



بزرگ‌ترین بازیافت کننده در خاورمیانه!

بازیافت مشهد

گزارش از
مجتمع
صنعتی

راضیه بنکدار سخی
معلم شیمی منطقه ۱۲ تهران

اشاره.....

سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری مشهد، در سال ۱۳۷۵، به منظور سامان‌بخشی زباله‌های خانگی و صنعتی از طریق بازیافت و دوباره استفاده کردن مواد - که نتیجه آن افزون بر بهره‌وری بهینه مواد، کاهش زباله‌هاست - تأسیس شد. این سازمان، یک مجتمع صنعتی را تحت پوشش دارد که گذشته از جداسازی مواد قابل استفاده از زباله‌ها مانند فلزها، به تولید چهار نوع کود آلی، تولید برق از زیست‌گاز، و نیز تولید کف‌پوش‌های لاستیکی و کاغذ و مقوا می‌پردازد و از این راه، افزون بر حفظ منابع طبیعی و بهداشت محیط‌زیست درآمد چشمگیری از این طلای کثیف به دست می‌آورد.

هدف‌ها و فعالیت‌ها

جمع‌آوری و سامان‌بخشی زباله‌ها پرداخته است و به تدریج در آن، کارخانه‌های بازیافت و تولید مواد ساخته و از آن بهره‌برداری شده است. هدف‌های این سازمان عبارت‌اند از:

سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری در مردادماه ۱۳۷۵ تأسیس شد. این سازمان در آغاز به آموزش شهروندان و

«طرح پاکیاران» به کمک دانش آموزان، فرهنگ تفکیک زباله را به خانواده‌ها آموزش دهد و با ایجاد ایستگاه‌های ثابت و متحرک به جمع‌آوری زباله‌های تفکیک‌شده از سطح شهر بپردازد.

۷ واحد سازماندهی ضایعات ساختمانی

با توجه به روند روزافزون ساخت‌وساز در بیشتر شهرها از جمله شهر مشهد یکی از مشکلات شهری، زباله‌ها و نخاله‌های حاصل از ساخت‌وساز است. سازمان بازیافت و تبدیل مواد با طراحی و ساخت ماشین‌آلات مناسب، طرح جمع‌آوری آسان، مکانیزه و با هزینه‌های کمتر را به اجرا درآورده است.

۷ مجموعه کارخانه‌های کمپوست کود آلی

مواد زائد جامد، حاصل از فعالیت‌هایی که در شهر انجام می‌شود، از دیدگاه خواص فیزیکی و شیمیایی به دو گروه فسادپذیر و فسادناپذیر تقسیم می‌شوند.

پسماند مواد غذایی یا شاخه و برگ‌های گیاهان و درختان که در گذرگاه‌ها بر اثر خزان یا هرَس آن‌ها به وجود می‌آیند مواد فسادپذیری هستند که با گذشت زمان به علت فعالیت موجودات زنده ذره‌بینی تجزیه می‌شوند و بوی زننده‌ای می‌گیرند. این مواد را زباله‌های تر می‌نامند. شاید ساده‌ترین روش برای دفع این زباله‌ها دفن یا پخش آن‌ها در زمین باشد اما شیرابه‌های حاصل از این مواد به لایه‌های پایین‌تر زمین نفوذ کرده، منابع آب‌های زیرزمینی را آلوده می‌کنند. همچنین هزینه خرید زمین برای دفن این زباله‌ها زیاد است. از این رو، دفن زباله‌ها روش مناسبی برای از بین بردن آن‌ها نیست. مجموعه کارخانه‌های تولید کود آلی (کمپوست) با تولید چهار نوع کود آلی شامل کود کمپوست، کود کمپوست غنی‌شده گوگرددار گرانوله، کمپوست سبز و کمپوست ورمی روشی مناسب از بهره‌وری این زباله‌های تر است، شکل ۱.

