	۵/۹	۵/۸۱
هدایت الکتریکی	۵/۶۰	۷/۱۸	۶/۲۷	۵/۵	۶/۱۳
نسبت کربن به ازت	۱۵/۴۴	۱۴/۱۹	۱۱/۳۰	۱۷/۳۱	۱۴/۶۴

را وارد محفظه خردکن اولیه می‌کند. در این مرحله از Power Komet2800 که ماشینی با جلوبرنده‌ی جفتی است، استفاده می‌شود. سیستم هیدرولیکی جلوبرنده داسی شکل، بخش چرخنده دستگاه را تغذیه می‌کند. طول بخش چرخنده دستگاه، ۲/۸۲۵ متر است و تیغه آن به ۸۰ تیغ و ۱۶ تیغه شمارنده مجهز شده و سرعت چرخش آن تا ۳۵۰ دور در دقیقه هم می‌رسد. سرندها به آسانی به صورت هیدرولیکی تغییر می‌کنند. کنترل‌های صفحه کلیددار و لمسی این دستگاه می‌توانند برای تطبیق خصوصیات مواد برنامه‌ریزی شوند. همچنین این دستگاه به عنوان وسیله‌ای برای تشخیص مشکلات ایجاد شده در سیستم، تعمیر، نگهداری و خدمت‌رسانی به کار می‌آید. درب نگهداری مناسب تعبیه شده در این دستگاه، تعویض سریع و مطمئن تیغه‌ها و همچنین سرویس‌دهی آسان را میسر می‌سازد. سیدل فرکانس، بازدهی را افزایش و نیاز به انرژی را کاهش داده است و نیز به بخش چرخنده دستگاه اجازه انتخاب سرعت دلخواه را می‌دهد[۱۲].

در مرحله بعد، فلزات به وسیله جداکننده، تفکیک و وارد خردکن ثانویه می‌شوند و مجدداً کاهش سایز صورت می‌پذیرد (البته در صورتی که اندازه قطعات پسماند در خردکن اولیه به میزان موردنظر رسیده باشد، نیاز به این مرحله نیست). با توجه به این که در ایران هنوز تفکیک از مبداء به صورت مناسب انجام نمی‌شود و پسماندهای خشک و تر با هم مخلوط می‌شوند، پسماندها دارای درصد رطوبت بالایی هستند. پس در این مرحله توصیه می‌شود از یک خشک‌کن استفاده شود تا رطوبت اضافی پسماندها را بگیرد. این مسئله از دو جهت مهم است، اول این که اگر رطوبت پسماند وارد شده به کوره، پسماند سوز و یا پیرلر بالا باشد، در هنگام ورود این پسماندها، کوره خنک می‌شود و نیاز به انرژی اضافی برای افزایش دمای کوره تا دمای احتراق است و چه بسا راندمان کوره را به شدت کاهش دهد. دوم این که، اگر رطوبت محصول نهایی زیاد باشد، نمی‌توان آن را برای مدت طولانی نگه داشت و باید سریع مصرف شود تا در صورتی که مقداری ماده آلی در آن باقی مانده باشد، تجزیه نشده، بو و آلودگی تولید نکند.

در گام بعدی مخلوط‌کن یا mixer قرار دارد. در آنجا در مخلوط‌کن مقداری آهک اضافه می‌کنند تا از خوردگی دیواره‌های کوره در دمای بالا جلوگیری شود. علاوه بر آن در این مرحله، پسماندها که تقریباً اندازه‌های متناسبی دارند، با یکدیگر مخلوط می‌شوند و یکدست می‌شوند.

در این قسمت سوخت حاصل از پسماند آماده شده است ولی بهتر است برای استفاده راحت‌تر و کارایی بیشتر، آنها را متراکم کرد تا هم فضای کمتری را اشغال کنند و هم از هدر رفتن آنها در اثر وزش باد و غیره جلوگیری شود. بنابراین قسمتی برای متراکم کردن و بسته بندی محصول در نظر گرفته می‌شود.

حال باید محصول سوخت حاصل از پسماند تولید شده ذخیره شده و تا در زمان مناسب به پسماندسوز یا مکان مدنظر انتقال یابد و مورد استفاده قرار گیرد. ابعاد این انبار ۵×۱۵×۳۰ متر در نظر گرفته می‌شود که ظرفیت نگهداری سوخت حاصل از پسماند در آن، حدود ۲۲۰۰ مترمکعب است.

۴- نتیجه گیری

با کمک گرفتن از تکنولوژی‌های روز دنیا می‌توان پسماندها را به مواد ارزشمند و دوستدار محیط زیست تبدیل کرد. بازیافت قسمت‌های قابل بازیافت پسماندها، تبدیل کردن قسمت‌های آلی پسماندها به کمپوست و تولید سوخت حاصل از پسماند از پسماندهای غیرخطرناک و سوزاندن آنها در پسماند سوزهای استاندارد، پسماندها را به مواد باارزشی مبدل کرده است.

شایسته است که در ایران، همانند سایر کشورهای دنیا به اینگونه مسائل توجه بیشتری شود و با ساخت تجهیزات موردنیاز برای این پروژه‌ها، علاوه بر اشتغال‌زایی برای عده کثیری، به کسب درآمد برای کشور هم کمک کرد.

خط تولید سوخت حاصل از پسماند پیشنهادی در این پروژه، همان طور که در قسمت‌های قبل ذکر شد به این صورت است: انبار پذیرش پسماند با ابعاد ۵ × ۲۰ × ۷۰ (مترمکعب)، چنگک‌های داخل انبار به حجم ۴/۵ مترمکعب، سرند استوانه‌ای که ذرات کوچکتر از ۲۰ میلیمتر را جدا می‌نماید، قیف ورودی به قطر ۱۷۰۰ × ۲۸۲۵ میلی متر، خردکن اولیه (برای کاهش سایز قطعات پسماند)، سیستم هیدرولیکی داسی شکل که بخش چرخنده دستگاه را تغذیه می‌کند، این بخش به طول ۲/۸۲۵ متر، و با تیغه‌ای که ۸۰ تیغ و ۱۶ تیغه شمارنده دارد، با سرعت ۳۵۰ دور در دقیقه می‌چرخد و به صورت خودکار عمل می‌کند.

سایر اجزای تشکیل‌دهنده خط تولید عبارتند از: جداکننده فلزات، خردکن ثانویه، جداکننده‌ی خشک کن، همزن، متراکم کننده قطعات بسته‌بندی محصول نهایی سوخت حاصل از پسماند و انبار ذخیره‌سازی به ابعاد ۵×۱۵ × ۳۰ متر.

۵- منابع

[1] - http://health85.blogfa.com

[2]- http://en.wikipedia.org/wiki/Refuse-derived_fuel

[3]- http://www.waste-technology.co.uk سوخت حاصل از پسماند/سوخت حاصل از پسماند.html

[4]-http://www.unep.or.jp/ietc/publications/spc/solid_waste_management/Vol_I/18-Chapter12.pdf

[5]-http://www.p2pays.org/ref/11/10516/refuse.html

[6]-http://www.tehransama.ir/NewsDetail.aspx?NewsID=920775

[7]-http://www.shora-tehran.ir/mohite20دوره2ist/commit/bazdid/bazdid-13-.htm

[8]- Dong, T.T, Lee, B. K., "Analysis of potential سوخت حاصل از پسماند resources from solid waste and their energy values in the largest industrial city of Korea", Waste Management 29 (2009) 1725-1731.

[9]-Mustafa Kara et.al, "Perspective for pilot scale study of سوخت حاصل از پسماند in Istanbul, Turkey", Waste Management 29 (2009) 2976-2982.

[۱۰]- "شرایط فراخوان جذب سرمایه گذار: احداث و بهره برداری از واحد پردازش و تولید کمپوست ۱۰۰۰ تنی شهر مشهد"، آذر ۱۳۸۸.

[11]- http://www.pasmand.ir/Files/pasmand/ch13.pdf

[12]-http://www.hub-4.com/news/2084/nottinghamshire-recycling-ltd-develop-their-سوخت حاصل از پسماند-line-with-blue

بررسی پتانسیل میزان تولید بیوگاز از ضایعات سیب‌زمینی به روش هضم بی‌هوازی

اکبر ثنایی مقدم[1]، حسن عاقل[2]، محمدحسین آی خانی[3]
محمدحسین حداد خداپرست[2]، جواد عابدینی[4]

۱.دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
Aksanaei@gmail.com
۲.دانشیار گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳.استادگروه صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
۴.سرپرست آزمایشگاه کارخانه بازیافت شهرداری مشهد

بیوگاز به‌عنوان یکی از سوخت‌های پاک، معمولاً به‌وسیله هضم بی‌هوازی تولید می‌شود که به موجب آن ماده‌ارگانیک به وسیله فعالیت میکروبیولوژیک تجزیه می‌شود. یکی از منابع عمده ضایعات زیستی، ضایعات حاصله از کارخانجات صنایع غذایی است. سیب‌زمینی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی مورد استفاده در صنایع غذایی، دارای ضایعات قابل ملاحظه‌ای است. در این مقاله به بررسی پتانسیل تولید بیوگاز از ضایعات سیب‌زمینی که عمدتا شامل پوست آن است پرداخت شده است. بدین منظور ابتدا یک پایلوت هاضم بی‌هوازی با کنترل خودکار در دانشگاه فردوسی طراحی و ساخته شد. برای افزایش راندمان هضم، فضولات دامی نیز با پوست سیب‌زمینی مخلوط شد. نمونه پوست سیب‌زمینی، از یکی از کارخانه‌های بزرگ تولید چیپس واقع در شهرستان مشهد جمع‌آوری شد. ابتدا آزمایشات اولیه بر روی هر دو ماده برای تعیین شاخص‌هایی مانند میزان مواد جامد کل (TS) مواد جامد ماده خشک فرار (VS)، نسبت کربن به ازت (C/N)، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) انجام گرفت و سپس سیب‌زمینی و فضولات گاوی به ترتیب با نسبت ۸۰ به ۲۰، براساس وزن ماده خشک فرار مخلوط شدند که این نسبت اختلاط حاوی C/N 4/24 بود. میزان رطوبت مواد داخل هاضم بر اساس وجود کل مواد خشک به میزان ۷ درصد حجم کل تنظیم و زمان ماند مواد در داخل هاضم ۲۸ روز در نظر گرفته شد. بعد از جمع‌آوری گاز به صورت روزانه، مجموعاً Liter/kg VS ۱۶۰ به‌دست آمد که حدود ۵۷/۶ درصد آن را متان تشکیل می‌دهد.

واژگان کلیدی: بیوگاز، بازیافت، انرژی، ضایعات، سیب زمینی

۱. مقدمه

مصرف روزافزون انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی، اگر چه رشد سریع اقتصادی جوامع مختلف را به همراه داشته است اما به‌واسطه انتشار آلاینده‌های حاصل از احتراق آنها و افزایش دی اکسیدکربن و انتشار بیش از حد گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر و پیامدهای ناشی از آن، از جمله پدیده گرمایش زمین و تغییرات آب و هوایی را نیز به همراه داشته است. لذا در برنامه‌ها و سیاست‌های بین المللی در راستای توسعه پایدار جهانی، منابع تجدیدپذیر انرژی، دارای نقش ویژه‌ای هستند و سیاست گذاران و برنامه‌ریزان بخش انرژی را در جهت استفاده از سوخت‌های پاک سوق داده است. یکی از منابع مهم سوخت‌های پاک، انرژی حاصل از زیست‌توده‌ها (مواد آلی) است. تکنولوژی هضم بی‌هوازی (Anaerobic Digestion) یکی از روش‌های مناسب و مفید و شناخته شده برای استحصال بیوگاز است.

با توجه به سیاست‌های اعلام شده در خصوص هدفمند کردن یارانه‌ها در کشور، حامل‌های انرژی غیر فسیلی نیز مزایای نسبی خود را به‌دست آورده و مورد توجه قرار خواهند گرفت، بنابراین لازم است از هم اکنون منابع مختلف انرژی‌های تجدیدپذیر مورد ارزیابی و امکان سنجی قرار گیرند. در همین راستا بررسی پتانسیل تولید بیوگاز از ضایعات فوق الذکر و امکان سنجی استفاده از آن به عنوان مصارف انرژی، امری مفید و ضروری است. در زیر به بررسی چندین مطالعه انجام شده در این زمینه می‌پردازیم.

کاظمی و همکارانش در سال ۱۳۸۸ در آزمایشی بعد از ساخت دستگاه تخمیر بی‌هوازی، دو ماده فضولات دامی و پسماندهای میدان تره بار مشهد را تحت تخمیر بی‌هوازی قرار دادند و در نهایت نتایج معنی‌داری از تخمیر پسماندهای سبزیجات به دست نیاوردند، ولی موفق به تولید بیوگاز از فضولات دامی شدند و درصد مواد آلی و معدنی را در پسماندهای تخمیر مورد بررسی قرار دادند [۱].

وینالی و همکارانش در سال ۲۰۰۹ آزمایش هضم بی‌هوازی را بر روی موادی از جمله تفاله‌های سیب‌زمینی، پوست سیب‌زمینی، پساب سیب‌زمینی را انجام دادند. این آزمایش دوبار انجام شد. یکبار با پیش بخاردهی و دفعه دوم بدون پیش بخار دهی. در روش بدون پیش بخار دهی به ترتیب ۳۳۲ لیتر، ۳۷۲ لیتر و ۳۲۳ لیتر بیومتان به ازای هر کیلو ماده آلی خشک (VS)، و در روش پیش بخار دهی مقدار ۲۷۳ لیتر بیومتان از تفاله سیب‌زمینی حاصل شد [۵].

لانزیا کوآلا و همکارانش در سال ۲۰۰۹، در تحقیقی دیگر طی تخمیر بی‌هوازی تفاله‌های سیب‌زمینی به همراه ضایعات کشتارگاهی (روده و معده) خوک و گاو در یک دوره ۸۰ روزه در یک سیستم جریان مداوم

به میزان قابل توجهی (۸۰۰لیتر) بیومتان در ازای هر کیلوگرم ماده آلی (OTS) دست پیدا کردند [۲].

وینالی و همکارانش (۲۰۰۹) در آزمایشی دیگر با تخمیر بی‌هوازی ضایعات تفاله چغندر قند و ضایعات دم چغندرقند طی فرآیند ۲۸ تا ۳۰روزه از هر کدام به ترتیب ۴۳۰ و ۴۸۱ لیتر بیومتان از هر کیلو ماده جامد آلی (VS) به‌دست آوردند.

پاراویرا و همکارانش در آزمایشی دیگر در سال ۲۰۰۸ با انجام عملیات بی‌هوازی دو مرحله‌ای روی ضایعات سیب‌زمینی در مقیاس آزمایشگاهی، در شرایط اسیدیته (PH) ۶/۵ به مدت ۴۰ روز، ۳/۴ KWh/Kg VS تا ۲/۱ انرژی به دست آوردند [۶]. آنها در سال ۲۰۰۵ با استفاده از دو نوع سیستم هضم بی‌هوازی دو مرحله‌ای، یکی با راکتور تولید متان معمولی و دیگری با راکتور تولید متان با بستر کلش گندم، میزان تولید بیومتان از ضایعات سیب‌زمینی در هر دو سیستم را مورد بررسی قرار دادند. سیب زمینی مورد استفاده در این آزمایش مربوط به منطقه اسلو در جنوب سوئد بود. هضم بی‌هوازی در شرایط یکسان با دمای ۳۷ درجه سلسیوس، با محیط اسیدیته (PH) ۵ و ۹ و به مدت ۵۰ روز انجام گرفت. میزان بیومتان تولید شده در هر دو سیستم دارای اختلاف معنی داری نبود و مقدار آن به طور متوسط ۳۹۰ لیتر به ازای هر کیلو (VS) به دست آمد [۷]. یکی از منابع عمده ضایعات زیستی، ضایعات حاصله از کارخانجات صنایع غذایی می‌باشد. سیب‌زمینی به‌عنوان یکی از مهمترین محصولات کشاورزی مورد استفاده در صنایع غذایی است که حجم ضایعات قابل ملاحظه‌ای دارد. در این مقاله به بررسی پتانسیل تولیدی بیومتان از ضایعات حاصله از فرآیند تولید چیپس سیب‌زمینی کارخانه کرانچیپس مشهد پرداخته شده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱-جمع آوری نمونه‌ها

نمونه‌های پوست سیب‌زمینی از محل کارخانه فرآورده‌های سیب زمینی شرکت به آرا (کرانچیپس) جمع آوری شد. این نمونه‌ها از واحد پوست‌گیری سیب‌زمینی‌ها اخذ شد (عمل پوست‌گیری بعد از انجام شست‌وشو و خاکزدایی سیب‌زمینی‌ها انجام می‌شود). در این واحد، پوست سیب‌زمینی در ابعاد ۱۰ تا ۱۵ میلی‌متر خرد می‌شود. نمونه‌ها مستقیماً به آزمایشگاه کارخانه بازیافت مشهد منتقل شده و در یخچال در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. نمونه گیری از کودگاوی نیز از محل گاوداری دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. نمونه‌ها مربوط به گاو شیری و به صورت تازه بوده و بعد از آن به همان آزمایشگاه منتقل و در همان دما نگهداری شد.

۲-۲-ساخت پایلوت آزمایشگاهی تولید بیوگاز

برای انجام آزمایشات، ابتدا یک پایلوت آزمایشگاهی دستگاه هضم بی‌هوازی طراحی و ساخته شد که قابلیت کنترل شرایط داخلی هاضم (دما، اسیدیته، سرعت همزنی، زمان همزنی) را به صورت خودکار داشت. حجم مخزن هاضم ۶ لیتر در نظر گرفته شد. در شکل شماره یک قسمت‌های مختلف دستگاه نشان داده شده است.

۲-۳-روند آزمایش

قبل از بارگذاری مواد در داخل هاضم، آنها را در ابعاد ۸ تا ۴ میلی‌متر توسط دستگاه خردکن، خرد کرده و میزان اختلاط نمونه‌ها به گونه‌ای اتخاذ شد که نسبت کربن به ازت (C/N) مواد حاصل از اختلاط آنها به میزان تقریباً ۲۵ تنظیم شود. برای رسیدن به رقم، نسبت اختلاط پوست سیب‌زمینی به کود گاوی به ترتیب ۸۰ به ۲۰ درصد، بر اساس وزن مواد جامد خشک‌فرار در نظر گرفته شد. برای تأمین رطوبت مطلوب، به مواد آب اضافه شد (هاضم باید حاوی ۷ تا ۹ درصد ماده خشک باشد)[۲]. میزان PH اولیه مواد را با افزودن بی کربنات سدیم و هیدروکسید سدیم رقیق (۱۰درصد نرمال)، به ۶/۸ رسانده و سپس مواد، به مدت ۲۸ روز در داخل هاضم در شرایط بی‌هوازی قرار داده شدند. در طول این مدت، مواد توسط همزن با راه انداز خودکار، به طور منظم به ازای هر ۳۰دقیقه، ۵دقیقه با سرعت ۹۰ دور در دقیقه اختلاط می‌یافت. پارامترهای PH، میزان گاز خروجی و درصد گازهای خروجی به طور منظم اندازه‌گیری می‌شدند. اسیدیته هاضم با پی‌اچ متر با دقت ۰/۰۱ (نوترون مدل ۲۰۱) و میزان گاز تولیدی با تغییر ارتفاع استوانه مدرج نسبت به سطح آب اندازه گیری شدند. دمای هاضم نیز در شرایط مزوفیلیک (بین ۳۵ تا ۳۸ درجه سانتی گراد) نگهداری شد. دمای داخل هاضم نیز به صورت خودکار توسط ترموستات دیجیتالی تنظیم می‌شد.

۲-۴- اندازه گیری ها

برای تعیین میزان کربن هر یک از نمونه‌ها، از روش استاندارد شماره ۱۳۳۲۰ سازمان تحقیقات و استاندارد ایران و میزان نیتروژن موجود در هریک از مواد از روش کجلدال استفاده شد. میزان ماده خشک جامد فرار (VS) و کل ماده خشک آلی (TS) مواد داخل دایجستر در دو مرحله و طبق استاندارد APHA1992 تعیین شد. برای تعیین میزان اکسیژن مورد نیاز (COD) مواد در ابتدا و انتهای فرآیند نیز استاندارد HACH 2000 مورد استفاده قرار گرفت. درصد گازهای موجود در بیوگاز تولید شده از جمله متان (CH_4)، دی اکسید کربن (CO_2)، سولفید هیدروژن (H_2S)، مونوکسیدکربن (CO) توسط دستگاه تشخیص دهنده گاز (Gas Analyser) مدل GA2000 اندازه گیری شد.

۳- نتیجه گیری و بحث

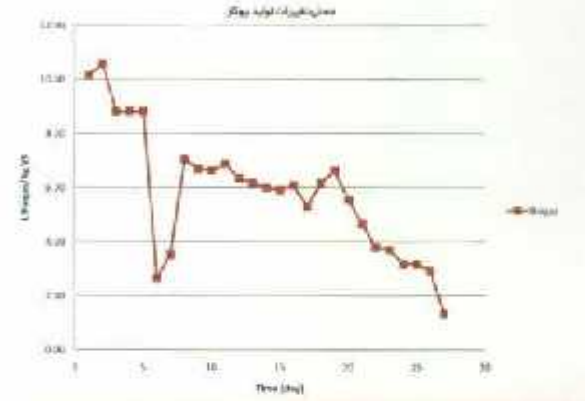
در جدول شماره یک ترکیبات موجود در پوست سیب‌زمینی و کود گاوی مشخص شده است. همان‌طور که مشاهده می شود پوست سیب‌زمینی دارای نسبت C/N نسبتاً بالایی است و این میزان نشان دهنده پتانسیل مناسب تولید بیوگاز از این ماده است. COD1، مربوط به COD مواد در ابتدای فرآیند است.

نمودار شکل شماره دو، روند تغییرات روزانه تولید بیوگاز را نشان می‌دهد. این نمودار همچنین بیانگر سرعت تولید بیوگاز است که بیشترین

شکل شماره یک: نمای کلی دستگاه هاضم بیهوازی

جدول شماره یک: ترکیبات موجود در نمونه‌ها						
نوع ماده	C	N	درصدTS	درصدVS	C/N	COD (mg/liter)
سیبزمینی	۳۸/۹۲	۱/۴۴	۱۵/۳۱	۹۰/۹۲	۲۷/۰۳	۶۷۲۰۰
کودگاوی	۲۶/۶	۲/۵۲	۱۴/۷۰	۸۱/۲۷	۱۱/۷۵	

جدول شماره دو: میانگین درصد بیوگاز در دوره‌های ۵ روزه					
—	روز اول۵	روز دوم۵	روز سوم۵	روز چهارم۵	روز پنجم۵
میانگین	۶/۷	۴۴/۷	۵۸/۱	۵۶/۸۶	۵۸/۸۸
انحراف‌معیار	۱۱/۰۴۹	۱۷/۰۱۳	۱/۹۷	۱/۵۸	۱/۸۹

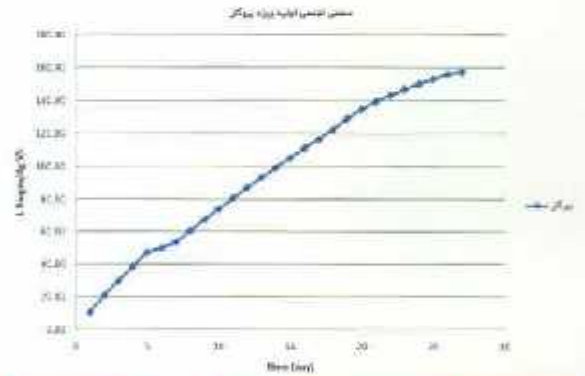


شکل شماره دو: نمودار تغییرات تولید بیوگاز

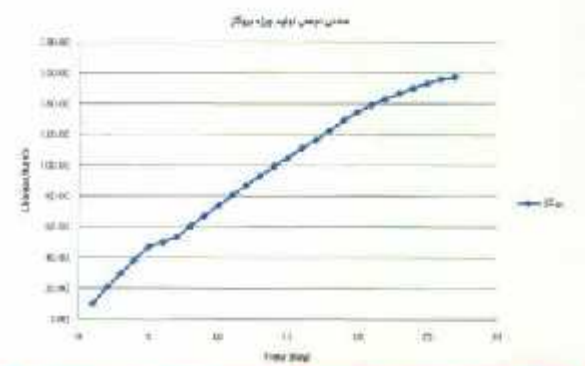
میزان تولید بیوگاز را که حاوی متان قابل توجهی باشد در روزهای ۱۵ تا ۲۰ ام نشان می‌دهد. با توجه به شیب انتهایی نمودارهای شکل شماره۳ و ۴ می‌توان حدس زد که در روزهای بالاتر از ۲۸ روز نیز تولید بیوگاز ادامه خواهد داشت اما میزان آن به سمت صفر میل خواهد کرد.

