

فهرست مطالب

۲- امکانسنجی و ارائه گزینه های مناسب مدیریت پسماند ۱

۱-۲- امکان سنجی استفاده از فرصت ها و راهکارهای رفع مشکلات و تنگناها ۲

۱-۱-۲- تشکیل جداول شناسایی فاکتورهای استراتژیک عوامل درونی و خارجی ۳

۱-۱-۱-۲- تشکیل ماتریس های ارزیابی عوامل درونی و خارجی ۹

۲-۲- ارائه گزینه های مناسب برای اجتناب از تولید و کاهش پسماندها ۲۵

۱-۲-۲- کاهش در کمیت پسماند تولیدی ۲۷

۱-۱-۲-۲- تعریف ۲۷

۲-۱-۲-۲- کاهش از مبدا ۲۹

۳-۱-۲-۲- شیوه های کاهش از مبدا ۳۴

۴-۱-۲-۲- شیوه های مناسب کاهش تولید و استفاده مجدد از پسماندهای جامد ۳۵

۵-۱-۲-۲- اهداف برنامه کاهش تولید در مبدا ۴۰

۶-۱-۲-۲- مزایای کاهش تولید در مبدا ۴۲

۷-۱-۲-۲- وضعیت موجود کاهش تولید پسماند ۴۳

۸-۱-۲-۲- اجرای برنامه کاهش تولید پسماندهای جامد ۴۶

۹-۱-۲-۲- برنامه های کاهش تولید پسماند از مبدا ۴۸

۱-۹-۱-۲-۲- برنامه های اجرایی در مراکز آموزشی ۵۱

۲-۹-۱-۲-۲- برنامه های دولتی برای ایجاد انگیزه ۵۳

۳-۹-۱-۲-۲- آموزش کاهش تولید در مبدا ۵۷

۴-۹-۱-۲-۲- انگیزه های اقتصادی و جرایم در زمینه کاهش در مبدا ۵۹

۵-۹-۱-۲-۲- ممیزی های قانونی در جهت کاهش در مبدا ۶۱

۲-۲-۲- کاهش سمیت زایدات تولیدی ۶۲

۱-۲-۲-۲- پسماندهای سمی ۶۳

۲-۲-۲-۲- برنامه های کاهش سمیت ۶۷

۳-۲-۲-۲- سیاست های مدیریت محصول بمنظور کاهش سمیت ۶۸

- ۷۰ ۴-۲-۲- سیاست های مدیریت تولید بمنظور کاهش سمیت
- ۷۰ ۵-۲-۲- مشکلات، نیازها و فرصت ها در کاهش پسماند
- ۷۱ ۳-۲-۲- گزینه های کاهش تولید پسماندهای جامد
- ۷۷ ۴-۲-۲- ارزیابی گزینه های کاهش تولید پسماندهای جامد
- ۷۹ ۳-۲- بررسی و ارایه گزینه های مناسب در خصوص ذخیره سازی موقت پسماند
- ۸۰ ۱-۳-۲- پارامترهای شاخص در انتخاب سیستم ذخیره سازی پسماندهای جامد
- ۸۳ ۱-۱-۳-۲- طراحی مخازن ذخیره سازی پسماندها جامد
- ۸۴ ۲-۳-۲- شیوه های ذخیره سازی موقت پسماندها
- ۸۷ ۳-۳-۲- انواع مخازن ذخیره سازی پسماندهای جامد
- ۸۷ ۱-۳-۳-۲- مخازن مخصوص ذخیره سازی موقت پسماندهای تر
- ۸۷ ۱-۱-۳-۳-۲- کیسه های کاغذی
- ۹۰ ۲-۱-۳-۳-۲- کیسه های پلاستیکی
- ۹۲ ۲-۳-۳-۲- مخازن پلاستیکی و فلزی ذخیره سازی حجم بالای پسماند
- ۹۸ ۳-۳-۳-۲- مخازن گالوانیزه
- ۱۰۱ ۴-۳-۳-۲- مخازن چرخدار
- ۱۰۴ ۵-۳-۳-۲- مخازن مخصوص بارگیری از جلو و عقب
- ۱۰۵ ۶-۳-۳-۲- مخازن مخصوص بارگیری از عقب
- ۱۰۶ ۷-۳-۳-۲- مخازن غلطان
- ۱۰۷ ۴-۳-۲- مخازن مخصوص ذخیره سازی موقت پسماندهای خشک
- ۱۰۹ ۵-۳-۲- مکانیابی ظروف ذخیره سازی موقت پسماند
- ۱۱۰ ۶-۳-۲- مزایا و معایب مخازن ذخیره سازی موقت پسماند
- ۴-۲- بررسی و ارایه گزینه های مناسب برای جمع آوری و حمل پسماندهای جامد
- ۱۱۶ ۱-۴-۲- بررسی سناریو های جمع آوری پسماندهای جامد
- ۱۱۶ ۲-۴-۲- انواع سیستم های جمع آوری پسماندهای جامد

- ۳-۴-۲- روش های پیشرفته جمع آوری پسماندهای جامد..... ۱۳۰
- ۳-۴-۲- مزایای انواع سیستم های جمع آوری..... ۱۳۷
- ۳-۴-۲- معایب انواع سیستم های جمع آوری..... ۱۳۸
- ۴-۴-۲- انواع روش ها ی برداشت و بارگیری پسماندهای جامد..... ۱۴۰
- ۴-۴-۲- سناریو های جمع آوری پسماندهای جامد..... ۱۴۶
- ۴-۵-۲- جمع آوری پسماند مخلوط..... ۱۴۶
- ۴-۵-۱-۱- خصوصیات فنی و اجرایی سناریوهای جمع آوری مخلوط پسماند..... ۱۵۰
- ۴-۵-۱-۲- ارزیابی زیست محیطی سناریوهای جمع آوری مخلوط پسماند..... ۱۵۲
- ۴-۵-۱-۳- ارزیابی اجتماعی و فرهنگی هریک از سناریوهای جمع آوری مخلوط پسماند..... ۱۵۴
- ۴-۵-۱-۴- ارزیابی اقتصادی سناریوهای جمع آوری مخلوط پسماند..... ۱۵۵
- ۴-۵-۲- جمع آوری پسماند بصورت تفکیک شده..... ۱۵۷
- ۴-۵-۱-۲-۱- ارزیابی خصوصیات فنی و اجرایی سناریوهای جمع آوری پسماند تفکیک شده..... ۱۶۱
- ۴-۵-۲-۲- ارزیابی زیست محیطی سناریوهای جمع آوری پسماند تفکیک شده..... ۱۶۵
- ۴-۵-۲-۳- ارزیابی اجتماعی و فرهنگی سناریوهای جمع آوری پسماند تفکیک شده..... ۱۶۷
- ۴-۵-۲-۴- ارزیابی اقتصادی سناریوهای جمع آوری پسماند تفکیک شده..... ۱۶۹
- ۴-۴-۶- بررسی گزینه های انتقال پسماندهای جامد..... ۱۷۱
- ۴-۶-۱- ایستگاه های انتقال پسماندهای جامد..... ۱۷۱
- ۴-۶-۲- انواع ایستگاههای انتقال پسماندهای جامد..... ۱۷۴
- ۴-۶-۳- انواع تریلرهای ویژه حمل و نقل پسماندهای جامد..... ۱۸۰
- ۴-۶-۴- انواع سکوهای انتقال پسماندهای جامد..... ۱۸۲
- ۴-۵-۵- گزینه های مناسب در خصوص بازیافت و پردازش پسماند..... ۱۸۷
- ۴-۵-۱- تکنیک ها و تجهیزات پردازش..... ۱۹۰
- ۴-۵-۲- اهداف سیستم پردازش..... ۱۹۱
- ۴-۵-۱-۲- بهبود کارایی در سیستم های مدیریت مواد زاید جامد..... ۱۹۱
- ۴-۵-۲-۲- بازیافت مواد..... ۱۹۲
- ۴-۵-۲-۳- بازیافت انرژی از مواد..... ۱۹۲

۱۹۳	 روشهای پردازش مکانیکی	۳-۵-۲
۱۹۳	 متراکم کننده ها	۱-۳-۵-۲
۱۹۴	 فشردن سازها	۲-۳-۵-۲
۱۹۵	 عدل بندها	۳-۳-۵-۲
۱۹۶	 خردکن ها	۴-۳-۵-۲
۲۰۰	 خشک کن ها	۵-۳-۵-۲
۲۰۰	 متراکم سازی با فشار زیاد	۶-۳-۵-۲
۲۰۱	 کاهش شیمیایی حجم	۴-۵-۲
۲۰۱	 جداسازی اجزاء ترکیبی	۵-۵-۲
۲۰۲	 جداسازی در مبدا	۱-۵-۵-۲
۲۰۲	 جداسازی متمرکز	۲-۵-۵-۲
۲۰۳	 جداسازی مغناطیسی	۳-۵-۵-۲
۲۰۶	 غربال کردن یا سرنند کردن	۴-۵-۵-۲
۲۱۰	 دیگر روشهای جداسازی	۵-۵-۵-۲
۲۱۴	 روشهای بیولوژیکی	۶-۵-۲
۲۱۴	 کمپوست	۱-۶-۵-۲
۲۱۵	 کمپوست در مدیریت پسماند	۱-۱-۶-۵-۲
۲۱۷	 تعریف کمپوست	۲-۱-۶-۵-۲
۲۱۷	 کمپوست پسماندهای جامد شهری مخلوط	۳-۱-۶-۵-۲
۲۲۵	 تکنولوژی های فرآیند کمپوست	۴-۱-۶-۵-۲
۲۴۱	 تکنولوژی های قابل کاربرد کمپوست پسماندهای جامد شهری مخلوط	۵-۱-۶-۵-۲
۲۴۴	 خصوصیات کمپوست	۶-۱-۶-۵-۲
۲۴۶	 بخش های اصلی فرآیند کمپوست	۷-۱-۶-۵-۲
۲۴۷	 مقایسه اقتصادی انواع روشهای موجود	۸-۱-۶-۵-۲
۲۴۸	 فناوریهای تثبیت	۹-۱-۶-۵-۲
۲۵۳	 کارخانه کمپوست	۱۰-۱-۶-۵-۲
۲۵۸	 هضم بی هوازی - تکنولوژی بیوگاز	۲-۶-۵-۲

۲۵۹	بیوگاز زباله در هاضمهای بزرگ
۲۵۹	انواع فرآیندهای هضم بی هوازی زباله های شهری
۲۷۶	زباله سوز
۲۷۶	انواع زباله سوزها
۲۷۹	ویژگی ها
۲۸۰	مزایای زباله سوزی
۲۸۰	نقش نیروگاههای زباله سوز در دنیا
۲۸۳	وضعیت حال حاضر تکنولوژیهای زباله سوزی
۲۸۴	تولید انرژی
۲۸۷	انواع روشهای انهدام زباله و زباله سوزی
۲۹۱	بررسی جایگاه آینده زباله سوزی در ایران
۲۹۲	منافع اقتصادی نیروگاههای زباله سوز
۲۹۳	تحلیل اقتصادی نیروگاههای زباله سوز
۲۹۸	بازیافت
۳۰۱	عوامل اقتصادی
۳۰۳	مواد خام
۳۰۳	منبع سوخت
۳۰۶	روش های معمول جمع آوری و بازیافت مواد از زباله در کشور
۳۰۸	مواد قابل بازیافت
۳۱۰	بازیافت لاستیک
۳۱۰	نحوه برخورد با لاستیک های ضایعاتی
۳۱۱	سوزاندن لاستیک ها
۳۱۱	دفن لاستیک ها
۳۱۱	استحصال انرژی
۳۱۱	تجزیه حرارتی و استحصال مواد اولیه
۳۱۱	تولید پودر لاستیک
۳۱۲	روش تولید کائوچوی احیا شده (ریکلیم رابر)

۳۱۳	 ۸-۱-۸-۵-۲- نحوه بازیافت لاستیک‌های فرسوده
۳۱۵	 ۹-۱-۸-۵-۲- مختصری از روشهای بازیافت
۳۱۶	 ۱۰-۱-۸-۵-۲- فرآیند بازیافت محصولات لاستیکی
۳۲۲	 ۱۱-۱-۸-۵-۲- مزایای استفاده از لاستیکهای بازیافتی
۳۲۳	 ۱۲-۱-۸-۵-۲- بازیافت لاستیک در ایران
۳۲۴	 ۱۳-۱-۸-۵-۲- آینده بازیافت لاستیک در ایران
۳۲۶	 ۱۴-۱-۸-۵-۲- نتیجه گیری
۳۲۷	 ۳-۸-۵-۲- بازیافت پلاستیک
۳۲۸	 ۱-۳-۸-۵-۲- طبقه‌بندی کلی مواد پلاستیکی
۳۳۲	 ۲-۳-۸-۵-۲- پلاستیک های مناسب برای بازیافت
۳۳۳	 ۳-۳-۸-۵-۲- جنبه‌های تکنیکی استفاده مجدد از پلاستیکهای ضایعاتی
۳۳۷	 ۴-۳-۸-۵-۲- فرآیند بازیافت پلاستیک
۳۴۲	 ۵-۳-۸-۵-۲- بطری های پلاستیکی
۳۴۵	 ۴-۸-۵-۲- بازیافت کاغذ و مقوا
۳۴۵	 ۱-۴-۸-۵-۲- فرآیند بازیافت کاغذ
۳۴۸	 ۲-۴-۸-۵-۲- تعیین درجه‌بندی کاغذ باطله در ایران
۳۵۱	 ۳-۴-۸-۵-۲- بازیافت کاغذ و مقوا در ایران
۳۵۱	 ۴-۴-۸-۵-۲- مدیریت بازیافت کاغذ و مقوا
۳۵۵	 ۵-۴-۸-۵-۲- جنبه‌های تکنیکی استفاده مجدد از کاغذ باطله در صنعت کاغذسازی
۳۵۸	 ۵-۸-۵-۲- بازیافت فلز
۳۵۸	 ۱-۵-۸-۵-۲- فلزات آهنی
۳۶۰	 ۲-۵-۸-۵-۲- فرآیند بازیافت فلزات آهنی
۳۶۳	 ۳-۵-۸-۵-۲- فرآیند بازیافت فلزات غیرآهنی
۳۶۳	 ۴-۵-۸-۵-۲- فرآیند بازیافت آلومینیوم
۳۶۶	 ۶-۸-۵-۲- بازیافت شیشه
۳۶۶	 ۱-۶-۸-۵-۲- خواص شیشه
۳۶۷	 ۲-۶-۸-۵-۲- فرآیند بازیافت شیشه
۳۷۴	 ۳-۶-۸-۵-۲- بازیافت شیشه در دنیا

۳۷۵	۶-۲- ارائه گزینه های مناسب برای دفع نهایی
۳۷۵	۱-۶-۲- بررسی و ارایه گزینه های مناسب در خصوص امحاء حرارتی پسماند
۳۷۶	۱-۱-۶-۲- عملکرد زباله سوزها
۳۷۹	۲-۱-۶-۲- انواع زباله سوز
۳۸۰	۱-۲-۱-۶-۲- واحدهای زباله سوزی تک محفظه ای
۳۸۲	۲-۲-۱-۶-۲- زباله سوز با کوره ثابت
۳۸۴	۳-۲-۱-۶-۲- واحدهای زباله سوزی چند محفظه ای
۳۸۵	۴-۲-۱-۶-۲- زباله سوز با بستر سیال
۳۹۷	۵-۲-۱-۶-۲- زباله سوز با کوره گردان
۴۰۰	۶-۲-۱-۶-۲- سیستم زباله سوز بدون دود جهت انواع پسماند پلاستیکی
۴۰۱	۷-۲-۱-۶-۲- زباله سوز با تزریق مایع
۴۰۱	۳-۱-۶-۲- سیستمهای آر - دی - اف
۴۰۴	۱-۳-۱-۶-۲- خصوصیات آر-دی-اف
۴۰۵	۲-۳-۱-۶-۲- مصارف آر-دی-اف
۴۰۶	۲-۶-۲- ارائه گزینه های مناسب دفن پسماند
۴۰۸	۱-۲-۶-۲- روش سطحی
۴۰۹	۲-۲-۶-۲- روش گودالی یا ترانشه
۴۰۹	۳-۲-۶-۲- روش پرکردن پستی و بلندی زمین
۴۱۱	۳-۶-۲- تکنولوژی سایت دفن
۴۱۲	۴-۶-۲- انتخاب محل دفن
۴۱۳	۱-۴-۶-۲- زمین قابل دسترسی
۴۱۳	۲-۴-۶-۲- تاثیر بازیافت منابع
۴۱۴	۳-۴-۶-۲- مسافت تا محل دفن
۴۱۴	۴-۴-۶-۲- شرایط خاک و توپوگرافی
۴۱۴	۵-۴-۶-۲- شرایط اقلیمی
۴۱۵	۶-۴-۶-۲- هیدرولوژی آبهای سطحی
۴۱۵	۷-۴-۶-۲- شرایط زمین شناسی و هیدرولوژیکی

.....	شرایط زیست محیطی منطقه	۸-۴-۶-۲	۴۱۵
.....	استفاده نهایی از زمین	۹-۴-۶-۲	۴۱۶
.....	اجزای مرکز دفن	۵-۶-۶-۲	۴۱۶
.....	محوطه ایستگاه	۱-۵-۶-۲	۴۱۷
.....	منطقه بازیافت	۱-۱-۵-۶-۲	۴۱۸
.....	ایستگاه توزین (باسکول)	۲-۱-۵-۶-۲	۴۱۸
.....	جاده‌های دائمی	۳-۱-۵-۶-۲	۴۱۹
.....	محوطه جداسازی و یا بارگیری مجدد زباله	۴-۱-۵-۶-۲	۴۱۹
.....	کارخانه کمپوست	۵-۱-۵-۶-۲	۴۱۹
.....	محوطه نگهداری مواد قابل بازیافت	۶-۱-۵-۶-۲	۴۱۹
.....	محل ذخیره لجن آبیگری شده	۷-۱-۵-۶-۲	۴۲۰
.....	مخزن نگهداری خاکهای آلوده به روغن	۸-۱-۵-۶-۲	۴۲۰
.....	محل دفن	۲-۵-۶-۲	۴۲۰
.....	محوطه دفن مواد خشی	۱-۲-۵-۶-۲	۴۲۰
.....	محل دفن زباله‌های درشت	۲-۲-۵-۶-۲	۴۲۱
.....	سلولهای بیولوژیکی	۳-۲-۵-۶-۲	۴۲۱
.....	سلولهای خاکستر	۴-۲-۵-۶-۲	۴۲۱
.....	سلولهای پسماند ویژه	۵-۲-۵-۶-۲	۴۲۲
.....	مراحل مختلف	۳-۵-۶-۲	۴۲۲
.....	حجم	۱-۳-۵-۶-۲	۴۲۳
.....	ارتفاع مرکز دفن	۲-۳-۵-۶-۲	۴۲۳
.....	طراحی مرکز دفن	۳-۳-۵-۶-۲	۴۲۳
.....	شیب مرکز دفن	۴-۳-۵-۶-۲	۴۲۴
.....	سطح فوقانی	۵-۳-۵-۶-۲	۴۲۴
.....	تراس سازی	۶-۳-۵-۶-۲	۴۲۴
.....	دفن در سلول	۷-۳-۵-۶-۲	۴۲۴
.....	راههای دسترسی	۸-۳-۵-۶-۲	۴۲۵