- آموزش و ترویج فرهنگ صحیح تولید، تفکیک، نگهداری و جمع‌آوری و بازیافت زباله‌ها
- ارائه به موقع و صحیح خدمات به مشتریان
- جلب مشارکت بخش خصوصی و استفاده از توانایی سازمان‌های غیردولتی در راستای تحقق هدف‌های سازمان
- ارتقای سطح فنی و استفاده از فناوری‌های نو در بازیافت و تبدیل مواد
- استمرار بهبود کیفی فعالیت‌ها در چارچوب نظام تضمین کیفیت.



مهم‌ترین فعالیت‌های این سازمان را می‌توان در ۸ واحد به این شرح خلاصه کرد:

۷ واحد تفکیک از مبدأ

این واحد با آموزش مستقیم و چاپ کتاب و بروشورهای آموزشی، به منظور آگاهی‌دادن به شهروندان برای جداسازی زباله‌ها اقدام کرده و با اهدای هدایایی، آنان را تشویق به تفکیک زباله‌ها از مکان تولید کرده است. همچنین با توجه به اینکه آموزش افراد از سال‌های کودکی سودمندتر است این واحد به کمک آموزش و پرورش شهر مشهد و اعزام مربیان آموزش دیده به دبستان‌ها و برخی مدارس دوره راهنمایی توانسته است با اجرای



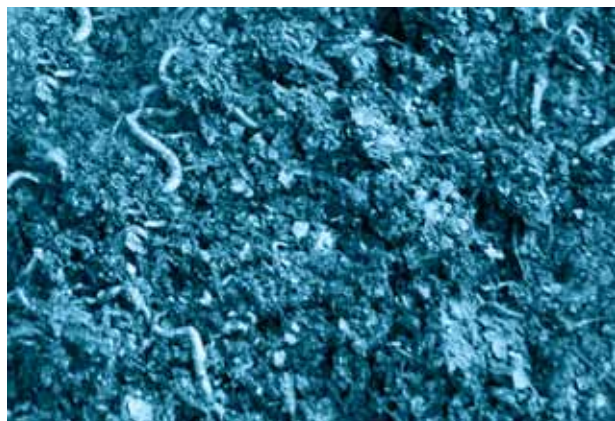
شکل ۱



تهیه و به‌عنوان کود استفاده می‌شود. امروز به‌کارگیری این بقایا به‌صورت دیگری مورد توجه قرار گرفته است؛ ضایعات سبز که همان سرشاخه‌ها و برگ‌های درختان است، خُرد و به‌وسیلهٔ سرندهایی دانه‌بندی می‌شوند. این کود سرشار از مواد آلی شامل سلولوز، لیگنین، مواد نشاسته‌ای، قندها و پروتئین‌هاست و از آنجا که مقدار لیگنین پلیمر شده و محلول در آب آن کم است، باعث تشکیل خاک دانه می‌شود.

کمپوست ورمی این نوع کود آلی از تجزیه مواد فسادپذیر توسط کرم‌های خاکی ویژه‌ای به نام ایزونیا فوتیدا^۹ - که به کرم زباله‌خوار معروفند - همراه با مدفوع این جانداران به‌وجود می‌آید. کرم‌های خاکی با تغذیه از بقایای مواد آلی داخل خاک باعث برگشت مواد به چرخه طبیعت می‌شوند. ورمی کمپوست به‌دلیل ارزش غذایی و سازگاری با محیط‌زیست از بهترین کودها در سراسر دنیا به‌شمار می‌رود.

از مزایای این کمپوست که سرشار از مواد غذایی قابل جذب گیاهان است می‌توان به اصلاح بافت فیزیکی خاک، افزایش پتاسیم، نگهداری رطوبت و آب در خاک اشاره کرد.