در نمودار شماره سه، درصد گازهای عمده تولید شده (CH_4 و CO_2)، به صورت روزانه نمایش داده شده است. در روزهای ابتدایی بعد از بارگذاری هاضم، بیشترین سهم تولید، مربوط به دی اکسیدکربن است. دلیل آن را هم می‌توان استفاده از محلول بی‌کربنات سدیم ($NaCO_3$) در ابتدای بارگذاری دانست که هنگام افزودن آن به محلول، گاز دی اکسیدکربن آزاد می‌شود.

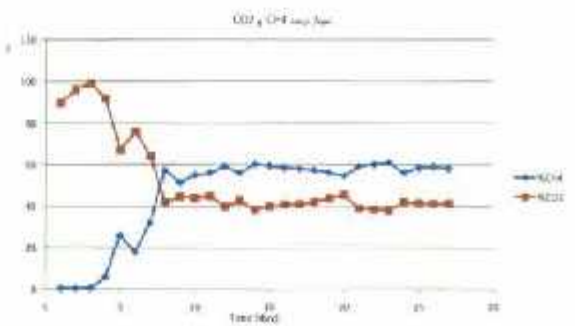
اسیدیته مواد داخل هاضم در روز چهارم به ۵/۴۵ کاهش یافت (نمودار شکل شماره ۵). این نشانه مرحله اسیدسازی فرآیند هضم است. از آنجا که میکروارگانیسم‌های متان‌ساز در محیط خنثی، بهتر فعالیت می‌کنند[۲]، لذا با افزودن محلول رقیق (۱۰ درصد نرمال) هیدروکسید سدیم، اسیدیته هاضم به حد خنثی رسانده شد. در روز ۲۸ ام میزان COD مواد داخل هاضم به میزان ۱۱۲۰۰ میلی گرم به لیتر اندازه‌گیری شد. که با توجه به COD همان مواد در ابتدای فرآیند (جدول شماره یک)، کاهش قابل توجهی در این شاخص ایجاد شده است که این امر نشان دهنده هضم قابل توجه مواد در این فرایند است. جدول شماره دو تغییرات میانگین درصد متان موجود در بیوگاز تولید شده را نشان می‌دهد. طبق این جدول تولید متان از دوره ۵ روزه دوم معنی دار شده و در دوره‌های بعدی به حداکثر و به میزان ۵۸ درصد می‌رسد.



شکل شماره سه: نمودار تجمعی تولید ویژه بیوگاز



شکل شماره۴: نمودار تغییرات روزانه درصد گازهای موجود در بیوگاز



شکل شماره۵: نمودار تغییرات اسیدیته(PH) دی اکسید کربن

۴- پیشنهادات

در این مطالعه به بررسی تولید بیوگاز از ضایعات سبزیجات حاصل از خط تولید فرآورده‌های آن به همراه کودگاوی پرداخته شد. بدین منظور، یک دستگاه پایلوت آزمایشگاهی تولید بیوگاز به روش غیرمداوم، که قابلیت کنترل شرایط تولید را به صورت خودکار داراست طراحی و ساخته شد. نتایج حاصله نشان داد که مجموعاً حدود Liter/Kg VS160 بیوگاز در شرایط مزوفیلیک بدست آمد که حدود ۵۷/۶ درصد آن مربوط به متان است. این نتیجه نشان می‌دهد که پوست سبزمینی دارای پتانسیل قابل توجهی در تولید بیوگاز داشته و نیاز به تحقیقات و مطالعات بیشتری جهت بیشینه کردن تولید بیوگاز از آن وجود دارد. استفاده از تکنولوژی هضم دومرحله‌ای (یکی از روش‌هایی است که می‌تواند بازدهی تولید را افزایش دهد) پیشنهاد می‌شود.

۵- تشکر و قدردانی

نویسنده از همکاری‌ها و تلاش‌های پرسنل آزمایشگاه کارخانه بازیافت شهرداری مشهد، آقایان آرین نژاد، حسن زاده و بابایی و نیز از جناب آقای مهندس تنفرو دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مکانیزاسیون دانشگاه فردوسی، که نقش بسزایی در پیشبرد این تحقیق داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌کند.

مراجع

۱-کاظمی میرابوطالب، مجتبی راد بتول، ۱۳۸۸. مقایسه کیفی کود حاصله از فضولات دامی و پسماندهای میدان تره‌بار مشهد از نظر میزان مواد معدنی در روش بیوگاز، دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.

۲-ماروسی، محمد لیلی، مصطفی، میکروبیولوژی هاضم‌های بیهوازی، ۱۳۸۸. ترجمه، انتشارات شهر آینده‌سازان.

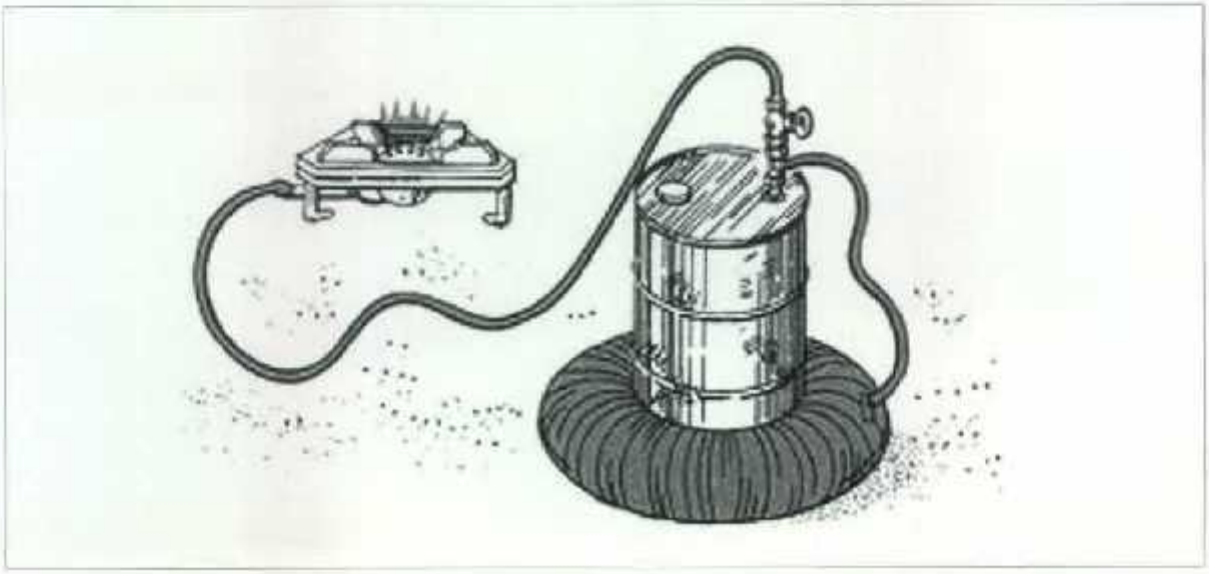
3-H. Llaneza Coalla , J.M. Blanco Fernandez, M.A. Moris Moran, M.R. Lopez Bobo, Biogas generation apple pulp,2009. Bioresource Technology 100(2009).

4-M. Murto, L. Bjournsson, B. Mattiasson. Impact of food industrial waste on anaerobic co-digestion of sewage sludge and pig manure, 2004. Journal of Environmental Management 70 (2004) 101–107.

5-Vitaliy Kryvoruchko, Andrea Machmuller, Vitomir Bodiroza,Barbara Amon, Thomas Amon. Anaerobic digestion of by-products of sugar beet and starch potato processing, 2009, Biomass and Bioenergy 33 (2009) 620–627.

6-W. Parawira, M. Murto, J.S. Read, B. Mattiasson. Profile of hydrolysis and biogas production during two-stage mesospheric anaerobic digestion of solid potato waste. Process Biochemistry 40 (2005) 2945–2952.

7-W. Parawira, J.S. Read, B. Mattiasson, L. Bjournsson. Energy production from agricultural residues: High methane yields in pilot-scale two-stage anaerobic digestion. Biomass and Bioenergy 32 (2008) 44–50.



اهمیت آموزش و افزایش مهارت شغلی کارگران خدمات شهری در ارتقای سلامت فرد وجامعه

زهرا همافر[1] / مهدی امینی[2]
۱ و ۲. سازمان مدیریت پسماندهای شهرداری قزوین
homa_far_51@yahoo.com
Amini_m49@yahoo.com

کارگران حوزه خدمات شهری که وظایفی از قبیل رفت‌وروب، جمع‌آوری و انتقال پسماند و لایروبی مسیرهای آب‌های سطحی را به عهده دارند و اغلب توسط پیمانکار (بخش خصوصی) به کار گرفته می‌شوند، هر روزه با عوامل زیان‌آور محیط کار از جمله عوامل بیولوژیکی روبه‌رو هستند. با توجه به اهمیت آگاهی در کاهش مواجهه با این خطرات مطالعه و تحقیق روی تدوین استاندارد شغل و آموزش ویژه این کارگران آغاز شد تا کارگران خدمات شهری نیز همچون بسیاری از مشاغل دارای شغل تعریف شده‌ای، مطابق با استاندارد سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور باشند و پس از گذراندن دوره‌های آموزشی مربوطه گواهی مهارت شغل را دریافت کنند. برای تهیه و تدوین استاندارد شغل، مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی انجام شد و ابتدا نیازسنجی آموزشی و صلاحیت‌ها و شایستگی‌های شغل و شاغل که نام با کیان برای آن انتخاب گردید، شناسایی شد. سپس دانش، مهارت، نگرش، ایمنی و توجهات زیست محیطی مرتبط با شغل، تدوین و زمان مورد نیاز برای آموزش عملی و نظری در جهت دستیابی به توانایی‌ها، همچنین تجهیزات، مواد و ابزار آموزشی مورد نیاز تعیین شد. پس از بررسی‌های متعدد و اصلاحات، استاندارد شغل و آموزش با کیان، تدوین و توسط سازمان فنی و حرفه‌ای کشور تصویب شد. با اجرای این استاندارد، تمامی کارگران فعال در حوزه خدمات شهری، ملزم به دریافت گواهی مهارت شغل با کیان و سلامت کار خواهند شد به‌طوری که طی ۱۸۰ ساعت دوره آموزشی، شایستگی‌های شغلی مانند رعایت بهداشت و ایمنی، انجام صحیح و ایمن کارهای محوله خدمات شهری، کمک‌های اولیه، برقراری ارتباط با شهروندان را کسب می‌کنند و بدین طریق با اجرای دوره و کسب دانش و مهارت‌های مربوطه توسط کارگران، پیش‌بینی می‌شود که رعایت نکات بهداشت و ایمنی توسط کارگران، افزایش و میزان مواجهه آنان با خطرات، کاهش و فرایند کار بهبود و بدین طریق، ضمن ارج نهادن به جایگاه این کارگران، سلامت فرد و جامعه نیز ارتقا یابد.

واژگان کلیدی: آموزش، بهداشت، ایمنی، خدمات شهری، با کیان

مقدمه

شهر قزوین به وسعت ۳۵۰۰ هکتار و جمعیت ۳۸۴۸۲۲ نفر (سال ۱۳۸۹) از جنبه ارائه خدمات شهری به ۷ ایستگاه تقسیم شده است که عملیات رفت وروب، جمع‌آوری پسماند، لایروبی نهرها و کانال‌ها توسط حدود ۶۰۰ کارگر خدمات شهری در این محدوده انجام می‌گیرد.

یکی از مهم‌ترین نکات در زمینه حفظ و ارتقای سلامت جامعه، جمع‌آوری و دفن بهداشتی پسماند جامد است که متأسفانه گاهی به دلیل استفاده از روش‌های نامطلوب در مدیریت پسماند ناشی از عدم آگاهی کارکنان خدمات شهری است، محیط زیست و سلامت افراد جامعه درمعرض آلودگی و خطر قرار می‌گیرد و زیان‌های متعددی را به بار می‌آورد؛ لذا باید ضمن شناخت و سنجش صحیح مخاطرات و ارزیابی آن، آگاهی کارکنان فعال در زمینه خدمات شهری نیز ارتقا یابد تا بتوان به مدیریت بهینه پسماند جامد و کنترل آلودگی‌ها و کاهش خطرات ناشی از کار دست یافت.

امروزه، توجه به جنبه‌های آموزش ایمنی به منظور آگاهی یافتن کارکنان از چگونگی فعالیت با رعایت اصول ایمنی، باعث بهبود تولید، تداوم اشتغال و کاهش خطرات محیط کار می‌شود.

روش کار

خطراتی که کارگران رفت‌وروب و جمع‌آوری پسماند با آن روبه‌رو هستند و نقشی که در سلامت جامعه می‌توانند داشته باشند، همچنین فقدان یک تعریف مشخص از وظایف کارگران خدمات شهری، موجب شد تا سازمان مدیریت پسماند شهرداری قزوین با تشکیل گروه نیازسنجی آموزشی، متشکل از مدیر برنامه‌ریزی، مسئول آموزش و مسئولان خدمات شهری، مسئولیت و وظایف کارگران خدمات شهری را در ۹ سرفصل تعیین کند و برای هر یک از وظایف، طبق روش دایکام، آموزش، مهارت، نگرش و ایمنی آن، وظیفه و شایستگی‌های شغل را تعیین کرد.

به منظور تعیین شایستگی‌های شاغلان، فرم تحلیل نیازهای آموزشی آنان طراحی و تهیه شد و از بین کل کارگران این حرفه (با توجه به بافت ایستگاه‌ها) ۵۰ نفر به صورت تصادفی انتخاب شدند و دانش و مهارت آنان توسط گروه نیازسنجی، امتیاز دهی و پس از جمع‌آوری اطلاعات و بودازش آن در نرم افزار Excel مشخص شد که ۹۴ درصد افراد از ۵ امتیاز، امتیاز ۳ و پایین‌تر را کسب کرده‌اند که این امتیاز، نشان دهنده نیاز آنان به آموزش و کسب مهارت در موارد مربوطه بود. همچنین ضمن مصاحبه با مسئولان خدمات شهری چند شهر دیگر، مشخص شد که اکثر کارگران خدمات شهری در سایر شهرها نیز فاقد دانش و مهارت کافی برای انجام وظایف خود هستند و بر این اساس، نتیجه‌گیری شد که اکثر کارگران شاغل در حوزه خدمات شهری، فاقد اطلاعات لازم در زمینه خطرات مرتبط با

کار خود و نحوه صحیح انجام وظایف و بهداشت و ایمنی کار هستند بنابراین نیاز به تعریف جامع و کاملی از شغلی تحت عنوان پاکبان، ضروری به نظر رسید و با بررسی‌های متعدد و همکاری بین بخشی با سازمان آموزش فنی وحرفه‌ای کشور و اداره کل آموزش فنی وحرفه‌ای قزوین، سرانجام استاندارد شغل و آموزش پاکبان برای اولین بار در کشور تدوین شد.

در این استاندارد، شغل پاکبان به عنوان یکی از مشاغل حوزه خدمات شهری در گروه بهداشت و ایمنی تعریف شد و کارگران این حوزه، وظایفی از قبیل رفتو روبه جمع‌آوری و انتقال پسماند، هدایت آب‌های سطحی، لایروبی کانال‌ها را به عهده دارند و با افرادی مانند مسئولان ایستگاه‌های خدمات شهری در ارتباط هستند.

در این استاندارد، حداقل میزان تحصیلات، توانایی افراد، طول مدت آموزش، شیوه ارزشیابی، صلاحیت حرفه‌ای مربیان و توانایی‌های شغل به تفکیک دانش، مهارت، نگرش، ایمنی، توجهات زیست محیطی مورد انتظار و تجهیزات مورد نیاز برگزاری دوره آموزشی تعیین شد و با شماره ملی شناسایی شغل ۹۰۹۹/۱۰/۱/۱ در سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور به ثبت رسید.

با همکاری بین بخشی سازمان مدیریت پسماند شهرداری قزوین، اداره کل آموزش فنی و حرفه‌ای قزوین و دفتر امور شهری استانداری قزوین، طی تفاهم نامه‌ای مقدمات اجرای دوره فراهم و مرکز آموزش پاکبان، وابسته به سازمان مدیریت پسماند شهرداری قزوین تأسیس شد. همچنین محتوای دوره آموزشی نیز طبق استاندارد شغل، به کمک کارشناسان سازمان مدیریت پسماند قزوین تهیه و تدوین شد. تجهیزات و لوازم مورد نیاز جهت اجرای دوره فراهم و مرکز آموزش از سال ۱۳۸۹، آماده پذیرش کار آموز شد و دوره آموزشی نیز از همان سال برگزار شد. پس از اتمام دوره، آزمون تئوری و عملی از طریق اداره کل آموزش فنی و حرفه‌ای قزوین برگزار و برای افرادی که حداقل امتیاز لازم (۷۰ از ۱۰۰ امتیاز) را در آزمون تئوری و عملی کسب کردند، گواهی مهارت پاکبان از طرف اداره کل آموزش فنی و حرفه‌ای قزوین صادر شد.

پس از گذشت ۳ ماه از اتمام دوره بر اساس توانایی‌های تعریف شده در استاندارد شغل و آموزش، شامل ۱. توانایی برقراری ارتباط با شهروندان ۲. توانایی حفظ بهداشت فردی ۳. توانایی آماده سازی ابزار کار ۴. توانایی رفت‌وروب دستی ۵. توانایی جمع‌آوری و انتقال پسماند ۶. توانایی جمع‌آوری ضایعات و لایروبی نهرها و کانال‌های سرپوشیده و روباز ۷. توانایی ارائه گزارش اتفاقات ۸. توانایی بارگیری مکانیکی پسماندها ۹. توانایی انجام کمک‌های اولیه، بر اساس جمع بندی نتایج سه مرحله آزمون، ارزیابی از طریق مسئول مستقیم کار آموز و ارزیابی از طریق گروه، اثربخشی دوره آموزشی تعیین شد.

اثربخشی برای کار آموزان دوره اول و دوم (۴۴ نفر) نشان داد که میانگین امتیاز کسب شده در نیاز سنجی (ارزیابی توانایی‌ها قبل از دوره) از عدد ۴۷/۷ به ۷۲/۵ از ۱۰۰ امتیاز ارتقا یافته است.

نتیجه

با این مطالعه کاربردی مشخص شد که با تعریف شغلی به نام پاکبان و دریافت گواهی مهارت، علاوه بر ارج نهادن به شخصیت کارگران، مهارت آنها نیز در انجام وظایف ارتقا می‌یابد به طوری که فعالیت‌های خدمات شهری را به نحو صحیح تری انجام داده و با خطرات کمتری از جنبه بهداشتی و ایمنی که ناشی از ناآگاهی و عدم توانایی در انجام صحیح وظایف است، مواجه می‌شوند و باعث افزایش بهره‌وری کار و ارتقای سطح سلامت فرد و جامعه می‌شود و با توجه به کسب مهارت در زمینه کمک‌های اولیه و پراکنش این افراد در سطح شهر، پیش‌بینی می‌شود که آنان می‌توانند هنگام وقوع حوادث غیر مترقبه، به شهروندان کمک رسانی کنند.

پیشنهادات

۱. گسترش این نوع آموزش در سطح کشور
۲. انجام مطالعات و پژوهش‌های تکمیلی در زمینه عوامل اثرگذار بر شغل پاکبان، شامل عوامل فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و ارگونومیک
۳. الزام در اجرای این آموزش و به کارگیری کارگران دارای گواهی مهارت پاکبان در شهرداری‌های سراسر کشور
۴. مطالعه و پژوهش در زمینه شناسایی و بررسی حوادث شغلی مرتبط با کارگران خدمات شهری با توجه به کثرت و پراکندگی این افراد در سطح جامعه

سپاسگزاری

در پایان از زحمات و مساعدت‌های شهردار محترم قزوین، مدیرعامل سازمان مدیریت پسماند شهرداری قزوین، سازمان آموزش فنی‌وحرفه‌ای کشور، اداره کل آموزش فنی‌وحرفه‌ای قزوین و دفتر امور شهری استانداری قزوین که در اجرای این طرح ما را یاری رساندند، تقدیر و تشکر می کنیم.

منابع:

کلیه اطلاعات این مقاله نتیجه کار میدانی انجام شده در سازمان مدیریت پسماند شهرداری قزوین است.

بررسی و انتخاب روش‌های مدیریت مجزا و تلفیقی همزمان پسماندهای جامد و فاضلاب در مناطق روستایی ایران

محمد فهیمی نیا[1] / علیرضا مصداقی نیا[1] / علی اکبر عظیمی[2] / سیمین ناصری[3]
امیرحسین محوی[4] / علی اصغر حبیب پور[4] / رضا دهنادزاده[5] / روزبه اکبری[6] / فاطمه رشوبان[7]

مرکز تحقیقات آلاینده‌های محیطی و دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی قم ۱
Fahiminia.m@gmail.com
دانشگاه علوم پزشکی تهران ۲، دانشگاه تهران ۳، سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور ۴، دانشگاه علوم پزشکی تبریز ۵،
شرکت اندیشه محیط آب گستر ۶، دانشگاه آزاد اسلامی واحد پرند ۷
habibpoor_a@yahoo.com
r_dehghanzadeh@yahoo.com
mohitabgostar@gmail.com

براساس آمارهای موجود، حدود ۲۲ میلیون نفر از جمعیت کشور در ۶۸۱۲۲ روستا سکونت دارند و طبق آمار وزارتخانه‌های کشور و نیرو، ۵۵۰۰ روستا (۱۲/۴ درصد کل روستاها) تحت پوشش سیستم مدیریت پسماند و ۶۸۰ روستا (یک درصد روستاهای کشور) دارای تاسیسات جمع‌آوری و دفع بهداشتی فاضلاب هستند. میانگین سرانه تولید پسماند و فاضلاب روستایی در کشور به ترتیب ۵۰۰ گرم و ۱۱۰ لیتر در روز به‌ازای هر نفر است؛ بنابراین روزانه حدود ۱۱۵۰۰ تن پسماند و ۲/۴۲ میلیون مترمکعب فاضلاب در مناطق روستایی کشور تولید می‌شود. در این مطالعه براساس نتایج مطالعات ملی و موردی انجام شده، تجربیات سایر کشورها و وضعیت موجود روستاهای کشور، ابتدا روش‌های مناسب مدیریت فاضلاب‌ها و پسماندهای جامد به‌صورت مجزا، تعیین و سپس سیستم‌های تلفیقی مدیریت همزمان با اولویت روش‌های مدیریت در محل و با هدف عمده بازیافت مواد و انرژی مورد توجه قرار گرفته است. براساس نتایج طرح، روش‌های اولویت‌دار برای جمع‌آوری فاضلاب روستایی و تصفیه فاضلاب به ترتیب عبارتند از سیستم‌های ثقلی با قطر کوچک و متعارف ساده شده و سیستم‌های دفع در محل و طبیعی. راهکارهای مناسب برای مدیریت پسماندهای جامد روستایی، ضمن توجه به کاهش تولید و تفکیک در مبدا، به ترتیب روش‌های بیوکمپوست (خانگی، ورمی کمپوست و حوضچه‌ای)، بیوگاز و دفن مهندسی - بهداشتی است. در سیستم‌های تلفیقی، اولویت اول استفاده از روش تولید کمپوست و بیوگاز با ترکیب راکتور بی‌هوازی UASB و بیوگاز چینی و اولویت دوم تولید کمپوست به روش هوازی طبق روش Maltrum است. استفاده از نتایج این پژوهش به عنوان راهنمایی برای انتخاب سیستم بهینه مدیریت فاضلاب و پسماند در روستاهایی که دارای اطلاعات پایه و محلی دقیق و کاملی هستند، مفید خواهد بود.