۴۲۵	حصارها ۹-۳-۵-۶-۲
۴۲۵	اجزای سایت دفن پسماند ۶-۶-۶-۲
۴۲۵	سلول (Cell) ۱-۶-۶-۶-۲
۴۲۶	پوشش روزانه (Daily Cover) ۲-۶-۶-۶-۲
۴۲۶	 Bench ۳-۶-۶-۶-۲
۴۲۶	سیستم جمع‌آوری شیرابه ۴-۶-۶-۶-۲
۴۲۶	سیستم جمع‌آوری گاز ۵-۶-۶-۶-۲
۴۲۷	لایه ها ۶-۶-۶-۶-۲
۴۲۷	تجهیزات موردنیاز در محل دفن ۷-۶-۶-۶-۲
۴۲۸	بررسی مسائل فنی مربوط به شیرابه و روش دفع آن در محل دفن مورد نظر ۸-۶-۶-۶-۲
۴۲۸	خاک ۱-۸-۶-۶-۲
۴۲۹	موارد افزودنی به خاک کف (Admixed Liners) ۲-۸-۶-۶-۲
۴۲۹	Polymeric membrane liner لایه با مواد پلیمری ۳-۸-۶-۶-۲
۴۲۹	Spreyed – on liner پاشیدن مواد به خاک ۴-۸-۶-۶-۲
۴۲۹	Soil Sealants تغییرات شیمیایی در خاک ۵-۸-۶-۶-۲
۴۳۰	Chemical adsorptive liner لایه های ویژه ۶-۸-۶-۶-۲
۴۳۳	روشهای تصفیه شیرابه ۹-۶-۶-۶-۲
۴۳۴	تبخیر و خشک کردن ۱-۹-۶-۶-۲
۴۳۴	تصفیه بیولوژیکی و شیمیایی ۲-۹-۶-۶-۲
۴۳۶	بررسی مسائل فنی مربوط به گاز ۱۰-۶-۶-۶-۲
۴۳۷	حفاری توسط دریل چرخشی ۱-۱۰-۶-۶-۲
۴۳۷	جایگذاری لوله در هنگام دفن ۲-۱۰-۶-۶-۲
۴۳۸	احداث سیستم های زهکشی شیرابه و گاز ۳-۱۰-۶-۶-۲
۴۳۹	اثرات مثبت استحصال گاز از دفنگاه ۴-۱۰-۶-۶-۲
۴۴۰	روشهای استفاده از انرژی گاز دفنگاه ۵-۱۰-۶-۶-۲
۴۴۱	سوزاندن گاز دفنگاه ۶-۱۰-۶-۶-۲
۴۴۱	ساماندهی محل دفن موجود زیاله ۱۱-۶-۶-۶-۲

۴۴۱	(بهداشتی - مهندسی) احداث محل دفن زباله
۴۴۲	 پوشش کف محل دفن
۴۴۴	 پوشش نهایی و سیستم زهکشی آبهای سطحی
۴۴۷	 مدیریت شیرابه
۴۵۰	 انباشت زباله به روش فوکوئوکا
۴۵۲	 برپایی جایگاه دفن
۴۵۴	 آماده سازی محل دفن
۴۵۴	 تسطیح و شیب بندی
۴۵۴	 لایه بندی زمین
۴۵۴	 ایجاد زهکشی آبهای سطحی و حوضچه ویژه جمع آوری شیرابه
۴۵۵	 دیواره سازی
۴۵۶	 روشهای مرسوم در نواحی مرطوب
۴۵۷	 طرحهای دیگر دفن
۴۵۷	 واکنشهای محل دفن
۴۵۹	 تجزیه در محل دفن
۴۶۰	 گازهای محل دفن
۴۶۱	 شیرابه در محل دفن
۴۶۳	 مشخصات ساختمانی و نشست زمینهای دفن
۴۶۳	 طراحی محل دفن
۴۶۴	 طراحی
۴۶۵	 عملکرد

۷-۲- ارائه گزینه های مناسب برای انطباق ساختار تشکیلات مدیریت اجرایی

۴۶۶	 پسماند با توجه به قوانین و مقررات مربوطه
۴۶۶	 مقدمه
۴۷۰	 المان های مدیریت پسماند
۴۷۳	 وضعیت مدیریت مواد زائد جامد

۴۷۵	۲-۷-۴- ویژگی های سیستم مدیریت پسماند
۴۷۷	۲-۷-۵- جمعبندی و ارائه پیشنهادات
۴۷۹	۲-۷-۶- سازمان مدیریت پسماند
۴۸۰	۲-۷-۶-۱- فصل اول کلیات:
۴۸۰	۲-۷-۶-۲- ماده ۲: نوع سازمان
۴۸۰	۲-۷-۶-۳- اهداف سازمان مدیریت پسماند
۴۸۱	۲-۷-۶-۴- وظایف سازمان
۴۸۴	۲-۷-۶-۵- ماده ۵: مرکز سامان و حدود علمیات آن:
۴۸۵	۲-۷-۶-۶- ب: منابع درآمد سازمان:

۲-۸- ارائه گزینه های مناسب برای تامین هزینه های مدیریت پسماند با توجه به

۴۸۹	قوانین و مقررات مربوطه
۴۸۹	۲-۸-۱- مقدمه
۴۹۰	۲-۸-۲- سرمایه گذاری در سیستم مدیریت پسماند
۴۹۳	۲-۸-۳- تعیین بهای خدمات در زمینه مدیریت پسماند
۴۹۵	۲-۸-۴- دستورالعمل نحوه تعیین بهای خدمات مدیریت پسماندهای عادی شهری
۴۹۸	۲-۸-۵- شیوه های اجرایی و قانونی اخذ بهای خدمات مدیریت پسماندها در منطقه مطالعاتی
۵۰۱	۲-۸-۶- جمعبندی و ارائه گزینه های پیشنهادی

۲-۹- ارائه گزینه های مناسب برای بستر سازی و ایجاد انگیزه برای جذب و

۵۰۵	مشارکت بخش خصوصی
۵۰۵	۲-۹-۱- تعیین شیوه های جلب مشارکت بخش خصوصی در سرمایه گذاری
	۲-۹-۲- بررسی شیوه های جلب مشارکت مردم در امر سرمایه گذاری (اوراق مشارکت ، فروش سهام و...)
۵۰۸	
۵۱۰	۲-۹-۳- تعیین معیارهای موثر بر تصمیم گیری در امر سرمایه گذاری
۵۱۳	۲-۱۰- ارائه گزینه های مناسب برای آموزش و اطلاع رسانی

۵۱۴	 کلیات ۱-۱۰-۲
۵۱۵	 اهداف آموزش ۲-۱۰-۲
۵۱۶	 موضوعات آموزشی ۳-۱۰-۲
۵۱۶	 گروه های هدف آموزشی ۲-۶-۳-۴-۱۰-۲
۵۱۸	 روشهای آموزشی پیشنهادی ۳-۶-۳-۵-۱۰-۲
۵۲۰	 شرایط، امکانات و وسایل کمک آموزشی مورد نیاز ۴-۶-۳-۶-۱۰-۲
۵۲۱	 زمانبندی آموزش ۵-۶-۳-۷-۱۰-۲

فهرست جدولها

جدول (۱-۲) ماتریس IFE.....	۱۰
جدول (۲-۲) ماتریس EFE.....	۱۳
جدول (۳-۲) مقایسه نتایج نظرسنجی بر عوامل استراتژیک داخلی.....	۱۶
جدول (۴-۲) مقایسه نتایج نظرسنجی بر عوامل استراتژیک خارجی.....	۱۸
جدول (۵-۲) مثالهایی منتخب از فعالیتهای کاهش در مبدأ.....	۴۷
جدول (۶-۲) منافع عایدی از اعمال برنامه های کاهش تولید پسماند از مبدأ در HHC.....	۵۳
جدول (۷-۲) مواد سمی متداول در پسماندهای جامد شهری.....	۶۵
جدول (۸-۲) سیاستهای کاهش سمیت جریان پسماند.....	۶۷
جدول (۹-۲) ارزیابی گزینه ها بر اساس معیارهای تعیین شده.....	۷۷
جدول (۱۰-۲) کاربردهای متداول و محدودیت های استفاده از ظروف ذخیره سازی موقت پسماند.....	۸۷
جدول (۱۱-۲) ارائه و ارزیابی مشخصات برخی از مخازن ذخیره سازی.....	۱۱۱
جدول (۱۲-۲) جزئیات سناریو های جمع آوری مخلوط.....	۱۴۷
جدول (۱۳-۲) جزئیات سناریو جمع آوری پسماند تفکیک شده.....	۱۵۸
جدول (۱۴-۲) مقایسه ۴ روش پرکاربرد تولید کمپوست.....	۲۴۱
جدول (۱۶-۲) عناصر تشکیل دهنده کمپوست برابر استانداردهای کشورهای سوئیس.....	۲۴۵
جدول (۱۷-۲) اجزاء اصلی تشکیل دهنده بیوگازی تولیدی.....	۲۷۵
جدول (۱۸-۲) ظرفیت های زباله سوزی گزارش شده در اروپا.....	۲۸۲
جدول (۱۹-۲) عمده ترین استفاده کنندگان از WTE در آمریکا.....	۲۸۳
جدول (۲۰-۲) اجزاء و ارزش حرارتی مواد ورودی به زباله سوز.....	۲۸۵
جدول (۲۱-۲) آنالیز هزینه های یک دستگاه زباله سوز.....	۲۹۴
جدول (۲۲-۲) آنالیز هزینه تعمیر و نگهداری یک دستگاه زباله سوز.....	۲۹۵
جدول (۲۳-۲) مقادیر مجاز آلاینده ها بر واحد گازهای خروجی از دودکش زباله سوز.....	۲۹۷
جدول (۲۴-۲) هزینه های زیست محیطی دفن زباله.....	۲۹۷
جدول (۲۵-۲) تناسب بین ارزش گرمایی بالای زباله و توان خروجی.....	۲۹۸

جدول (۲-۲۶)	نمونه ای از مشخصات مواد قابل بازیافت که در عملیات بازیافت تاثیر گذار می باشد	۳۰۵
جدول (۲-۲۷)	فواید بازیافت مواد و درصد کاهش های حاصله طی بازیافت آنها	۳۰۷
جدول (۲-۲۸)	عمده روشهای بازیافت لاستیک و مسیر فرآیندهای آن	۳۱۵
جدول (۲-۲۹)	انواع پلاستیکهای مصرفی	۳۳۱
جدول (۲-۳۰)	ارزش گرمایی پلاستیکها و سوختها در مقایسه با یکدیگر	۳۳۵
جدول (۲-۳۱)	درصد اختلاط پیشنهادی انواع شیشه	۳۷۴
جدول (۲-۳۲)	مقایسه خصوصیات فیزیکی بویلرهای بستر سیال	۳۸۷
جدول (۲-۳۳)	برخی از سوخت های بکار رفته در بویلرهای بستر سیال	۳۹۱
جدول (۲-۳۴)	مقایسه خصوصیات آر-دی-اف با پسماند شهری و زغال	۴۰۵
جدول (۲-۳۵)	درصد توزیع گازها در محل دفن	۴۶۱
جدول (۲-۳۶)	ترکیب شیرابه مواد زاید در محل دفن	۴۶۲

فهرست شکل ها و نمودارها

- نمودار (۱-۲) عوامل داخلی و عوامل خارجی تولید زباله ۴
- نمودار (۲-۲) عوامل داخلی و عوامل خارجی جمع‌آوری زباله ۵
- نمودار (۳-۲) عوامل داخلی و عوامل خارجی حمل و نقل زباله ۶
- نمودار (۴-۲) عوامل داخلی و عوامل خارجی دفع / دفن زباله ۷
- نمودار (۵-۲) عوامل داخلی بازیافت زباله ۸
- نمودار (۶-۲) مقایسه نتایج نظرسنجی بر عوامل استراتژیک از نقطه نظر ضعف های موجود در سیستم مدیریت پسماند ۲۰
- نمودار (۷-۲) مقایسه نتایج نظرسنجی بر عوامل استراتژیک از نقطه نظر قوت های موجود در سیستم مدیریت پسماند ۲۱
- نمودار (۸-۲) مقایسه نتایج نظرسنجی بر عوامل استراتژیک از نقطه نظر تهدید های موجود در سیستم مدیریت پسماند ۲۲
- نمودار (۹-۲) مقایسه نتایج نظرسنجی بر عوامل استراتژیک از نقطه نظر فرصت های موجود در سیستم مدیریت پسماند ۲۳
- شکل (۱-۲) سلسله مراتب مدیریت پسماند ۲۹
- شکل (۲-۲) ارتباط بین سلسله مراتب با خطرات و هزینه های آنها ۳۵
- شکل (۳-۲) ارتباط بین کاهش پسماند در مبدأ و در مقصد ۳۷
- نمودار (۱۰-۲) کاهش تولید را در مراحل مختلف مدیریت پسماندهای جامد ۳۹
- نمودار (۱۱-۲) خط مشی های برنامه کاهش تولید پسماندهای جامد ۴۱
- شکل (۴-۲) نمونه هایی از بروشورهای آموزشی در زمینه کاهش تولید پسماند از مبدأ ۵۸
- نمودار (۱۲-۲) دسته بندی ظروف ذخیره سازی موقت زایدات با توجه رویکردهای مختلف ۸۵
- شکل (۵-۲) فریم نگهدارنده مخازن کاغذی ۸۸
- شکل (۶-۲) مخازن ۶۶۰ لیتری پلاستیکی جهت ذخیره سازی پسماندهای جامد ۹۶
- شکل (۷-۲) مخازن حجیم جهت ذخیره سازی پسماندها جامد ۹۷
- شکل (۸-۲) مخازن جهت ذخیره سازی پسماندهای جامد اداری و تجاری ۹۷
- شکل (۹-۲) مخازن ذخیره سازی پسماندهای جامد مجهز به فشرده ساز ۹۸
- شکل (۱۰-۲) مخازن گالوانیزه جهت ذخیره سازی زایدات جامد خانگی ۹۹
- شکل (۱۱-۲) نمونه ای از مخازن چرخدار ۱۰۳
- شکل (۱۲-۲) نحوه تخلیه مخازن چرخدار ۱۰۳

- شکل (۲-۱۳) نمونه ای از مخازن دامپستر ۱۰۴
- شکل (۲-۱۴) تخلیه مخازن مکانیزه با بارگیری از جلو ۱۰۴
- شکل (۲-۱۵) نمونه ای از مخازن مخصوص لودرهای با بارگیری از عقب ۱۰۵
- شکل (۲-۱۶) تخلیه مخازن مخصوص توسط هاپر با بارگیری از عقب ۱۰۵
- شکل (۲-۱۷) نمونه ای از مخازن غلطان ۱۰۶
- شکل (۲-۱۸) انتقال مخزن غلطان به پشت بازو غلطان ۱۰۶
- شکل (۲-۱۹) نمونه مخزن زباله خشک جهت تفکیک زباله خشک در مناطق اداری و تجاری ۱۰۸
- شکل (۲-۲۰) نمونه مخزن زباله خشک جهت تفکیک زباله خشک در معابر ۱۰۸
- شکل (۲-۲۱) مخزن فلزی چرخدار گالوانیزه ۱۲۰ تا ۳۴۰ لیتری ۱۱۲
- شکل (۲-۲۲) مخزن فلزی چرخدار گالوانیزه ۶۸۰ تا ۱۱۰۰ لیتری ۱۱۲
- شکل (۲-۲۳) مخازن فلزی از نوع دامپستر (DUMPSTER) ۱۱۳
- شکل (۲-۲۴) مخزن فلزی از نوع اسکیپ (SKIP) ۱۱۳
- شکل (۲-۲۵) مخزن غلطان (ROLL ON-OFF) ۱۱۴
- شکل (۲-۲۶) مخزن پلاستیکی از نوع چرخدار با ظرفیت ۱۲۰ تا ۳۴۰ لیتر ۱۱۴
- شکل (۲-۲۷) مخزن پلاستیکی از نوع چرخدار با ظرفیت ۶۶۰ تا ۱۱۰۰ لیتر ۱۱۵
- شکل (۲-۲۸) طرح اجمالی سیستم جمع آوری به شیوه ظروف متحرک ۱۱۷
- شکل (۲-۲۹) تجهیزات اسکیپ لودر (SKIP LOADER) ۱۱۸
- شکل (۲-۳۰) نمونه ای از اسکیپ لودر (SKIP LOADER) ۱۱۸
- شکل (۲-۳۱) تجهیزات غلطان با بالابر کابلی (HOISTS LIFT) ۱۲۰
- شکل (۲-۳۲) تجهیزات غلطان با بالابر قلابی (HOOK LIFT) ۱۲۰
- شکل (۲-۳۳) سیستم تریلر ویژه جمع آوری و انتقال پسماندهای جامد ۱۲۱
- شکل (۲-۳۴) طرح اجمالی سیستم جمع آوری بشیوه ظروف ثابت ۱۲۲
- شکل (۲-۳۵) سیستم جمع آوری مکانیزه با بارگیری مکانیکی از جلو ۱۲۴
- شکل (۲-۳۶) سیستم جمع آوری مکانیزه با بارگیری مکانیکی از پشت ۱۲۵
- شکل (۲-۳۷) روش جمع آوری مخازن بزرگ در سیستم بارگیری از پشت ۱۲۵

- شکل (۳۸-۲) قرارگیری مخازن پسماند در کنار جدول خیابان ۱۲۶
- شکل (۳۹-۲) سیستم جمع آوری مکانیزه با بارگیری مکانیکی از کنار ۱۲۶
- شکل (۴۰-۲) کامیونهای چنگک دارمجهز به مخزن ۱۲۷
- شکل (۴۱-۲) ماشینهای چنگک دار بدون مخزن ۱۲۸
- شکل (۴۲-۲) سیستم جمع آوری دستی (گاری دستی) ۱۲۹
- شکل (۴۳-۲) سیستم جمع آوری با بارگیری نیمه اتوماتیک ۱۳۰
- شکل (۴۴-۲) سیستم جمع آوری مکانیزه ، با استفاده از مکش ۱۳۱
- شکل (۴۵-۲) سیستم جمع آوری اتوماتیک با اتاق بار دو گانه ۱۳۲
- شکل (۴۶-۲) نمونه ای از مراکز خرید پسماندهای قابل بازیافت ۱۳۴
- شکل (۴۷-۲) مشارکت مردم در جمع آوری با کمک دستگاه های خرید پسماندهای قابل بازیافت ۱۳۵
- شکل (۴۸-۲) نمایی از مرکز دریافت پسماندهای جامد (DROP-CENTER) ۱۳۵
- شکل (۴۹-۲) نمونه ای از مخازن مخصوص روش DROP-OFF ۱۳۷
- نمودار (۱۳-۲) سناریو A جمع آوری مخلوط ۱۴۸
- نمودار (۱۴-۲) سناریو B جمع آوری مخلوط ۱۴۸
- نمودار (۱۵-۲) سناریو C جمع آوری مخلوط ۱۴۹
- نمودار (۱۶-۲) سناریو D جمع آوری مخلوط ۱۴۹
- نمودار (۱۷-۲) سناریو E جمع آوری پسماند تفکیک شده ۱۵۹
- نمودار (۱۸-۲) سناریو F جمع آوری پسماند تفکیک شده ۱۵۹
- نمودار (۱۹-۲) سناریو G جمع آوری پسماند تفکیک شده ۱۶۰
- نمودار (۲۰-۲) سناریو H جمع آوری پسماند تفکیک شده ۱۶۰
- نمودار (۲۱-۲) سناریو I جمع آوری پسماند تفکیک شده ۱۶۱
- شکل (۵۰-۲) ماشین های روبسته جمع آوری و حمل پسماندهای جامد ۱۷۲
- شکل (۵۱-۲) شماتیک ایستگاه تخلیه مستقیم ۱۷۵
- شکل (۵۲-۲) شماتیک ایستگاه تخلیه غیرمستقیم ۱۷۷
- شکل (۵۳-۲) تریلرهای حمل مورد استفاده در ایستگاه مجهز به فشرده ساز ۱۷۸

شکل (۵۴-۲)	تریلرهای مجهز به کانتینرهای روبسته در ایستگاههای های مجهز به فشره ساز	۱۸۰
شکل (۵۵-۲)	تریلرهای روباز مجهز به پارویی	۱۸۱
شکل (۵۶-۲)	تریلرهای روباز مجهز به کمپرسی	۱۸۲
شکل (۵۷-۲)	سکوهای شیب مثبت	۱۸۳
شکل (۵۸-۲)	سکوهای شیب منفی	۱۸۴
شکل (۵۹-۲)	سکوهای شیب ترکیبی	۱۸۵
شکل (۶۰-۲)	سکوی شعاعی	۱۸۶
شکل (۶۱-۲)	سکوی خطی ساده	۱۸۷
شکل (۶۲-۲)	سکوی خطی زاویه دار	۱۸۷
شکل (۶۳-۲)	سیستم پلت ساز زباله	۱۹۴
شکل (۶۴-۲)	خودروی فشرده ساز زباله	۱۹۵
شکل (۶۵-۲)	نمونه عدل بند	۱۹۶
شکل (۶۶-۲)	سه نوع خرد کن اصلی (A آسیاب چکشی، B قیچی دوار و C آسیاب شلاقی	۱۹۸
شکل (۶۷-۲)	جدا کننده های مغناطیسی متداول	۲۰۵
شکل (۶۸-۲)	نمونه ای از غربالی لرزشی	۲۰۷
شکل (۶۹-۲)	منظره داخلی یک شبکه بشکه ای	۲۰۸
شکل (۷۰-۲)	کاربرد غربالها در جداسازی مواد با اندازه های مختلف	۲۰۹
شکل (۷۱-۲)	انواع جداکننده های جرمی	۲۱۱
شکل (۷۲-۲)	دستگاه جدا کردن شیشه	۲۱۲
شکل (۷۳-۲)	ویندرو در فضای باز	۲۲۷
شکل (۷۴-۲)	ویندروی هوادهی شده محصور	۲۲۸
شکل (۷۵-۲)	سیستم هوادهی ASP	۲۳۰
شکل (۷۶-۲)	ASP محصور	۲۳۲
شکل (۷۷-۲)	واحدهای درون محفظه ای افقی	۲۳۳
شکل (۷۸-۲)	کانتینر درون محفظه ای قابل حمل	۲۳۵