شکل ۲ کرم‌های زباله‌خوار

۷ واحد دفن زباله، نیروگاه زیست‌گازسوز

زباله‌هایی که از سال‌ها پیش درون زمین دفن شده‌اند پس از تجزیه توسط موجودات زنده ذره‌بینی، مقادیر زیادی گاز متان و دی‌هیدروژن سولفید تولید می‌کنند. گاز متان افزون بر آلوده‌کردن محیط‌زیست، به‌عنوان گاز گلخانه‌ای، به‌علت آتش‌گیر بودن و ایجاد انفجار، خطرناک است. از این‌رو، امروزه با طراحی نیروگاه‌های ویژه، این گاز سوزانده و از آن به‌وسیله ژنراتور، برق تولید می‌شود. به این منظور در فضاهایی که از پیش زباله‌ها در آن دفن شده‌اند برای جمع‌آوری گازها چاله‌هایی حفر و روی آن‌ها لوله‌گذاری می‌شود. سپس به‌وسیلهٔ پمپ‌های

کمپوست، کود آلی حاصل از تجزیهٔ زیست‌شناختی بقایای گیاهی و ضایعات جامد با منشأ آلی است که توسط انواع گوناگون موجودات زنده ذره‌بینی، به یک یا مخلوطی از چند ماده آلی قابل تجزیه، تبدیل می‌شود. کمپوست‌ها به‌دلیل منشأ طبیعی بر کودهای شیمیایی ارجح هستند. این کمپوست‌ها به‌دلیل داشتن عنصرهایی چون کربن، نیتروژن، فسفر، کلسیم، پتاسیم، سدیم، آهن، منگنز، روی و منیزیم افزون بر تأمین رطوبت و pH مناسب باعث حاصلخیزی خاک نیز می‌شوند. مراحل تولید کمپوست به این ترتیب است که در آغاز، زباله‌های تر توسط سرندهای بزرگ الک شده، از مواد قابل بازیافت مانند کاغذ، شیشه و پلاستیک جدا می‌شوند و مواد آلی با قطر ۷/۵ سانتی‌متر یا کوچک‌تر به‌دست می‌آیند. این مواد روی شبکه‌های سیمانی در سالن‌های مخصوص قرار داده می‌شوند. روی هر لایه از مواد آلی با لایه‌ای از خاک پوشانده شده، سپس لایه‌ای دیگر از این مواد آلی قرار داده می‌شود. این فرایند تا رسیدن ضخامت مواد به ارتفاع حداکثر ۲ متر ادامه می‌یابد. جمع‌شدن این مواد در این سالن ۲۰ تا ۲۵ روز زمان می‌برد. در این مدت به‌علت فعالیت ریز جانداران هوازی، مواد تخمیر و تجزیه می‌شوند. برای هوادهی بیشتر به این مخلوط، مخلوط‌کننده‌های بزرگ در سرتاسر سالن حرکت می‌کنند و با زیرورو کردن این مواد هوادهی انجام می‌شود. در این مدت، دما بر اثر فعالیت ریز جانداران به ۵۵ درجه سلیسیوس می‌رسد و در هفته‌های آخر، حتی تا ۷۰ درجه افزایش می‌یابد. سپس مخلوط به محوطه باز انتقال می‌یابد تا به مدت دو ماه عمل تثبیت انجام شود در پایان این فرایند، مخلوط دوباره سرد می‌شود. به این ترتیب کمپوست با دانه‌بندی ۶ میلی‌متری به‌دست می‌آید. این ویژگی باعث نگهداری رطوبت و افزایش تبادل اکسیژن در خاک می‌شود که از ویژگی‌های یک کمپوست مرغوب است. تفاوت کمپوست غنی‌شده با این کمپوست، افزودن مقداری



گوگرد به منظور تغییر میزان خاصیت اسیدی خاک و تبدیل این نوع کود به گرانول است. کمپوست غنی‌شده افزون بر اصلاح خاک و جذب ریزمغذی‌ها، مقدار فسفر را در خاک‌افزایش می‌دهد.

کمپوست سبز در گذشته از ضایعات باغی و زراعی



شکل ۴



شکل ۳

کارخانه بازیافت لاستیک

در این کارخانه، نخست فلزها و الیاف فلزی به وسیله دستگاه، از لاستیک‌های کهنه جدا می‌شوند. این لاستیک‌ها در دستگاه خردکن به قطعات ریز آسیاب، و سپس به صورت گرانول شکل داده می‌شوند. از مخلوط این گرانول با چسب و رنگدانه‌های پلیمری، در فشار و گرمای مناسب، کفپوش‌های لاستیکی به ابعاد و ضخامت‌های گوناگون براساس نوع کاربرد ساخته می‌شود. در این واحد سالانه ۳۰۰۰ تن لاستیک کهنه مورد بازیافت قرار می‌گیرد.