واژگان کلیدی: *ایران، مناطق روستایی، فاضلاب، پسماند*

۱- مقدمه

روستا به مجموعه مکان و اراضی به هم پیوسته‌ای (اعم از کشاورزی و غیر کشاورزی) که خارج از محدوده شهرها واقع شده و دارای محدوده ثبتی یا عرفی مستقل باشند، اطلاق می‌شود (۱). جامعه روستایی ایران با عنایت به نیازها و محرومیت‌ها و با توجه به قابلیت‌های تولیدی آن، بخش اساسی در برنامه‌های توسعه کشور محسوب می‌شود. تجربه تاریخی فرآیند توسعه در کشورهای توسعه‌یافته این موضوع را معلوم ساخته است که توسعه روستایی یک ضرورت بنیادی برای توسعه ملی است و باید در اولویت برنامه‌های توسعه‌ای قرار گیرد. توسعه پایدار روستاها خود متأثر از میزان پایداری در سیستم‌های زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی است و در این میان، توسعه اقتصادی و اجتماعی نیز بدون توجه به محدودیت‌های سیستم‌های زیست محیطی دوام نداشته و پایدار نخواهد بود. تدوین و اجرای راهکارهای مؤثر برای حفاظت از محیط زیست و توسعه پایدار روستاهای کشور در جهت دستیابی به اهداف برنامه‌های توسعه و سند چشم‌انداز کشور ضروری است و نقش مهمی در حفظ سلامت و افزایش توان تولید روستاییان و به تبع آن، رشد اقتصادی کشور خواهد داشت.

لزوم حفظ محیط زیست و بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی از دیگر ضرورت‌های برنامه‌ریزی توسعه روستایی است. حفاظت از محیط زیست و جلوگیری از تداوم آلودگی و تخریب، از مهم‌ترین عوامل دستیابی به توسعه پایدار محسوب می‌شود. روستاییان به دلیل شیوه زندگی و نوع معیشت، بهره‌بردار اصلی و مستقیم از منابع طبیعی (مانند اراضی، آب، خاک، جنگل و مرتع) محسوب می‌شوند و علی رغم داشتن فقط ۳۸ درصد جمعیت کشور، حدود ۹۰ درصد از عرصه‌های طبیعی کشور را در اختیار دارند و از این بهره‌برداری می‌کنند. با توجه به ضرورت و اهمیت حفظ محیط زیست و حفاظت از منابع طبیعی در جهت بقا، تداوم و پایداری زندگی انسان، ارتقای شرایط زندگی و معیشت در نواحی روستایی و تأمین نیازهای اولیه و اساسی روستاییان، از طریق برنامه‌ریزی توسعه روستایی می‌توان زمینه حفاظت از محیط زیست و منابع طبیعی کشور را فراهم

ساخت. برخی از مهم‌ترین عوامل آلودگی و تخریب محیط زیست روستاهای کشور عبارتند از(۱و۲):

- انواع پسماند تولیدی از اماکن مسکونی، عمومی، تجاری، صنعتی و فعالیت‌های کشاورزی و دامداری
- انواع فاضلاب تولیدی اعم از خانگی، صنعتی و کشاورزی
- آلودگی‌های ناشی از سوخت‌های بیومس (چوب، زائدات محصولات کشاورزی، فضولات دامی و...) که غالباً در شرایط نامناسب و ابتدایی سوزانده می‌شوند
- پخش رواناب‌های سطحی در محیط روستاها
- کاربرد غیر اصولی انواع کودها، سموم و آفت‌کش‌ها

جمع‌آوری و دفع بهداشتی فاضلاب و پسماندهای جامد روستایی جزء اولویت‌های مهم برنامه‌ریزان، متولیان و متخصصان توسعه روستایی بشمار می‌رود. در کشورما این وظیفه مهم به عهده وزارتخانه‌های نیرو و کشور گذاشته شده است. بررسی اقدامات انجام شده و تجربیات کاری نویسنده این اثر، نشان‌دهنده آن است که در زمینه آبرسانی به روستاهای کشور اقدامات گسترده‌ای از ۳۰ سال گذشته شروع و در حال حاضر، اکثر جمعیت روستایی کشور(حدود ۹۰درصد) از آب سالم بهره‌مندند، ولی درخصوص جمع‌آوری و دفع بهداشتی فاضلاب و پسماندهای جامد روستایی، فعالیت‌های اجرایی قابل توجهی (به‌جز انجام مطالعات و اجرای تأسیسات فاضلاب در تعداد معدودی از روستاها (کمتراز یک درصد روستاها)، انجام مطالعات و تأمین ماشین‌آلات جمع‌آوری پسماند در روستاهای دارای دهیاری در ۱۰سال اخیر)، انجام نشده است و درآینده شاهد فعالیت‌های گسترده دراین زمینه خواهیم بود. ایجاد سیستم مناسب مدیریت پسماندها و فاضلاب‌ها در مناطق روستایی، نقش مهمی در ارتقای سطح بهداشت عمومی و حفاظت از محیط زیست دراین مناطق ایفامی‌کند.

اصول اساسی و کلیدی دهگانه‌ای که لازم است حتی‌الامکان در تعیین روش‌های مناسب برای مدیریت فاضلاب‌ها و پسماندها درمناطق روستایی کشور رعایت شود، عبارتند از(۷):

۱- ارتقای سطح بهداشت عمومی و حفاظت ازمحیط زیست به عنوان اولویت اول و اولین هدف طرح پیشنهادی
۲- استفاده مجدد و بازیافت فاضلاب‌ها و پسماندها
۳- حداقل استفاده از تجهیزات برقی و مکانیکی با توجه به هزینه‌های بالا و مشکلات بهره‌برداری از آنها
۴- حداکثر استفاده از امکانات محلی و منطقه‌ای، اعم از نیروی انسانی، تجهیزات و مصالح در ساخت و بهره برداری سیستم‌ها
۵- استفاده از روش پیشنهادی با حداقل میزان مصرف انرژی باشد و حداکثر تولید انرژی
۶- استفاده از روش پیشنهادی که تعمیر، نگهداری و راهبری سیستم آن، آسان و ارزان باشد.
۷- تأسیسات آن در مقابل بلایای طبیعی، پایداری مورد قبول داشته و از ایمنی لازم برخوردار باشد.
۸- روش‌های انتخابی با شرایط محلی و مشخصات کمی وکیفی پسماندها و فاضلاب‌های تولیدی تناسب داشته، ازنظر فنی کارآمد و مطابق استانداردهای بهداشتی، زیست محیطی و ملی باشند.
۹- زمینه جلب مشارکت و کمک‌های مردمی و دستگاه‌های اجرایی ذیربط فراهم شده و از مقبولیت و پذیرش عمومی برخوردار باشد.
۱۰- اصول اقتصادی و صرفه‌جویی در هزینه‌ها رعایت شود.

براساس آمارهای موجود، حدود ۲۲ میلیون نفر از جمعیت کشور در ۶۸۱۲۲ روستا سکونت دارند. دفع بهداشتی فاضلاب و پسماندهای جامد، نقش اساسی را در ارتقای سطح بهداشت عمومی، حفاظت از محیط زیست، توسعه پایدار و افزایش توان تولید این قشر عظیم جامعه به عهده دارد. درحال حاضر براساس آمار وزارتخانه‌های کشور و نیرو، ۵۵۰۰ روستا (۱۲/۴درصد کل روستاها) تحت پوشش سیستم مدیریت پسماند و ۶۸۰ روستا (یک درصد روستاهای کشور) دارای تأسیسات جمع‌آوری و دفع بهداشتی فاضلاب هستند. میانگین سرانه تولید پسماند و فاضلاب روستایی در کشور به ترتیب ۵۰۰ گرم و ۱۱۰ لیتر در روز به ازای هرنفر می‌باشد؛ بنابراین روزانه حدود۱۱۵۰۰تن پسماند و ۲/۴۲ میلیون مترمکعب فاضلاب درمناطق روستایی کشورتولید می‌شود (۶،۵) که باتوجه به مواجه بودن بسیاری از روستاهای کشور با مشکل دفع غیربهداشتی فاضلاب و پسماند، اتخاذ شیوه‌های مدیریتی مناسب یک ضرورت محسوب می‌شود.

۲- روش تحقیق

این مطالعه با بهره‌گیری از نتایج مطالعات ملی و موردی انجام شده در زمینه فاضلاب و پسماندهای روستایی کشور (ارائه شده درمراجع)، تجربیات سایرکشورها و وضعیت موجود روستاهای کشور، طی مراحل زیر انجام پذیرفته است:

۱- بررسی، اولویت بندی و انتخاب روش‌های مناسب جمع‌آوری فاضلاب در مناطق روستایی کشور
۲- بررسی، اولویت بندی و انتخاب روش‌های مناسب تصفیه فاضلاب در مناطق روستایی کشور
۳- بررسی، اولویت بندی و انتخاب روش‌های مناسب مدیریت پسماند در مناطق روستایی کشور
۴- بررسی، اولویت بندی و انتخاب روش‌های مناسب مدیریت همزمان (مشترک) پسماندها و فاضلاب‌ها در مناطق روستایی کشور

درانتخاب روش‌های مناسب در ۴ مرحله فوق الذکر، حتی‌الامکان اصول کلی ده‌گانه بیان شده درقسمت مقدمه رعایت شده است.

۳- دستاوردها

۳-۱- روش‌های مناسب جمع آوری فاضلاب در مناطق روستایی کشور

اصولاً سیستم‌های جمع‌آوری و انتقال فاضلاب مناطق روستایی و مراکز کم جمعیت در مقایسه با مناطق شهری و مراکز پر جمعیت به دلایل فنی و اقتصادی تفاوت‌های اساسی دارد(۱و۹). عمده‌ترین مشکلات اختصاصی در راه احداث و راهبری تأسیسات فاضلاب روستایی، هزینه سنگین، کمبودآب (فاضلاب) و مسائل مدیریتی است(۶،۸). در حال حاضر تعداد معدودی از روستاهای کشور شبکه مدرن جمع‌آوری فاضلاب دارند، سایر روستاها را بر اساس وضع موجود دفع فاضلاب به سه دسته کلی می‌توان تقسیم بندی کرد (۷):

الف) روستاهای فاقد شبکه جمع‌آوری فاضلاب (دارای مشکل دفع فاضلاب)

ب) روستاهای فاقد شبکه جمع‌آوری فاضلاب (بدون مشکل دفع فاضلاب)

ج) روستاهای دارای شبکه سنتی جمع‌آوری فاضلاب

تمامی روستاهایی که فعلاً شبکه جمع‌آوری فاضلاب ندارند و از نظر دفع فاضلاب با مشکل مواجه هستند باید در اولویت قرار گیرند. همکاری مردم روستا برای احداث شبکه جمع‌آوری و نصب سریع آن به انشعابات، قابل انتظار است. شایان ذکر است با وجود اینکه از نظر ایجاد تأسیسات فاضلابی، این روستاها در اولویت قرار دارند، ولی چنانچه به دلیل کمبود اعتبار، احداث این تأسیسات در روستاهای مذکور به طور کامل میسر نباشد، توصیه می‌شود که با رعایت اصول حفاظت از محیط زیست، در مرحله اول نسبت به احداث شبکه جمع‌آوری و انتقال فاضلاب به خارج از محوطه روستا اقدام و سپس برای تصفیه، دفع یا استفاده مجدد از آن برنامه‌ریزی شود.

در روستاهای فاقد شبکه جمع‌آوری فاضلاب که مشکل عمده‌ای برای دفع فاضلاب وجود ندارد، نباید انتظار داشت که احداث شبکه جمع‌آوری فاضلاب با استقبال مردم روبه‌رو شود. در چنین شرایطی احتمالاً خرید و اتصال انشعاب‌ها به موقع انجام نمی‌شود و در نتیجه، دبی فاضلاب ورودی به شبکه، از مقدار پیش‌بینی شده کمتر خواهد بود؛ بنابراین احداث تأسیسات فاضلابی در این روستاها به مطالعه و دقت نظر بیشتری نیازمند است و تا زمانی که زمینه‌های فرهنگی و جلب مشارکت و همکاری‌های مردمی برای ساخت این تأسیسات فراهم نشده است، باید در ساخت آنها احتیاط شود (۷).

روستاهای دارای شبکه سنتی جمع‌آوری فاضلاب، احتمالاً از مدت‌ها قبل برای دفع فاضلاب مشکل داشته‌اند؛ بنابراین چنانچه بررسی‌های جدید نیز وجود مشکل در دفع فاضلاب را تأیید کنند، لازم است این روستاها در اولویت ویژه قرار گرفته و در اولین فرصت نسبت به اصلاح و بسط شبکه جمع‌آوری فاضلاب در آنها اقدام شود. چنانچه پس از انجام بررسی‌های مورد نیاز، ضرورت احداث شبکه جمع‌آوری فاضلاب در یک روستا مشخص شود، با رعایت نکات زیر گزینه بهتر برای جمع‌آوری فاضلاب انتخاب شود (۷):

- حداقل هزینه سرمایه گذاری
- حداقل ارزش فعلی مجموع هزینه‌های جاری در طول دوره طرح
- حداقل مجموع هزینه‌های ارزی اعم از سرمایه‌گذاری و جاری
- سادگی عملیات اجرایی، بهره برداری و نگهداری
- حداکثر استفاده از مصالح، وسایل و امکانات محلی و منطقه‌ای
- حداقل نیاز به تجهیزات برقی و مکانیکی (حداقل مصرف انرژی)
- حداقل نیاز به نیروی انسانی غیر بومی
- حداقل ایجاد مزاحمت برای مردم و محیط زیست
- پاسخگو بودن از لحاظ فنی و اجرایی

در انتخاب گزینه، علاوه بر رعایت اصول اقتصادی، تطابق و هماهنگی آن گزینه با شرایط و امکانات محلی اهمیت فوق العاده‌ای دارد. همچنین باید توجه کرد که اهمیت نکات مذکور در بالا برای پروژه‌های مختلف یکسان نیست و لازم است تا ضرایبی برای تعیین اهمیت هر یک انتخاب شود. از آنجا که ضرایب در انتخاب گزینه برتر اثر تعیین کننده دارد، توصیه می‌شود این ضرایب با توجه به مقتضیات، امکانات و محدودیت‌ها

جدول شماره یک: رتبه بندی نهایی گزینه‌های جمع‌آوری فاضلاب برای استفاده در روستاهای کشور

ردیف	نوع سیستم جمع‌آوری	امتیاز کل	اولویت
۱	ثقلی با قطر کوچک	۱۸۴	اول
۲	ثقلی متعارف ساده شده	۱۲۳	دوم
۳	تحت فشار	۹۳	سوم
۴	تحت خلا	۸۶	چهارم

جدول شماره دو: معیارهای مقایسه سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب با یکدیگر و وزن آنها

ردیف	معیار	وزن
۱	نیاز به تجهیزات برقی و مکانیکی	۵
۲	مشکلات بهره برداری و نگهداری	۴
۳	مشکلات اجرایی	۴
۴	تاثیر بر سیستم تصفیه فاضلاب	۳
۵	قطر لوله مصرفی و عمق کارگذاری لوله‌ها	۳
۶	نیاز به ساخت سپتیک تانک و مخازن ذخیره در شبکه	۲
۷	نرخ مصرف انرژی	۲
۸	نرخ ورود آب‌های نفوذی و نشاب به داخل شبکه	۱
۹	نیاز به ساخت آدم رو	۱

به طور دقیق تعیین شوند.

باتوجه به موارد فوق الذکر، چهار روش جمع‌آوری فاضلاب جهت استفاده در روستاهای کشور به شرح زیر انتخاب و مقایسه شدند:

گزینه ۱: روش تحت فشار

گزینه ۲: روش تحت خلاء

گزینه ۳: روش ثقلی با قطر کوچک

گزینه ۴: روش متعارف ساده شده

سپس این روش‌ها با معیارهای ۹ گانه (با وزن ۱ تا ۵) و زیرمعیارهای مربوطه (با امتیاز ۱ تا ۱۰) و با توجه به ویژگی‌های هر یک از روش‌ها و همچنین وضعیت روستاها، مورد مقایسه قرار گرفته و نهایتاً اولویت بندی شدند. نتایج حاصله درجداول شماره یک و دو ارائه شده است.

۳-۲- روش‌های مناسب تصفیه فاضلاب در مناطق روستایی کشور

براساس مطالعات انجام شده در رابطه با شیوه‌های مختلف تصفیه فاضلاب در اجتماعات کوچک و مناطق روستایی (۷،۸) و با توجه به شرایط موجود روستاهای کشور، چهار روش تصفیه فاضلاب به منظور استفاده در مناطق روستایی به شرح زیر، انتخاب و مقایسه شدند.

گزینه ۱: چاه جاذب (برای روستاهایی که در حال حاضر استفاده از چاه جاذب از جوانب بهداشتی و زیست محیطی خوانگوست)

گزینه ۲: تصفیه مقدماتی همراه با تصفیه تکمیلی با کاربری زمین

گزینه ۳: برکه تثبیت و تبخیر (سیستم‌های طبیعی)

گزینه ۴: سیستم‌های راکتوری و پیش ساخته

با توجه به تأثیرپذیری زیاد سیستم تصفیه از شرایط آب وهوایی، سطح ایستهای زیر زمینی و دقت زمین، ابتدا روستاهای کشور بر اساس شرایط فوق به چهار گروه دسته بندی شدند (جدول شماره سه). سپس بر اساس معیارهای مشخص روش‌های تصفیه در هر یک از دسته‌های چهارگانه، اولویت بندی شدند. معیارهای اولویت بندی روش‌های تصفیه همراه با وزن مربوطه در جدول شماره ۴ ارائه شده است.

براساس معیارها و وزن آنها (جدول شماره ۴) و زیر معیارهای هر یک

جدول شماره ۵: سیستم‌های رایج دفع‌های کشور در شرایط آب و هوایی دفع آبهای زیرزمینی و سطح زمین

شماره ردیف	وضعیت آب و هوا	سطح آب زیرزمینی و قابلیت نفوذ پذیری زمین
اول	خشک و نیمه خشک و بیابانی	سطح آب زیرزمینی پایین و زمین دارای قابلیت نفوذپذیری کم
دوم	نیمه خشک و خشک بیابانی	سطح آب زیرزمینی پایین و زمین دارای قابلیت نفوذپذیری کم
سوم	خشک و نیمه خشک بیابانی	سطح آب زیرزمینی بالا و زمین فاقد قابلیت نفوذپذیری کم
چهارم	نیمه خشک و مدیترانه ای	سطح آب زیرزمینی بالا و زمین فاقد قابلیت نفوذپذیری کم

جدول شماره ۴: معیارهای مقایسه سیستم‌های تصفیه فاضلاب در مناطق روستایی کشور و وزن آنها

ردیف	وزن معیار	آب و هوای خشک و بیابانی	آب و هوای نیمه خشک و مدیترانه ای
۱	اقتصاد	۱۰	۵
۲	کارایی	۵	۵
۳	قابلیت	۳	۳
۴	نیازها	۲	۲
۵	بهداشت و محیط زیست	۲	۴
۶	امکان استفاده مجدد	۲	۱

از آنها، بر اساس مشخصات سیستم‌های تصفیه و شرایط روستاهای کشور و امتیاز در نظر گرفته شده برای هریک از زیرمعیارها درمحدوده ۱ تا ۱۰، نهایتا نتیجه مقایسه سیستم‌های تصفیه فاضلاب با یکدیگر در دسته‌های مختلف روستاها به صورت جداول شماره ۵ تا ۷ مشخص شد. کاربرد چاه جاذب برای دفع فاضلاب در دسته‌های سوم و چهارم به دلیل بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی یا عدم نفوذپذیری مناسب زمین امکان‌پذیر نیست ضمنا در صورت در دسترس بودن زمین مناسب و کافی، کاربرد سیستم برکه تثبیت امکان‌پذیر خواهدبود.

۳-۳- روش‌های مناسب فرآیند مدیریت پسماند در روستاهای کشور

براساس نتایج مطالعات ملی و موردی انجام شده (۵،۴) وضعیت فعلی مدیریت پسماند در اکثر روستاهای کشور که به صورت جمع‌آوری مخلوط پسماندها و دفن غیر بهداشتی (تلنبار) آنها یا سوزاندن درفضای آزاد است، موردقبول نیست و با معیارهای مهندسی، بهداشتی و زیست محیطی و قوانین ذیربط موجود، مثل قانون مدیریت پسماندها و آیین‌نامه‌های اجرایی آن مطابقت ندارد.

جدول شماره ۶: رتبه بندی نهایی گزینه‌های تصفیه فاضلاب در دسته اول روستاهای کشور

ردیف	نوع سیستم	امتیاز کل	اولویت
۱	چاه جاذب	۱۸۶	اول
۲	مقدماتی + تکمیلی توسعه زمین	۱۶۲	دوم
۳	برکه تثبیت و تبخیر	۱۵۰	سوم
۴	راکتوری	۱۰۸	چهارم

جدول شماره ۷: رتبه‌بندی نهایی گزینه‌های تصفیه فاضلاب در دسته دوم روستاهای کشور

ردیف	نوع سیستم	امتیاز کل	اولویت
۱	مقدماتی + تکمیلی توسعه زمین	۱۶۱	اول
۲	چاه جاذب	۱۸۰	دوم
۳	برکه تثبیت و تبخیر	۱۳۳	سوم
۴	راکتوری	۱۲۲	چهارم

جدول شماره ۸: رتبه بندی نهایی گزینه‌های تصفیه فاضلاب در دسته‌های سوم و چهارم روستاهای کشور

ردیف	نوع سیستم	امتیاز کل	اولویت
۱	مقدماتی + تکمیلی توسعه زمین	۱۶۱	اول
۲	برکه تثبیت و تبخیر	۱۳۳	دوم
۳	راکتوری	۱۲۲	سوم

با توجه به شرایط روستاهای کشور و درنظر گرفتن اصول کلی ارائه شده درقسمت مقدمه ومطالعات انجام شده، گزینه‌های زیر برای مدیریت پسماند درمناطق روستایی کشورانتخاب شدند:

گزینه ۱:

کاهش تولید، تفکیک ازمبداء، ذخیره موقت، جمع‌آوری و حمل ونقل، پردازش و بازیافت پسماند خشک با ارزش، بیوکمپوست پسماندآلی (خانگی، ورمی کمپوست، حوضچه ای و پشته‌ای)، دفن مهندسی و بهداشتی

گزینه ۲:

کاهش تولید، تفکیک ازمبدأ، ذخیره موقت، جمع‌آوری وحمل ونقل، پردازش و بازیافت پسماند خشک بارزش، هاضم بی هوازی (بیوگاز)، دفن مهندسی و بهداشتی

گزینه ۳:

کاهش تولید، تفکیک ازمبداء، ذخیره موقت، جمع‌آوری وحمل ونقل، پردازش و بازیافت پسماند خشک با ارزش، دفن مهندسی و بهداشتی

براساس قانون مدیریت پسماند وآیین نامه اجرایی آن، ضرورت کاهش تولید و به ویژه استفاده ازروش تفکیک درمبداء، درتمام گزینه‌های پیشنهادی برای بهبود وضعیت موجود وجود دارد. ذخیره موقت در ظروف مناسب و وجود سیستم جمع‌آوری متناسب با کمیت و کیفیت پسماندها، با فاصله زمانی صحیح و شرایط محیطی ازجمله آب‌وهوا و معابر روستا، از عناصر موظف مدیریت جامع و اصولی پسماند به شمار می‌رود. باتوجه به ترکیب پسماندها و پتانسیل کشاورزی درمناطق روستایی و نیاز بالای خاک‌های کشاورزی، تولید و مصرف کمپوست در این مناطق قابل توجیه است. همچنین با توجه به آثار بهداشتی و زیست محیطی پسماندها و هزینه‌های بالای جمع‌آوری و دفع آنها، مشارکت تولیدکنندگان پسماند در اولویت است. با توجه به وجود مواد غیرقابل بازیافت، اعم از تر یا خشک درترکیب پسماندها، استفاده از روش دفن به عنوان روش تکمیلی درتمام گزینه‌ها اجتناب ناپذیر است.