شکل (۷۹-۲)	تونل های درون محفظه ای تفکیک شده	۲۳۶
شکل (۸۰-۲)	محفظه های برجسته	۲۳۷
شکل (۸۱-۲)	استوانه های غلطان	۲۳۹
شکل (۸۲-۲)	راکتور فیرفیلد	۲۴۰
شکل (۸۳-۲)	ارتباط بخش های اصلی کمپوست	۲۴۹
شکل (۸۴-۲)	سیستم هوادهی در روش بیومکانیکال	۲۵۰
شکل (۸۵-۲)	روش اصلی و روش تهران	۲۵۱
شکل (۸۶-۲)	هوادهی توسط هواکش	۲۵۲
شکل (۸۷-۲)	هوادهی توسط کمپرسور	۲۵۳
شکل (۸۸-۲)	مرحله جداسازی و آماده سازی	۲۵۳
شکل (۸۹-۲)	نوار نقاله فلزی	۲۵۴
شکل (۹۰-۲)	سالن تخمیر اولیه	۲۵۵
شکل (۹۱-۲)	هوادهی	۲۵۵
شکل (۹۲-۲)	بیوفیلتر	۲۵۶
شکل (۹۳-۲)	سالن تخمیر ثانویه	۲۵۷
شکل (۹۴-۲)	سالن کود آماده	۲۵۷
شکل (۹۵-۲)	نمونه ای از هاضم بیهوازی زباله های شهری	۲۵۹
شکل (۹۶-۲)	فلودیاگرام هاضم بیهوازی غلظت پایین	۲۶۱
شکل (۹۷-۲)	هاضم (A) DRANKO (B) هاضم KOMPOGAS	۲۶۴
شکل (۹۸-۲)	سیستم هضم KOMPOGAS	۲۶۵
شکل (۹۹-۲)	پروسه هضم VALORGA	۲۶۶
شکل (۱۰۰-۲)	هاضم VALORGA	۲۶۷
شکل (۱۰۱-۲)	راکتور تک مرحله ای BTA	۲۶۸
شکل (۱۰۲-۲)	راکتور چند مرحله ای BTA	۲۶۹
شکل (۱۰۳-۲)	هضم LINDE در فاز مرطوب	۲۷۱

شکل (۲-۱۰۴) هضم LINDE در فاز خشک	۲۷۱
شکل (۲-۱۰۵) چیدمان واحدهای عملیاتی هضم بیهوازی	۲۷۳
شکل (۲-۱۰۶) نمایی از تلنبار لاستیک های ضایعاتی	۳۱۰
نمودار (۲-۲۲) چگونگی برخورد با لاستیک های ضایعاتی	۳۱۳
شکل (۲-۱۰۷) موارد کاربرد لاستیک های ضایعاتی	۳۱۶
شکل (۲-۱۰۸) نمونه از دستگاه لاستیک خرد کن	۳۱۹
شکل (۲-۱۰۹) انواع پلاستیک قابل بازیافت	۳۲۸
شکل (۲-۱۱۰) تفکیک پلاستیک بوسیله نوار نقاله	۳۳۸
شکل (۲-۱۱۱) بسته بندی پلاستیک بازیافتی	۳۳۸
نمودار (۲-۲۳) شمای کلی فرآیند بازیافت پلاستیک و پت	۳۴۰
شکل (۲-۱۱۲) تفکیک کاغذ قابل بازیافت	۳۴۶
شکل (۲-۱۱۳) تولید رول های بسته بندی کاغذ	۳۴۸
شکل (۲-۱۱۴) نمونه فلزات بازیافتی	۳۵۸
نمودار (۲-۲۴) شمای کلی بازیافت زائدات فلزی آهنی	۳۶۲
نمودار (۲-۲۵) شمای کلی فرآیند بازیافت زائدات آلومینیومی	۳۶۵
شکل (۲-۱۱۵) تفکیک شیشه های رنگی	۳۶۸
شکل (۲-۱۱۶) مرحله آسیاب شیشه	۳۷۱
نمودار (۲-۲۶) شمای کلی فرآیند بازیافت شیشه	۳۷۳
شکل (۲-۱۱۷) فرآیند زباله سوزی	۳۷۸
شکل (۲-۱۱۸) زباله سوز تک محفظه ای	۳۸۲
شکل (۲-۱۱۹) زباله سوز با کوره ثابت	۳۸۳
شکل (۲-۱۲۰) زباله سوز چند محفظه ای چرخشی برای زباله های پاتولوژیک	۳۸۵
شکل (۲-۱۲۱) بویلر بستر سیالی چرخشی	۳۹۰
شکل (۲-۱۲۲) زباله سوز با بستر سیالی	۳۹۵
شکل (۲-۱۲۳) یک سیستم تبدیل کننده گازی با دمای بالا	۳۹۷

شکل (۲-۱۲۴) کوره گردان با تغذیه.....	۳۹۸
شکل (۲-۱۲۵) نمونه ای از تولید آر-دی-اف.....	۴۰۴
شکل (۲-۱۲۶) دفن پسماند به روش سطحی.....	۴۰۸
شکل (۲-۱۲۷) دفن پسماند به روش ترانشه.....	۴۰۹
شکل (۲-۱۲۸) دفن پسماند به روش پرکردن پستی ها در زمین.....	۴۱۰
شکل (۲-۱۲۹) جزئیات شیب و پوشش لوله جمع آوری شیرابه.....	۴۳۱
شکل (۲-۱۳۰) جزئیات سیستم جمع آوری شیرابه.....	۴۳۳
شکل (۲-۱۳۱) نحوه استقرار زهکشی گاز بر روی چاهک جمع آوری.....	۴۳۹
شکل (۲-۱۳۲) شمای عمومی اجزای محل دفن بهداشتی زباله.....	۴۴۲
شکل (۲-۱۳۳) پوشش کف برای محل دفن.....	۴۴۴
شکل (۲-۱۳۴) لایه روکش نهایی برای محل دفن جدید.....	۴۴۶
شکل (۲-۱۳۵) نمای کلی عملکرد سیستم جمع آوری شیرابه.....	۴۴۹
شکل (۲-۱۳۶) مقطع سیستم جمع اوری شیرابه.....	۴۴۹
شکل (۲-۱۳۷) چگونگی جریان هوا و گاز در لایه های هوازی و بی هوازی سیستم فوکوئوکا.....	۴۵۲
شکل (۲-۱۳۸) پلان سایت دفن به روش فوکوئوکا.....	۴۵۵
شکل (۲-۱۳۹) مقطع سایت دفن به روش فوکوئوکا.....	۴۵۵
شکل (۲-۱۴۰) المان های اولیه مدیریت پسماند.....	۴۷۲
شکل (۲-۱۴۱) المان های نهایی مدیریت پسماند.....	۴۷۲
نمودار (۲-۲۷) چارت تشکیلاتی سازمان مدیریت پسماند (جمعیت کمتر از ۵۰۰ هزار نفر).....	۴۸۶
نمودار (۲-۲۸) چارت تشکیلاتی سازمان مدیریت پسماند (جمعیت بین ۵۰۰ هزار تا ۱ میلیون نفر).....	۴۸۷
نمودار (۲-۲۹) چارت تشکیلاتی سازمان مدیریت پسماند (جمعیت بالای ۱ میلیون نفر).....	۴۸۸

۲- امکانسنجی و ارائه گزینه های مناسب مدیریت پسماند

درست نبودن الگوی رایج مصرف شهروندان، توسعه بی‌رویه و غیراصولی شهری، افزایش مهاجرت، افزایش جمعیت، افزایش تبلیغات مختلف استفاده از کالاها و محصولات گوناگون از طریق رسانه‌های گروهی، تنوع تولید روزافزون انواع محصولات و کالاها به ویژه بسته بندی‌های آنها و بسیاری از عوامل دیگر امروزه به مشکلات پیچیده زندگی شهری دامن زده و یکی از بارزترین معضلات بهداشتی و زیست محیطی را به خصوص در کلان‌شهرها نمودار کرده است. مشکلی که تقریباً از حالت ناملموس به شکل محسوسی چشم‌اندازی می‌کند و آن چیزی نیست جز روند صعودی تولید مواد زائد جامد. امروزه دیگر نمی‌توان کلان‌شهرهای کشور را با روش‌های سنتی و مدیریت غیرعلمی و مهندسی اداره کرد. مدیریت و مهندسی مواد زائد جامد شهری امروزه یکی از علوم بسیار پیشرفته در کشورهای جهان اول و برخی از کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود و توجه به کارگیری دانش فنی روز جهان و استفاده از فن‌آوریهای نوین بین‌المللی در اداره مدیریت شهری یکی از ارکان اصلی تعیین استراتژی‌ها و سیاست‌های بهداشتی و زیست محیطی در آن کشورها می‌باشد. در حال حاضر استان گیلان با جمعیتی بالغ بر دویلمیون و چهارصد هزار نفر روزانه بیش از ۱۵۰۰ تن زباله تولیدی دارد. برای این حجم زائدات تولیدی باید تدبیر کارشناسی و مدیریتی مبتنی بر اصول مهندسی اندیشید و اعمال نمود.

در این فصل به ارائه گزینه های مناسب در المان های مختلف سیستم مدیریت پسماند با استفاده از تجربیات جهانی ارائه شده در فصل قبل و همچنین تکنولوژی های قابل دسترس اشاره شده است. از آنجا که گزینه های پیشنهادی بر اساس نیازها و حل مشکلات در محدوده مطالعاتی مورد بررسی قرار می گیرند، لذا بمنظور ارائه سیستم کامل مدیریت پسماند مجموعه گزینه های

هر بخش تحت عنوان سناریو های مدیریت پسماند در فصل سوم ارائه می گردد. ترکیب حاصل از گزینه های پیشنهادی، چندین سناریو را با اهداف متفاوت تشکیل می دهد و ارزیابی سناریو های مختلف، بهترین آلترناتیو را در خصوص هر محدوده مطالعاتی بطور جداگانه بیان می دارد.

۲-۱- امکان سنجی استفاده از فرصت ها و (راهکارهای رفع مشکلات و تنگناها

مدیریت مواد زائد شهری به عواملی همچون تولید زایدات، جمع آوری، حمل و نقل آن و دفن زباله و بازیافت آن بستگی دارد. لذا محدوده سازمان بسیار وسیع و متغیر می باشد و سازمان های بخشی دیگر مانند شهرداری، راهنمایی و رانندگی، محیط زیست، سازمانهای مردم نهاد (NGOها) و ... در این محدوده وجود دارند و مستقلاً، مدیریت می شوند. بنابراین چنین سازمانی را نمی توان با روش مدیریت اجرایی مدیریت نمود و راهی جز مدیریت راهبردی یا استراتژیک برای آن وجود ندارد که به صورت سلسله مراتبی و بازخورد به یکدیگر متصل هستند بایستی مورد بررسی قرار گیرد. در این بخش به منظور بررسی عوامل درونی و بیرونی تاثیرگذار بر مدیریت پسماندها، ابتدا با انتخاب سیستم مدیریت پسماندهای محدوده مطالعاتی به عنوان جامعه آماری مورد بررسی نسبت به بررسی و شناسایی عوامل محیطی شامل محیط خارج و درون سازمان مدیریت پسماندها اقدام و در مرحله بعد به تجزیه و تحلیل و تدوین استراتژی مورد نظر پرداخته شده است. مرحله سوم اجرای استراتژی و در مرحله آخر ارزیابی و کنترل استراتژی های برتر می باشد.

در این طرح ابتدا به بررسی و شناسایی عوامل محیطی (شامل محیط داخلی و عوامل محیط خارجی)، پرداخته می شود. بدین منظور ابتدا باید متغیرهای موجود در محیط های داخلی و خارجی مدیریت مواد زائد شهری را شناسایی کرده و عوامل فوق را مورد بررسی قرار داد. لذا

کلیه عوامل استراتژیک را مورد ارزیابی قرار داده و عوامل تاثیرگذار و با اهمیت و همچنین عوامل کم اهمیت و تا حدودی خنثی را مورد شناسایی و رده بندی نمود. در این بخش برای ارزیابی عوامل استراتژیک خارجی و داخلی از ماتریسهای Internal Factor Evaluation (IFE) و External Factor Evaluation (EFE) استفاده می شود.

۲-۱-۱- تشکیل جداول شناسایی فاکتورهای استراتژیک عوامل درونی و خارجی

با استفاده از ماتریس ارزیابی عوامل خارجی یا EFE، نسبت به تجزیه و تحلیل عوامل و نیروهای خارجی اقدام می نماید و ابزاری برای تجزیه و تحلیل نحوه پاسخگویی و مواجهه مدیران یک سازمان به فرصتها و تهدیدهای خارج از سازمان می باشد. ماتریس ارزیابی عوامل داخلی یا IFE، ابزاری جهت بررسی عوامل داخلی سازمان می باشد. در واقع نقاط قوت و ضعف واحدهای سازمان را ارزیابی می نماید. به عبارتی دیگر پس از شناسایی عوامل داخلی و خارجی، نقاط قوت، ضعف، فرصتها و تهدیدهای مدیریت پسماندها را مشخص نموده و به هر عامل یک ضریب وزنی بین صفر (بی اهمیت) تا یک (بسیار مهم) اختصاص می دهیم.

وضع موجود هر عامل را با امتیازی بین ۱ تا ۳ (۱- ضعیف، ۲- متوسط ۳- خوب) تعیین نموده که به آن امتیاز وضع موجود گفته می شود.

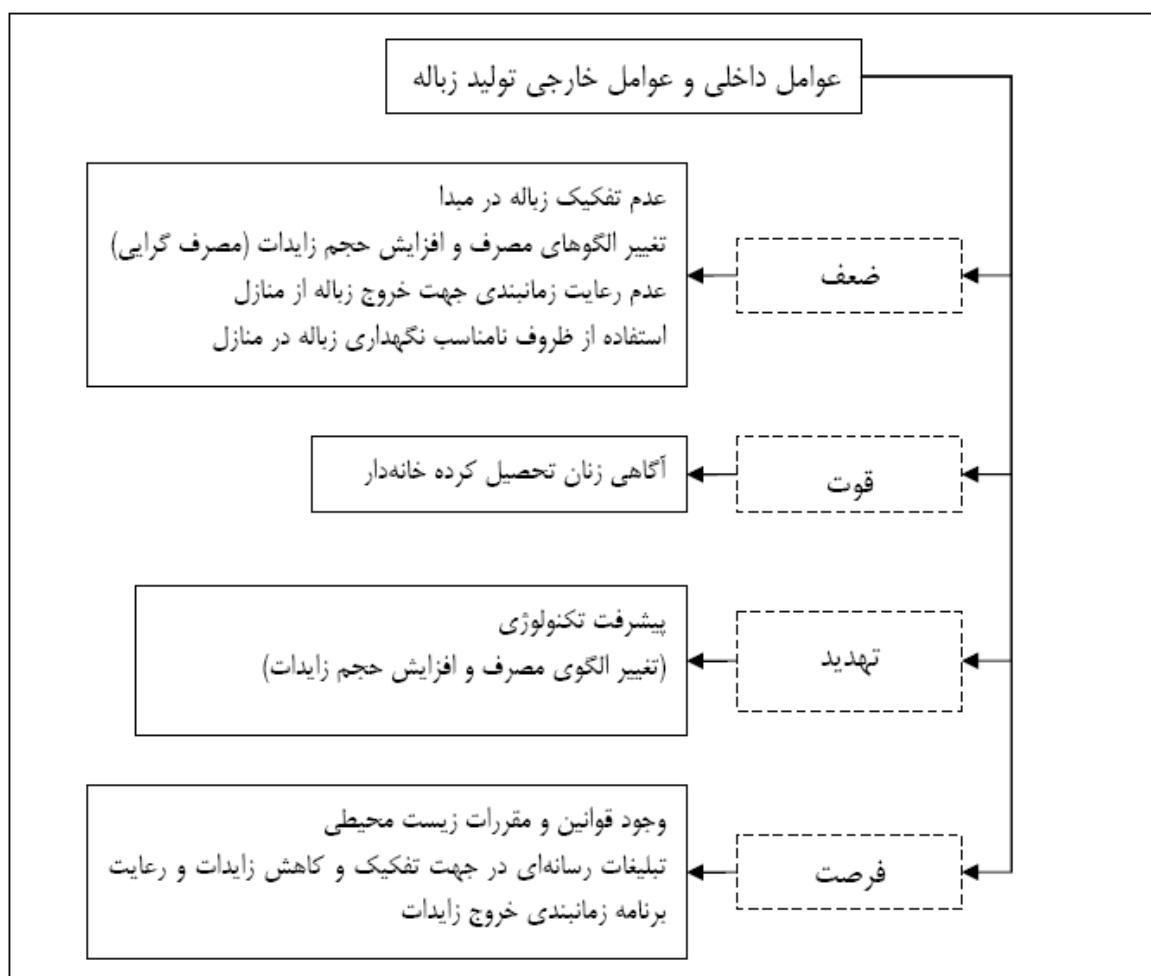
منظور از وضع موجود نحوه مدیریت نقاط ضعف، قوت، تهدیدها و فرصتها در سازمان می باشد. اگر مدیریت سازمان در پی کاستن نقاط ضعف و تهدیدها باشد، امتیاز بالایی درخصوص نقطه ضعف یا تهدید به خود اختصاص می دهد و برعکس اگر نقاط قوت و فرصتها به خوبی مدیریت نشود، امتیاز پایین دریافت می کند.

لذا امتیاز موزون یا وزن دار هر عامل را محاسبه کرده که بدین منظور امتیاز هر ردیف از عوامل داخلی و خارجی سازمان را در وزن نرمالیزه شده ضرب نموده در یک ستون جدید درج می نماییم.

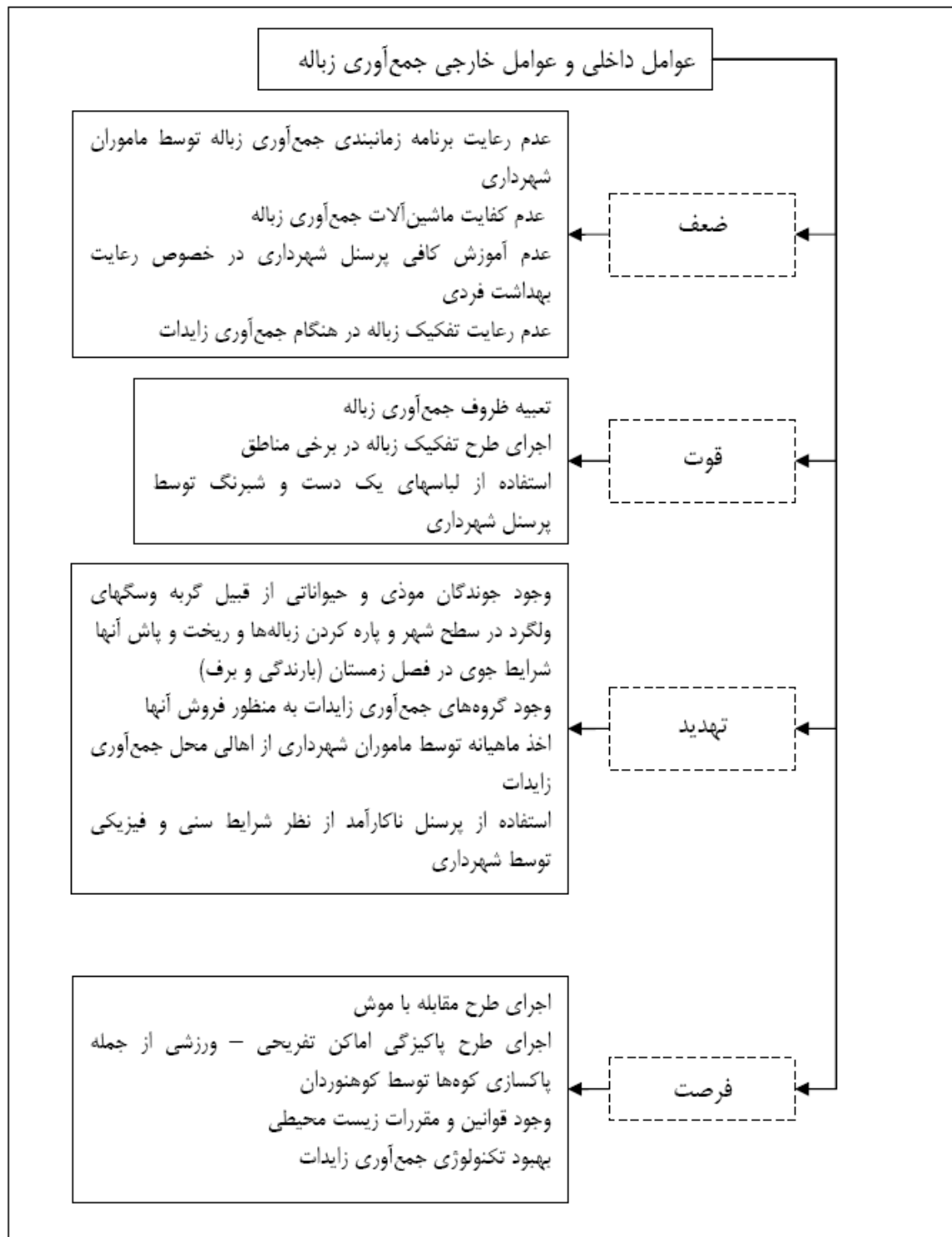
بدین منظور پس از شناسایی عوامل داخلی، نقاط قوت و ضعف مدیریت مواد زائد شهری را مشخص می شود.