کارخانه بازیافت قیر و آسفالت

در این واحد قطعه‌های آسفالت از سطح گذرگاه‌ها یا ساختمان‌های قدیمی در حال بازسازی، جمع‌آوری شده، به سیلوهایی که دارای شبکه فلزی و گرمکن مجهز است



انتقال داده می‌شوند. در این سیلوها قیر ذوب شده، توسط شبکه‌های فلزی جدا می‌شود تا دوباره برای تهیه آسفالت از آن استفاده شود. این کارخانه ۵۰۰ تن آسفالت را در سال

مکنده، گازهای تولید شده را به نیروگاه انتقال می‌دهند. این گازها پس از رطوبت‌گیری به ژنراتور انتقال داده می‌شوند و انرژی الکتریکی تولید می‌کنند، شکل ۳. گفتنی است واحد زیست‌گاز مشهد نخستین نیروگاه زیست‌گازسوز خاورمیانه است که ۶۶۰ کیلووات در ساعت برق تولید می‌کند. واحد دفن زباله، زباله‌های غیرقابل بازیافت را در زمین‌هایی را که برای دفن زباله شرایط مناسب دارند، دفن و لوله‌گذاری می‌کند تا پس از سال‌ها از آن به‌عنوان منبع تولید زیست‌گاز استفاده شود.

۷ مجتمع صنعتی بازیافت

چنان‌که اشاره شد زباله‌ها را می‌توان به دو دسته فسادپذیر و فسادناپذیر تقسیم کرد. زباله‌های فسادناپذیر که به زباله‌های خشک نیز معروفند، پس از جمع‌آوری، به کارخانه‌های مجزایی مانند کارخانه بازیافت کاغذ، بازیافت لاستیک، بازیافت قیر و آسفالت، ضایعات قطعه‌های الکترونیکی، بازیافت پت انتقال داده شده، پس از عملیات گوناگون به موادی قابل استفاده تبدیل می‌شوند.

کارخانه بازیافت کاغذ

این کارخانه که از واحدهای بخش خصوصی سازمان است طی عملیاتی، کاغذهای کهنه را به ورقه‌های مقوایی برای تولید کارتن تبدیل می‌کنند. در این روش، نخست کاغذها با آب مخلوط می‌شوند تا خمیری رقیق و یکنواخت تشکیل شود. این خمیر را روی نوارهایی می‌گذارند تا با عبور از زیر غلطک‌های گرمایی، آبگیری و خشک شوند، شکل ۴. سپس به صورت لوله‌های کاغذ جمع‌آوری و به وسیله دستگاهی به ورق‌های چندلایه و مقوا تبدیل می‌شوند تا از آن‌ها کارتن‌های بسته‌بندی ساخته شود.



بازیافت می‌کند.

کارگاه ضایعات قطعه‌های الکترونیکی

این کارگاه از واحدهای جدید مجتمع صنعتی بازیافت است که در آن قطعه‌های الکترونیکی جداسازی می‌شود، شکل ۵. قطعه‌های سالم دوباره استفاده می‌شوند. قطعه‌های دیگر به منظور بازیافت فلزها خرد و آسیاب و در مخلوطی از نیتریک اسید، هیدروکلریک اسید و نمک ویژه‌ای حل شده، در سلول‌های آبکافت فلزها - که اغلب از جنس مس و قلع هستند - بازیافت می‌شوند. هرچند بازیافت این مواد صرفه اقتصادی ندارد اما برای حفظ محیط‌زیست از اهمیت بسزایی برخوردار است. آنچه که در این واحد نسبت به واحدهای دیگر، چشمگیر است، ساخت ابزارها و دستگاه‌های بُرشی است. جداسازی این قطعه‌ها و طراحی و ساخت ابزارها توسط دانشجویان دانشگاه فردوسی مشهد انجام می‌گیرد.