پس ازمشخص شدن گزینه‌ها، معیارهای زیر برای مقایسه گزینه‌های مختلف مدیریت پسماند درمناطق روستایی انتخاب شدند:

- زمین مورد نیاز
- انرژی
- هزینه
- آثار زیست محیطی
- پیچیدگی هر فرآیند
- سهولت پیاده سازی
- مقبولیت عمومی
- میزان بازیافت مواد

نتایج اولویت بندی گزینه‌های مختلف مدیریت پسماند براساس معیارهای مدنظر درجداول شماره ۸ و ۹ ارائه شده است.

۴-۳- روش‌های تلفیقی مناسب برای مدیریت همزمان پسماند و فاضلاب‌ها درمناطق روستایی کشور

درانتخاب روش‌های مناسب مشترک برای تصفیه و استفاده مجدد فاضلاب‌ها و پسماندها درمناطق روستایی، موارد زیر مد نظر قرارگرفته‌اند:

۱- توجیه‌پذیربودن سیستم از نظر معیارهای فنی، بهداشتی، زیست

جدول شماره ۸: اولویت بندی روش‌های مختلف مدیریت پسماند در مناطق روستایی کشور

معیار / گزینه	گزینه ۱	گزینه ۲	گزینه ۳
زمین مورد نیاز	۱	۲	۳
تولید انرژی	۲	۱	۳
هزینه مورد نیاز	۳	۲	۱
اثرات زیست محیطی	۱	۲	۳
سهولت و پیچیدگی فرایند	۲	۳	۱
بازیافت مواد	۲	۱	۳
مقبولیت مردمی و مسائل ایمنی	۱	۲	۳
جمع	۱۱	۱۳	۱۷

جدول شماره ۹: رتبه‌بندی نهایی گزینه‌های مناسب مدیریت پسماند در مناطق روستایی کشور

گزینه	نوع فرایند مدیریت پسماند	اولویت
۱	کاهش تولید، تفکیک از مبدا، ذخیره موقت، جمع‌آوری و حمل و نقل، بازیافت خشک، کمپوست آلی، دفن	اول
۲	کاهش تولید، تفکیک از مبدا، ذخیره موقت، جمع‌آوری و حمل و نقل، بازیافت خشک، هاضم بیوگاز، دفن	دوم
۳	کاهش تولید، تفکیک از مبدا، ذخیره موقت، جمع‌آوری و حمل و نقل، بازیافت خشک، دفن	سوم

محیطی و اجتماعی

۲- اولویت داشتن روش پیشنهادی برای تصفیه و استفاده مجدد مجزای فاضلاب و پسماندها طبق مطالب ارائه شده در قسمت نتایج

۳- حتی‌الامکان، رعایت اصول کلی و نکات کلیدی در تعیین روش‌های مناسب برای مدیریت فاضلاب‌ها و پسماندها در مناطق روستایی کشور

۴- استفاده از روش‌های بیولوژیکی به ویژه روش‌های بی هوازی در مقایسه با سایر روش‌ها با توجه به مزایای آن

۵- استفاده از نتایج مطالعات ملی و موردی انجام شده در کشور و تجربیات سایر کشورها و منابع معتبر

۶- مدیریت محلی و غیرمتمرکز پسماندها با حداکثر مشارکت مردمی و بازیافت مواد و انرژی

با توجه به موارد فوق الذکر، روش‌های انتخاب شده برای مدیریت مشترک فاضلاب و پسماندها در مناطق روستایی به شرح زیر است:

گزینه ۱: تولید کمپوست به روش هوازی درمحل تولید پسماند (روش Maltrum)

گزینه ۲: تولید کمپوست با روش هوازی با چاهک جذب شنی درمحل تولید پسماند

گزینه ۳: تولید کمپوست با روش بی هوازی با چاهک جذب شنی درمحل تولید پسماند

گزینه ۴: تولید کمپوست و بیوگاز با ترکیب راکتور بی‌هوازی UASB و بیوگازچینی

گزینه اول یک مخزن آسمند با کف شیب‌دار دارد. فضولات انسانی (فاضلاب سیاه یا فاضلاب توالت) از بالای مخزن وارد و با پسماندهای آلی (خانگی، فضولات دام وطیور وضایعات کشاورزی) ریخته شده درمخزن، مخلوط می‌شود و کمپوست تولیدی نیز به طور متناوب از قسمت پایین مخزن و از حوضچه ذخیره خالی می‌شود. درکنار درب دسترسی هوا ازطریق یک مجرا وارد مخزن می‌شود و ضمن هوازی کردن سیستم، به تبخیر رطوبت، حذف و خروج بو از لوله تهویه مخزن کمک می‌کند (۱۰). درصورت مرطوب بودن کمپوست تولیدی یا خروج شیرابه از مخزن، لازم است صافی شنی برای آبگیری و تصفیه شیرابه مد نظر قرارگیرد.

در گزینه دوم به منظور جلوگیری ازآلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی، در کف مخزن هضم آب بند، یک چاه جذبی شنی (پر از شن و ماسه) برای تصفیه پساب‌های خروجی از پسماندها و فضولات تعبیه شده است. فاضلاب توالت به همراه پسماندهای آلی، ضایعات باغبانی خردشده و فضولات دام و طیور وارد مخزن می‌گردد. سیستم دارای لوله‌ای برای ورود هوا به مخزن، لوله تهویه و دریچه دسترسی برای خارج کردن کمپوست‌های تولیدی است. (۱۰) این روش در مناطقی که نفوذ پذیری زمین زیاد و سطح آب زیرزمینی پایین باشد، کاربرد دارد.

گزینه سوم از یک مخزن هضم آب بند و هوابند متصل به چاه جذبی شنی تشکیل شده است. فاضلاب توالت به همراه پسماندهای آلی، ضایعات باغبانی خردشده و فضولات دام و طیور وارد هاضم (مخزن سپتیک) می‌گردد. سیستم دارای لوله تهویه و دریچه دسترسی برای خارج کردن کمپوست‌های تولیدی است. به رغم تولید بیوگاز در این روش، اولویت اول تولید کمپوست است و جمع‌آوری بیوگاز مدنظر نیست. این روش در مناطقی که نفوذ پذیری زمین زیاد و سطح آب زیرزمینی پایین باشد، کاربرد دارد.

درخصوص گزینه چهارم با توجه به کم بودن میزان جریان فاضلاب درمناطق روستایی و منشأ آلی اکثر پسماندهای جامد تولیدی درمحیط‌های روستایی (پسماندهای آلی خانگی، فضولات دام و طیور و ضایعات کشاورزی) و اشتراک نوع تجزیه بی هوازی موجود در راکتور بی‌هوازی UASB و هاضم بیوگاز، تلفیق این دو راکتور به صورتی که علاوه بر تصفیه فاضلاب، عمل هضم پسماندهای جامدآلی را نیز انجام دهد، ازیک سو شرط افزایش بارآلی ورودی به راکتور UASB جهت تأمین توانایی کارکرد راکتور فراهم می‌شود و ازسوی دیگر، قابلیت تولیدگازمتان و تولید کمپوست افزایش می‌یابد.

یادآور می‌شود که مهم‌ترین محدودیت درکارایی راکتور UASB در تصفیه فاضلاب خانگی، میزان بارآلی پایین این فاضلاب‌هاست؛ ازاین رو، ازاین روش عمدتا برای تصفیه فاضلاب‌های صنعتی با بار آلی بالا استفاده می‌شود. تجربه استفاده از بیوگاز مدل چینی درکشور وجود دارد و ساخت و بهره‌برداری از آن به سهولت امکان پذیر است. درصورت بالا بودن رطوبت لجن (کمپوست) خروجی ازسیستم، لازم است با پیش بینی صافی شنی یا بسترهای لجن خشک کن، نسبت به آبگیری وخشک کردن آن اقدام شود. (۳)

معیارهای انتخاب شده برای مقایسه گزینه‌های مختلف مدیریت تلفیقی پسماند و فاضلاب درمناطق روستایی عبارتند از:

- تولید انرژی
- هزینه موردنیاز (ساخت و بهره برداری)
- اثرات بهداشتی و زیست محیطی
- پیچیدگی فرآیند از نظر ساخت و بهره برداری
- میزان بازیافت مواد

نتایج اولویت‌بندی گزینه‌های مختلف مدیریت مشترک فاضلاب وپسماندها براساس معیارهای انتخابی ومشخصات روش‌ها درجداول

جدول شماره ۱۰: اولویت بندی گزینه‌های مختلف مدیریت تلفیقی پسماند و فاضلاب در مناطق روستایی کشور

معیار/گزینه	گزینه ۱	گزینه ۲	گزینه ۳	گزینه ۴
تولید انرژی	۴	۳	۲	۱
هزینه مورد نیاز	۴	۲	۱	۳
اثرات بهداشتی و زیست محیطی	۴	۳	۲	۱
سهولت ساخت و بهره برداری فرایند	۲	۳	۳	۴
میزان بازیافت مواد	۴	۳	۳	۱
جمع	۱۲	۱۵	۱۳	۱۱

جدول شماره ۱۱: رتبه‌بندی نهایی گزینه‌های مختلف مدیریت تلفیقی پسماند و فاضلاب در مناطق روستایی کشور

گزینه	نوع فرایند مدیریت پسماند	اولویت
۱	تولید کمپوست و بیوگاز با ترکیب راکتور بی‌هوازی UASB و بیوگاز چینی	اول
۲	تولید کمپوست به روش هوازی در محل تولید پسماند (روش Mallman)	دوم
۳	تولید کمپوست با روش بی‌هوازی با فلاک جذب شنی	سوم
۴	تولید کمپوست با روش هوازی با فلاک جذب شنی	چهارم

شماره ۱۰ و ۱۱ ارائه شده است.

بحث و نتیجه گیری

برای جمع‌آوری فاضلاب اجتماعات کوچک در مناطق روستایی، در بسیاری از کشورها دو سیستم غیر متعارف جمع‌آوری فاضلاب شامل سیستم جمع آوری ثقلی با قطر کوچک و سیستم متعارف ساده شده جمع‌آوری فاضلاب استفاده می‌شود که کاربرد آن در حال گسترش است (۷و۹). نتیجه به دست آمده از این تحقیق حاکی از آن است که روش ثقلی با قطر کوچک با ۱۸۲ امتیاز در اولویت اول، روش متعارف ساده شده با ۱۲۲ امتیاز در اولویت دوم، روش تحت فشار با ۹۴ امتیاز در اولویت سوم و روش تحت خلاء با ۸۶ امتیاز در اولویت چهارم قرار دارد. سیستم‌های انتخابی برای جمع‌آوری فاضلاب در مطالعات موردی توسط شرکت مهندسی آب و فاضلاب نیز با نتایج این تحقیق همخوانی دارد و اصولا کاربرد دو روش جمع‌آوری تحت فشار و تحت خلاء با توجه به هزینه‌های بالا و مشکلات ساخت و بهره برداری آنها در مناطق روستایی کشور از اولویت کمتری برخوردار است.

برای تصفیه و دفع بهداشتی فاضلاب روستاها، بیشتر سیستم‌های غیر متمرکز و مجزا و دفع در محل و روش‌های طبیعی مطرح اند (۱و۷). طبق نتایج این تحقیق در اکثر گروه‌های روستایی، روش‌های تصفیه درمحل و طبیعی در اولویت اول مطرح بوده و سیستم‌های راکتوری (مصنوعی) از اولویت کمتری برخوردار است.

برای مدیریت پسماندهای روستایی در ایران، طبق جدول شماره ۹ ضمن لزوم تلاش در جهت کاهش تولید و تفکیک در مبداء استفاده از سیستم‌های کمپوست با تأکید بر مدل‌های خانگی و محلی در اولویت اول و تولید بیوگاز در مرحله بعدی مطرح است. درصورت عدم امکان استفاده از این روش‌ها و توجیه پذیر نبودن آنها، دفن تمامی پسماندها، آن هم به صورت مهندسی وبهداشتی به عنوان آخرین راهکار پیشنهاد می‌شود.

حفاظت از محیط زیست و بازیافت مواد و انرژی از معیارهای مهم در انتخاب روش‌های تلفیقی مدیریت پسماند و فاضلاب‌های روستایی مطرح است و طبق جدول شماره ۱۱، اولویت اول استفاده از روش تولید کمپوست و بیوگاز با ترکیب راکتور بی‌هوازی UASB و بیوگاز چینی است. روش‌هایی که در آنها امکان بازیافت انرژی مطرح نیست و احتمال آلودگی محیط زیست زیاد باشد، از اولویت کمتری برخوردارند.

درنهایت، توصیه می‌شود با توجه به تاثیرگذاری عوامل مختلف در انتخاب یک روش مناسب برای مدیریت فاضلاب و پسماند یک روستا، چه به صورت مجزا و چه مشترک، در کاربرد دستاوردهای این تحقیق، ویژگی‌ها و شرایط منطقه‌ای و بومی هر روستا نیز مد نظر قرار گیرد. به بیان دیگر، استفاده از نتایج این پژوهش به عنوان راهنمایی برای شناخت و مقایسه خصوصیات روش‌های مختلف مدیریت فاضلاب و پسماند در مناطق روستایی و نیز روش شناختی انتخاب سیستم بهینه مدیریت فاضلاب و پسماند برای یک روستای معین که اطلاعات پایه و منطقه‌ای دقیق و کاملی داشته باشد، بسیار مفید خواهد بود.

مراجع

۱- فهیمی نیا، محمد، مهندسی محیط زیست (آب، فاضلاب، پسماند)، انتشارات ابتکار دانش، ۱۳۸۸

۲- فهیمی نیا، محمد، مهندسی پسماندهای جامد (راهنمای تدوین طرح‌های جامع مدیریت پسماند شهری، روستایی و صنعتی)، ۱۳۹۰ (زیر چاپ)

۳- فهیمی نیا، محمد، بررسی راهکارهای مدیریت مشترک پسماندها و فاضلاب‌ها در مناطق روستایی، مرکز پژوهش‌های شهری و روستایی سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، ۱۳۸۶

۴- فهیمی نیا، محمد، امکان سنجی کاربرد واحدهای بیوکمپوست خانگی در مناطق روستایی استان قم، اولین همایش ملی حفاظت محیط زیست و توسعه پایدار روستایی، ۱۳۸۶

۵- سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، گزارش‌های مطالعات طرح جامع مدیریت پسماندهای روستایی کشور، ۱۳۸۷

۶- شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، گزارش‌های مطالعات فاضلاب ۳۰۰ روستای کشور، ۱۳۸۲

۷- فهیمی نیا، محمد، بررسی و انتخاب تکنولوژی مناسب جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب روستایی در ایران، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، ۱۳۷۹

۸- فهیمی نیا، محمد، بررسی وضعیت موجود، نیاز سنجی، اولویت بندی و پیشنهاد روش‌های مناسب دفع بهداشتی فاضلاب روستاهای استان قم، استانداری قم، ۱۳۸۲

۹- فهیمی نیا، محمد، راهنمای مهندسی فاضلاب در اجتماعات کوچک، مرکز تحقیقات آب و فاضلاب وزارت نیرو، ۱۳۸۴

۱۰- محوی، امیرحسین و علوی، نادعلی (مترجم)، بازیافت مواد زائدات، فناوری و مدیریت، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۱۳۸۳

ارزیابی وضعیت موجود مشکلات و راهکارهای بهبود تفکیک از مبداء پسماندها از دیدگاه شهروندان در مناطق شهری کشور

محمد فهیمی نیا[1]/ عبدالله میرابراهیمی[2]/ مجید بیدختی[3]
شهروز فتحی[3]/ حسن کلانتری[3]/ وحیده فهیمی نیا[4]

مرکز تحقیقات آلاینده‌های محیطی و دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی قم[1]
Fahiminia.m@gmail.com
۱-سازمان مدیریت پسماند قم ۲- شرکت ایده پردازان توسعه
۳- شرکت طرح آب ریز ۴- دانشکده بهداشت قم[2]

برای اجرای طرح تفکیک از مبداء، آگاهی از نظرات و مشارکت تولیدکنندگان پسماند ضروری است. هدف این طرح، بررسی نظرات شهروندان در زمینه برنامه تفکیک از مبداء می‌باشد که از طریق تکمیل ۱۴۰۰ پرسشنامه با مصاحبه حضوری در سه استان قم، یزد و آذربایجان شرقی (شهرهای قم، یزد و شش و ۳۰ شهر تابعه) با جمعیت نزدیک به ۱/۸ میلیون نفر در قالب طرح جامع مدیریت پسماند به دست آمده است.

طبق نتایج حاصله، مهم‌ترین علل عدم موفقیت برنامه‌های تفکیک از مبداء از دیدگاه شهروندان به ترتیب به عدم اجرا و یا بی نظمی در اجرای برنامه توسط شهرداری‌ها (۴۵ درصد)، کافی نبودن آموزش‌های کاربردی (۳۲ درصد) و همکاری ضعیف مردم به دلایل مختلف از جمله مسائل فرهنگی و اجتماعی و نداشتن توجیه اقتصادی (۳۵ درصد) است. حدود ۹۰ درصد شهروندان برای اجرای طرح تفکیک از مبداء اعلام آمادگی کردند و دلیل آن را به ترتیب بازیافت بهتر و با کیفیت مواد، عدم تر یا خشک (۷۹ درصد)، حفاظت از محیط زیست و ارتقای سطح بهداشت (۶۵ درصد) و کمک به شهرداری (۴۳ درصد) عنوان کردند. ۷۰ درصد از شهروندان تقاضا دارند در برابر تفکیک در مبداء کیسه پسماند دریافت کنند و ۲۰ درصد انتظار دریافت وجه نقد دارند. شهروندان راهکارهای موفقیت طرح و افزایش مشارکت را به ترتیب اهمیت اجرای منظم طرح توسط شهرداری (۵۵ درصد) و مستمر بودن تبلیغات و ارائه آموزش‌های کاربردی و حضوری (۴۰ درصد) اعلام کردند.

واژگان کلیدی: پسماند شهری، تفکیک از مبداء، ایران، شهروندان، نظرسنجی، مشارکت

مقدمه

مهم‌ترین دلایل نیاز به تدوین طرح‌های جامع مدیریت پسماندها در مناطق شهری و روستایی کشور شامل عدم پاسخگو بودن وضعیت موجود مدیریت پسماند با توجه به عدم تحت پوشش قراردادن کلیه عناصر موطف آن، ضرورت و تکالیف شهرداری‌ها و دهیاری‌ها در اجرای قانون و آیین‌نامه اجرایی مدیریت پسماند و دستورالعمل‌های سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، فراهم شدن امکان جذب اعتبار از وزارت کشور برای بهبود وضعیت موجود وفقدان برنامه کوتاه و دراز مدت مشخص برای مدیریت مناسب پسماندها در منطقه مورد مطالعه است (۱،۲).

یکی از بخش‌های مهم هرطرح جامع مدیریت پسماند تهیه برنامه اجرایی طرح تفکیک از مبداء پسماندها است. اهمیت این موضوع تاحدی است که طبق آیین نامه اجرایی قانون مدیریت پسماند، در تمام شهرهای بالای یک میلیون نفر تا پایان سال ۹۰ و در مابقی شهرها تا پایان سال ۹۲ جمع‌آوری پسماندها به صورت تفکیک شده در مبداء انجام شود. تفکیک از مبداء با اهدافی چون بازیافت بخش قابل ملاحظه‌ای از پسماندها و برگشت آن به چرخه تولید و مصرف مجدد، کاهش قابل ملاحظه حجم و وزن پسماند، کاهش هزینه‌های مربوط به جمع‌آوری و دفع پسماند، منافع اقتصادی قابل کسب از مواد تفکیک شده، صرفه‌جویی در اراضی مورد نیاز برای دفن پسماند و کاهش هزینه‌های مربوط به کاهش استهلاک و هزینه‌های تعمیرات و نگهداری کار خانجات کمپوست و تولید کمپوست مرغوب و به عبارت دیگر، جهت دستیابی به اهداف اقتصادی، بهداشتی و زیست محیطی مورد توجه است (۳،۴).

تجربه نزدیک به نیم قرن در کشورهای مختلف دنیا نشان داده است که موفق‌ترین روش بر اساس شاخص‌های مختلف، از جمله بهداشتی، زیست محیطی و اقتصادی در بازیافت مواد و انرژی از پسماندهای شهری، تفکیک از مبداء است و برای اجرای آن مشارکت تولیدکنندگان یک ضرورت اساسی به شمار می‌رود (۳،۴).

در برنامه‌های تفکیک از مبداء، فناوری‌های نوین چندان نقش ندارد، بلکه سیاست‌گذاری صحیح، برنامه‌های مدون و مناسب و آموزش مردم از طریق رسانه‌های گروهی و همچنین وجود قوانین و مقررات کارساز و مؤثر بوده است. آنچه می‌توان به عنوان آخرین فناوری‌های نوین مربوط به تفکیک از مبداء نام برد، استفاده از آخرین فناوری‌های اطلاع‌رسانی و استفاده کافی از رسانه‌های همگانی و شیوه‌های نوین آموزشی است که تفکیک از مبداء را در اکثر کشورهای توسعه یافته محقق نموده است و صرفه‌جویی‌های اقتصادی و اثر بهداشتی و زیست محیطی مهمی را به ارمغان آورده است (۵،۶،۷،۸).

جدول شماره یک: میزان آگاهی شهروندان در زمینه تفکیک در مبداء پسماندها

ردیف	سطح آگاهی	تعداد فراوانی	درصد	درصد تجمعی
۱	خیلی زیاد	۲۱۰	۱۵	۱۵
۲	زیاد	۲۸۰	۲۰	۳۵
۳	متوسط	۶۰۴	۴۳	۷۸
۴	کم	۱۹۶	۱۴	۹۲
۵	خیلی کم	۱۱۲	۸	۱۰۰

جدول شماره سه: میزان تمایل و علاقه‌مندی شهروندان به همکاری با شهرداری در اجرای برنامه تفکیک از مبداء پسماندها

ردیف	میزان علاقه	تعداد فراوانی	درصد	درصد تجمعی
۱	خیلی زیاد	۲۸۰	۲۰	۲۰
۲	زیاد	۵۶۰	۴۰	۶۰
۳	متوسط	۴۰۶	۲۹	۸۹
۴	کم	۵۶	۴	۹۳
۵	خیلی کم	۹۸	۷	۱۰۰

جدول شماره دو: ضرورت و فواید اجرای برنامه تفکیک از مبداء از دیدگاه شهروندان

ردیف	ضرورت و نوع فایده	تعداد فراوانی	درصد
۱	فروش و استفاده مجدد از اجزای خشک با ارزش توسط مردم یا شهرداری	۹۶۶	۶۹
۲	تبدیل بخش آلی به کود و سایر فرآورده‌ها	۶۳۰	۴۵
۳	بازیافت بهتر و با کیفیت مواد اعم از تر یا خشک	۱۱۰۶	۷۹
۴	بهره‌مندی از خدمات شهری بهتر با کمک به شهرداری در مدیریت مناسب و کاهش هزینه‌های مدیریت پسماند	۶۰۲	۴۳
۵	کمک به ارتقای سطح بهداشت و حفاظت از محیط زیست	۹۱۰	۶۵

باتوجه به وابستگی موفقیت طرح‌های تفکیک از مبداء به مشارکت تولیدکنندگان، لازم است برای برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌ها از نظرات آنها به نحو مطلوب استفاده شود. از دیدگاه‌های مردم می‌توان در ارزیابی وضعیت موجود، شناسایی مشکلات و راهکارهای بهبود وضعیت تفکیک از مبداء بهره گرفت (۸).