همچنین پس از شناسایی عوامل خارجی، تهدیدها و فرصتهای بیرون سازمانی مشخص می گردد. (طبق نمودار های ۱-۲ تا ۵-۲).

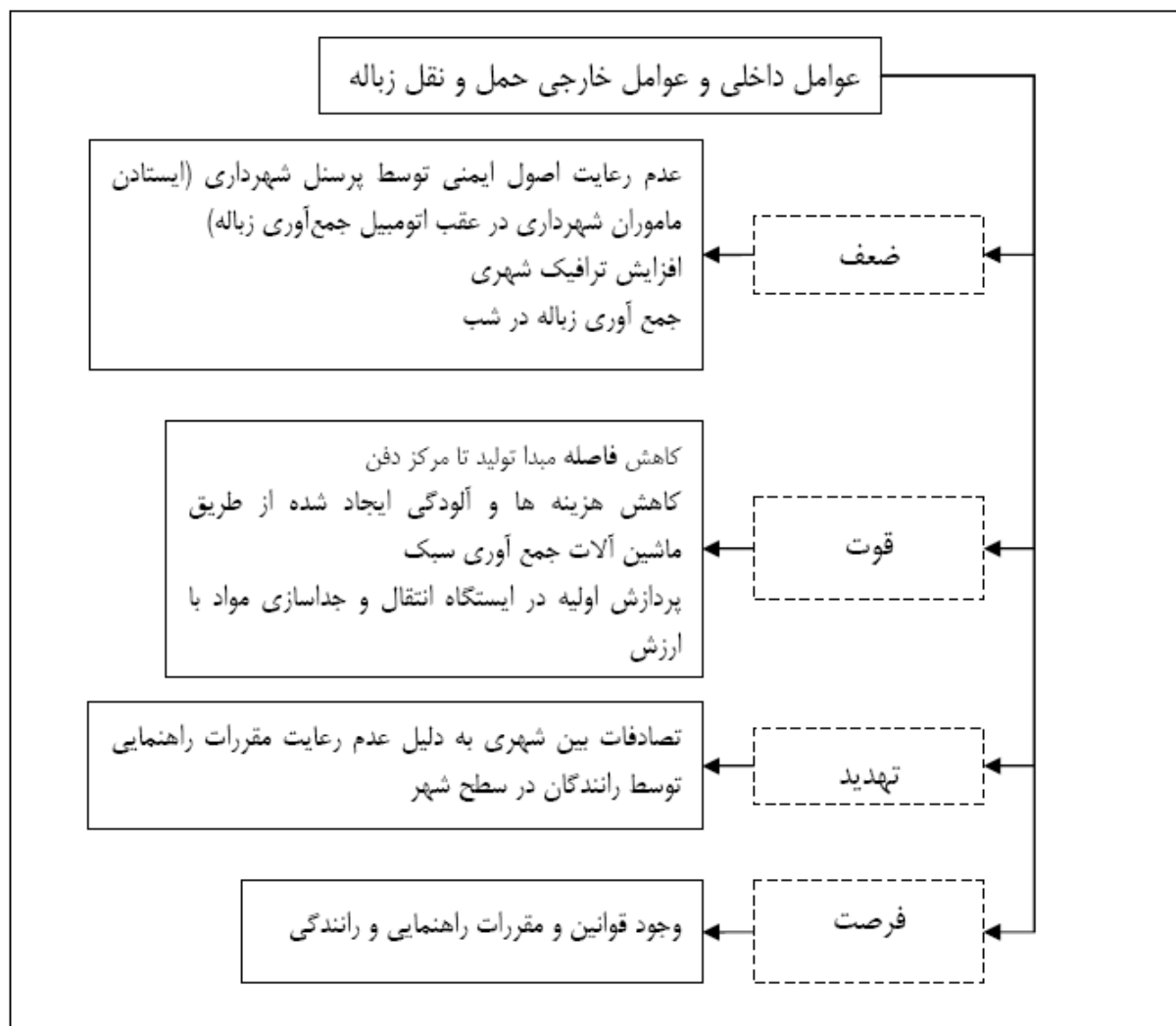
نمودار (۱-۲) عوامل داخلی و عوامل خارجی تولید زباله



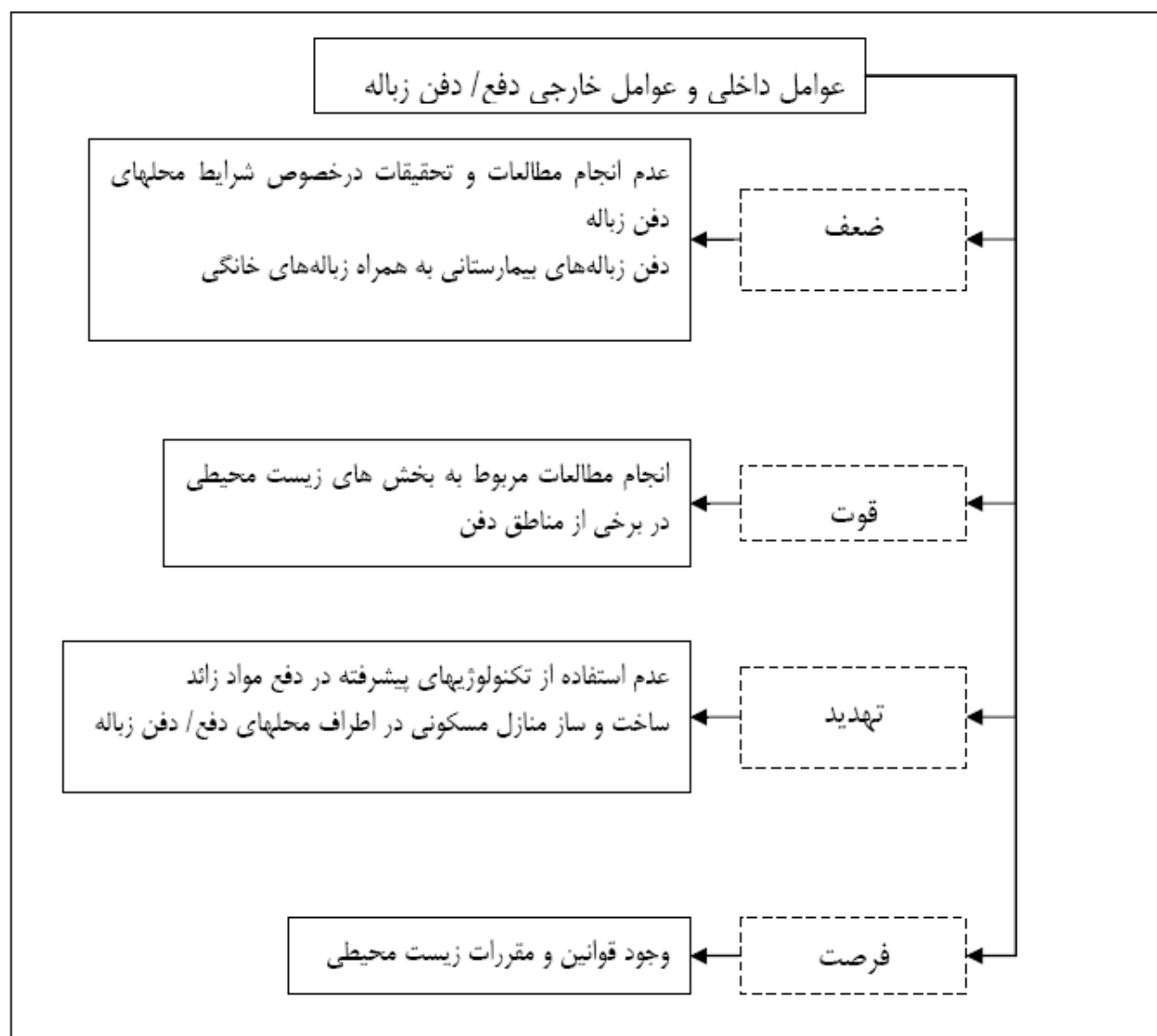
نمودار (۲-۲) عوامل داخلی و عوامل خارجی جمع‌آوری زباله



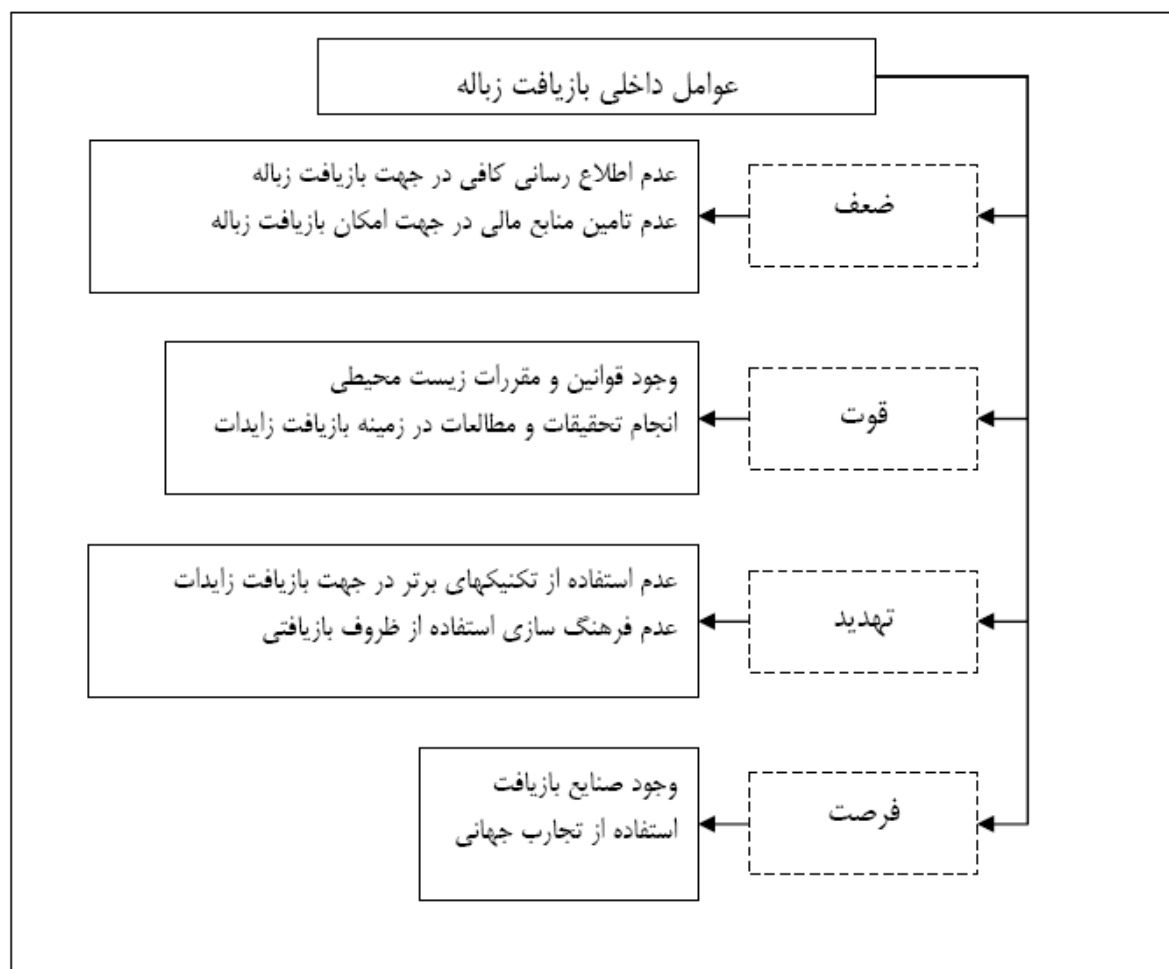
نمودار (۲-۳) عوامل داخلی و عوامل خارجی حمل و نقل زباله



نمودار (۲-۴) عوامل داخلی و عوامل خارجی دفع / دفن زباله



نمودار (۲-۵) عوامل داخلی بازیافت زباله



۲-۱-۱-۱- تشکیل ماتریس‌های ارزیابی عوامل درونی و خارجی

جهت تشکیل ماتریس‌های ارزیابی عوامل درونی و خارجی به هر عامل استراتژیک ضریب وزنی بین صفر (بی‌اهمیت) تا یک (بسیار مهم) اختصاص می‌دهند که در اینجا از نرمالیزه کردن برای وزن‌دهی استفاده شده است. به نحوی که بالاترین امتیاز در ماتریس عوامل داخلی ۱۰ و در ماتریس عوامل خارجی ۱۰ در نظر گرفته شده است و سپس نسبت به نرمال نمودن ضرایب اقدام شده است. در این صورت جمع ضرایب وزنی اختصاص یافته باید مساوی یک شود. نحوه نرمالیزه کردن ضرایب به شرح ذیل است:

$$dn = \frac{d}{\sum l \times (d \max)}$$
$$l = \frac{d}{d \max}$$

سپس وضع موجود هر عامل را با امتیازی بین ۱ تا ۳ با توجه به معیارهای زیر تعیین نموده که به آن امتیاز وزن‌دار می‌گویند:

ضعیف	متوسط	خوب
------	-------	-----

منظور از وضع موجود، نحوه مدیریت نقاط ضعف و قوت و همچنین عکس‌العمل سازمان به تهدید یا فرصت می‌باشد. جهت برآورد امتیاز وزن‌دار هر عامل، امتیاز هر ردیف از عوامل داخلی و خارجی سازمان را در وزن نرمالیزه شده ضرب نموده و در یک ستون جدید درج می‌شود. (مطابق جداول ۱-۲ و ۲-۲)

شایان ذکر است در ستون توضیحات علت انتخاب عامل توضیح داده شده است و وضعیت آن به گونه‌ای تشریح شده است که امتیاز و وزن را توجیه می‌نماید. به منظور تعیین وزن هریک از عوامل و تصمیم‌گیری پیرامون عوامل استراتژیک با اهمیت بالا و پایین از نظرات ۱۰ کارشناس مدیریت پسماند مرتبط استفاده شده و وزن هر عامل بین صفر تا یک نرمالیزه گردید.

جدول (۲-۱) ماتریس IFE

عوامل استراتژیک داخلی	وزن	وزن نرمال شده	امتیاز وضع موجود	امتیاز وزن دار	توضیحات
۱- آگاهی زنان تحصیلکرده خانه دار	۷	۰.۰۵	۲	۰.۱	در برخی خانواده ها حضور زنان تحصیلکرده در تفکیک زایدات در مبداء موثر بوده است ولی کافی نیست
۲- تعبیه ظروف جمع آوری زباله	۸	۰.۰۶	۳	۰.۱۸	تعبیه ظروف جمع آوری زایدات در سطح شهر نقطه قوت در مدیریت زایدات می باشد.
۳- اجرای طرح تفکیک زباله در برخی مناطق	۶	۰.۰۴	۱	۰.۰۴	طرح تفکیک زایدات در برخی مناطق شهر انجام شده ولی کفایت لازم را ندارد.
۴- استفاده از لباسهای یک دست و شبرنگ توسط پرسنل شهرداری	۸	۰.۰۶	۳	۰.۱۸	استفاده از لباسهای یک رنگ و شبرنگ در کاهش حوادث موثر بوده است.
۱- عدم تفکیک زباله در مبداء	۱۰	۰.۰۷	۱	۰.۰۷	تفکیک زایدات در مبداء انجام نمی شود و تلاش سازنده ای صورت نپذیرفته است.
۲- تغییر الگوهای مصرف و افزایش حجم زایدات (مصرف گرایی)	۸	۰.۰۶	۱	۰.۰۶	تغییر الگوی مصرف و تمایل جامعه به سمت مصرف گرایی حجم زایدات را افزایش می دهد و اقدام موثری در این جهت صورت نگرفته است.
۳- عدم رعایت زمانبندی جهت خروج زباله از منازل	۸	۰.۰۶	۲	۰.۱۲	استفاده از برنامه های تبلیغاتی و آموزشی تاحدی در رعایت زمانبندی موثر واقع گردیده است.
۴- استفاده از ظروف نامناسب نگهداری زباله در منازل	۷	۰.۰۵	۳	۰.۱۵	آموزش و اطلاع رسانی تا حدی توانسته فرهنگ استفاده از ظروف مناسب نگهداری را بهبود بخشد.