کارخانه بازیافت پت

پت همان بطری‌های پلیمری نوشابه‌هاست. در کارخانه بازیافت، نخست بطری‌های آلوده جداسازی می‌شوند، شکل ۶.



شکل ۶

شکل ۷

آب داغ و سود سوزآور شسته می‌شوند. این مواد در فشار و گرما، به رشته‌های باریک و سرانجام به گرانول تبدیل می‌شوند. گرانول‌ها با مقداری رنگ مخلوط می‌شوند و به کمک فشار هوا و گرما، برای تهیه کیسه‌های پلاستیکی به کار می‌روند، شکل ۸.

۷ واحد پسماندهای پزشکی و صنعتی

برخی از زباله‌ها مانند زباله‌های بیمارستانی که به شدت آلوده‌اند، پس از جمع‌آوری به این واحد انتقال یافته، در کوره‌های مخصوص سوزانده می‌شوند.



شکل ۸

۷ واحد نظارت بر مخازن این واحد، بر سامان بخشی مخزن‌های زباله‌های شهری نظارت و پشتیبانی می‌کند.

۷ واحد آموزش شامل دو بخش پژوهش و روابط عمومی است. در واحد پژوهش، پژوهش‌های تازه برای بازیافت مواد و زباله‌های شهری امکانات بهینه‌سازی روش‌ها را بررسی می‌کند. در بخش روابط عمومی، برگزاری کلاس‌های آموزشی برای کارکنان این سازمان و شهروندان برنامه‌ریزی می‌شود و شهروندان را به کاهش زباله‌های فسادناپذیر و جمع‌آوری بهینه زباله‌ها تشویق می‌کند.



شکل ۵

پس از آن توسط دستگاه، برچسب‌ها، حلقه‌ها و درپوش‌های پلاستیکی برداشته می‌شوند. سپس این بطری‌ها خرد و آسیاب شده، هم‌زمان به وسیله آب گرم شسته می‌شوند و پس از رطوبت‌گیری، با هوای داغ خشک می‌شوند. در پایان، پزک‌های پت بازیافت می‌شوند، شکل ۷.

کارخانه بازیافت پلاستیک

در این کارخانه روزانه ۶ تن پلاستیک بازیافت می‌شود. برای بازیافت، نخست پلاستیک‌ها خاک‌گیری و در آسیاب، خرد می‌شوند. سپس طی دو مرحله با آب سرد و در مرحله سوم با

نخست برای کاهش این مشکلات آگاهی دادن هرچه بیشتر به شهروندان و توصیه به کاهش تولید زباله است تا به این ترتیب سرمایه‌ها و منابع ملی و محیط‌زیست حفظ شوند. به نظر می‌رسد که مناسب‌ترین زمان آموزش و یاددهی به فرزندانمان در دوره ابتدایی است تا فرهنگ صرفه‌جویی و حفظ منابع طبیعی در کودکانمان نهادینه شود.



نتیجه

مشهد به‌عنوان یکی از کلان‌شهرهای ایران، با داشتن ویژگی زیارتی - سیاحتی، به‌طور متوسط روزانه ۲۴۰۰۰-۱۷۰۰۰ تن



زباله تولید می‌کند و در رتبه دوم پس از شهر تهران قرار دارد. بی‌تردید، تولید این حجم زباله، مشکلات زیادی را، شامل آلودگی محیط‌زیست، هدر رفتن منابع طبیعی و هزینه‌های هنگفت برای جمع‌آوری و بازیافت آن‌ها، به‌همراه دارد. گام



1. Eisenia Foetida

۲. منظور، زمین‌های سخت است که در آن‌ها شیرابه‌ها به لایه‌های زیرین کمتر نفوذ کند، همچنین در جهت باد و نزدیک مناطق مسکونی و منابع آب‌های زیرزمینی نباشند.