هدف این طرح بررسی وتجزیه وتحلیل نظرات شهروندان در زمینه‌های مختلف برنامه تفکیک از مبداء پسماندها است که در حال حاضر در بسیاری از مناطق کشور درحال مطالعه یا اجراست.

روش مطالعه

این مطالعه ازنوع توصیفی- تحلیلی است. اجرای آن از طریق تکمیل ۱۴۰۰ پرسشنامه با مصاحبه حضوری در سه استان قم، یزد و آذربایجان شرقی (شهرهای قم، یزد و ۶ شهر تابعه آن، شبستر و ۹ شهر تابعه آن) با جمعیت تحت پوشش نزدیک به ۱/۸ میلیون نفر در قالب طرح جامع مدیریت پسماند انجام شده است (۵،۶،۷).

دستاوردهای طرح

نتایج ارائه شده در جداول یک تا شش از پرسشنامه‌های مربوط به بخش تفکیک از مبداء مناطق مورد مطالعه استخراج و به صورت میانگین کل مناطق ارائه شده است.

جدول شماره ۳: انتظارات شهروندان در قبال همکاری در اجرای برنامه تفکیک از مبداء پسماندها

ردیف	نوع انتظار	تعداد فراوانی	درصد
۱	دریافت گیسه پسماند	۹۸۰	۷۰
۲	دریافت وجه نقد یا معافیت از عوارض پسماند	۴۸۰	۳۰
۳	عدم انتظار	۱۴۰	۱۰

بحث ونتیجه گیری

باتوجه به ارائه برنامه‌های آموزشی در رسانه‌های ملی و محلی، به ویژه تلویزیون و همچنین در توزیع بروشور و سایر اقدامات، میزان سطح آگاهی عمومی مردم درخصوص طرح تفکیک از مبداء پسماندها درمناطق مورد مطالعه مناسب و در ۸۰ درصد موارد بیش از متوسط ارزیابی شد. دلایل اجرای برنامه تفکیک ازمبداء و جمع‌آوری پسماندها به صورت تفکیک شده حداقل به دو صورت تر و خشک از نظر شهروندان به ترتیب اهمیت شامل بازیافت بهتر و با کیفیت مواد (۷۹درصد)، حفاظت از محیط زیست و ارتقای سطح بهداشت (۶۵درصد) و همراهی با شهرداری و پیمانکاران اجرای طرح (۴۳درصد) است. بنابراین به نظر می‌رسد شهروندان با فلسفه و ضرورت اجرای طرح آشنا هستند و این موضوع درصد موفقیت مجریان طرح را بالا می‌برد. به طوری که حدود ۹۰ درصد شهروندان در شهرهای مورد مطالعه آمادگی خود را برای همکاری در اجرای طرح درصورت شروع آن توسط شهرداری اعلام کردند.

مهم‌ترین انتظارات مردم درقبال همکاری با شهرداری و تفکیک

جدول شماره ۴: راهکارهای بهبود وضعیت و ارتقای سطح مشارکت عمومی در اجرای طرح تفکیک در مبداء از دیدگاه شهروندان

ردیف	راهکار افزایش سطح مشارکت	تعداد فراوانی	درصد
۱	تبلیغات و ارائه آموزش‌های کاربردی وحضوری	۵۶۰	۴۰
۲	ارتقاء مسئولیت پذیری مردم	۲۸۰	۲۰
۳	اجرای مقدم طرح توسط شهرداری	۷۷۰	۵۵
۴	ارتقاء آگاهی و فرهنگ زیست محیطی مردم	۳۰۸	۲۲
۵	ارتقاء سطح اعتماد مردم به شهرداری	۱۴۰	۱۰
۶	اجرای قوانین موجود و تدوین قوانین لازم	۲۱۰	۱۵

جدول شماره ۵: مشکلات و علل عدم موفقیت برنامه‌های تفکیک در مبداء پسماندها از دیدگاه شهروندان

ردیف	نوع مشکل یا علت پایین بودن میزان تفکیک از مبدا	تعداد فراوانی	درصد
۱	کافی نبودن آموزش‌های کاربردی وعدم توجیه در دم	۴۴۸	۳۲
۲	عدم اجرا و پایبی نظامی در اجرای برنامه جمع آوری پسماندها به صورت تفکیک شده توسط شهرداری‌ها وکمبود تجهیزات وضعف قوانین موجود	۶۳۰	۴۵
۳	همکاری ضعیف مردم به دلایل مختلف ازجمله مسائل فرهنگی و اجتماعی	۳۵۰	۲۵
۴	نداشتن توجیه اقتصادی برای مردم	۱۲۶	۹

پسماندها از مبداء دریافت کیسه پسماند (۷۰ درصد) و دریافت وجه نقد یا معافیت از عوارض پسماند (۲۰درصد) است. ۱۰درصد از مردم نیز هیچ توقعی در مقابل همکاری با شهرداری ندارند و این موضوع را یک وظیفه شهروندی قلمداد می کنند. مهم‌ترین علل عدم موفقیت برنامه‌های تفکیک از مبداء از دیدگاه شهروندان به ترتیب به عدم اجرا و یا بی‌نظمی در اجرای برنامه جمع‌آوری پسماندها به صورت تفکیک شده توسط شهرداری‌ها (۴۵درصد)، کافی نبودن آموزش‌های کاربردی و عدم توجیه مردم (۳۲درصد)، همکاری ضعیف مردم به دلایل مختلف ازجمله مسائل فرهنگی و اجتماعی (۲۵درصد) و نداشتن توجیه اقتصادی برای شهروندان (۹درصد) است. شهروندان راهکارهای موفقیت طرح و افزایش مشارکت را به ترتیب اهمیت، اجرای منظم طرح توسط شهرداری (۵۵درصد) و مستمر بودن تبلیغات و ارائه آموزش‌های کاربردی و حضوری (۴۰درصد) اعلام کردند که این دو موضوع می‌تواند در ارتقای سطح آگاهی و فرهنگ زیست محیطی مردم و افزایش مسئولیت پذیری آنها مؤثر بوده و میزان اعتماد و اطمینان آنها به شهرداری در اجرای طرح را افزایش دهد. یادآور می‌گردد به دلیل عدم اجرای مستمر برنامه توسط شهرداری‌ها دربعضی از مناطق مورد مطالعه ازجمله شهرقم، اعتماد مردم به اجرای برنامه تفکیک از مبداء کمترشده‌است.

درنهایت باتوجه به الزامات قانونی تفکیک ازمبداء پسماندها و ضرورت جمع‌آوری پسماندها به صورت تفکیک شده توسط شهرداری‌ها و دهیاری‌ها از یک طرف و نقش سازنده و مؤثر تولیدکنندگان پسماند در موفقیت این برنامه، لازم است درتدوین و اجرای آن که یکی از بخش‌های مهم و اولویت‌دار طرح جامع پسماند هرمنطقه می‌باشد، به سطح آگاهی و نظرات مردم و شرایط منطقه توجهات لازم مبذول شود. آموزش‌ها باید مستمر و حضوری باشند و اجرای برنامه بهتر است بعد از ایجاد زیرساخت‌های لازم و منظم و معلوم به پیمانکاران باتجربه و صلاحیت دار واگذار شود.

مراجع:

۱- فهیمی نیا، محمد، مهندسی محیط زیست (آب، فاضلاب، پسماند)، انتشارات ابتکار دانش، ۱۳۸۸
۲- فهیمی نیا، محمد، مهندسی پسماندهای جامد (راهنمای تدوین طرح‌های جامع مدیریت پسماند شهری، روستایی و صنعتی در ایران)، ۱۳۹۰ (زیرچاپ)
۳- سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، گزارش‌های مطالعات طرح جامع مدیریت پسماندهای روستایی کشور، ۱۳۸۷
۴- سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، گزارش‌های طرح ملی توجیه فنی و اقتصادی بازیافت پسماند در شهرهای کشور، ۱۳۸۶
۵- سازمان مدیریت پسماند قم، گزارش‌های طرح جامع مدیریت پسماند شهرقم، ۱۳۹۰
۶- سازمان مدیریت پسماند یزد، گزارش‌های طرح جامع مدیریت پسماند منطقه یزد (شهریزد و۶ شهر تابعه)، ۱۳۹۰
۷- شهرداری شنتر و وابقان، طرح جامع مدیریت پسماند شهرستان شبستر، ۱۳۹۰
۸- فهیمی نیا، محمد، جزوات مدیریت پسماند، تدریس دوره‌های آموزشی مدیریت پسماند برای شهرداران و کارشناسان خدمات شهری و دهیاران در استان‌های کشور، ۱۳۸۴تا۱۳۹۰

حبیب روح‌نواز

راه اندازی نخستین سامانه تولید انرژی از پسماندهای شهری به روش هاضم

نخستین سامانه هاضم بی‌هوازی مخصوص پسماندهای تر جامد شهری در کشور، در راستای دفع مناسب پسماندهای جامد شهری و استحصال انرژی از آن، توسط سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران راه اندازی شد. این مجموعه با پذیرش روزانه ۲۰۰ تن پسماند تر (آلی) با خلوص بالای ۹۵ درصد و تولید بیوگاز، کمپوست، کود مایع و انرژی الکتریسیته در منطقه ۲ شهرداری تهران، در زمینی به وسعت سه هکتار در اردیبهشت ماه سال جاری افتتاح شد بر اساس محاسبات انجام گرفته، بیوگاز تولیدی حاصل از هضم بی‌هوازی پسماندهای تر (آلی) شهر تهران در این سیستم از توانایی تولید دو مگاوات ساعت انرژی الکتریسیته برخوردار است که امکان افزایش این ظرفیت تا ۳/۵ مگاوات را نیز دارد. این مجموعه به تجهیزات پیشرفته تفکیک و جداسازی پسماند مجهز و فناوری به کار رفته در آن، از نوع خشک با ورودی پیوسته است.

آغاز اجرای طرح تفکیک پسماند از مبداء در چهار منطقه شهر قم

مدیر عامل سازمان مدیریت پسماند شهرداری قم با اشاره به طرح تفکیک پسماند از مبداء اظهار کرد: سازمان مدیریت پسماند در مناطق یک، سه، چهار و هشت شهر قم، طرح تفکیک از مبداء پسماند را آغاز کرده و تصمیم دارد در فاز دوم، همه مناطق شهر را زیر پوشش قرار دهد. وی افزود: درخصوص تفکیک پسماند در مقصد نیز کارهای تفکیک توسط پیمانکار به صورت نیمه مکانیزه انجام می‌شود.

موسوی با اشاره به آموزش مردم در خصوص طرح تفکیک پسماندها گفت: آموزشگران با مراجعه به منازل مردم، آموزش‌های لازم در خصوص طرح تفکیک پسماند را به شهروندان ارائه می‌دهند و خودروهای پسماند هفته‌ای یک بار در زمان مشخص به درب منازل مراجعه می‌کنند و پسماندهای خشک را تحویل می‌گیرند. در ازای پسماندهای خشک، کارتی به شهروندان ارائه می‌شود که دو مرحله قرعه‌کشی بین دارندگان آن کارت صورت می‌گیرد.

وی کیوسک‌های سازمان پسماند را یکی دیگر از محل‌های جمع‌آوری پسماند دانست و افزود: اگر فردی احیانا در زمان مراجعه خودروهای پسماند در منزل نباشد می‌تواند با مراجعه به نزدیک‌ترین کیوسک بازیافت، مواد بازیافتی را تحویل دهد.

راه اندازی بزرگ ترین سایت امحای پسماندهای ویژه در کشور

مدیر کل دفتر آب و خاک سازمان حفاظت‌محیط‌زیست گفت به زودی بزرگ‌ترین سایت امحای پسماندهای ویژه در اصفهان راه‌اندازی می‌شود.

فرهاد پورسخا افزود: در حال حاضر، پسماندهای ویژه یکی از معضلات زیست‌محیطی است که تمام کشورهای جهان با آن مواجه هستند. امحای پسماندهای ویژه روش خاص خودش را دارد که اگر رعایت نشود، عوارض جبران ناپذیری به همراه خواهد داشت.

وی در مورد پسماندهای الکترونیکی و الکتریکی در زندگی انسان افزود: پیشرفت علم و لزوم برقراری ارتباط موجب شده است که استفاده از لوازم ارتباطی مانند رایانه و تلفن همراه به صورت چشمگیری گسترش یابد. این در حالی است که هر کدام از این دستگاه‌ها عمر مفیدی دارند و بعد از مدتی به پسماند تبدیل می‌شوند.

وی یادآور شد: این لوازم، فلزات سنگینی مانند کادمیوم، روی، نیکل، سرب و وانادیوم را در خود دارند که از نظر شیمیایی میل به جذب دارند و در صورتی که این فلزات وارد بدن شوند، عناصر دیگر را به سمت خود جذب می‌کنند و عملا متابولیسم بدن را دچار مخاطره می‌کنند، به همین دلیل، جزء عناصر مخاطره آمیز برای سلامت انسان محسوب می‌شوند و مدت ماندگاری آنها در طبیعت نسبتا بالاست.

پورسخا افزود: در حال حاضر، آمار دقیقی از پسماندهای الکترونیکی در کشور وجود ندارد زیرا این پسماندها در سراسر کشور پراکنده اند. دستورالعمل امحای پسماندهای ویژه الکترونیکی توسط سازمان حفاظت محیط زیست تهیه و تدوین شده و الزام رعایت آن برای دستگاه‌های مختلف ایجاد شده است. وی بیشترین آلودگی زیست‌محیطی ناشی از مدیریت نادرست پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی را مربوط به نفوذ انواع فلزات سنگین به خاک، آبهای سطحی و زیرزمینی دانست و گفت: به عنوان مثال، دستگاه تلفن همراه، ثابت و تجهیزات مخابراتی، مواد پسماندهای الکترونیکی هستند که حاوی پلاستیک، سرب، پلاتین، نقره، مس و آلومینیوم می‌باشند. همچنین مقادیر کمی طلا دارند، از هر تن سنگ معدن ۲۰ تا ۳۰ گرم طلا به دست می آید، در صورتی که از هر تن پسماند موبایل می توان ۱۵۰ تا ۳۰۰ گرم طلا به دست آورد. علاوه بر این، رایانه‌ها نیز از دیگر پسماندهای الکترونیکی هستند. به اعتقاد کارشناسان اگر این روند صحیح مدیریت نشود، در آینده نه چندان دور با معضل پسماندهای رایانه‌ای مواجه خواهیم شد.

واگذاری طرح‌های تحقیقاتی مدیریت پسماند در استان البرز به بخش خصوصی

استان البرز برای اجرایی کردن طرح‌های پسماندسوز در نظر دارد طرح تحقیقاتی «انجام مطالعات مدیریت پسماند» در این استان را از طریق اعلام فراخوان، به کارشناسان امر واگذار کند.

معاون امور عمرانی استانداری البرز با اعلام این خبر گفت: این فراخوان به منظور دفع اصولی پسماندهای تولیدی و رفع خطرات ناشی از آن در استانداری البرز انجام می‌شود. حدادپور با اشاره به روند صعودی رشد جمعیت در استان البرز و افزایش تولید پسماندهای شهری، تفکیک پسماند از مبدأ و تولید کمپوست را نیاز به برنامه‌ریزی و کار کارشناسی دانست و گفت: شهرداری‌ها باید نسبت به آماده و تهیه کردن طرح تفضیلی محدوده‌های خدماتی خود اقدام کنند. وی گفت: در همین راستا، جلسه کارشناسی با محوریت محیط زیست و شهرداری کرج و اعضای کارگروه مدیریت پسماند استان تشکیل و طرح‌های ارائه شده طبقه‌بندی و شاخص‌بندی می‌شود. همچنین انجام طرح‌های جامع مدیریت پسماند در شهرهای استان البرز که یکی از مهم‌ترین مصوبات این نشست بود باید در شهرستان‌های استان با تصویب طرح‌های پیشنهادی مراحل عملیاتی خود را طی کنند.

برگزاری سیزدهمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پسماند در استرالیا

سیزدهمین کنفرانس بین‌المللی سالانه مدیریت پسماند به همراه نمایشگاه جانبی، از ۱۰ تا ۱۲ اردیبهشت ۱۳۹۲ (۳۰ آپریل تا ۲ می سال ۲۰۱۳) در شهر نیوسات‌ولز استرالیا (New South Wales) برگزار شد.

شرکت‌های پیشرو و متخصصان صنایع مدیریت پسماند از اقصی نقاط استرالیا و برخی کشورهای اروپایی در این کنفرانس و نمایشگاه شرکت کردند تا در آن جدیدترین دستاوردهای مدیریت پسماند را مورد بحث و بررسی قرار دهند و تجربیات خویش را به یکدیگر منتقل کنند. در این کنفرانس، علاوه بر سخنرانی، مطالعات جامع دستاوردهای عملی مرتبط با موضوع مدیریت پسماند به اطلاع شرکت‌کنندگان رسید. زیرساخت پسماند، موضوعات مرتبط با دفن، بازاریابی و آموزش، نوآوری در فرآورده‌های آلی، خط و مشی و راهبرد، تلنبار غیرقانونی و مشکلات مربوط، جمع‌آوری متراکم سازی و بسته بندی، کارایی منابع، جنبه‌های اجتماعی پسماند، و کربن و پسماند، محورهای اصلی این کنفرانس بودند.

همزمان با شروع کنفرانس، کارگاه یکروزه آموزشی تخصصی جامع از ساعت ۸ صبح تا ۵ بعداز ظهر در زمینه برنامه ریزی استراتژیک و روش‌های بازیافت و به‌کارگیری مجدد پسماند برگزار شد که در آن به موضوعاتی نظیر تدوین استراتژی، تدوین چشم‌انداز و برنامه‌ریزی تاکتیکی پرداخته شد و رویکردهای متنوعی که باعث تحقق چشم‌انداز راهبردی مشخص در زمینه مدیریت پسماند می شوند، مورد بررسی قرار گرفت.

در مدت سه روز، ۷۰ سخنران در کنفرانس، نظرات خود را ارائه کردند و طیف گسترده‌ای از موضوعات از قبیل قوانین انرژی، مدیریت پسماند، شیوه‌های تبدیل پسماند به انرژی، نوآوری و فناوری، ایجاد زیرساخت‌ها و ارائه خدمات در زمینه پسماند، مواد آلی و تجربیات کشور انگلستان و دیگر کشورهای اروپایی تحت پوشش قرار گرفت. در پایان کنفرانس، ضمن تهیه و قرائت بیانیه پایانی، گزارش‌ها و کتابچه تجربیات در زمینه‌های مطرح شده، در اختیار شرکت کنندگان قرار گرفت.

شیوه‌نامه اجرایی

پردازش، جداسازی و بازیافت پسماندهای عادی در سطح روستاهای کشور

مقدمه:

پس از تصویب قانون مدیریت پسماندها در تاریخ ۱۳۸۳/۲/۳۰ و براساس ماده ۴ و تبصره ذیل ماده ۶ این قانون، وزارت کشور مطابق ماده ۵ آیین‌نامه اجرایی قانون مدیریت پسماندها (مصوب ۱۳۸۴/۵/۵) به تهیه شیوه‌نامه‌های اجرایی قانون مدیریت پسماندها مکلف شد. در این راستا و به منظور تحقق ماده ۱۰ اساسنامه تشکیلات و سازمان دهیاری‌ها مصوب ۸۰/۱۱/۲۱ هیئت وزیران، سه شیوه نامه اجرایی در بخش مدیریت پسماندهای روستایی در دستور کار مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری و روستایی قرار گرفت. شیوه‌نامه پردازش، جداسازی و بازیافت پسماندهای عادی در سطح روستاهای کشور دومین شیوه‌نامه اجرایی مصوب در بخش مدیریت پسماندهای روستایی است که در سال ۱۳۹۱ تدوین و برای اجرا به استانداری‌های سراسر کشور ابلاغ شد.

هدف از بازیافت در سیستم مدیریت پسماندهای جامد، تولید مواد و انرژی و افزایش بهره‌وری است. پردازش و بازیافت مواد باارزش از پسماندهای روستایی نیز به عنوان عنصری موظف در سیستم مدیریت پسماندهای روستایی از جایگاهی مهم و قابل دفاع برخوردار است. بازیافت پسماندهای روستایی در دو گروه پسماندهای خانگی و پسماندهای ناشی از فعالیت‌های دامداری و کشاورزی مورد بررسی قرار می‌گیرد. جداسازی پسماندهای قابل بازیافت از پسماندهای خانگی و خارج کردن آنها از چرخه، علاوه بر کاهش هزینه‌های دفع، به بازگشت سرمایه و کارآفرینی در این جوامع کوچک منجر خواهد شد. از آنجاکه مدیریت بهینه پسماندها در جوامع روستایی، نیازمند طراحی و برنامه‌ریزی و تدوین خط‌مشی‌های واحد است، وجود یک دستورالعمل اجرایی واحد برای روستاهای کشور به عنوان خطوط راهنما در این مسیر ضرورت دارد و می‌تواند مبنای کار اجرایی دهیاران شود.

نتایج و دستاوردهای اجرای شیوه‌نامه:

- ایجاد وحدت رویه در روستاهای کشور در زمینه ذخیره‌سازی و تفکیک پسماندهای قابل بازیافت
- ممانعت از اعمال سلیقه‌های غیرعلمی و غیراصولی در بازیافت مواد در روستاهای کشور
- کاهش حجم پسماندهای دفنی
- کاهش آلودگی‌های ناشی از بازیافت غیرقانونی مواد و همچنین کاهش آلودگی‌های زیست محیطی در منطقه
- کارآفرینی و ساماندهی مشاغل غیررسمی بازیافت در سطح روستاهای کشور

ماده ۱ - مقدمه

این دستورالعمل در جهت اجرای مفاد قانون مدیریت پسماندها به‌ویژه مواد ۴، ۵ و ۶ آیین‌نامه اجرایی آن و نیز به منظور حفظ محیط زیست کشور از آثار زیان‌بار تجمع پسماندهای جامد روستایی و عدم مدیریت صحیح و بهداشتی جمع‌آوری و دفع آنها، تدوین می‌شود.

تمامی دهیاری‌ها و مدیریت‌های اجرایی پسماند در سطح روستاهای کشور موظف‌اند نسبت به رعایت هرچه بیشتر مفاد این دستورالعمل و ایجاد بستر اجرایی مناسب در سطح روستاهای کشور اقدام کنند.