عوامل استراتژیک داخلی	وزن	وزن نرمال شده	امتیاز وضع موجود	امتیاز وزن دار	توضیحات
۵- عدم رعایت برنامه زمانبندی جمع‌آوری زباله توسط ماموران شهرداری	۶	۰.۰۴	۲	۰.۰۸	در برخی مناطق برنامه زمان بندی در جمع‌آوری زایدات رعایت نمی‌شود. (رأس ساعت ۹ شب جمع‌آوری صورت نمی‌گیرد)
۶- عدم کفایت ماشین‌آلات جمع‌آوری زباله	۷	۰.۰۵	۲	۰.۱۰	ماشین‌آلات جمع‌آوری محدود هستند. ولی اقداماتی در این زمینه در حال انجام است.
۷- عدم آموزش کافی پرسنل شهرداری درخصوص رعایت بهداشت فردی	۷	۰.۰۵	۳	۰.۱۵	در برخی از مناطق ماموران شهرداری از وسایل حفاظت فردی اعم از دستکش و ماسک استفاده نمی‌کنند.
۸- عدم رعایت تفکیک زباله در هنگام جمع‌آوری زایدات	۸	۰.۰۶	۲	۰.۱۲	حتی اگر در مبدا تفکیک صورت پذیرد. هنگام جمع‌آوری این امر انجام نمی‌شود.
۹- افزایش ترافیک شهری	۷	۰.۰۵	۲	۰.۱	زمان جمع‌آوری زایدات در برخی از مناطق که راههای عبوری محدود و باریکی دارد موجب ترافیک می‌شود.
۱۰- عدم رعایت اصول ایمنی توسط پرسنل شهرداری (ایستادن ماموران شهرداری در عقب اتومبیل جمع‌آوری زباله)	۹	۰.۰۶	۱	۰.۰۶	ایستادن ماموران شهرداری در عقب ماشین حمل زایدات از نظر ایمنی ریسک بالایی دارد.
۱۱- جمع‌آوری زباله در شب	۸	۰.۰۵	۲	۰.۱	از آنجایی که برخی از افراد برنامه زمانبندی خروج زایدات از منازل را رعایت نمی‌کنند و زباله‌ها فقط در شب جمع‌آوری می‌گردد. مشکلات فراوانی ایجاد می‌شود.
۱۲- عدم انجام مطالعات و تحقیقات درخصوص شرایط محل‌های دفن زباله	۷	۰.۰۵	۲	۰.۱	برخی از محل‌های دفن از نظر مسائل اکولوژیکی مناسب نمی‌باشند. (مانند منطقه ورامین)

عوامل استراتژیک داخلی	وزن	وزن نرمال شده	امتیاز وضع موجود	امتیاز وزن دار	توضیحات
۱۳- دفن زباله‌های بیمارستانی به همراه زباله‌های خانگی	۸	۰.۰۶	۲	۰.۱۲	دفن زایدات بیمارستانی خارج از رعایت قوانین و مقررات زیست محیطی می‌باشد.
۱۴- عدم اطلاع رسانی کافی در جهت بازیافت زباله	۶	۰.۰۴	۲	۰.۰۸	برخی از زایدات را می‌توان مجدداً به فرآیند تولید بازگرداند که این امر مستلزم آموزش می‌باشد.
۱۵- عدم تامین منابع مالی در جهت امکان بازیافت زباله	۶	۰.۰۴	۲	۰.۰۸	صنایع بازیافتی نیاز به منابع مالی در این زمینه دارند که بایستی مدنظر قرار گیرند.
جمع کل		۱		۱.۹۹	

جدول (۲-۲) ماتریس EFE

عوامل استراتژیک خارجی	وزن ن	وزن نرمال شده	امتیاز وضع موجود	امتیاز وزن دار	توضیحات
فرصت‌ها: ۱- وجود قوانین و مقررات راهنمایی و رانندگی	۹	۰.۰۷	۳	۰.۲۱	وجود قوانین راهنمایی و رانندگی در جهت کاهش حوادث در هنگام حمل و نقل مواد زائد می‌تواند موثر باشد
۲- تبلیغات رسانه‌ای در جهت تفکیک و کاهش زایدات و رعایت برنامه زمانبندی خروج زایدات	۸	۰.۰۷	۲	۰.۱۴	برنامه‌های آموزشی اثر متوسطی در رعایت زمانبندی خروج زایدات داشته است.
۳- وجود قوانین و مقررات زیست محیطی	۹	۰.۰۷	۳	۰.۲۱	وجود قوانین زیست محیطی ابزار مناسبی جهت کنترل فرایند مدیریت زایدات می‌باشد.
۴- بهبود تکنولوژی جمع‌آوری زایدات	۷	۰.۰۵	۲	۰.۱۰	بهبود تکنولوژی در تمامی ابعاد بکارگرفته نشده است.
۵- وجود صنایع بازیافت	۶	۰.۰۵	۱	۰.۰۵	از قابلیت‌های صنایع بازیافتی بخوبی استفاده نمی‌شود.
تهدیدها: ۱- عرضه‌کنندگان و افزایش تبلیغات کالاهای تولیدی	۸	۰.۰۷	۳	۰.۲۱	امروزه تولیدکنندگان محصولات خود را در بسته بندی‌های گوناگون عرضه می‌نمایند و تبلیغات وسیعی که جهت فروش محصولات خود انجام می‌دهند در افزایش حجم زایدات موثر می‌باشد.
۲- پیشرفت تکنولوژی (تغییر الگوی مصرف و افزایش حجم زایدات)	۷	۰.۰۶	۲	۰.۱۲	پیشرفت تکنولوژی از بسیاری از جهات باعث افزایش حجم زایدات شده است.
۳- وجود جوندگان موزی و حیواناتی از قبیل گربه و سگهای ولگرد در سطح شهر و پاره کردن زباله‌ها و ریخت و پاش آنها	۸	۰.۰۶	۲	۰.۱۲	عدم مبارزه با حیوانات ولگرد مشکلات عدیده‌ای در زمینه مدیریت زایدات ایجاد کرده است که البته با بکارگیری ظروف جمع‌آوری زایدات این تهدید تا حدودی کنترل شده است.
۴- شرایط جوی در فصل زمستان (بارندگی و برف)	۷	۰.۰۶	۲	۰.۱۲	در فصل بارندگی و برف علاوه بر جمع‌آوری زایدات در حمل و نقل آن نیز معضلاتی ایجاد شده است.

عوامل استراتژیک خارجی	وزن	وزن نرمال شده	امتیاز وضع موجود	امتیاز وزن دار	توضیحات
۵- وجود گروه‌های جمع‌آوری زایدات به منظور فروش آنها	۷	۰.۰۶	۲	۰.۱۲	افرادی که زباله‌ها را جمع‌آوری می‌کنند در مدیریت زایدات تهدید محسوب می‌شوند.
۶- اخذ ماهیانه توسط ماموران شهرداری از اهالی محل جمع‌آوری زایدات	۶	۰.۰۵	۱	۰.۰۵	اخذ ماهیانه از اهالی محل توسط ماموران شهرداری نشان از نارضایتی ایشان از دستمزد و حقوق دولتی ایشان می‌باشد که این امر می‌تواند در عملکردشان تأثیرگذار باشد.
۷- استفاده از پرسنل ناکارآمد از نظر شرایط سنی و فیزیکی توسط شهرداری	۷	۰.۰۵	۲	۰.۱	برخی از ماموران شهرداری از نظر سنی در وضعیت جسمانی نامناسبی هستند
۸- تصادفات بین شهری به دلیل عدم رعایت مقررات راهنمایی توسط رانندگان در سطح شهر	۶	۰.۰۵	۲	۰.۱	از آنجایی که حجم وسیعی از فعالیت‌های ماموران شهرداری در شب انجام می‌شود ریسک حوادث رانندگی در شب بالاتر می‌باشد.
۹- عدم استفاده از تکنولوژیهای پیشرفته در دفع مواد زائد	۶	۰.۰۵	۲	۰.۱	روشهای پیشرفته‌ای در دنیا جهت دفع مواد زائد وجود دارد که از آنها استفاده نمی‌شود.
۱۰- ساخت و ساز منازل مسکونی در اطراف محلهای دفع/ دفن زباله	۸	۰.۰۷	۲	۰.۱۴	در برخی مناطق دفع مواد زائد ساخت و سازهای مسکونی صورت گرفته است.
۱۱- عدم استفاده از تکنیکهای برتر در جهت بازیافت زایدات	۷	۰.۰۶	۱	۰.۰۶	روشهای پیشرفته‌ای در دنیا جهت بازیافت مواد زائد وجود دارد که از آنها استفاده نمی‌شود.
۱۲- عدم فرهنگ‌سازی استفاده از ظروف بازیافتی	۶	۰.۰۵	۲	۰.۱۰	برخی از ظروف بازیافتی جهت مصارف غذایی به طریق غیربهداشتی استفاده می‌شود.
جمع کل		۱		۲.۰۵	

از آنجایی که هدف از استفاده از ماتریس ارزیابی عوامل استراتژیک درونی و بیرونی تفکیک عوامل مهم از کم اهمیت و در نهایت اولویت‌بندی این عوامل می‌باشد، جمع امتیازهای وزن‌دار محاسبه می‌شود که حداقل آن ۱ و حداکثر آن ۳ می‌باشد و میانگین آن ۲ خواهد بود. اگر نمره نهایی IEF مدیریت مواد زائد کمتر از ۲ باشد. این بدان معناست که مدیریت مواد زائد از نظر عوامل دورنی رویهم رفته دارای ضعف می‌باشد.

همچنین اگر میانگین نمره نهایی EFE مدیریت مواد زائد کمتر از ۲ می‌باشد این امر موید آن است که مدیریت مواد زائد درخصوص استفاده از فرصتها و مقابله با تهدیدها بخوبی عمل نمی‌کند. لذا به منظور اخذ نتیجه صحیح و قابل استناد نسبت به نظرسنجی درخصوص امتیازات موزون جهت هرکدام از عوامل داخلی و خارجی از ۱۰ نفر کارشناس خبره و اقدام شده که نتایج به شرح ذیل می‌باشد. (جدول شماره ۲-۳)

جدول (۲-۳) مقایسه نتایج نظرسنجی بر عوامل استراتژیک داخلی

عوامل استراتژیک داخلی	کارشناس شماره ۱	کارشناس شماره ۲	کارشناس شماره ۳	کارشناس شماره ۴	کارشناس شماره ۵	کارشناس شماره ۶	کارشناس شماره ۷	کارشناس شماره ۸	کارشناس شماره ۹	کارشناس شماره ۱۰	میانگین نظر کارشناسان
نقاط قوت											
۱- آگاهی زنان تحصیلکرده خانه‌دار	۰.۱۷	۰.۱۵	۰.۱۴	۰.۰۸	۰.۱۴	۰.۰۹	۰.۱۰	۰.۱۳	۰.۰۹	۰.۱۵	۰.۱۲
۲- تعبیه ظروف جمع‌آوری زباله	۰.۱۱	۰.۲۳	۰.۲۸	۰.۲۰	۰.۲۲	۰.۱۲	۰.۲۴	۰.۱۶	۰.۱۹	۰.۱۳	۰.۱۹
۳- اجرای طرح تفکیک زباله در برخی مناطق	۰.۱۲	۰.۱۱	۰.۱۸	۰.۱۶	۰.۱۰	۰.۱۰	۰.۰۴	۰.۱۸	۰.۰۹	۰.۱۵	۰.۱۲
۴- استفاده از لباسهای یک دست و شبرنگ توسط پرسنل شهرداری	۰.۰۵	۰.۱۷	۰.۲۲	۰.۰۸	۰.۱۶	۰.۲۶	۰.۲۴	۰.۱۳	۰.۱۴	۰.۰۶	۰.۱۵
نقاط ضعف											
۱- عدم تفکیک زباله در مبدا	۰.۲۶	۰.۱۰	۰.۱۸	۰.۰۶	۰.۱۰	۰.۱۸	۰.۰۷	۰.۱۱	۰.۱۵	۰.۱۳	۰.۱۳
۲- تغییر الگوهای مصرف و افزایش حجم زایدات (مصرف‌گرایی)	۰.۱۸	۰.۱۷	۰.۱۷	۰.۰۸	۰.۰۵	۰.۱۸	۰.۰۶	۰.۱۴	۰.۰۹	۰.۱۱	۰.۱۲
۳- عدم رعایت زمانبندی جهت خروج زباله از منزل	۰.۱۱	۰.۱۸	۰.۱۰	۰.۱۵	۰.۱۷	۰.۰۸	۰.۱۸	۰.۱۴	۰.۱۶	۰.۱۲	۰.۱۴
۴- استفاده از ظروف نامناسب نگهداری زباله در منازل	۰.۱۲	۰.۱۱	۰.۱۱	۰.۱۸	۰.۱۰	۰.۲۴	۰.۱۵	۰.۱۲	۰.۰۹	۰.۰۸	۰.۱۳
۵- عدم رعایت برنامه زمانبندی جمع‌آوری زباله توسط ماموران شهرداری	۰.۱۰	۰.۲۴	۰.۱۳	۰.۱۰	۰.۲۳	۰.۱۳	۰.۱۲	۰.۱۵	۰.۱۱	۰.۱۵	۰.۱۵

۰.۱۵	۰.۱۵	۰.۱۱	۰.۱۳	۰.۱۵	۰.۱۵	۰.۱۶	۰.۲۴	۰.۱۵	۰.۱۷	۰.۱۱	۶- عدم کفایت ماشین آلات جمع آوری زباله
۰.۱۲	۰.۱۴	۰.۱۱	۰.۱۴	۰.۱۵	۰.۰۹	۰.۰۸	۰.۱۶	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۱۴	۷- عدم آموزش کافی پرسنل شهرداری درخصوص رعایت بهداشت فردی
۰.۱۰	۰.۱۶	۰.۱۲	۰.۱۱	۰.۱۲	۰.۱۲	۰.۰۵	۰.۰۹	۰.۱۰	۰.۰۵	۰.۱۲	۸- عدم رعایت تفکیک زباله در هنگام جمع آوری زایدات
۰.۱۲	۰.۱۳	۰.۱۵	۰.۱۲	۰.۱۰	۰.۱۵	۰.۰۹	۰.۱۵	۰.۱۱	۰.۱۰	۰.۰۵	۹- افزایش ترافیک شهری
۰.۱۰	۰.۱۱	۰.۰۹	۰.۰۸	۰.۰۶	۰.۱۴	۰.۰۸	۰.۰۶	۰.۲۲	۰.۰۹	۰.۰۵	۱۰- عدم رعایت اصول ایمنی توسط پرسنل شهرداری (ایستادن ماموران شهرداری در عقب اتومبیل جمع آوری زباله)
۰.۱۵	۰.۱۶	۰.۱۲	۰.۱۱	۰.۱۰	۰.۱۸	۰.۲۳	۰.۱۵	۰.۱۲	۰.۲۴	۰.۰۴	۱۱- جمع آوری زباله در شب
۰.۱۵	۰.۱۶	۰.۱۸	۰.۱۶	۰.۱۵	۰.۱۶	۰.۱۷	۰.۱۰	۰.۱۱	۰.۱۸	۰.۱۷	۱۲- عدم انجام مطالعات و تحقیقات درخصوص شرایط محل های دفن زباله
۰.۱۱	۰.۱۱	۰.۱۳	۰.۱۴	۰.۱۲	۰.۱۰	۰.۰۶	۰.۱۸	۰.۱۱	۰.۰۶	۰.۱۲	۱۳- دفن زباله های بیمارستانی به همراه زباله های خانگی
۰.۱۳	۰.۱۱	۰.۱۴	۰.۱۵	۰.۱۲	۰.۲۱	۰.۱۰	۰.۱۵	۰.۱۲	۰.۱۰	۰.۱۰	۱۴- عدم اطلاع رسانی کافی در جهت بازیافت زباله
۰.۱۰	۰.۱۳	۰.۱۱	۰.۱۰	۰.۱۲	۰.۱۸	۰.۰۵	۰.۱۰	۰.۰۸	۰.۰۶	۰.۱۱	۱۵- عدم تامین منابع مالی در جهت امکان بازیافت زباله
۲.۴۹	۲.۴۴	۲.۳۷	۲.۵۰	۲.۳۹	۲.۸۶	۲.۳۴	۲.۵۱	۲.۷۱	۲.۵۹	۲.۲۳	جمع کل

جدول (۲-۴) مقایسه نتایج نظرسنجی بر عوامل استراتژیک خارجی

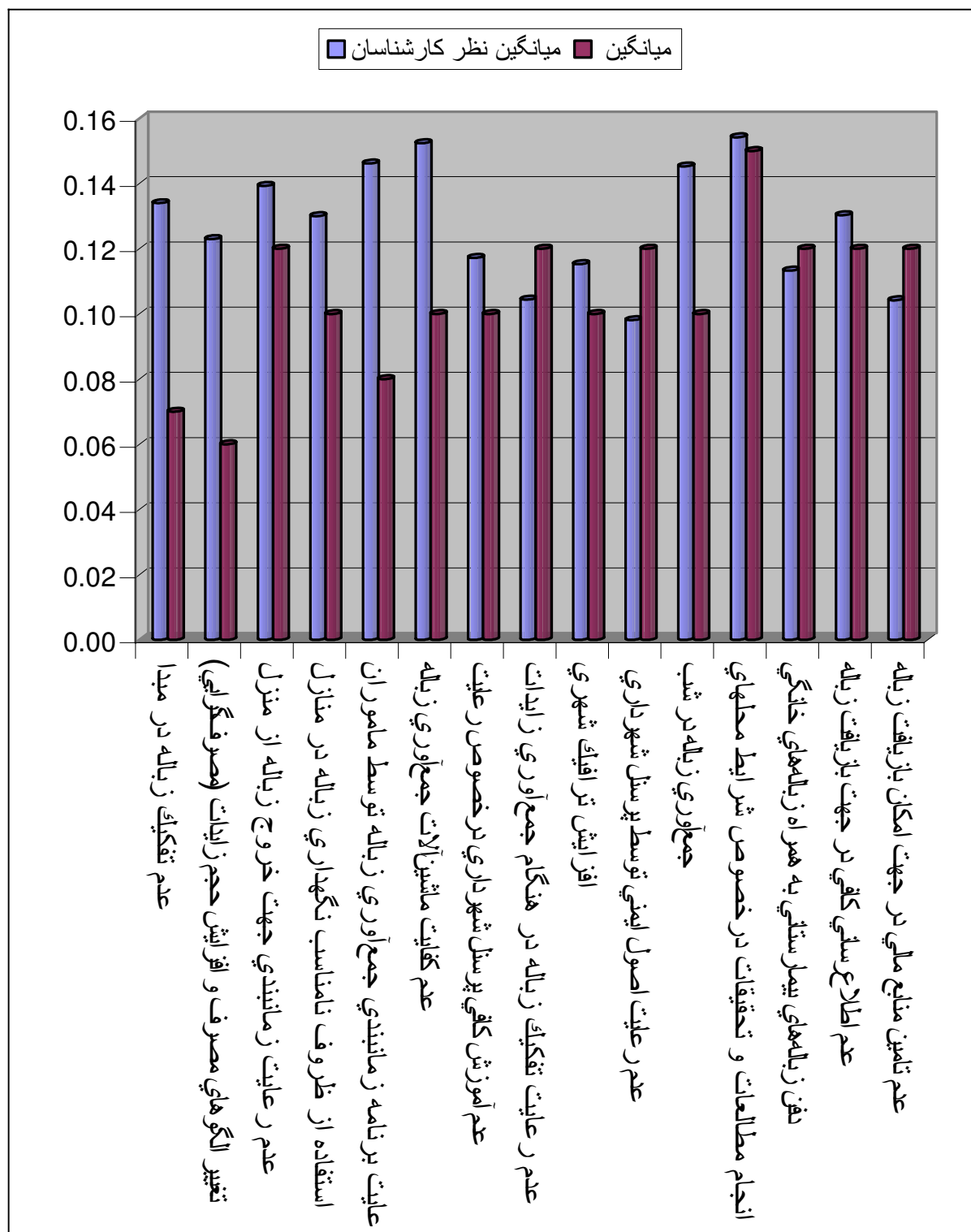
میانگین نظر کارشناسان	کارشناس شماره ۱۰	کارشناس شماره ۹	کارشناس شماره ۸	کارشناس شماره ۷	کارشناس شماره ۶	کارشناس شماره ۵	کارشناس شماره ۴	کارشناس شماره ۳	کارشناس شماره ۲	کارشناس شماره ۱	عوامل استراتژیک خارجی
نقاط فرصت:											
۰.۱۴	۰.۱۱	۰.۱۵	۰.۱۹	۰.۱۵	۰.۱۰	۰.۱۸	۰.۱۱	۰.۱۴	۰.۱۶	۰.۱۱	۱- وجود قوانین و مقررات راهنمایی و رانندگی
۰.۱۲	۰.۱۶	۰.۰۸	۰.۱۵	۰.۱۲	۰.۱۲	۰.۱۰	۰.۱۴	۰.۱۱	۰.۱۴	۰.۰۵	۲- تبلیغات رسانه‌ای در جهت تفکیک و کاهش زایدات و رعایت برنامه زمانبندی خروج زایدات
۰.۲۱	۰.۱۲	۰.۱۱	۰.۱۲	۰.۱۴	۰.۲۱	۰.۱۷	۰.۱۳	۰.۱۴	۰.۱۲	۰.۸۰	۳- وجود قوانین و مقررات زیست محیطی
۰.۱۱	۰.۰۶	۰.۰۸	۰.۱۰	۰.۱۴	۰.۱۱	۰.۱۲	۰.۱۳	۰.۱۴	۰.۱۵	۰.۱۱	۴- بهبود تکنولوژی جمع‌آوری زایدات
۰.۱۰	۰.۰۵	۰.۱۰	۰.۰۴	۰.۱۸	۰.۱۳	۰.۱۱	۰.۱۲	۰.۱۴	۰.۰۲	۰.۱۲	۵- وجود صنایع بازیافت
نقاط تهدید:											
۰.۱۳	۰.۱۸	۰.۱۳	۰.۱۵	۰.۱۴	۰.۱۳	۰.۱۲	۰.۱۵	۰.۱۰	۰.۱۱	۰.۱۳	۱- عرضه‌کنندگان و افزایش تبلیغات کالاهای تولیدی
۰.۱۴	۰.۱۱	۰.۱۵	۰.۱۳	۰.۱۵	۰.۱۲	۰.۱۴	۰.۱۳	۰.۱۸	۰.۱۳	۰.۱۱	۲- پیشرفت تکنولوژی (تغییر الگوی مصرف و افزایش حجم زایدات)
۰.۱۳	۰.۱۲	۰.۱۷	۰.۱۴	۰.۰۹	۰.۰۸	۰.۱۱	۰.۱۳	۰.۱۱	۰.۱۴	۰.۱۶	۳- وجود جوندگان موزی و حیواناتی از قبیل گربه و سگهای ولگرد در سطح شهر و پاره کردن زباله‌ها و ریخت و پاش آنها
۰.۱۴	۰.۱۴	۰.۱۹	۰.۱۶	۰.۱۱	۰.۱۶	۰.۰۸	۰.۱۰	۰.۰۹	۰.۲۱	۰.۱۴	۴- شرایط جوی در فصل زمستان (بارندگی و برف)
۰.۱۳	۰.۲۲	۰.۱۲	۰.۰۵	۰.۱۲	۰.۱۴	۰.۱۱	۰.۱۴	۰.۱۰	۰.۱۷	۰.۱۳	۵- وجود گروه‌های جمع‌آوری زایدات به منظور فروش آنها
۰.۱۴	۰.۱۶	۰.۱۴	۰.۱۰	۰.۱۲	۰.۱۳	۰.۱۱	۰.۱۷	۰.۱۵	۰.۱۹	۰.۰۸	۶- اخذ ماهیانه توسط ماموران شهرداری از اهالی محل جمع‌آوری زایدات

۰.۱۴	۰.۱۷	۰.۱۳	۰.۱۶	۰.۱۸	۰.۱۲	۰.۱۳	۰.۱۴	۰.۱۰	۰.۱۴	۰.۰۹	۷- استفاده از پرسنل ناکارآمد از نظر شرایط سنی و فیزیکی توسط شهرداری
۰.۱۵	۰.۱۸	۰.۱۲	۰.۱۹	۰.۱۲	۰.۱۶	۰.۱۰	۰.۱۵	۰.۲۴	۰.۱۶	۰.۱۱	۸- تصادفات بین شهری به دلیل عدم رعایت مقررات راهنمایی توسط رانندگان در سطح شهر
۰.۱۲	۰.۱۰	۰.۰۸	۰.۱۵	۰.۱۱	۰.۱۳	۰.۱۴	۰.۱۲	۰.۱۱	۰.۱۰	۰.۱۳	۹- عدم استفاده از تکنولوژیهای پیشرفته در دفع مواد زائد
۰.۱۲	۰.۱۴	۰.۱۷	۰.۱۱	۰.۱۴	۰.۱۷	۰.۰۵	۰.۱۱	۰.۱۰	۰.۰۹	۰.۰۸	۱۰- ساخت وساز منازل مسکونی در اطراف محلهای دفع/ دفن زباله
۰.۱۲	۰.۱۱	۰.۱۲	۰.۱۵	۰.۰۸	۰.۱۳	۰.۱۴	۰.۱۵	۰.۰۵	۰.۱۳	۰.۱۱	۱۱- عدم استفاده از تکنیکهای برتر در جهت بازیافت زایدات
۰.۱۳	۰.۱۷	۰.۰۹	۰.۱۵	۰.۱۰	۰.۱۱	۰.۱۵	۰.۱۳	۰.۱۴	۰.۱۵	۰.۱۵	۱۲- عدم فرهنگ سازی استفاده از ظروف بازیافتی
۲.۲۵	۲.۳۰	۲.۱۳	۲.۲۴	۲.۱۹	۲.۲۵	۲.۰۶	۲.۲۵	۲.۱۴	۲.۳۱	۲.۶۱	جمع کل

در ادامه به مقایسه نتایج حاصل شده از طریق نظرسنجی کارشناسان و همچنین نتایج بازدیدها و اظهارات کارشناسان مشاور پرداخته شده است. نتایج حاصله در نمودارهای (۲-۶) تا (۲-۹) آورده شده است.

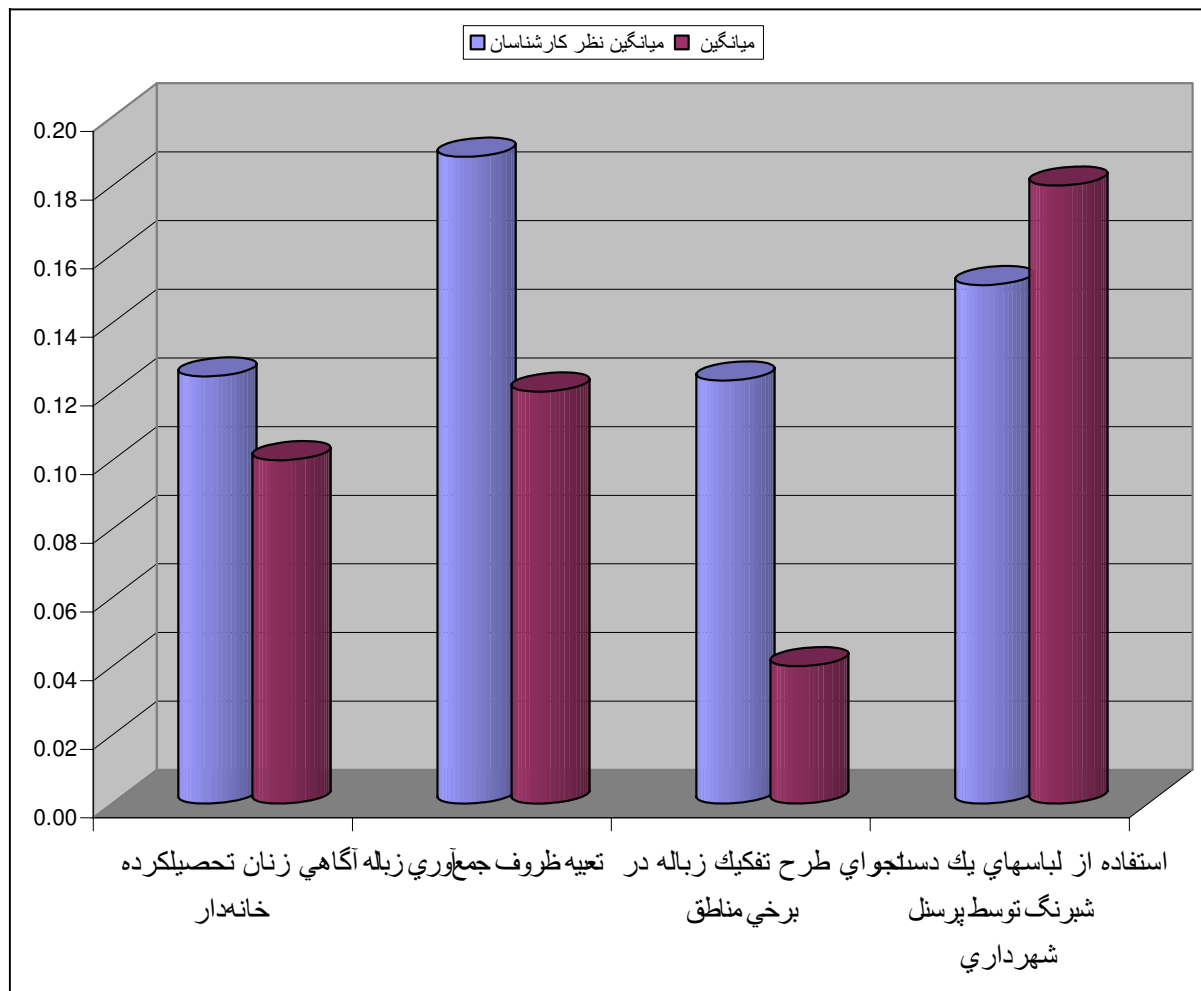
نمودار (۲-۶) مقایسه نتایج نظرسنجی بر عوامل استراتژیک از نقطه نظر ضعف های موجود در سیستم

مدیریت پسماند



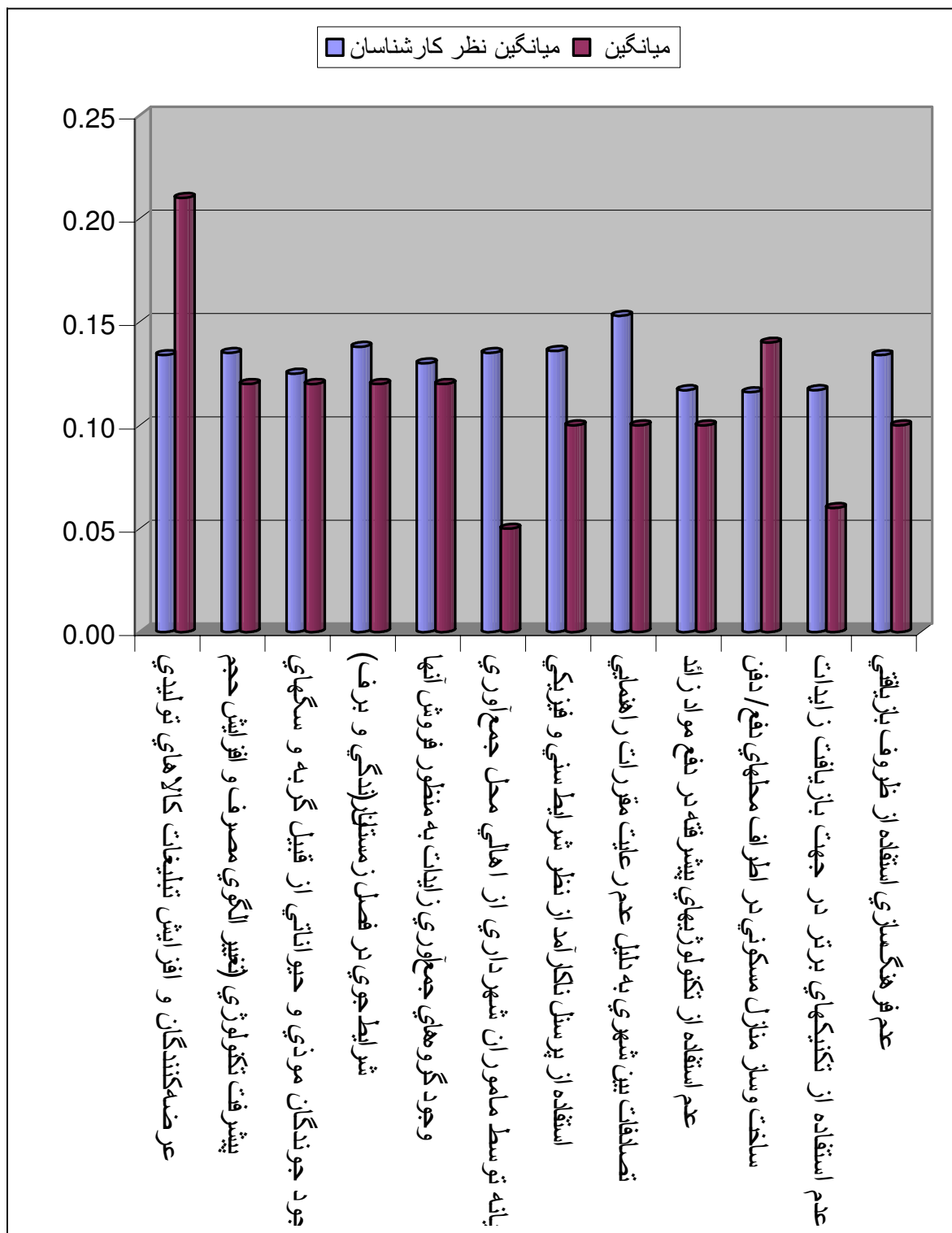
نمودار (۷-۲) مقایسه نتایج نظرسنجی بر عوامل استراتژیک از نقطه نظر قوت های موجود در سیستم

مدیریت پسماند



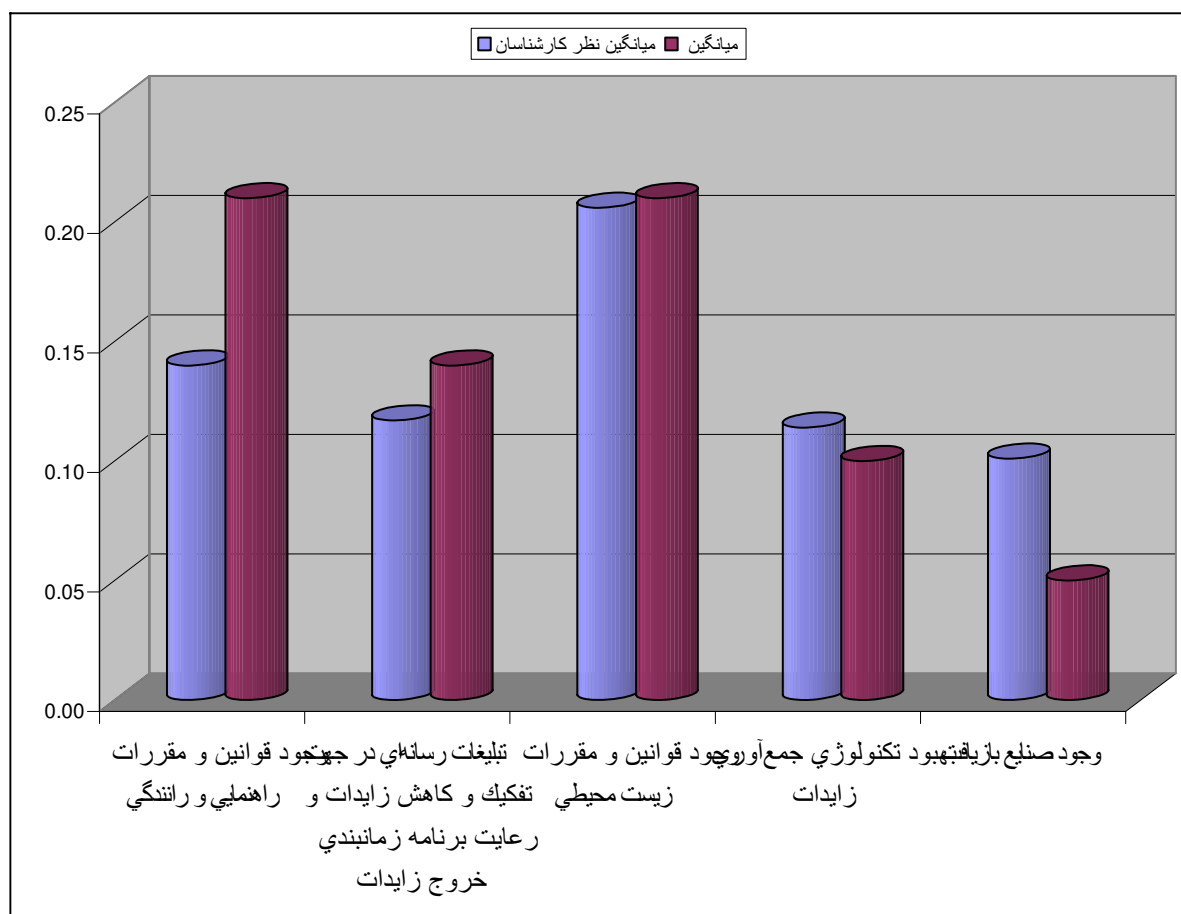
نمودار (۲-۸) مقایسه نتایج نظرسنجی بر عوامل استراتژیک از نقطه نظر تهدید های موجود در سیستم

مدیریت پسماند



نمودار (۲-۹) مقایسه نتایج نظرسنجی بر عوامل استراتژیک از نقطه نظر فرصت های موجود در سیستم

مدیریت پسماند



همانطور که ملاحظه می شود نتایج حاکی از آن است که سازمان مورد بررسی از نظر وضعیت

استفاده از قوتها و فرصتها در جهت کنترل و بهبود ضعفها و تهدیدها، ضعیف میباشد.

آلودگی حاصل از مدیریت ضعیف پسماندها در مناطق شهری پیامدهای جبران ناپذیری از نظر

بهداشتی و زیباشناختی به جامعه تحمیل می کند از جمله تبعات ناشی از ضعف در مدیریت

پسماندها ابتلای به انواع بیماریها را در پی خواهد داشت. لذا لزوم تدوین استراتژی در این بخش

توجه ویژه ای را می طلبد.

همانطور که مشخص شده است بسیاری از گزینه‌های انتخابی به عنوان استراتژی پایداری لازم را ندارد چرا که جذابیتی جهت تدوین استراتژی آن وجود ندارد یا میزان جذابیت پایین می‌باشد. پس از آنالیز هریک از عوامل استراتژیک و بررسی میزان جذابیت آن جهت تدوین آن استراتژی اقدام خواهد شد. میزان جذابیت هریک از عوامل استراتژیک اعم از فرصتها و تهدیدها و قوتها و ضعفها فرصتهای موجود در مدیریت پسماندها جهت تدوین استراتژی با رویکردهای قوت - فرصت و همچنین ضعف - فرصت و قوت - تهدید، ضعف - تهدید، کاربرد خواهد داشت. به قسمی که می‌توان با استفاده از نقاط قوت در مدیریت پسماندهای شهری تهدیدها را به فرصت و ضعفها را به قوت تبدیل نمود. به عبارتی دیگر می‌توان استراتژیهای ذیل را در جهت مدیریت هرچه موثرتر پسماندهای شهری در نظر گرفت.

گفتنی است ترتیب و اولویت استراتژیها براساس میزان وزن کلی آنها در اصلاح و حرکت در جهت توسعه پایدار می‌باشد. به عنوان مثال وجود قوانین و مقررات زیست محیطی جذابیت بالایی جهت تدوین استراتژیهای مرتبط با قوانین زیست محیطی از جمله استفاده از ابزار قانونی در جهت اجرای سیستم مدیریت زایدات دارد.

لذا استراتژیهای پیشنهادی به ترتیب اولویت عبارتند از:

۱. استفاده از ابزار قانونی در جهت اجرای موثر مدیریت پسماندها
۲. تامین زیرساختهای اجرای مدیریت زایدات به لحاظ مالی و فنی
۳. توسعه تبلیغات و آموزش عمومی و تخصصی در راستای ارتقاء فرهنگی جامعه در جداسازی و کاهش حجم زایدات تولیدی
۴. توسعه مکانیزاسیون در شهرداریها در راستای اجرای هرچه بهتر مدیریت پسماندها و افزایش بهره وری

۵. افزایش نظارت سازمان های متولی و مدیریت اجرایی پسماند در راستای مدیریت بهینه پسماندها با هدف دستیابی به توسعه پایدار

شایان ذکر است ۵ استراتژی فوق از جمله استراتژیهای کلان پیشنهادی براساس مدل SWOT می باشد. آنچه مسلم است آنست که از بین استراتژی های فوق سهل الوصول ترین و اثربخش ترین استراتژی که تاثیر قابل توجهی در میزان موفقیت سایر استراتژی ها دارد اجرای آموزش های تخصصی و عمومی برای مدیران اجرایی و عموم مردم می باشد.

۲-۲- ارائه گزینه های مناسب برای اجتناب از تولید و کاهش پسماندها

بهترین و آسان ترین استراتژی برای فایق آمدن بر مشکلات ناشی از مدیریت پسماندهای جامد شهری، اجتناب از تولید پسماند در مبدا تولید می باشد. OTA، اجتناب از تولید پسماندهای جامد شهری را به این صورت تعریف کرده است: ((فعالیت هایی که سمیت و یا کمیت مواد دور ریختنی را قبل از خریداری، مصرف و یا دور ریختن مواد، کاهش می دهد)). EPA، در این مورد از واژه کاهش تولید پسماند در مبدا تولید (Source reduction) استفاده نموده است.

دو روش اساسی به منظور جلوگیری از تولید پسماندهای جامد خانگی وجود دارد، که برای سازندگان محصولات شامل تغییر در طراحی روند تولید محصولات و نحوه بسته بندی آنها و برای مصرف کنندگان، تغییر در نحوه خریداری محصولات و چگونگی مصرف و دور ریختن آنها می باشد.

کاهش تولید پسماند در مبدا تولید می تواند از طریق کاهش میزان سمیت محصولات تولید شده و کاهش کمیت تولید آنها حاصل شود. کاهش سمیت به معنی یافتن جایگزینی مناسب برای مواد

اولیه تولید محصولات است به صورتی که بعد از دور ریخته شدن محصولات تولید شده، اثر سوء یا خطرناک نداشته باشند. در مورد کاهش کمیت می توان تغییر در طراحی روند تولید محصولات را به عنوان مثال بیان نمود، به نحوی که بعد از دور ریخته شدن محصولات و یا حین تولیدشان کمترین میزان پسماند جامد خانگی تولید شود. برای مثال در صورتی که عمر مفید لاستیک اتومبیل از ۲۰۰۰۰ مایل به ۴۰۰۰۰ مایل افزایش یابد، تنها یکی از لاستیک ها در هر بار تعویض، به عنوان زباله دور ریخته خواهد شد. همینطور در مورد چاپ روزنامه، جایگزینی جوهرهایی که قابلیت تجزیه بیولوژیکی را دارند با انواعی که از فلزات سنگین در ساخت آنها استفاده شده است، باعث می شود که بعد از دور ریختن روزنامه های باطله بتوان به راحتی آنها را بازیافت نموده و یا در زباله سوز از بین برد.