ماده ۲ - هدف

هدف از تهیه این دستورالعمل به شرح زیر است:

۱- حفظ سلامت انسان‌ها و محیط زیست در برابر خطرات ناشی از شیوه‌های نادرست مدیریت پسماند در مراحل جداسازی، پردازش و بازیافت در روستاهای کشور

۲- اجرای روش‌های صحیح تفکیک از مبداء برای جداسازی پسماندهای با ارزش و قابل بازیافت از جریان اصلی پسماندها در روستاهای کشور

۳- حفظ منابع طبیعی و وضعیت زیباشناختی و بکر روستاهای کشور

۴- جلوگیری از انتشار آلودگی‌های ناشی از پسماندها و انتشار بیماری‌ها در روستاهای کشور

ماده ۳ - محدوده

محدوده اجرایی شدن این دستورالعمل، تمامی روستاهای تحت مدیریت دهیاری‌ها در سطح کشور است.

ماده ۴ - تعاریف

مدیریت پسماند: مجموعه فعالیت‌هایی که به موجب آن پسماند مدیریت می‌شود.

استفاده مجدد: استفاده از ماده یا محصولی، بیش از یکبار، قبل از آنکه به عنوان پسماند شناخته شود.

حمل و نقل: جابه‌جایی یا حرکت‌دادن پسماند از یک منطقه یا یک تأسیسات به جای دیگر.

بازیافت: فرآیندی که در آن پسماند برای تولید مواد یا محصولاتی جدید مورد استفاده قرار می‌گیرد.

پردازش: تمامی فرآیندهای مکانیکی، شیمیایی و بیولوژیکی که منجر به تسهیل در مدیریت پسماند یا بازیافت شود.

پسماند: به مواد جامد، مایع و گاز(غیر از فاضلاب) گفته می‌شود که به طور مستقیم یا غیرمستقیم حاصل فعالیت انسان بوده و از نظر تولید کننده زائد تلقی می‌شود.

تأسیسات بازیافت: تأسیساتی که عملیات نگهداری، جداسازی، ذخیره یا فرآوری را روی مواد قابل بازیافت انجام می‌دهد.

پسماند خانگی: پسماندی که در خانه یا مکان‌های عمومی و خصوصی تولید می‌شود.

پسماند خشک: مواد زائدی که قابلیت فساد پذیری نداشته و فاقد مواد فساد پذیر باشند.

مخزن: ظرف ذخیره‌سازی موقت پسماند است که می‌تواند از هر نوع جنسی (چوبی، پلاستیکی، فلزی) انتخاب و با توجه به امکانات موجود در روستا برای آن برنامه ریزی شود و مورد استفاده قرار گیرد.

ایستگاه انتقال: تأسیساتی که در آن پسماند از وسایل نقلیه کوچک به بزرگ منتقل می‌شود.

مرکز دریافت: محل دریافت، ذخیره‌سازی و آماده‌سازی پسماندهای خانگی قابل بازیافت

مواد قابل بازیافت: مواد زائدی که بر اثر تصفیه یا طی فرآیندهای خاصی در تولید محصولات دیگر بتوان از آنها استفاده کرد.

تفکیک در مبداء: جداسازی پسماندهای قابل بازیافت از سایر مواد مخلوط در مبداء تولید

تفکیک در مقصد: جداسازی پسماندها در محل دفع یا ایستگاه انتقال

پسماند عادی: تمامی پسماندهایی که به صورت معمول از فعالیت‌های روزمره انسان‌ها در شهرها، روستاها و خارج از آنها تولید می شوند، از قبیل پسماندهای خانگی و نخاله‌های ساختمانی.

جعبه سبز: ظروف مخصوص جمع‌آوری پسماند که به رنگ سبز هستند و در مناطق پر رفت و آمد نصب می‌شوند.

مرکز بازیافت منطقه‌ای: مکانی واقع در مرکز ثقل چندین روستا که در آن، تأسیسات پردازش، بازیافت و ذخیره پسماندهای قابل بازیافت قرار دارد.

ماده ۵- جداسازی و تفکیک پسماندها از مبداء

۱- دهیاری‌ها باید شرایطی را فراهم کنند که تمامی پسماندهای تولیدشده در روستاهای کشور، اعم از پسماندهای جمع‌آوری‌شده یا پسماندهای حمل‌شده توسط تولیدکنندگان در کارگاه‌های کوچک، تأسیسات و ایستگاه‌های انتقال، به مواد قابل بازیافت و غیرقابل بازیافت تفسیم شوند. دهیاری‌ها یا مدیریت‌های اجرایی پسماند باید بعد از بررسی شرایط هر منطقه، نسبت به استفاده از کیسه‌های پلاستیکی و یا ظروف برای جمع‌آوری مجزای پسماند به صورت تر و خشک در مبداء تصمیم‌گیری کنند.

۲- پسماند تفکیک شده در مبداء نباید در مراحل بعدی با پسماند غیربازیافتی مخلوط شود.

۳- تمامی پسماندهای تفکیک شده از مبداء باید در اختیار مراکز بازیافت منطقه‌ای (در صورت وجود) قرار داده شوند.

۴- دهیاری‌ها می‌توانند کیسه‌های مخصوص یا ظروف جداسازی از مبداء را از درآمد حاصل از مواد بازیافتی، خریداری کنند و به صورت رایگان یا در قبال دریافت مبالغ ناچیز در اختیار روستاییان قرار دهند.

۵- پسماندهای خانگی باید به صورت تر و خشک تفکیک و در زمان‌های معین در مکان‌های مناسب و البته مشخص شده از طرف دهیاری قرار داده شوند.

۶- در صورتی که پسماند توسط روستاییان به صورت مناسبی تفکیک نشود، دهیاری می‌تواند تذکرات لازم را به تولید کننده بدهد.

۷- جداسازی پسماند، فقط توسط اشخاص حقیقی و حقوقی دارای مجوز از دهیاری‌ها مجاز است و هرگونه جداسازی و فروش مواد تفکیکی، تحت نظارت دهیاری انجام خواهد شد.

۸- دهیاری‌ها می‌توانند در صورت امکان، صنایع موجود در روستاها را با برنامه‌ریزی و زمان‌بندی مشخص به اجرای روش‌های تفکیک از مبداء و جداسازی تشویق کنند.

۹- دهیاری‌ها موظفند ظروف مورد نیاز طرح‌های تفکیک از مبداء را بر اساس کمیت و کیفیت پسماند، کیفیت ظروف و محل استقرارشان، تهیه کنند و در اختیار روستاییان قرار دهند.

۱۰- ضروری است دهیاری‌ها اقدام لازم را برای جداسازی فضولات حیوانی از سایر پسماندها به عمل آورند. محل ذخیره موقت نباید در مجاورت سفره آب‌های زیرزمینی احداث شود. همچنین این محل‌ها باید حداقل در فاصله ۱۰۰ متری از منابع آب شرب روستایی احداث شوند.

۱۱- روش‌های ذخیره‌سازی و ظروف آنها باید به گونه‌ای انتخاب شوند که باعث تجمع حیوانات موذی، حشرات و جوندگان نشود. دهیاری‌ها موظفند در مواردی که نقض قوانین مشاهده می‌شود، تذکرات لازم را به روستاییان بدهند.

۱۲- برای جلوگیری از انتشار بو و تجمع حشرات، ظروف پسماند باید دربدار و کیسه‌های ذخیره سازی در بسته باشند. علاوه بر آن، دهیاری‌ها موظفند که در زمان‌های از قبل تعیین‌شده، نسبت به جمع‌آوری پسماند اقدام کنند تا از انتشار بو و ایجاد مناظر زننده در محیط روستا جلوگیری شود.

۱۳- دهیاری‌ها موظفند که در مناطق پرتردد روستایی یا در اماکن شلوغ تجاری، نسبت به نصب ظروف ذخیره‌سازی جداگانه اقدام کنند. روستاییان نیز باید بر اساس برچسب هر ظرف، نسبت به ریختن پسماندها اقدام کنند.

ماده۶- جداسازی پسماند در مقصد

۱- دهیاری‌ها موظفند طرح‌های تفکیک در مقصد را ساماندهی کنند.

۲- دهیاری‌ها موظفند دوره‌گردها و افرادی که پسماندهای جمع‌آوری شده در مقصد را بدون دریافت مجوزهای لازم، دخل و تصرف می‌کنند، ساماندهی کنند.

ماده ۷- پردازش و ذخیره‌سازی پسماندهای تفکیک شده

۱- دهیاری‌ها موظفند در صورت امکان و با توجه به شرایط منطقه، در قالب ترغیب خانوارهای روستایی به احداث واحدهای بیوکمپوست خانگی یا ایجاد واحدهای متمرکز و مقیاس روستایی (در قالب دستورالعمل ابلاغی از طرف سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور) نسبت به ساماندهی پسماندهای تر، اقدام کنند.

۲- دهیاری‌ها در صورت امکان می‌توانند در طرح‌های پردازش پسماندهای خشک در روستاها از مشارکت با شهرداری‌های شهرهای منطقه استفاده کنند.

۳- دهیاری‌ها باید در انتخاب نوع و ظرفیت ظروف تعیین شده برای ذخیره موقت پسماندها دقت کرده و از مخازن مناسب استفاده کنند. مخازن ذخیره باید محکم، ضدآب، ضد خوردگی و مقاوم در مقابل حیوانات جونده و نفوذ حشرات بوده و دسته حرکتی و سرپوش مقاوم (درب) داشته باشند. ظرفیت آنها در محدوده ۸۰ تا ۱۲۰ لیتر و وزن آنها نیز از ۳۰ کیلوگرم در زمانی که پر می‌شود، بیشتر نباشد. با هماهنگی افراد مسئول و کارشناسان ذی‌صلاح می‌توان از ظروف بزرگ‌تر با توجه به نیاز منطقه نیز استفاده کرد. دهیاری می‌تواند با توجه به شرایط محیطی روستا و منابع درآمدی خود برای ذخیره‌سازی پسماندهای خشک تفکیک شده از سایر ظروف، نظیر گونی‌های مقاوم، پشکه، ظروف مستعمل و بدون استفاده که برای این امر مناسب باشند نیز استفاده کند.

علاوه بر آن، مخازن باید به صورتی پر شوند که بتوان به راحتی و بدون ریخت و پاش، آنها را حرکت داد. ظروف بدون دسته یا بدون درب یا

دارای نقاط نوک تیز یا دارای سوراخ و ظروفی که در جمع‌آوری پسماند خلل ایجاد می‌کنند، باید تعویض شوند. در صورت عدم تعویض، ظروف جمع‌آوری و برای اوراق ارسال شوند.

۴- در مواردی که پسماندها توسط خود روستاییان به مراکز دریافت برده می‌شود ظروف حمل پسماند یا کیسه‌ها باید در بسته باشند و از پخش پسماندها در معابر عمومی و خیابان‌ها و کوچه‌ها جلوگیری شود.

۵- درب مخازن نباید به جز در هنگام پرکردن یا تخلیه پسماند باز بماند. مخازن نباید بیش از ظرفیت و به صورتی پر شوند که نتوان درب آنها را به راحتی بست.

۶- در زمان جمع‌آوری، مخازن باید در مکان‌های مناسب که از قبل مشخص شده قرار بگیرند. باید محل‌های اطراف مخازن جمع‌آوری را تمیز نگه داشت. این محل باید دور از جریان آب‌های سطحی مثل جویبارها، رودخانه‌ها و رواناب‌ها و از لحاظ بهداشتی و زیبا شناختی مناسب باشد.

۷- پسماندهای خشک و حجیم مانند جعبه‌های مقوایی یا جعبه های چوبی، شاخ و برگ درختان، مجله و روزنامه باید ابتدا فشرده و سپس توسط طناب محکمی بسته شوداین بسته‌ها نباید از ۱ متر در طول یا عرض، نیم متر در ارتفاع و ۲۵ کیلوگرم در وزن بیشتر شوند. مواد بازیافتی حجیم مانند کارتون و مقوا می‌توانند در اندازه‌های ۶۰ در ۶۰ سانتی‌متر یا متناسب با سیستم جمع‌آوری و پردازش، بسته‌بندی و با نخ یا طناب مهار شوند. زواید باغبانی و هرگونه پسماند خشکی که نتوان آن را در کیسه‌های پلاستیکی قرارداد، مشمول این بند می‌شوند.

ماده ۸: جمع‌آوری پسماندهای تفکیک شده

۱-گروه‌های جمع‌آوری، باید پسماندها را به گونه‌ای جمع‌آوری کنند که از پخش آن در روستا و ایجاد مناظر زشت جلوگیری شود.

۲- دهیاری‌ها موظفند پس از بررسی روش‌هایی مانند استفاده از جعبه سبز، مراکز دریافت یا جمع‌آوری خانه به خانه، یک یا ترکیبی از این روش‌ها را برای جمع‌آوری پسماندها انتخاب کنند و به اطلاع روستاییان برسانند.

۳- دهیاری‌ها موظفند که بعد از اعلام روش جمع‌آوری پسماند نسبت به همکاری مردم با گروه‌های جمع‌آوری یا مراکز دریافت نظارت لازم را انجام داده و موارد خواسته شده را با نهایت دقت پیگیری کنند.

۴- جمع آوری جداگانه پسماندهای خشک و تر باید بر اساس برنامه زمان‌بندی شده‌ای که از قبل به اطلاع اهالی و ساکنان روستاها و نیز مراکز آموزشی، تجاری و غیره رسیده است، انجام گیرد.

۵- تولیدکنندگان انبوه پسماند مانند مدارس و دامداری‌ها برای نصب ظروف جمع‌آوری پسماند ملزم شوند و محل‌هایی برای ذخیره‌سازی جداگانه پسماندهای خشک و تر در واحدهای با تولید انبوه اختصاص یابد.

۶- فرد یا افراد جمع‌آوری‌کننده‌ای که مسئول وسیله یا ماشین جمع آوری و حمل هستند، مانند راننده و کارگر همراه، باید به لباس فرم و وسایل حفاظت فردی (چکمه، دستکش و ماسک) مجهز باشند تا از تماس مستقیم با پسماند مصون بمانند.

ماده ۹:

در صورتی که بخش خصوصی مسئول جمع‌آوری پسماند روستایی باشد، باید ضمن رعایت بهداشت و حفظ محیط زیست، موارد زیر را مورد توجه قرار دهد:

۱- دریافت مجوزهای لازم از دهیاری برای فعالیت در طرح‌های تفکیک از مبداء و جمع‌آوری پسماندهای تفکیک شده

۲- استفاده از تجهیزات و ماشین‌آلات مناسب به تشخیص دهیاری

۳- ارائه گزارش‌ها طبق فرم‌های استاندارد (فرم‌های شماره ۱ و ۲ پیوست) به دهیاری

ماده ۱۰ - بازیافت

۱- دهیاری‌ها باید مواد بازیافتی جمع‌آوری‌شده از روستا را در مکان‌های مناسب ذخیره کنند و طبق برنامه مشخص به فروش برسانند یا به مراکز بازیافت منطقه‌ای تحویل دهند. اگر مواد بازیافتی کهنه شوند یا در معرض رطوبت و نور خورشید قرار بگیرند، ارزش بازیافتی خود را از دست خواهند داد.

۲- دهیاری‌ها می‌توانند مواد بازیافت شده را به قیمت‌های پایین‌تر نسبت به مواد خام در اختیار کارگاه‌های موجود در محدوده‌های روستایی قرار بدهند. این عمل به نوعی یکی از راهکارهای تشویقی برای مشارکت بیشتر روستاییان در بازیافت است.

۳- دهیاری‌ها باید روش‌هایی را به کار ببندند که فعالیت تشکل‌های مردمی (NGO) در مدیریت پسماند روستایی به ویژه کاهش از مبداء و جداسازی در مبداء، تسهیل شود.

۴- دهیاری‌ها باید به گونه‌ای پسماندها را مورد برداشت و بازیافت قرار بدهند که سلامت انسان و محیط زیست به خطر نیفتد./ هیچ‌گونه خطری برای موجودات زنده، آب، خاک، هوا، درختان و گیاهان به وجود نیاید./ هیچ‌گونه مزاحمتی از قبیل بو و آلودگی منتشر نشود./ هیچ‌گونه اثرات مخرب روی تفرجگاه‌ها و اماکن تفریحی و گردشگری روستا نگذارد.

۵- دهیاری‌ها باید با اتخاذ تدابیر مناسب، نسبت به ساماندهی دوره‌گردها در روستا اقدام کنند.

۶- دهیاری‌ها می‌توانند با اقدام مشترک و ایجاد تعاونی دهیاری تحت عنوان تعاونی بازیافت روستایی در مناطق پرجمعیت، امکان ایجاد مراکز بازیافت منطقه‌ای را مورد توجه قرار دهند.

۷- دهیاری‌ها باید در گزارش‌های ماهانه خود، روند بهبود بازیافت را در مناطق روستایی، بررسی و نسبت به تکمیل فرم شماره ۲ پیوست و ارسال آن به استانداری، اقدام وموانع و مشکلات موجود بر سر راه بازیافت را شناسایی و رفع کنند.

۸- دهیاری‌ها با توجه به امکانات موجود می‌توانند مراحل اولیه بازیافت پسماندهای خشک از قبیل شستشو، تفکیک، آسیاب، خردکردن و فشرده سازی را انجام دهند.

ماده ۱۱ - آموزش

۱- دهیاری‌ها موظفند که درمورد تفکیک از مبداء و جداسازی پسماندهای تر و خشک، آموزش‌های لازم را از طریق بروشور، خبرنامه، تبلیغات و ... در اختیار روستاییان قرار دهند. همچنین دهیاری‌ها باید با استفاده از توانمندی‌های موجود در روستاها و استفاده از افراد معتمد، نسبت به افزایش مشارکت مردمی در طرح‌های تفکیک از مبداء اقدام کنند.

۲- گروه جمع‌آوری باید آموزش‌های لازم را برای جمع‌آوری صحیح پسماندهای تفکیک شده، توسط دهیاری‌ها گذرانده باشند.

ماده ۱۲- با متخلفان از احکام این دستورالعمل بر اساس مواد ۱۷، ۱۶، ۱۸، ۱۹ و ۲۰ قانون مدیریت پسماندها رفتار خواهد شد.

ماده ۱۳- نظارت بر حسن اجرای این دستورالعمل به عهده استانداری‌هاست.

ماده ۱۴- این دستورالعمل در ۱۴ ماده تدوین شده و از زمان ابلاغ برای تمامی دهیاری‌های کشور لازم‌الاجراست.

فرم‌های پیوست

فرم شماره یک

مخصوص تیم جمع آوری

مدیریت پسماند روستای .....

گزارش هفتگی

نام و نام خانوادگی سرپرست تیم جمع آوری: .....

تعداد افراد تیم جمع آوری: .....

نوع وسیله جمع آوری: .....

محدوده تحت پوشش جمع آوری: .....

تاریخ: ..... تعداد خانوار تحت پوشش: .....

طرح تفکیک از مبدا و بازیافت در این منطقه اجرا می‌شود ☐ نمی‌شود ☐

دفعات جمع آوری پسماندهای تر ..... روز در هفته

مدت زمان جمع آوری در روز: ..... ساعت

دفعات جمع آوری پسماندهای خشک ..... روز در هفته

مدت زمان جمع آوری در روز: ..... ساعت

همکاری و مشارکت مردمی در طرح تفکیک از مبدا

خوب ☐ متوسط ☐ ضعیف ☐

مشکلات طرح و نارضایتی‌ها .....

وضعیت زیباشناختی و بهداشتی مخازن

خوب ☐ متوسط ☐ ضعیف ☐

حجم یا وزن پسماند جمع آوری شده روزانه:

حجم یا وزن پسماند تر جمع آوری شده .....

حجم یا وزن پسماند خشک جمع آوری شده .....

پیشنهادها و نظرات: .....

امضا:

تایید دهیاری

فرم شماره دو

مخصوص بهره بردار مرکز دریافت

مدیریت پسماند روستای .....

گزارش هفتگی

مشخصات بهره بردار نام و نام خانوادگی .....

تعداد کارکنان در مرکز دریافت: .....

سمت در مرکز : .....

آدرس: .....

شماره تلفن تماس: .....

نوع تجهیزات و ماشین آلات آماده به کار در مرکز دریافت: .....

.....

حجم یا وزن پسماند وارد شده: .....

حجم یا وزن پسماند تر وارد شده: .....

حجم یا وزن پسماند خشک وارد شده: .....

حجم یا وزن پسماند قابل بازیافت وارد شده به صورت تفکیک شده:

پلاستیک .....

کاغذ ..... شیشه .....

منسوجات .....

چوب ..... لاستیک ..... سایر مواد .....

همکاری و مشارکت مردمی با مرکز دریافت

خوب ☐ متوسط ☐ ضعیف ☐

مشکلات طرح و .....

پیشنهادها و نظرات: .....

مهر و امضا

تایید دهیاری

فرم شماره سه

مخصوص دهیاری

مدیریت پسماند روستای ..... گزارش ماهانه جمعیت روستا: .....

تعداد تیم های جمع آوری: ..... تعداد تجهیزات و ماشین آلات فعال: .....

وضعیت تاوگان و تجهیزات : خوب متوسط ضعیف تعداد مراکز دریافت فعال: .....

درصد اجرای روش های مختلف ذخیره سازی و جمع آوری پسماند در روستا : روش خانه به خانه .....

جعبه سبز ..... مرکز دریافت ..... درصد اجرای طرح تفکیک از مبدا در روستا .....درصد

همکاری و مشارکت مردمی با سیستم‌های مدیریت پسماند: خوب ☐ متوسط ☐ ضعیف ☐

مشکلات طرح و نارضایتی‌ها ..... درصد اجرای فعالیت‌های آموزشی در زمینه مدیریت پردازش، جداسازی و بازیافت پسماند: .....درصد مشکلات طرح و نارضایتی‌ها ..... حجم یا وزن پسماند جمع آوری شده در ماه: .....

حجم یا وزن پسماند تر ..... حجم یا وزن پسماند خشک ..... حجم یا وزن پسماند بازیافت شده .... حجم یا وزن پسماند دفن شده .....

وضعیت عملکرد مراکز دریافت: خوب ☐ متوسط ☐ ضعیف ☐

وضعیت عملکرد تیم‌های جمع آوری : خوب ☐ متوسط ☐ ضعیف ☐ هزینه‌های جاری: .....ریال

پیشنهادها و نظرات: .....

مهر و امضای دهیاری

شیوه نامه اجرایی
ساماندهی پسماندهای عمرانی و ساختمانی

مقدمه

نخاله‌های ساختمانی رهاورد افزایش جمعیت و گسترش شهرها در سال‌های اخیر است. منابع عمده تولید اینگونه ضایعات در شهرها عمدتا، تخریب و احداث ساختمان‌های اداری، تجاری و مسکونی، نوسازی، تعمیرات و فعالیت‌های عمرانی و زیربنایی می‌باشد که در سال‌های اخیر میزان تولید آن چند برابر میزان تولید پسماندهای شهری بوده است. بدین لحاظ شهرداری‌ها باید «در راستای وظایف محوله بر اساس قانون مدیریت پسماندها» نسبت به مدیریت پسماندهای عمرانی و ساختمانی برنامه‌ریزی، ساماندهی، مراقبت و عملیات اجرایی مربوط به تولید، جمع‌آوری، ذخیره سازی، جداسازی، حمل و نقل، بازیافت، پردازش، دفع و آموزش و اطلاع‌رسانی در شهرها و حریم آنها اقدام نمایند. در راستای تحقق اصل پنجاهم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران به منظور حفظ محیط زیست و نیز در جهت اجرای قانون مدیریت پسماندها مصوب سال ۱۳۸۳ به استناد ماده ۵ آئین نامه اجرایی آن، شیوه نامه اجرایی ساماندهی پسماندهای عمرانی و ساختمانی توسط وزارت کشور (سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور) در ۳ بخش برنامه‌ریزی، ساماندهی و مراقبت و آموزش و اطلاع‌رسانی در ۳۵ ماده و ۲۶ تبصره تدوین گردیده است که براساس ماده ۹ آئین‌نامه اجرایی قانون مدیریت پسماندها لازم الرعایه می باشد.