طی سالهای اخیر فعالیتهایی در زمینه کاهش کمیت و سمیت محصولات صورت گرفته است، ولی با این وجود میزان بسیار بیشتری از این قبیل فعالیت ها هنوز امکان اجرایی شدن را نیافته اند. تولید محصولات جدید می تواند به نحوی صورت پذیرد که مدیریت پسماند را آسان تر کرده و عمر مفید محصولات را نیز افزایش دهد. برای این منظور کافی است در تولید محصولات جدید، سمیت و کمیت محصولات تولید شده مورد توجه قرار گرفته و همینطور توجه به قابلیت بازیافت و تجزیه پذیری محصولات تولیدی نیز می تواند به عنوان بخشی از عملیات مهندسی ایده آل در آینده مطرح گردد. رسیدن به این هدف (تولید محصولات با هدف کاهش کمیت پسماند) کاری مشکل است، چرا که مردم به مصرف محصولاتی با بسته بندی هایی که قابلیت مصرف انفرادی را دارند عادت کرده اند و از طرفی عملیات بسته بندی های پیچیده (در لایه های متنوع و اضافه) در مواردی مانند بسته بندی مواد غذایی و دارویی الزامی می باشد. حتی مصرف زیاد پلاستیک بسته بندی محصولات، که موجب اعتراض بسیاری از مردم هم واقع گردیده است،

می تواند در بهبود کیفیت محصولات و افزایش عمر مفید آنها نقش داشته باشد. به همین دلیل این موارد باید مورد بررسی قرار گیرند تا میزان سودمندی و نقش آنها در کاهش تولید پسماند در مبدا تولید شناخته شده و سپس در موردشان تصمیم گیری شود.

در این بخش، برخی از گزینه هایی که منجر به کاهش تولید پسماند در مبدا تولید طی کاهش سمیت و کمیت می شوند، مورد بررسی قرار گرفته اند. از آنجا که راهکارها و گزینه های ارائه شده برای کاهش کمیت و کاهش سمیت متفاوت می باشد، در این بخش نیز به طور جداگانه به هر کدام از موارد ذکر شده پرداخته شده است.

۲-۲-۱- کاهش در کمیت پسماند تولیدی

۲-۲-۱-۱- تعریف

کاهش تولید پسماند در مبدا تولید - بوسیله کاهش کمیت و یا سمیت پسماندهای تولید شده - بعنوان یک راهکار اقتصادی و زیست محیطی مطرح می باشد. به این معنا که جوامع به جمع آوری، پردازش و دفع پسماندهای کمتری نیاز خواهند داشت. در نتیجه کاهش کمیت پسماند، هزینه های مدیریت پسماند و اثرات زیست محیطی ناشی از فعالیت ها، تجهیزات و تاسیسات مدیریت پسماند کاهش می یابد.

کاهش تولید پسماند در مبدا تولید، بیشتر شامل اجتناب از تولید می شود تا حذف آن. بنابر یک گفته قدیمی یک اونس (مقدار ناچیزی) اجتناب از بروز مشکل، بهتر و با ارزش تر از یک پوند (مقادیر زیادی) بهبود و ترمیم مشکل پیش آمده است. که این مثال به درستی در مورد زباله و سلامتی مصداق می یابد.

مسئولان کاهش تولید پسماند در مبدا تولید، لیستی از سیاستهای اجرایی مختلف در زمینه مدیریت پسماند را توسط EPA تهیه کرده اند، سپس لیست تهیه شده به امضای بسیاری از ایالات

و کشورها رسیده است. غالباً این سیاستها (گزینه های لیست شده) به صورت "سلسله مراتب" مطرح می باشند. برخی از این گزینه ها شامل موارد ذیل است:

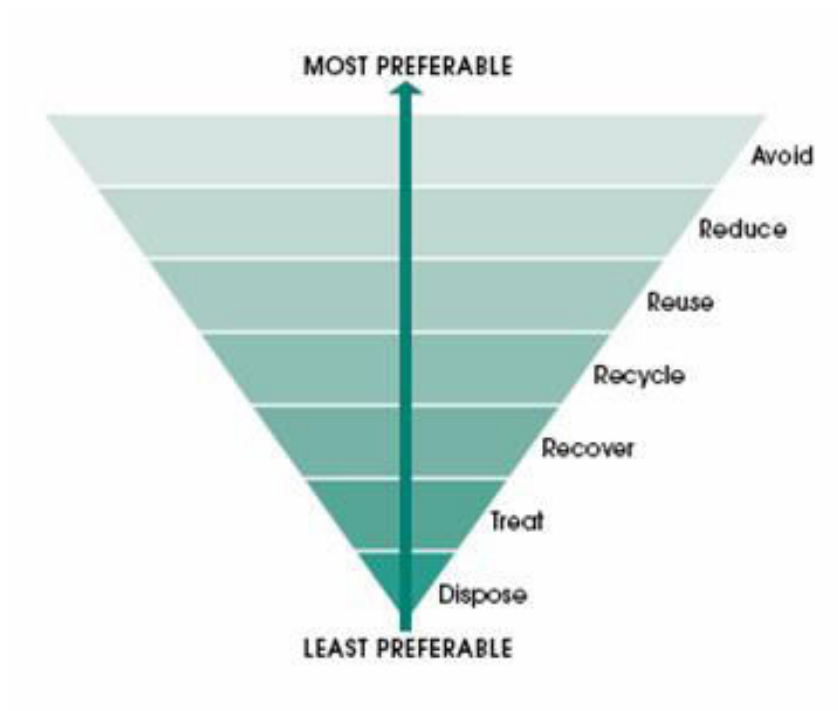
- کاهش تولید پسماند در مبدا تولید و استفاده مجدد

- بازیافت مواد شامل تولید کمپوست از پسماندهای غذایی و فضای سبز

- سوزاندن زباله ها

- دفن

هر چند بسیاری از ایالات و کشورها این موارد را تایید نموده اند و تا کنون به طور موثری به اجرای برنامه های کاهش تولید پسماند در مبدا تولید پرداخته شده است، اما بدلیل غفلت در برخی از فعالیتهای، کماکان افزایش در نرخ سرانه پسماند مشاهده می شود. چرا که مسولان مدیریت پسماند در حالیکه به منافع کاهش تولید پسماند در مبدا تولید واقف هستند اما به طور مشخصی نمی دانند که به چه صورت می توان سیاستهای مربوط به این بخش را عملی نمود. در شکل (۱-۲) سلسله مراتب مدیریت پسماند نشان داده شده است.



شکل (۱-۲) سلسله مراتب مدیریت پسماند

همانطور که از شکل (۱-۲) بر می آید، روند مدیریت زایدات جامد از کاهش از مبدا تولید شروع و به دفع نهایی ختم می گردد. همچنین جهت گیری این شکل به سمت کاهش مواد ورودی به سیستم های دفع نهایی می باشد.

۲-۱-۲-۲- کاهش از مبدا

ابهاماتی در مورد چستی "کاهش از مبدا تولید" و تفاوت های آن با "کاهش پسماند" و "بازیافت" وجود دارد. INFORM از واژه "کاهش از مبدا تولید" به معنای کاهش مقدار و یا سمیت پسماندهای وارد شده به جریان مدیریت پسماند و یا اجتناب از تولید پسماند استفاده کرده است (که این تعریف مطابق با تعریف EPA است).

پسماند تولید شده در مبدا وارد سیستم جمع آوری پسماند می شود. بعد از اینکه پسماند تولید شد، باید جمع آوری شده و طی فعالیت هایی مانند کمپوست سازی، بازیافت، سوزاندن و یا دفن، مدیریت شود.

تنها اقداماتی که موجب کاهش مقدار پسماند تولید شده می شوند، به عنوان "کاهش تولید پسماند در مبدا تولید" محسوب می شوند. هر اقدامی که در مورد پسماند پس از تولید و جمع آوری آن صورت می پذیرد، فعالیت "کاهش تولید پسماند در مبدا تولید" نمی باشد زیرا پسماند تولید شده و باید مدیریت شود. بنابراین چندین ابهام در تعریف "کاهش تولید پسماند در مبدا تولید" وجود دارد که معمولاً در ارتباط با معنای واژه "استفاده مجدد" و مقایسه این دو واژه پیش می آیند.

فعالیت هایی که نیاز به جمع آوری خارج از سیستم جمع آوری عمومی داشته و منتهی به استفاده مجدد از کالایی بدون ساخت مجدد می شوند، می توانند به عنوان فعالیت های کاهش تولید پسماند در مبدا تولید محسوب شوند. برای مثال، استفاده مجدد از لباسها و تجهیزاتی که به موسسات خیریه اهدا شده و یا معاوضه می شوند، کاهش تولید پسماند در مبدا تولید هستند چرا که مصرف آنها نیازمند به پروسه ساخت مجدد نمی باشد. همینطور بازگرداندن شیشه های نوشابه برای پرشدن مجدد نیز کاهش تولید پسماند در مبدا تولید محسوب می شود. اما واژه بازگرداندن برای بازیافت استفاده نمی شود چرا که در مورد بازیافت طی پروسه ساخت، مواد و محصولات جدید تولید می شوند.

در تعریف کاهش تولید پسماند در مبدا تولید، فهم معنای دوگانه آن مهم است چرا که این واژه علاوه بر کاهش کمیت پسماند به کاهش سمیت آن نیز اشاره دارد. در برخی مواقع کاهش در کمیت پسماند با افزایش میزان سمیت همراه است. برای مثال در مورد مواد بسته بندی سبک وزن

(مواد بسته بندی که در آنها از مواد با وزن کمتری استفاده شده است)، پلاستیک های استفاده شده با وزن کمتر میزان بیشتری مواد سمی در مقایسه با شیشه هایی دارند که جایگزین آنها شده اند. بنابراین یافتن راهکارهایی که در آنها به مسئله کاهش کمیت و سمیت به طور همزمان پرداخته می شود مشکل است.

راهکارهای کاهش تولید پسماند در مبدا تولید، برای پسماندهای جامد خانگی از چند طریق قابل اعمال می باشد. در حین طراحی روند تولید محصولات و نحوه بسته بندی آنها، در حین خریداری مصرف کنندگان (از طریق خرید محصولاتی با میزان تولید کمتر زباله و یا تولید پسماندهایی که قابلیت استفاده مجدد را داشته باشد) و همینطور در اثر تغییر در برخی از رفتارها و اعمال (مانند استفاده از هر دو طرف کاغذ) و خریداری محصولاتی بادوام تر و با عمر بیشتر و از طرفی سمیت کمتر. افزایش طول عمر محصولات باعث کاهش تولید پسماند در مبدا تولید می شود. برای مثال، یک یخچال با ۲۰ سال عمر مفید در مقایسه با یخچالی با ۱۰ سال عمر مفید، نصف آن پسماند تولید خواهد کرد. عمر محصول طی تغییر در پروسه طراحی و ساخت قابل افزایش است که می توان آن را با ملاحظات مناسب افزایش داد.

تولید مواد بسته بندی مثالی است که نشان دهنده مفهوم متفاوت سیاست "کاهش تولید پسماند در مبدا تولید" از "بازیافت" است. سازندگان غالباً ادعا می نمایند که مواد بسته بندی آنها "دوستدار محیط زیست" است چرا که از مواد بازیافتی ساخته شده و یا اینکه قابل بازیافت می باشد.

بسته بندی های اضافه (مانند استفاده از لایه های اضافه و غیر لازم در بسته بندی) را نمی توان با بازیافت توجیه کرد، باید ملاحظاتی در خصوص کاهش تولید پسماند در مبدا تولید قبل از بازیافت به طور جدی صورت بگیرد. بنابراین طی اقدامات سلسله مراتبی، نیاز است که بسته بندی ها تا جایی که ممکن است کاهش بیابد قبل از اینکه به مرحله بازیافت برسد. برای مثال

محصولی مانند شامپو یا ژل را در نظر بگیرید، این محصولات داخل بطری هایی هستند که با کاغذهای موجدار پیچیده شده اند و بعد داخل جعبه ای قرار گرفته و مجدداً داخل پوششی دیگر قرار داده شده اند.

هدف استراتژی کاهش تولید پسماند در مبدا تولید این است که لایه های اضافی در بسته بندی را حذف نماید و از بین یک جعبه، بطری، کاغذ موجدار و پوشش رویی، محصول تنها در یک محفظه قرار گیرد. در استراتژی بازیافت تنها به این نکته توجه می شود که تمام لایه ها قابل بازیافت بوده و یا از مواد بازیافتی ساخته شده باشند، اما حذف آنها مدنظر نمی باشد.

از تهیه کمپوست می توان به عنوان مثالی بینابین این دو سیاست ذکر نمود. کمپوست خانگی شکلی از بازیافت است که شامل جمع آوری و پردازش شاخ و برگها و چمن های فضای سبز و دفن نمودن آنها برای مدتی می باشد و از طرفی یک فعالیت کاهش تولید پسماند در مبدا تولید نیز می باشد چرا که وقتی چمن و شاخ و برگ ها در منازل کمپوست شده و بعد مورد مصرف قرار می گیرند، هیچ پسماندی از این طریق وارد جریان مدیریت پسماند و یا بازیافت نشده و عوامل شهرداری هیچ فعالیتی در زمینه جمع آوری، پردازش و دفع این مواد انجام نمی دهند. بنابراین کاهش تولید پسماند در مبدا تولید محسوب می شود.

جمع آوری جداگانه مواد زاید خطرناک خانگی را غالباً به عنوان یک فعالیت کاهش تولید پسماند در مبدا تولید تلقی می نماید، در حالی که این عمل بسیار پسندید می باشد اما به عنوان کاهش تولید پسماند در مبدا محسوب نمی شود چرا که مواد زاید خطرناک باید جمع آوری شده و دفع شوند (غالباً با استفاده از تجهیزات خاص برای مواد زاید خطرناک). در مورد مواد زاید خطرناک، کاهش تولید پسماند در مبدا را می توان با جایگزینی مواد غیر سمی در پروسه های ساخت و یا

مواد بازیافتی اعمال نمود به صورتی که مواد زاید خطرناک اصلا وارد جریان مدیریت پسماند نشوند.

جایگزینی مداد تراش های باطری دار با مداد تراشهای دستی یک فعالیت کاهش تولید پسماند در مبدا در این زمینه محسوب می شود چرا که باعث حذف تعدادی باطری از جریان مدیریت پسماند می گردد.

در نتیجه انجام فعالیت های کاهش تولید پسماند در مبدا تولید، به فعالیت های هزینه بر مدیریت پسماند مانند جمع آوری و پردازش نیازی نیست، اما نمی توان این فعالیت ها را نیز به طور کاملاً رایگان و بدون صرف بودجه کافی انجام داد. هزینه های انجام شده در این بخش شامل سرمایه گذاری در بخش جمع آوری اطلاعات، ممیزی وضعیت پسماند، بهبود وضعیت قانون گذاری، آموزش، ارزیابی فنی، تجهیزات و طراحی ها می باشد. منافع حاصل از سرمایه گذاری در بخش کاهش تولید پسماند در مبدا، زود بازده نبوده اما ممکن است بسیار زیاد باشد.

یک علت این مسئله این است که با حذف تناژ بیشتر پسماند از جریان مدیریت پسماند می توان تعداد دفعات جابجایی کامیونهای حمل، ظرفیت و ابعاد آنها را کاهش داد. در صورتی که اگر میزان تناژ حذف شده به اندازه کافی زیاد نباشد، نمی توان مثلاً دفعات حمل را کاهش داده و تنها فضای اشغال شده کامیونهای حمل کاهش می یابد. یک مانع در کاهش تولید پسماند در مبدا تولید این است که منافع و نتایج حاصل از آن سریع رخ نداده و اجرای این فعالیت ها ممکن است هزینه های صرف شده را سریعاً بازنگرداند. برای سرمایه گذاری کافی، مداوم و مطمئن برنامه های کاهش تولید پسماند در مبدا تولید، باید هزینه ها را از درآمدهای تعیین شده جریان مدیریت پسماند تامین نمود. که این هزینه ها ممکن است بخشی از درآمد حاصله از طریق شهروندان به منظور دستمزد جمع آوری و دفع پسماند و یا مالیات های زیست محیطی باشد.

کاهش تولید پسماند در مبدا تولید همینطور می تواند درصد مشخصی از بودجه بازیافت را به خود اختصاص دهد.

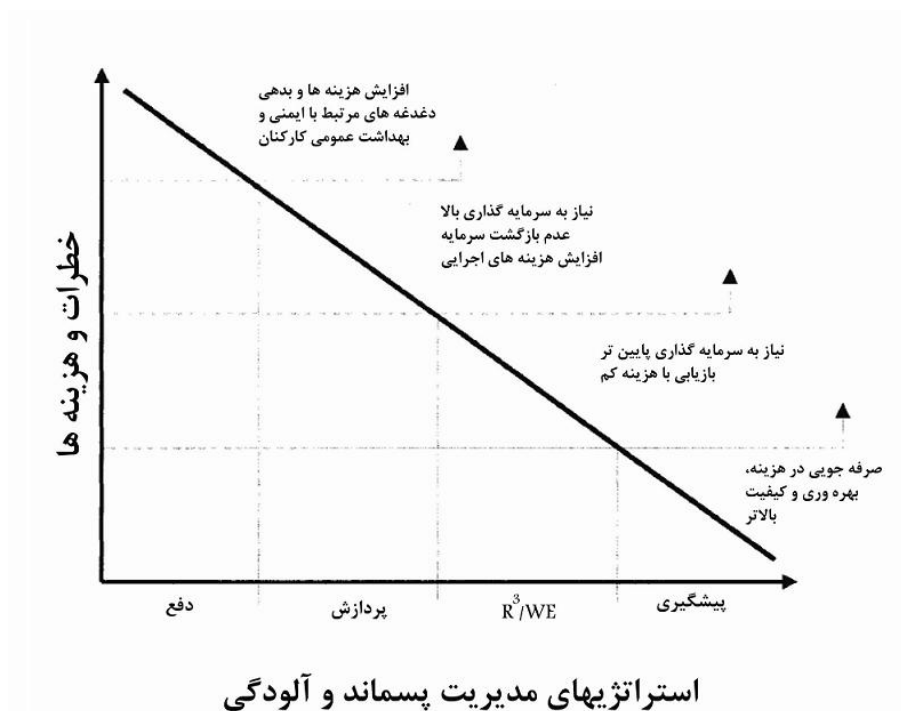
۲-۲-۱-۳- شیوه های کاهش از مبدا

برنامه INFORM، دوازده مثال برای فعالیتهای کاهش تولید پسماند در مبدا تولید تعریف نموده است که می توانند به طور موفقیت آمیزی باعث کاهش پسماند شوند. این روشها برای بخشهای مختلف جامعه ارائه شده است شامل: ایالات و دولتهای محلی، مراکز تجاری (در هر ابعادی)، موسسات دولتی مانند مدرسه ها، بیمارستانها و پارک ها، گروههای شهروندی، مصرف کنندگان به صورت انفرادی و سازمانهای غیر ذینفع. این برنامه های موفق خاص به عنوان "تولید کمتر زباله" تشریح شده اند که برخی از آنها در اینجا به طور مختصر بیان گردیده است. این فعالیتهای را می توان در ۶ گروه سازماندهی نمود:

- ۱- برنامه های دولتی کاهش تولید پسماند در مبدا تولید (در بخش تهیه و اجرا)
- ۲- برنامه های کاهش تولید پسماند در مبدا تولید در مراکز آموزشی
- ۳- برنامه های مشارکتی دولت (شامل مشارکت فنی، تهیه کمپوست خانگی، اعطای وام، اجرای طرحهای پایلوت، مبادلات مالی و ..)
- ۴- آموزش (در منازل و مدارس)
- ۵- ایجاد انگیزه ها و جرایم مالی (تعیین دستمزدهای متغیر برای دفع پسماند، مالیات، جایزه و ...)
- ۶- سنجش مرتب (ممیزی طرح های کاهش تولید پسماند در مبدا تولید، تحریم ها و ...)

۲-۱-۴- شیوه های مناسب کاهش تولید و استفاده مجدد از پسماندهای جامد

مهمترین و اولین اولویت در سلسله مراتب مدیریت پسماند، اجتناب از تولید می باشد. عدم تولید پسماند از یک سو یعنی عدم استفاده از مواد اولیه و انرژی و ... و صرفه جویی در هزینه ها و از سوی دیگر یعنی عدم نیاز به ذخیره سازی، جمع آوری، حمل و پردازش و دفع زباله و به تبع آن هزینه های و تولید انواع آلودگی مربوط به این فعالیت ها. شکل (۲-۲) ارتباط بین اجتناب از تولید پسماند و سایر آیتم های سلسله مراتب با خطرات و هزینه های آنها را بنمایش گذاشته است.