تعاریف

علاوه بر عبارات و اصطلاحات مندرج در ماده دو قانون مدیریت پسماندها مصوب ۱۳۸۳/۲/۳۰ و نیز ماده یک آیین‌نامه اجرایی قانون مدیریت پسماندها مصوب ۱۳۸۴/۵/۵ هیئت محترم وزیران، واژه‌ها و اصطلاحات به کار رفته در این شیوه‌نامه تابع تعاریف مندرج ذیل می‌باشد:

نخاله ساختمانی (موضوع بند ۱ شق ب ماده ۲ قانون مدیریت پسماندها): به پسماندهای عمرانی و ساختمانی گفته می‌شود.

پسماندهای عمرانی و ساختمانی: به کلیه پسماندهای حاصل از ساخت و ساز، تخریب اماکن و ساختمان‌های فرسوده، گودبرداری، خاکبرداری، تعمیر و نوسازی، راه سازی، آسفالت معابر، حفاری‌های مربوط به تأسیسات شهری و به طور کلی هرگونه پسماند حاصل از فعالیت عمرانی و ساختمانی (مشتمل بر خاک و مخلوط حاصل از خاکبرداری، شیشه، بتن، ملات گچ و خاک، کاشی و سرامیک، ملات ماسه و سیمان، قیر و گونی، سنگ، آجر، موزائیک، رابیتس، تیرچه سفالی، شیروانی، چوب و سایر پسماندهای مشابه) اتلاق می گردد.

کمیته اجرایی: کمیته اجرایی پسماندهای عمرانی و ساختمانی از واحدهای تابعه سازمان مدیریت پسماند یا سازمان بازیافت (در صورت عدم تشکیل سازمان مدیریت پسماند زیرمجموعه معاونت یا واحد خدمات شهری) شهرداری می باشد.

کمیته سیاست گذاری: کمیته سیاست‌گذاری پسماندهای عمرانی و ساختمانی جهت هماهنگی بین معاونت‌ها، سازمان‌ها و ادارات شهرداری با کمیته اجرایی پسماندهای عمرانی و ساختمانی تشکیل می گردد.

پسماندهای کل (عمده) عمرانی و ساختمانی: به کلیه پسماندهای عمرانی و ساختمانی که روزانه بیشتر از ۶ متر مکعب باشد و توسط ماشین آلات حفار و خودروهای کمپرسی بارگیری و حمل می‌شود اتلاق می گردد.

پسماندهای جزء عمرانی و ساختمانی: به کلیه پسماندهای عمرانی و ساختمانی که روزانه کمتر یا برابر ۶ متر مکعب باشد اتلاق می گردد.

تولید: اولین مرحله از فرآیند مدیریت پسماند بوده که سبب بوجود آمدن پسماندهای عمرانی و ساختمانی می گردد.

ذخیره سازی: دومین مرحله از فرآیند مدیریت پسماند بوده که معمولاً در محل تولید صورت می گیرد و مسئولیت نگهداری پسماندهای تولیدی تا زمان جمع‌آوری و انتقال بر عهده تولید کننده می باشد.

جمع آوری: کلیه امور مربوط به بارگیری پسماندهای عمرانی و ساختمانی به صورت دستی و یا مکانیزه می باشد.

جداسازی: فرآیند تفکیک مواد ارزشمند از پسماندهای عمرانی و ساختمانی را می‌گویند.

حمل و نقل: به فرآیند جابجایی پسماندهای عمرانی و ساختمانی از منابع تولید (مبدا) تا دفع (مقصد) گفته می‌شود.

بازیافت: به فرآیند استفاده مجدد از مواد قابل مصرف موجود در پسماندهای عمرانی و ساختمانی گفته می‌شود.

برچسب عضویت: تکه‌ای از کاغذ، پلیمر، پارچه، فلز و سایر مواد است که در قسمتی از خودرو و ماشین آلات حفار نصب می گردد و نمایانگر عضویت آنها در کمیته اجرایی می‌باشد.

ماشین آلات حفار: ماشین آلاتی (از قبیل لودر، بیل مکانیکی، بیل بکهو، بلب کت و...) که به‌واسطه فعالیتشان پسماندهای عمرانی و ساختمانی تولید می گردد.

خودروهای حمل کننده: خودروهایی که نسبت به حمل و نقل پسماندهای عمرانی و ساختمانی اقدام می نمایند.

کارت فعالیت: مجوز عضویت خودروها و ماشین آلات حفار در کمیته اجرایی که مدت اعتبار آن شش ماه بوده و پس از اتمام مدت آن باید تمدید گردد.

مجوز حمل: مجوزی است که پیمانکار باید قبل از شروع هرگونه فعالیت عمرانی و ساختمانی از کمیته اجرایی دریافت و پس از اتمام پروژه به همراه تائیدیه مکان تخلیه، جهت صدور مجوز بعدی به کمیته اجرایی تحویل نماید.

برگه نرده: برگه‌ای است به تفکیک هر خودرو که در هنگام صدور مجوز حمل توسط کمیته اجرایی صادر می گردد و در آن پیمانکار، محدوده فعالیت، خودرو و محل تخلیه

پسماندهای عمرانی و ساختمانی مشخص می گردد.

تولیدکنندگان پسماندهای عمرانی و ساختمانی: کلیه اشخاص حقیقی و حقوقی که فعالیتشان منجر به تولید پسماندهای عمرانی و ساختمانی می گردد و به دو دسته عمده و جزء تقسیم می‌شوند:

الف- تولیدکنندگان عمده: مالکین خصوصی و کلیه دستگاه‌ها، ادارات، ارگان‌ها و نهادهای عمومی و دولتی که فعالیت عمرانی و ساختمانی دارند و فعالیتشان منجر به تولید بیش از ۶ متر مکعب در روز پسماندهای عمرانی و ساختمانی می گردد.

ب- تولیدکنندگان جزء: مالکین خصوصی و کلیه دستگاه‌ها، ادارات، ارگان‌ها و نهادهای عمومی و دولتی که فعالیت عمرانی و ساختمانی دارند و فعالیتشان منجر به تولید کمتر از ۶ متر مکعب در روز پسماندهای عمرانی و ساختمانی می گردد.

پیمانکار مجاز فعالیت: شخص حقیقی و حقوقی است که دارای ماشین آلات حفار می‌باشد و مراحل عضویت در کمیته اجرایی را گذرانده و در خصوص پروژه‌های عمرانی، ساختمانی و زیربنایی دارای مجوز حمل از کمیته اجرایی باشد.

خودروهای مجاز فعالیت: خودروهائی که مالکان آنها مراحل عضویت در کمیته اجرایی را گذرانده و دارای کارت فعالیت معتبر و نیز در خصوص حمل پسماندهای عمرانی و ساختمانی دارای برگه تردد معتبر باشند.

مراکز پردازش: مراکز مجاز معرفی شده توسط کمیته اجرایی که امکان تسهیل در دفع پسماندهای عمرانی و ساختمانی را پس از انجام هرگونه فرایندی ایجاد می‌نمایند.

مراکز دفع: محل‌ها و مراکز مجاز معرفی شده توسط کمیته اجرایی که در آنها عملیات تخلیه، بازیافت و دفن پسماندهای عمرانی و ساختمانی انجام می گیرد.

بخش اول: برنامه ریزی

ماده ۱: بر اساس ماده ۲ آئین نامه اجرایی قانون مدیریت پسماندها جهت برنامه‌ریزی و هماهنگی بین دستگاه‌ها و همچنین بر طرف نمودن مشکلات مدیریت اجرایی پسماندهای عمرانی و ساختمانی، تشکیلات مدیریتی و اجرایی این شیوه‌نامه در سه سطح کارگروه شهرستانی، کمیته سیاست‌گذاری و کمیته اجرایی تشکیل می گردد.

ماده ۲: کارگروه شهرستانی بر اساس تبصره ذیل ماده ۲ آئین نامه قانون مدیریت پسماندها تشکیل می گردد.

تبصره ۱: جلسات کارگروه مذکور در صورتی که با محوریت مدیریت پسماندهای عمرانی و ساختمانی باشد به درخواست شهرداری (مدیریت اجرایی پسماند) تشکیل می گردد.

تبصره ۲: رئیس کارگروه می‌تواند در صورت نیاز و یا با پیشنهاد اعضاء از سایر دستگاه‌های ذیربط حسب مورد جهت حضور در جلسات کارگروه دعوت به‌عمل آورد.

ماده ۳: وظایف کارگروه شهرستانی

۱- برنامه‌ریزی جهت اجرای مصوبات کارگروه استانی مدیریت پسماند

۲- برطرف نمودن مشکلات مدیریت اجرایی پسماندهای عمرانی و ساختمانی

۳- حمایت و نظارت بر فعالیت‌های شهرداری‌ها

۴- ارائه پیشنهادات و نظرات و ارسال گزارش عملکرد به کارگروه استانی مدیریت پسماند

۵- برگزاری جلسات که با حضور حداقل ۱۰ نفر از اعضاء رسمیت خواهد داشت.

۶- تأیید و تصویب محل‌های مجاز تخلیه و دفع پسماندهای عمرانی و ساختمانی که توسط کمیته سیاست‌گذاری پیشنهاد می گردد.

تبصره: کارگروه استانی مدیریت پسماند می‌تواند در صورت ضرورت و به منظور نظارت و آگاهی از نحوه فعالیت کارگروه، نماینده خود را به جلسات کارگروه شهرستان اعزام نماید.

ماده ۴: کمیته سیاست گذاری پسماندهای عمرانی و ساختمانی

با توجه به ماده ۷ قانون مدیریت پسماندها، جهت هماهنگی بین معاونت‌ها، سازمان‌ها و ادارات شهرداری با کمیته اجرایی پسماندهای عمرانی و ساختمانی، کمیته سیاست گذاری به ریاست معاون خدمات شهری شهرداری تشکیل می گردد.

ماده ۵: اعضای کمیته سیاست‌گذاری پسماندهای عمرانی و ساختمانی به شرح ذیل می باشند:

۱- معاون خدمات شهری شهرداری (رئیس کمیته)

۲- معاون فنی و عمرانی شهرداری

۳- معاون شهرسازی شهرداری

۴- مدیرعامل سازمان مدیریت پسماند یا مسئول واحد پسماند شهرداری (دبیر کمیته)

۵- شهرداران مناطق شهرداری

تبصره: رئیس کمیته سیاست‌گذاری می‌تواند در صورت نیاز و یا با پیشنهاد اعضاء از سایر افراد مرتبط جهت حضور در جلسات دعوت به‌عمل آورد.

ماده ۶: وظایف کمیته سیاست گذاری پسماندهای عمرانی و ساختمانی

۱- ایجاد بستر مناسب برای مدیریت بهینه و برطرف نمودن موانع و مشکلات کمیته اجرایی پسماندهای عمرانی و ساختمانی در صورت لزوم

۲- هماهنگی بین ادارات شهرداری در خصوص

الف: اعلام حجم تولیدی پسماندهای عمرانی و ساختمانی به کمیته اجرایی قبل از صدور هرگونه مجوز

ب: اخذ تأییدیه لازم از کمیته اجرایی قبل از صدور گواهی پایان کار (در خصوص پروژه‌های ساختمانی)

ج: اخذ تأییدیه لازم از کمیته اجرایی قبل از هرگونه پرداخت صورت وضعیت، تسویه حساب و یا هرگونه تأیید حسن انجام کار (در خصوص پروژه‌های عمرانی)

۳- مکانیابی و تعیین محل‌های مجاز تخلیه و دفع پسماندهای عمرانی و ساختمانی و پیشنهاد به کارگروه شهرستانی

ماده ۷: کمیته اجرایی

کمیته اجرایی پسماندهای عمرانی و ساختمانی با هدف مدیریت بهینه در کلیه مراحل مراحل تولید، ذخیره‌سازی، جمع‌آوری، جداسازی، حمل و نقل، بازیافت، پردازش و دفع پسماندهای عمرانی و ساختمانی تشکیل می گردد.

ماده ۸: اعضای کمیته اجرایی پسماندهای عمرانی و ساختمانی به شرح ذیل می باشند:

۱- مدیرعامل سازمان مدیریت پسماند شهرداری یا مسئول واحد خدمات شهری (رئیس کمیته)

۲- کارشناس یا کارشناسان مرتبط شاغل در سازمان مدیریت پسماند یا واحد خدمات شهری به تشخیص رییس کمیته اجرایی

ماده ۹: وظایف کمیته اجرایی

۱- شناسایی محل‌های مجاز تخلیه و دفع پسماندهای عمرانی و ساختمانی

۲- صدور مجوز و نظارت بر نحوه فعالیت دهنده خدمات پسماندهای عمرانی و ساختمانی

۳- شناسایی پیمانکاران، ماشین آلات حفار و خودروهای فعال در زمینه پسماندهای عمرانی و ساختمانی

۴- تشکیل پرونده و ثبت مشخصات پیمانکاران فعال در زمینه پسماندهای عمرانی و ساختمانی

۵- صدور کارت فعالیت برای ماشین آلات حفار و خودروهای فعال در زمینه پسماندهای عمرانی و ساختمانی

۶- صدور مجوز حمل برای پیمانکاران فعال قبل از شروع هر گونه فعالیت عمرانی و ساختمانی

۷-آموزش و اطلاع رسانی لازم به شهروندان، رانندگان، پیمانکاران و ... در زمینه پسماندهای عمرانی و ساختمانی

۸- کنترل و نظارت مستمر بر پیمانکاران، ماشین آلات حفار و خودروهای فعال در زمینه پسماندهای عمرانی و ساختمانی در محدوده و حریم شهر

۹- بررسی مجوزهای صادر شده ثبت و گزارش تخلفات

۱۰-شناسایی متخلفین موضوع ماده ۱۶ قانون مدیریت پسماندها و معرفی آنها به مراجع قضایی

۱۱- ارائه خدمات مطلوب به شهروندان در زمینه ذخیره سازی و جمع آوری پسماندهای عمرانی و ساختمانی

۱۲-اجرای پروژه‌های بازیافت و پردازش پسماندهای عمرانی و ساختمانی

۱۳- تعامل با سایر واحدهای شهرداری جهت استفاده از پتانسیل های موجود و کنترل و نظارت مطلوب

۱۴- برآورد بهای خدمات مدیریت پسماندهای عمرانی و ساختمانی و پیشنهاد به شورای اسلامی شهر جهت تصویب

بخش دوم: ساماندهی و مراقبت

ماده ۱۰: کلیه اشخاص حقیقی و حقوقی تولید کننده پسماندهای عمرانی و ساختمانی موظف به رعایت مفاد این شیوه‌نامه در کلیه مراحل تولید، جمع آوری، ذخیره سازی، جداسازی، حمل و نقل، بازیافت، پردازش و دفع ایمنگونه پسماندها می‌باشند.

ماده ۱۱: کلیه مالکان ماشین آلات حفار می توانند با ارائه مدارک ذیل نسبت به اخذ کارت فعالیت و برچسب عضویت از کمیته اجرایی اقدام نمایند:

- تصویر شناسنامه و کارت ملی مالک و یا مالکان
- تصویر سند مالکیت ماشین آلات حفار
- لیست ماشین آلات حفار و خودروهای حمل کننده تحت اختیار
- تکمیل و ارائه فرم تقاضای کارت فعالیت
- اخذ تعهد محضری مبنی بر رعایت الزامات مدنظر کمیته اجرایی

تبصره ۱: پس از ارائه و تأیید مدارک فوق، مالکین ماشین آلات حفار به عنوان پیمانکار مجاز فعالیت، تحت نظارت کمیته اجرایی، شناخته می‌شوند.

تبصره ۲: اعتبار کارت فعالیت شش ماه بوده و بعد از گذشت این زمان باید با نظر کمیته اجرایی تمدید گردد.

تبصره ۳: تمدید اعتبار کارت فعالیت منوط به رعایت مفاد این شیوه نامه و برطرف نمودن تخلفات توسط پیمانکار می‌باشد.

ماده ۱۲: کلیه اشخاص حقیقی و حقوقی فعال در زمینه پسماندهای عمرانی و ساختمانی باید ظرف مدت ۳ ماه پس از ابلاغ این شیوه نامه صرفاً با اخذ مجوز از کمیته اجرایی فعالیت نمایند.

تبصره: پس از پایان مهلت مقرر در ماده ۱۲، کمیته اجرایی موظف است با همکاری نیروی انتظامی از فعالیت آنها جلوگیری نماید.

ماده ۱۳: پیمانکاران مجاز فعالیت موظفند ضمن عقد قرارداد با تولیدکننده قبل از هر گونه فعالیت، نسبت به اخذ مجوز حمل با ارائه مدارک ذیل اقدام نمایند:

- تصویر مجوز فعالیت از شهرداری (پروانه ساختمانی، اصل قرارداد، معرفی نامه از شهرداری و غیره)
- دستور نقشه یا تأیید مهندس ناظر (ابعاد پروژه و حجم پسماند عمرانی و ساختمانی مشخص گردد)
- کد شناسایی ماشین آلات و خودروهای تحت اختیار

تبصره ۱: ارائه مجوزهای قبلی حمل صادر شده توسط کمیته اجرایی برای اخذ مجوزهای آتی ضروری می‌باشد.

تبصره ۲: پیمانکاران مجاز حق واگذاری اجرای عملیات بارگیری و حمل پسماندهای عمده عمرانی و ساختمانی ثبت شده به نام خود را به سایر اشخاص حقیقی و حقوقی نداشته و در صورت مشاهده با متخلفان برخورد و مجوز آنها ابطال خواهد شد.

تبصره ۳: کمیته اجرایی موظف است پس از بررسی و تأیید مدارک فوق نسبت به صدور مجوز حمل پسماند و برگ تردد خودروها اقدام نماید.

تبصره ۴: تولیدکننده موظف به گمارش یک نفر به عنوان ناظر در طول مدت انجام بارگیری و حمل و نقل پسماندهای عمرانی و ساختمانی می باشد.

تبصره ۵: کمیته اجرایی می تواند از فعالیت پیمانکاران فاقد مجوز در پروژه‌های عمرانی و ساختمانی جلوگیری نماید.

تبصره ۶: مسئولیت پروژه‌های عمرانی و ساختمانی و پاسخگویی به تخلفات احتمالی پس از پایان پروژه و اخذ گواهی عدم تخلف نیز بر عهده پیمانکار مجری آن پروژه می‌باشد.

ماده ۱۴: در خصوص ذخیره‌سازی، جمع آوری و حمل و نقل پسماندهای جزء عمرانی و ساختمانی، کمیته اجرایی می‌تواند نسبت به شناسایی پیمانکاران مجاز و صدور مجوز فعالیت برای آنها اقدام نماید.

ماده ۱۵: پیمانکاران مجاز فعالیت موظفند پس از اتمام پروژه‌های عمرانی و ساختمانی، تأییدیه عدم تخلف را از کمیته اجرایی اخذ و به کارفرما تحویل نمایند.

ماده ۱۶: تولیدکنندگان پسماندهای عمرانی و ساختمانی موظفند:

- قبل از تولید، نسبت به عقد قرارداد با پیمانکاران مجاز فعالیت جهت ذخیره‌سازی، جمع آوری و حمل و نقل آنها اقدام نمایند.
- به منظور ذخیره‌سازی پسماندهای جزء عمرانی و ساختمانی از ظروف مخصوص (باکس خاک و نخاله) استفاده نمایند.
- از انباشت، تخلیه و نگهداری پسماندهای عمرانی و ساختمانی در محدوده خارج از ملک خودداری نمایند.
- جهت انتقال پسماندهای عمرانی و ساختمانی از خودروهای مجاز فعالیت استفاده نمایند.
- پس از پایان فعالیت عمرانی و ساختمانی نسبت به اخذ گواهی عدم تخلف از پیمانکار مجاز فعالیت (صادر شده توسط کمیته اجرایی) اقدام نمایند.
- پس از پایان جمع‌آوری و انتقال پسماند نسبت به پاکسازی و نظافت محل اقدام نمایند.

تبصره ۱: مسئولیت نظارت بر حسن اجرای موارد فوق الذکر بر عهده کمیته اجرایی بوده و در صورت عدم رعایت نکات مذکور، ضمن توقف عملیات، تولیدکننده و پیمانکار متخلف جهت طی مراحل قانونی معرفی می گردد.

تبصره ۲: اخذ مجوز حمل پسماندهای عمرانی و ساختمانی در خصوص پروژه‌هایی که توسط ادارات، نهادها و ارگان‌های دولتی و عمومی انجام می گیرند الزامی است.

ماده ۱۷: تولیدکنندگان موظفند به منظور جلوگیری از انتشار گرد و غبار در فضای اطراف محل انجام عملیات بارگیری پسماندهای عمرانی و ساختمانی نسبت به رعایت موارد ذیل اقدام نمایند:

- در ساختمان‌های بیش از یک طبقه از هدایت کننده پسماندهای عمرانی و ساختمانی استفاده گردد.
- با آبپاشی پسماندها در محل بارگیری خودرو از انتشار گرد و غبار به محیط اطراف جلوگیری به عمل آورند.

- پس از پایان جمع آوری و انتقال بسمقد نسبت به پاکسازی و نظافت محل اقدام گردد.

ماده ۱۸: کلیه اشخاص حقیقی و حقوقی مالک کامیون‌ها و کامیونت‌های کمپرسی اعم از دولتی و خصوصی متقاضی عضویت در کمیته اجرایی موظفند ضمن مراجعه به کمیته اجرایی و ارائه مدارک ذیل نسبت به تشکیل پرونده و اخذ کارت فعالیت اقدام نمایند:

- تصویر شناسنامه و کارت ملی مالک و یا مالکان خودرو
- تصویر سند مالکیت کامیونت و یا کامیون
- تصویر مدارک شناسایی خودرو
- معرفی نامه از پیمانکاران دارای مجوز از کمیته اجرایی (به غیر از ادارات نهادها و ارگان‌های دولتی و عمومی)
- تکمیل و ارائه فرم تقاضای عضویت

تبصره ۱: اعتبار کارت فعالیت، شش ماهه بوده و بعد از گذشت این زمان باید مجدداً تمدید گردد.

تبصره ۲: تمدید اعتبار کارت فعالیت منوط به رعایت مفاد این شیوه‌نامه و نیز برطرف نمودن تخلفات احتمالی توسط مالک خودرو می‌باشد.

ماده ۱۹: کلیه کامیون‌ها و کامیونت‌های کمپرسی اعم از دولتی یا خصوصی در صورت اخذ کارت فعالیت معتبر و برگ تردد از کمیته اجرایی، مجاز به حمل پسماندهای عمرانی و ساختمانی در محدوده و حریم شهر می باشند.

تبصره: حمل و نقل پسماندهای عمرانی و ساختمانی خودروهای متفرقه که فاقد کارت فعالیت و برگ تردد باشند ممنوع می‌باشد و مشمول ماده ۱۶ قانون مدیریت پسماندها خواهد بود.

ماده ۲۰: رانندگان خودروهای مجاز حمل موظفند به منظور جلوگیری از آلودگی و پخش شدن پسماندها در طول مسیر، ضمن رعایت قوانین و مقررات راهنمایی و رانندگی، نسبت به پوشش کامل قسمت بار خود اقدام نمایند.

تبصره: در صورت بروز آلودگی و پخش شدن پسماندها در طول مسیر، راننده خودرو ملزم به پاکسازی محل یا پرداخت بهای خدمات پاکسازی (مصوب شورای اسلامی شهر) می باشد.

ماده ۲۱: رانندگان خودروهای مجاز موظفند تا در هنگام ورود به مبادی تخلیه و یا دفع پسماندهای عمرانی و ساختمانی، نسبت به ارائه و تحویل برگ تردد اقدام نمایند.

تبصره: در صورت عدم اعتبار برگ تردد، مسئولین واحد پذیرش محل تخلیه و یا دفع موظفند تا ضمن پذیرش و ثبت مشخصات خودرو در بار اول، راننده را جهت رفع نقص به کمیته اجرایی معرفی نمایند تا نسبت به تکمیل مدارک مورد نیاز اقدام نماید.

ماده ۲۲: مالکین ماشین آلات حفار و خودروهای مجاز فعالیت موظفند در صورت هرگونه تغییر مالکیت، تغییر پلاک انتظامی و غیره مراتب را به اطلاع کمیته اجرایی برسانند.

ماده ۲۳: شهرداری‌ها موظفند در مرحله بازدید جهت صدور پروانه و یا مجوز فعالیت علاوه بر وظایف محوله نسبت به برآورد میزان تولید پسماندهای عمرانی و ساختمانی اقدام و این مورد را نیز در گزارشات خود به کمیته اجرایی اعلام نماید.

ماده ۲۴: در صورت عدم جمع آوری پسماندهای جزء عمرانی و ساختمانی، شهرداری می تواند نسبت به جمع آوری و انتقال و همچنین وصول بهای خدمات آن (با تصویب شورای اسلامی شهر) از تولیدکننده اقدام نماید. (پیوست شماره یک)

ماده ۲۵: صدور گواهی پایان کار، عدم خلاف و هرگونه تأیید و تسویه حساب برای کلیه پروژه‌های عمرانی و ساختمانی که توسط ادارات، نهادها و سازمان‌های دولتی و عمومی و یا دفاتر خدمات انجام می‌گیرد، منوط به اخذ گواهی عدم تخلف از کمیته اجرایی می‌باشد.

ماده ۲۶: کمیته اجرایی موظف است نسبت به زون‌بندی مراکز تخلیه و یا دفع پسماندهای عمرانی و ساختمانی جهت تخلیه تفکیک شده اینگونه پسماندها اقدام نماید.

تبصره: رانندگان خودروهای مجاز حمل در مراجعه به محل‌های دفع موظف به رعایت مقررات این مراکز می‌باشند.

ماده ۲۷: براساس ماده ۱۷ قانون نیروی انتظامی مصوب ۱۳۶۹/۴/۳۷ و نیز ماده ۳۶ آئین نامه اجرایی قانون مدیریت پسماندها مصوب ۱۳۸۴/۵/۵، نیروی انتظامی در اجرای این شیوه نامه با کمیته اجرایی همکاری نماید.

ماده ۲۸: در صورت تخلیه در محل‌های غیر مجاز، مرتکبین علاوه بر اعمال ماده ۱۶ و ۲۰ قانون مدیریت پسماندها و پرداخت جریمه‌های متعلقه براساس حکم مراجع قضایی باید نسبت به پاکسازی مناطق آلوده شده و یا پرداخت بهای خدمات پاکسازی (با تصویب شورای اسلامی شهر) اقدام نمایند.

تبصره ۱: در صورت تخلف در عملکرد گذشته پیمانکاران، کمیته اجرایی می‌تواند تا رفع تخلف از صدور مجوز جدید خودداری نماید.

تبصره ۲: در صورت تکرار تخلفات پیمانکاران، کمیته اجرایی می‌تواند بین یک تا سه ماه از صدور مجوز جدید و یا تمدید مجوز قبلی خودداری نماید.

ماده ۲۹: کلیه اشخاص حقیقی و حقوقی متقاضی خاک و مخلوط حاصل از پروژه‌های عمرانی و ساختمانی موظفند به همراه ارائه مدارک مالکیت مکان مورد درخواست نسبت به اخذ مجوز از کمیته اجرایی اقدام نمایند.

تبصره: مسئولیت تخلیه و اخذ مجوزهای مربوطه از مراجع ذیربط با درخواست کننده می‌باشد.

ماده ۳۰: در راستای مدیریت هر چه بهتر پسماندهای عمرانی و ساختمانی، کمیته اجرایی می‌تواند از فناوری‌های جدید از قبیل سامانه شناسایی با استفاده از فرکانس رادیویی (RFID)، سامانه موقعیت یاب جهانی (GPS) و غیره اقدام نماید.

بخش سوم: آموزش و اطلاع رسانی

ماده ۳۱: کمیته اجرایی موظف است نسبت به فراخوان عمومی برای اطلاع‌رسانی در خصوص عضویت پیمانکاران، ماشین آلات حفار و خودروهای حمل اقدام نماید.

ماده ۳۲: کمیته اجرایی موظف است نسبت به آموزش عمومی در خصوص شیوه اجرایی مدیریت پسماندهای عمرانی و ساختمانی به شهروندان از طریق رسانه‌های عمومی مانند صدا و سیما، جراید، نصب بنر در سطح شهر و غیره اقدام نماید.

تبصره: پیمانکاران موظفند در راستای آموزش به تولیدکنندگان پسماندهای عمرانی و ساختمانی نسبت به تهیه و توزیع بروشور، تراکت، جزوه و سایر اقلام آموزشی با تأیید کمیته اجرایی اقدام نمایند.

ماده ۳۳: کمیته اجرایی موظف است نسبت به برگزاری دوره‌های آموزشی کوتاه‌مدت ویژه پیمانکاران اقدام نماید.

ماده ۳۴: کمیته اجرایی موظف است به منظور اطلاع‌رسانی در خصوص تخلیه پسماندهای عمرانی و ساختمانی در محل‌های مجاز، نسبت به تهیه و نصب تابلو در محدوده و حریم نظارتی خود اقدام نماید.

ماده ۳۵: کمیته اجرایی موظف است نسبت به تهیه بانک اطلاعاتی پیمانکاران و در اختیار قراردادن فهرست پیمانکاران مورد تأیید به عموم مردم از طریق روش‌های معمول و ممکن (چاپ بروشور، اطلاع رسانی از طریق اینترنت و غیره) اقدام نماید.

مراحل تمدید مجوز فعالیت پیمانکاران
درخواست متقاضی تمدید مجوز از کمیته اجرایی
بررسی عملکرد گذشته
تخلف ندارد
تخلف دارد
پرداخت جریمه
پرداخت حق عضویت سنجه
تمدید مجوز فعالیت به مدت ۶ ماه

مراحل تمدید کارت فعالیت
تخلف ندارد
تخلف دارد
بازدید از خودروی متقاضی
پرداخت حق عضویت سنجه
تمدید کارت فعالیت به مدت ۶ ماه

مراحل رفع تخلف
صدور اخطار جمع آوری توسط کمیته اجرایی
عدم جمع آوری توسط مالک
جمع آوری توسط مالک از طریق پیمانکاران مجاز فعالیت
ارجاع به مراجع قضایی
رفع تخلف از مالک

مراحل صدور مجوز فعالیت پیمانکاران
پرداخت حق عضویت سنجه
صدور مجوز فعالیت به مدت ۶ ماه

مراحل تمدید کارت فعالیت ماشین آلات حفار
تخلف ندارد
بازدید از ماشین آلات حفار
پرداخت حق عضویت سنجه
تمدید کارت فعالیت ماشین آلات حفار

اخطاریه

شهروند گرامی آقا/ خانم .....

به آدرس : .....

سلام علیکم

احتراماً با عنایت به مواد ۷ و ۱۶ قانون مدیریت پسماندها و همچنین ماده ۹ آئین‌نامه اجرایی آن، طی بازدید مأمورین گشت و کنترل در مورخ ..... ساعت ..... مشاهده گردید که شیوه نامه اجرایی ساماندهی پسماندهای عمرانی و ساختمانی (نخاله‌های ساختمانی) رعایت نشده است و شما اقدام به ..... نموده‌اید.

لذا بدینوسیله به شما اخطار می‌گردد که ظرف مدت ..... ساعت نسبت به جمع آوری و انتقال پسماندهای عمرانی و ساختمانی از طریق پیمانکاران مجاز (لیست پیوست) اقدام نمایید. بدیهی است که در غیر این‌صورت برخورد قانونی لازم صورت خواهد گرفت.

مأمور ابلاغ

امضاء

تحویل گیرنده

امضاء

فراخوان مقاله

فصلنامه مدیریت پسماند با هدف ارتقای سطح دانش دست‌اندرکاران بخش مدیریت پسماند کشور و اطلاع‌رسانی در زمینه فعالیت‌های انجام شده و گسترش پژوهش‌های بنیادی، کاربردی و توسعه، پیشبرد مرزهای دانش و به‌روزکردن آگاهی جامعه علمی و اجرایی از آخرین دستاوردهای علمی و فنی جهان در موضوع مدیریت پسماند، از مدیران و کارشناسان مدیریت پسماند و همه متخصصانی که به‌نحوی فعالیت حرفه‌ای آنها با موضوع مدیریت پسماند مرتبط است، دعوت می‌کند تجربیات و دیدگاه‌های خود را در قالب مقالات علمی، گزارش و ... ترجیحاً با در نظر گرفتن محورهای زیر برای بررسی و استفاده در فصلنامه ارسال دارند:

- مدیریت شیرابه پسماندهای عادی
- کاهش تولید و تفکیک از مبدأ پسماند
- مدیریت جزء ویژه پسماندهای عادی
- پردازش بیولوژیکی پسماندها
- مباحث اقتصادی در مدیریت پسماندها
- قوانین و مقررات در مدیریت پسماندها
- پردازش مکانیکی پسماندها

نحوه تنظیم و ارسال مقالات:

مقاله ارسالی باید محتوای پژوهشی داشته و حاوی یافته‌های نوین در یکی از زمینه‌های مدیریت پسماندها باشد.

مقاله ارسالی نباید قبلاً ارائه یا چاپ شده باشد.

مقاله با استفاده از نرم افزار word (با فونت lotus ۱۲) تایپ شود.

عنوان مقاله به صورت Bold (با فونت lotus ۱۲) در بالای صفحه و اسامی نویسندگان همراه در زیر آن با اندازه ۱۲ تایپ و زیر نام ارائه دهنده مقاله خط کشیده شده و نام مسئول مکاتبات مقاله با ستاره مشخص شود.

تصاویر مربوط با کیفیت مطلوب اسکن و یا به صورت خام ارسال شود.

مقالات حداکثر در ۱۰ صفحه تایپ شده ارائه شود.

مقالات باید به همراه تصاویر مربوطه با کیفیت مناسب به آدرس الکترونیکی wm.journal@yahoo.com یا در قالب لوح فشرده به سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور به آدرس تهران، خیابان کارگر شمالی، بالاتر از بلوار کشاورز، پلاک ۲۲۴، کدپستی ۱۴۱۸۷۳۳۵۱۶ ارسال شود.

پتانسیل و فناوری تولید انرژی از زیست توده در مناطق روستایی

سید عارف موسوی

زیست‌توده اصطلاحی در زمینه انرژی است که برای توصیف یک رشته از محصولات که از فتوسنتز به دست می‌آیند، به‌کار می‌رود. هر سال از طریق فتوسنتز، معادل چندین برابر مصرف سالانه جهانی انرژی، انرژی خورشیدی در برگ‌ها، تنه و شاخه‌های درختان ذخیره می‌شود؛ بنابراین، در میان انواع منابع انرژی تجدیدپذیر، زیست توده از نظر ذخیره انرژی خورشیدی، منحصر به فرد است. به علاوه، تنها منبع تجدیدپذیر کربن است که می‌تواند به طور مستقیم یا بعد از تبدیلاتی، به سوخت‌های مفید تغییر یابد. فرآیند تبدیل زیست‌توده به قدمت اولین آتشی است که انسان‌ها به وسیله چوب ایجاد کردند و مانند هر رویداد قدیمی که می‌تواند روزآمد شود، این فرآیندها نیز پیشرفت کردند و جدید شدند.

زیست‌توده یک منبع تجدیدپذیر بومی است که به هیچ یا اندک تغییر خارجی نیاز دارد. همچنین صنایع کشاورزی و جنگلداری که ذخایر اصلی زیست‌توده هستند، فرصت اساسی را برای توسعه اقتصادی مناطق روستایی فراهم می‌کنند. میزان نشر مواد آلاینده ناشی از احتراق زیست‌توده، معمولاً کمتر از سوخت‌های فسیلی است. به علاوه ، استفاده و بهره‌برداری تجاری از زیست‌توده، می‌تواند مشکلات مربوط به انهدام پسماندها را در سایر صنایع از جمله جنگلداری و تولیدات چوب، فراوری موادغذایی و به خصوص پسماندهای روستایی در مراکز روستایی حذف کند یا کاهش دهد. بنابراین استفاده صحیح از منابع زیست‌توده همچنان که مورد توجه بسیاری از کشورهای جهان است، باید در برنامه‌های توسعه کشور ما نیز بیش از پیش مدنظر قرار گیرد.

با توجه به پتانسیل خوبی که منابع زیست‌توده در روستاها و شهرهای ایران دارد، توجه به فناوری‌های تولید بیوگاز اهمیت بسیاری دارد. منابع زیست‌توده اصلی در روستاهای ایران فضولات دامی، پسماندهای آلی خانگی و لجن تخمیری را دربرمی‌گیرد. ادامه برنامه‌های تحقیقاتی کاربرد بیوگاز برای کشور به خصوص در روستاها می‌تواند علاوه بر کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی، اثر چشمگیری در جلوگیری از آلودگی‌های محیط زیستی حاصل از زائدات داشته باشد. شرایط اقتصادی، اجتماعی، تکنولوژیکی و درجه توسعه مناطق در انتخاب فناوری‌های تبدیل زیست‌توده به انرژی موثر هستند بدون توجه به این عوامل نمی‌توان از موفقیت طرح های تبدیل انرژی از زیست‌توده اطمینان حاصل کرد. در انتخاب معیارها، بیش از هر چیز، نیازها و شرایط کشور در نظر گرفته می‌شود. نمونه‌هایی از این موارد که از اهمیت فراوانی برخوردارند عبارتند از تأمین انرژی مورد نیاز مناطق دور افتاده و نیازمند، استفاده بهینه از مواد زائد، امکان اجرای فناوری‌ها در داخل کشور، سادگی نسبی فناوری‌ها، سازگاری با فناوری‌های دیگر تبدیل و مصرف انرژی.

محتوای این کتاب، حاصل یک پروژه تحقیقاتی و مطالعاتی است که با حمایت و نظارت معاونت پژوهشی مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری و روستایی سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور در سال ۸۹ انجام شده و در سال ۱۳۹۱ در قالب دو جلد توسط انتشارات استاد مطهری به چاپ رسیده است.

این کتاب در شش فصل تدوین شده است که چهار فصل اول آن در جلد یک، به بررسی انواع منابع زیست‌توده برای تولید انرژی و تعیین پتانسیل این منابع، انواع فناوری‌های تولید زیست‌توده، مقایسه فناوری‌های تبدیل منابع زیست‌توده به انرژی، تولید برق از فناوری‌های منتخب منابع زیست‌توده و دو فصل پایانی در جلد دو، به برآورد پتانسیل انرژی منابع زیست توده (فضولات دامی و پسماندهای عادی جامد روستایی) و مشخصات این منابع به تفکیک هر استان و نهایتاً طراحی واحدهای بیوگاز در هر دو مقیاس سنتی و نیمه‌صنعتی برای روستاهای کشور و ارائه نقشه های اجرایی و جزئیات فنی و مهندسی لازم جهت اجرا و پایش، اختصاص دارد.

پتانسیل و فناوری تولید انرژی از زیست‌توده در مناطق روستایی (جلد ۱ و ۲)

پدیدآورندگان: محمدعلی عبدلی-مریم بازوکی

کارفرما: معاونت پژوهشی مرکز مطالعات مدیریت شهری و روستایی سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور

مجری: دانشکده محیط‌زیست دانشگاه تهران، استانداری قم

ناشر: استاد مطهری/شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

صفحه و قطع: ۲۷۲ صفحه وزیری/بها: ۶۰۰۰ تومان

مطالب این کتاب آن چنان که از فصول مطرح شده بر می‌آید، حاوی مباحث نظری و تجربی در حوزه منابع زیست‌توده و تعیین پتانسیل آنها، بررسی فناوری‌های مرسوم برای تبدیل منابع زیست‌توده به انرژی، مقایسه فناوری‌ها از نظر کاربرد و برتری آنها نسبت به یکدیگر از نظر نوع منبع زیست‌توده در مناطق روستایی است که می‌تواند راهنمای مناسبی برای علاقه‌مندان مرتبط با امور پسماند روستایی در سطح استانداری‌ها، فرمانداری‌ها، بخشداری‌ها و دهیاران و شوراهای اسلامی روستا باشد. همچنین کتاب حاضر برای پژوهشگران حوزه مطالعات پسماند روستایی، دانشجویان کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترای این حوزه می‌تواند مفید واقع شود.

بسمه‌تعالی

شهردارمحترم

باسلام‌واحترام

همانگونه که مستحضر هستید، یکی از کلیدی ترین روشهای مبنای اعمال صحیح مدیریت دانایی، کسب دانش و علوم روز است. این روش می‌بایست با برقراری ارتباط متعامل با مجامع علمی فعال در امور شهری و نهادهای محلی شروع شود و به عنوان ضرورتی عملیاتی و کارکردی با آن نگریسته شود تا از یک سو برای حل مسائل متعدد، گوناگون و فزاینده شهری و سوی دیگر برای ساماندهی و هدایت توسعه شهری به کار رود.

مدیریت شهری به منظور دستیابی به این بنیان و روش شناسی علمی ناگزیر به برقراری ارتباط با مجامع فرهنگی - اجتماعی و پژوهشی است. لذا این مرکز به عنوان کانون دانش بنیان کردن امور مدیریت محلی، با استفاده از ابزار های مختلف از جمله نشریاتعلمی، پژوهشی و آموزشی سعی در برقراری این ارتباط دارد. در مرکز مطالعات برنامه ریزی شهری و روستایی با توجه به جامعه هدف، نشریات مختلفی در دوره های زمانی گوناگون به شرح زیر منتشر می شود:

۱- ماهنامه شهرداری ها ۲- ماهنامه دهیاری ها ۳- فصلنامه مدیریت شهری ۴- فصلنامه فرهنگ ایمنی ۵- فصلنامه مدیریت پسماند

لذا در صورت تمایل می توانید با تکمیل فرم پیوست، مراجعه به آدرس اینترنتی WWW.SAFTA.IMO.ORG.IR واریز وجه مربوط و ارسال یک نسخه از فیش واریزی از طریق پست، نسبت به اشتراک این نشریات اقدام نمائید.

باآرزوی‌موفقیت

محمدرضابهاروند

رئیس‌مرکزمطالعات‌برنامه‌ریزی‌شهری‌وروستایی

فرم اشتراک فصلنامه مدیریت پسماند

قابل توجه شهرداران محترم

چنانچه تمایل به اخذ اشتراک فصلنامه مدیریت پسماند را دارید لطفا فرم زیر را تکمیل نموده و با واریز وجه مربوط به دوره اشتراک مورد نظر به حساب شماره ۱۶۲۷ بانک ملی تمرکز وجوه درآمد حاصل از چاپ توزیع و فروش کتب و نشریات، اصل یا کپی فیش بانکی را همراه فرم اشتراک از طریق پست سفارشی به نشانی: تهران- میدان ولیعصر - بلوار کشاورز، خیابان نادری، پلاک ۱۷، کد پستی ۱۴۱۶۶۳۳۶۶۱ حوزه نشر مرکز مطالعات برنامه ریزی شهری و روستایی ارسال و یا جهت تسریع در امور، فرم و فیش مربوط را به دفتر امور مشترکین فکس: ۴-۶۴۹۰۲۰۵۳ و ۸۸۴۹۲۵۵۲ نمائید.

لطفاً به نکات زیر توجه فرمائید:

- ✓ کارمندان استانداری‌ها، شهرداری‌ها، دهیاری‌ها، اساتید و دانشجویان محترم می‌توانند با ارسال کپی کارت شناسایی یا کارت دانشجویی، از تخفیف ۱۰ درصدی هزینه اشتراک برخوردار شوند.
- ✓ درصورت اشتراک سالانه از ده درصد تخفیف برخوردار می‌شوید.
- ✓ درصورت درخواست بیش از ۲۰ نسخه از یک شماره، از ۱۰ درصد تخفیف بیشتر علاوه بر بند فوق برخوردار می‌شوید.
- ✓ برای مشترکین جدید تاریخ ارسال ماهنامه حداکثر یک هفته پس از دریافت فیش بانکی و فرم اشتراک می‌باشد.

فرم هزینه	دوره اشتراک	سه ماهه	شش ماهه	نه ماهه	یک ساله
	فرست	۳۶۰،۰۰۰ریال	۷۲۰،۵۵۵ریال	۱،۰۸۰،۰۰۰ ریال	۱۴۴۰،۰۰۰ ریال

مشخصات متقاضی:

نام و نام خانوادگی: _____ تاریخ تولد: _____ مدرک تحصیلی: _____

سمت، شغل: _____ عنوان موسسه/شهرداری/شرکت: _____

تلفن همراه: _____ فاکس: _____ پست الکترونیک: _____

کد اشتراک (در صورت تمدید اشتراک): _____ تعداد جلد: _____ آدرس: _____

_____ کد پستی: _____

مشخصات رسید بانکی:

شماره سریال فیش بانکی: _____ تاریخ واریز وجه: _____ مبلغ واریزی: _____

کد یا شعبه واریز وجه: _____

نظرات و پیشنهادات: _____

_____

امضاء

معرفی سامانه فروش الکترونیکی
انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور

انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور با انتشار بیش از ۲۰۰ عنوان کتاب و انتشار بیش از ۵ عنوان ماهنامه و فصلنامه جهت استفاده همکاران شاغل در شهرداری‌ها، استانداری‌ها و همچنین دانشجویان و اساتید دانشگاه‌ها جزئی از سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کل کشور مشغول فعالیت می‌باشد. با توجه به تعدد مراجعه همکاران، دانشجویان و اساتید محترم جهت استفاده و دریافت این منابع، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهری و روستایی سازمان شهرداری‌ها اقدام به راه‌اندازی سامانه فروش و توزیع الکترونیکی نشریات کرده است. این سامانه با هدف تامین نیازهای مطالعاتی افراد اقدام به تشکیل بخش‌های مختلف از جمله معرفی کتب جدید، گنجینه کتب، گنجینه نشریات، ثبت نام وعضویت، اخبار و رویدادها، آشنایی با سازمان و ... می‌باشد. کلیه افراد می‌توانند با مراجعه به این سایت از انتشار موارد جدید مطلع شده و با پرداخت الکترونیکی اقدام به تهیه منابع مورد نیاز خود نمایند.

www.safta.imo.org.ir

waste management 14

Waste Management

A Quartery Journal Of Wast Management | No.14| Spring 2013

- Necessity of developing astrategic plan in SWM (MahyarSafa / ZohreTaranomi)
- Selecting optimal method for waste-to- energy in Esfehan Metropolitan (AsgharEbrahimi)
- Calculating CH4 emissions fromBardeskan solid waste landfill site using LANDGEM (AliakbarRoudbari)
- Vulnerability assessment of the challenges facing integrated MSWM in Iran (BehrouzBoghlanDashti)
- Economic evaluating of waste incineration facilities with capacity of 200000 ton/year in Sari (Mehdi ShafieeChafi)
- RDF generating plant design and its complementary systems in municipal solid waste management for urban waste capacity of 1000 ton/year (NazaninZare)
- Biogas generation potential survey from potato wastes with anaerobic digestion methodology (Akbar SariaceMoghadam)
- Importance of education and job skills enhancement of urban services workers in order to promote individual and community health (Zahra Hemafar)
- Evaluation and selection of separate and simultaneous combination management practices of solid wastes and sewage in Iran's rural areas (Mohammad Fahiminia)
- Assessment of the problems current situation and solutions to improve the source separation of waste from the point of view of citizens in urban areas (Abdollah Mir Ebrahimi)