شکل (۲-۲) ارتباط بین سلسله مراتب با خطرات و هزینه های آنها

اجتناب از تولید پسماند بخودی خود حاصل نمی شود و نیازمند همکاری جمعی مصرف کنندگان، تولیدکنندگان، عرضه کنندگان محصولات و دست اندرکاران مدیریت پسماند و نیازمند ابزارهای قانونی، حقوقی، آموزش و اطلاع رسانی، مالی و سرمایه گذاری و ... می باشد. اغلب این موارد در قانون پسماند کشور و آئین نامه مربوطه پیش بینی شده ولی متاسفانه هنوز اجرایی نشده اند.

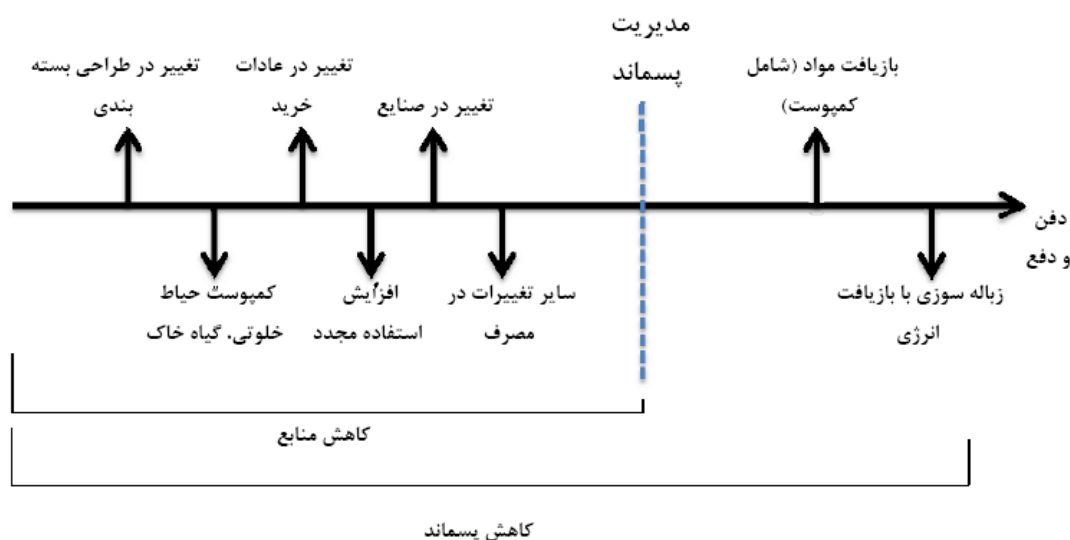
بطور کلی می‌توان کاهش پسماندهای جامد را به دو دسته بشرح ذیل طبقه بندی نمود:

- اجتناب از تولید و استفاده مجدد از پسماندهای جامد که این روش بهترین شیوه کاهش زباله است چون مانع ورود مواد و محصولات به جریان تولید پسماندهای جامد می‌گردد.

- بازیافت شامل بازیافت مواد شامل کمپوست و بازیابی انرژی نظیر RDF و زباله سوزی که می‌توانند حجم زباله ورودی را تا ۹۰٪ کاهش دهند.

مورد اول همان کاهش در مبدأ یا اجتناب از تولید پسماند است. در این حالت هیچگونه پسماندی وارد جریان پسماند نشده و هزینه‌های مختلف از ذخیره‌سازی تا دفع و دفن صرفه جوئی می‌شود. مورد دوم کاهش پسماند در مبدأ یا ورودی دفن می‌باشد. در این روش هزینه‌های مدیریت پسماند وجود دارند ولی از محل بازیافت و تولید انرژی می‌توان درآمدی کسب نموده و اثرات بهداشتی و زیست‌محیطی دفن را کاهش داد.

اجتناب از تولید پسماند (Waste prevention)، که بعنوان کاهش در مبدأ نیز شناخته می‌شود، به معنی استفاده از مواد کمتر برای تولید همان کالا و خدمات می‌باشد. روشهای اجتناب از تولید پسماند کمک می‌نماید تا در مبدأ و قبل از بازیافت، پسماند کمتری تولید گردد. نگاهی به مجموعه اطلاعات بازیافت مواد در ارگانها و یا سازمان های که این مهم را در مجموعه خود به اجراء گذارده اند بیانگر آن است که کاهش تولید پسماند در کاهش هزینه‌های بازیافت نیز تاثیر بسزایی دارد (شکل ۲-۳).



شکل (۲-۳) ارتباط بین کاهش پسماند در مبدأ و در مقصد

کاهش پسماندها عمدتاً از طریق تغییر در رفتارها (الگوهای مصرف) ایجاد می گردد. بنابراین امروزه در دنیا رفتارها و یا شیوه های جدیدی برای تولید کمتر پسماند ارایه و توسعه یافته اند. استفاده مجدد از کیسه های خرید، خرید مواد بصورت بسته بندی نشده و کاهش پسماندهای حاصل از بسته بندی، فروش و یا تحویل مجدد اقلام ناخواسته به جای دو ریختن آنها، نمونه های بارزی از شیوه های کاهش تولید پسماند می باشد.

کاهش تولید پسماند همچنین می تواند از طریق تغییر در تولید و بسته بندی و یا از طرق مختلف دیگر به مصرف کننده پیشنهاد گردد. روشهای پایه برای کاهش پسماندهای جامد عبارتند از :

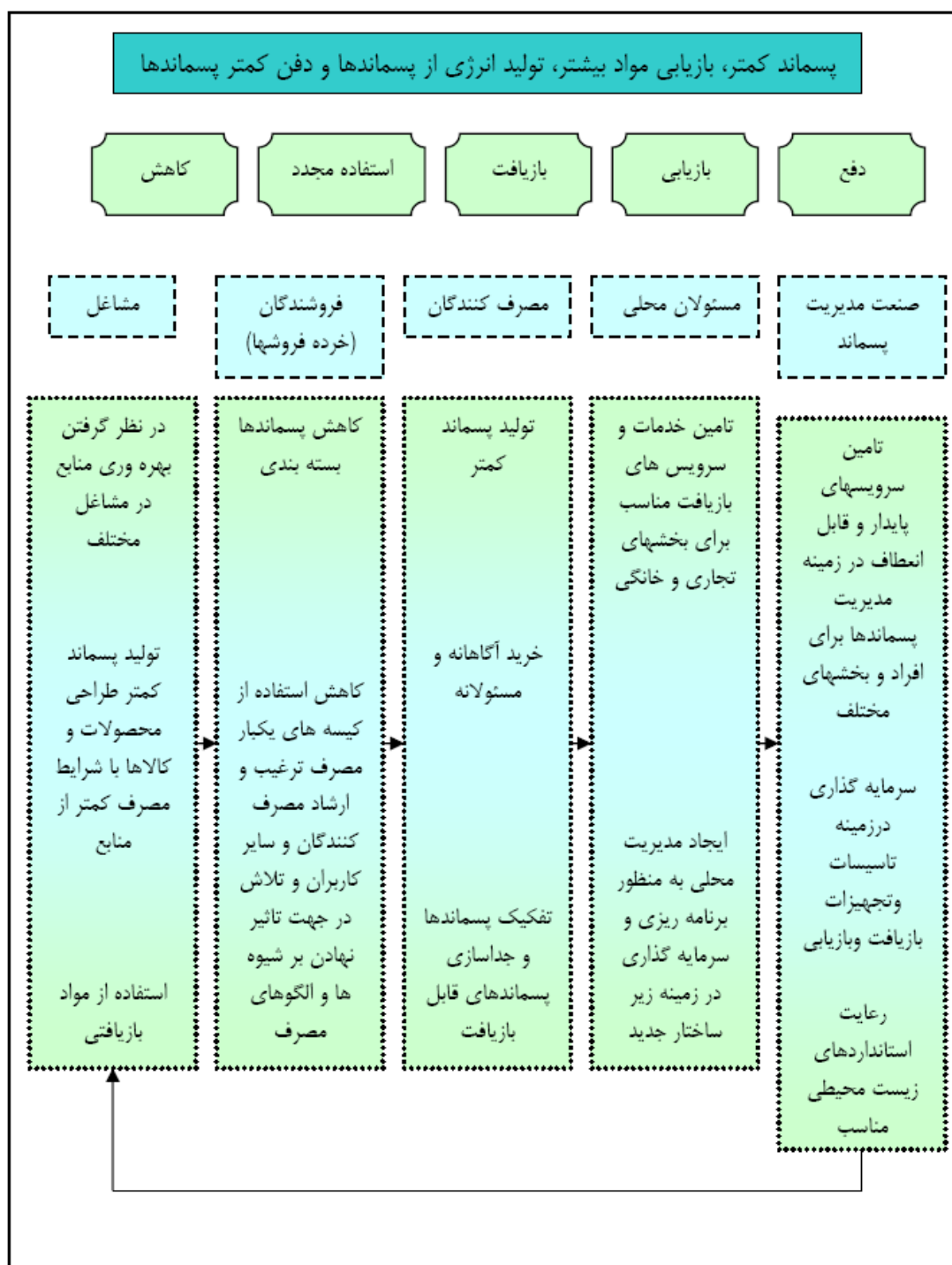
- کاهش میزان مواد مورد استفاده برای تولید و یا بسته بندی محصولات
- افزایش دوام و عمر مفید محصولات
- استفاده مجدد از محصولات برای کاربردهای اولیه و مشابه

- کاهش مصرف از طریق استفاده از گزینه‌هایی با تولید پسماند کمتر (محصولات

جایگزین)

- کاهش سمیت

برنامه‌های آموزش و اطلاع رسانی همگانی یک رکن مهم در برنامه کاهش تولید پسماندهای جامد بوده و می‌تواند بعنوان یک عامل هدایت کننده نقش مهمی را در تغییر در شیوه‌های خرید و استفاده مجدد از محصول ایفاء نماید. برنامه کاهش پسماندهای تولیدی ارتباط تنگاتنگی با برنامه بازیافت داشته و نگرش به سیستمهای بازیافت یکی از مهمات این برنامه می باشد. نمودار (۲-۱۰) کاهش تولید را در مراحل مختلف مدیریت پسماندهای جامد و نمودار (۲-۱۱) خط مشی های برنامه کاهش را به نمایش گذارده است .



نمودار (۲-۱۰) کاهش تولید را در مراحل مختلف مدیریت پسماندهای جامد

۲-۱-۵- اهداف برنامه کاهش تولید در مبدا

کاهش تولید پسماند از روش‌های مناسب برای مدیریت پسماندهای جامد بوده و بعنوان یک گزینه دراز مدت می‌تواند بخشی از مشکلات مدیریت اجرایی پسماند را در سطح جوامع ملی و محلی رفع نماید. این برنامه از طریق کاهش تولید پسماندهای دفعی، موجبات کاهش هزینه‌ها و مشکلات زیست‌محیطی در فرآیندهای جمع‌آوری، پردازش و دفع پسماندهای جامد می‌گردد. موفقیت در اجرای برنامه کاهش تولید پسماندهای جامد بستگی تام به برنامه‌ها و سیاست‌های ملی و محلی و نیز حمایت و همراهی بخش‌های تجاری، صنعتی و شهروندان دارد.

بطور کلی هدف اصلی از برنامه کاهش، کاهش میزان سرانه تولید پسماندهای جامد از طریق تغییر در روش‌های مصرف مواد اولیه توسط آحاد جامعه با دستیابی به برنامه‌های آموزشی و قانونی می‌باشد. بویژه در استان گیلان کاهش تولید پسماندهای جامد می‌تواند در برگیرنده اهداف فرعی ذیل باشد.

- توسعه یک برنامه آموزش همگانی جهت ترغیب آحاد جامعه به کاهش و استفاده مجدد

از پسماندهای جامد در محل تولید

- ترغیب و تشویق مسئولان امر در کاهش جریان حمل پسماندهای جامد به مراکز دفع یا

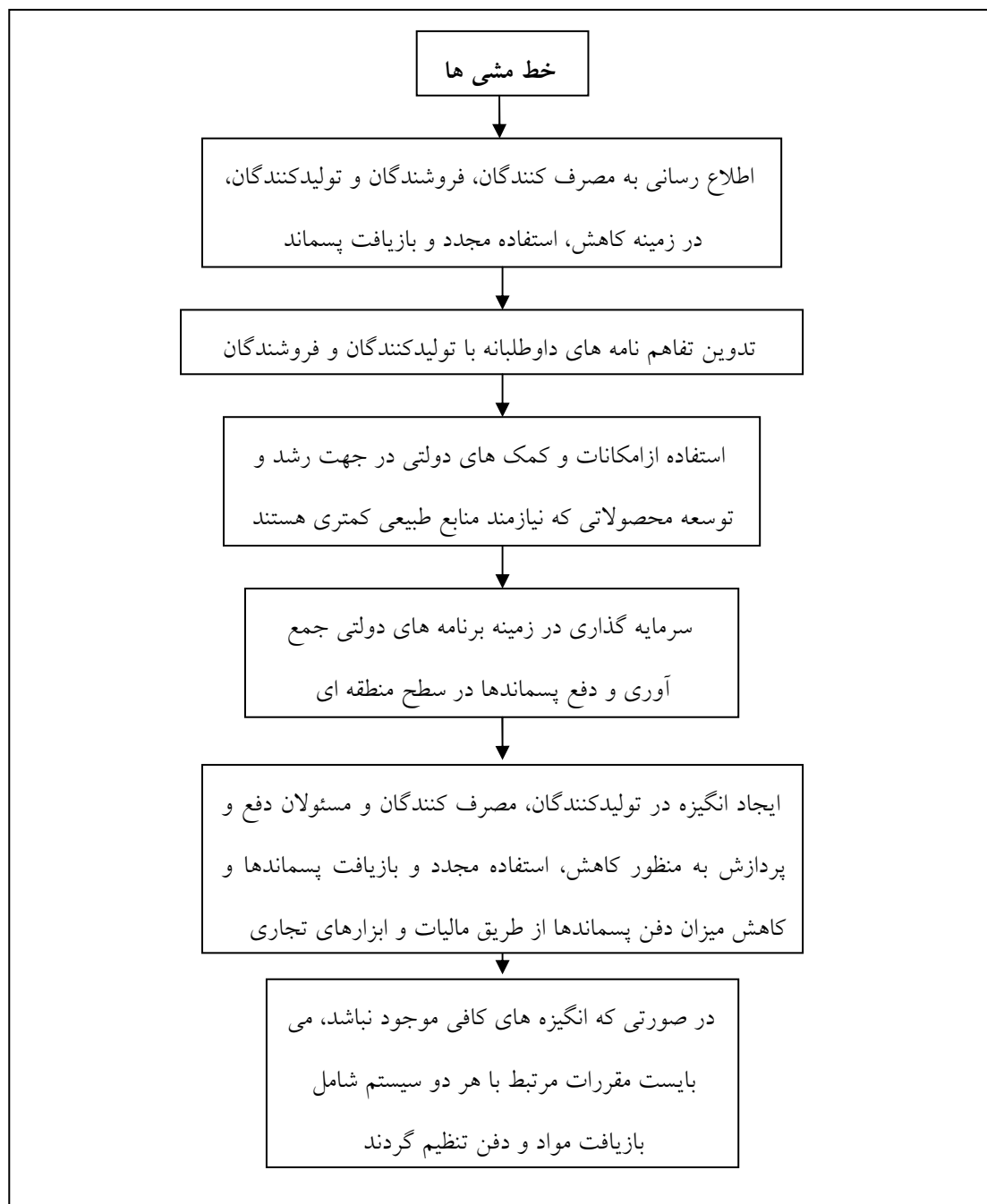
دفن

- ارائه، پایش و اصلاح قوانین جاری در مدیریت اجرایی پسماند در سطح شهرستان و

کشور

- ارائه یک برنامه راهبردی برای رسیدن به حداقل ۵ درصد کاهش پسماند براساس سرانه

تولید پسماند



نمودار (۲-۱۱) خط مشی های برنامه کاهش تولید پسماندهای جامد

الف- حفظ و صیانت منابع طبیعی

پسماند فقط زمانیکه مصرف کننده آنرا دور می‌ریزد، ایجاد نمی‌شود. بلکه در طول دوره عمر محصول از استخراج مواد خام، حمل، فرآوری، تولید و استفاده از محصول شاهد تولید پسماند می‌باشیم. استفاده مجدد اقلام و یا تولید آنها با مواد کمتر، میزان تولید پسماندها را بشدت کاهش داده و مواد کمتری نیاز به بازیافت یا ارسال به دفنگاه و یا تاسیسات زباله سوز خواهند داشت.

ب- کاهش سمّیت پسماند تولیدی

انتخاب اقلام بی خطر و یا کم خطرتر یکی از اجزای مهم کاهش منابع تولید پسماند می‌باشد. استفاده از آیتم‌های کم خطرتر برای اقلام خاص (بعنوان مثال تمیزکننده‌ها و حشره کش‌ها)، به اشتراک گذاشتن مواد خطرناک شیمیایی بجای رهاسازی بقایای آن، خواندن کامل راهنمای استفاده از مواد و استفاده از حداقل مواد مورد نیاز راههای کاهش سمّیت پسماندها می‌باشد.

ج- کاهش هزینه‌ها

مزیت‌های اجتناب تولید پسماند بسیار فراتر از کاهش به فرم ارسال به دفن می‌باشد. اجتناب از تولید پسماند همچنین می‌تواند عواید اقتصادی برای شهرها، بنگاه‌ها، مدارس و مصرف کنندگان منفرد داشته باشد. بطور کلی مزیت‌های اقتصادی کاهش تولید پسماند عبارتند از:

- صرفه‌جویی مستقیم،
- اجتناب از هزینه‌های ذخیره‌سازی، حمل، انتقال و پردازش و دفع زباله
- کاهش هزینه‌های کنترل آلودگی، مسئولیت و رعایت قوانین
- کاهش مصرف مواد و محصولات و دفع می‌باشد.

بطور مثال عواید اقتصادی حاصل از کاهش تولید پسماند در کشور آمریکا عبارتند از:

شهرها: بیش از ۷۰۰۰ شهر و جامعه برنامه "پرداخت ما به ازای پسماند (pay-as-you-throw)"، را پیاده کرده‌اند که در آن شهروندان بازای کیسه یا سطل پسماند جامد تحویلی بایستی مبلغی پرداخت نمایند. در صورت کاهش پسماند تحویلی هر شهروند در مبدأ، آنان مبلغ کمتری پرداخت می‌نمایند.

بنگاهها: بنگاهها نیز مشوق‌های اقتصادی خوبی برای کاهش تولید پسماند در محل دارند. زمانیکه یک تولیدکننده محصول خود را با بسته‌بندی کمتر ارائه نماید، در نتیجه مواد خام کمتری خریداری کرده و هزینه‌های تولید کاهش می‌یابد و حاشیه سود افزایش می‌یابد که این صرفه-جوئی‌ها به مشتری و قیمت تمام شده قابل انتقال بوده و قدرت رقابت را نیز افزایش می‌دهد.

مصرف کنندگان: مصرف کنندگان نیز می‌توانند در مزایای اقتصادی کاهش تولید پسماند سهیم باشند. خرید محصولات بصورت یکجا با بسته‌بندی کمتر یا قابل استفاده مجدد به معنی صرفه-جوئی اقتصادی می‌باشد. هرچیزی که برای محیط زیست خوب است برای جیب مصرف کننده نیز مفید می‌باشد.

۷-۱-۲-۲- وضعیت موجود کاهش تولید پسماند

امروزه شیوه‌های کاهش تولید پسماند در برخی از دفاتر اداری عمومی و خصوصی به اجرا گذارده می‌شود. این شیوه‌ها عموماً شامل استفاده از سمت سفید کاغذهای استفاده شده جهت پیش نویس، افزایش استفاده از پست الکترونیکی به جای استفاده از کاغذ و نیز اتوماسیون اداری در صورت دسترسی به امکانات مناسب ارتباطی، افزایش گرفتن کپی بصورت دورو و اجتناب از استفاده از بسته بندی‌های غیر قابل بازیافت می‌باشد.

امروزه همچنین در شهرها شاهد فعالیت برخی از خرده فروشی ها و افراد در زمینه استفاده مجدد از مواد و محصولات می‌باشیم. در اثر این فعالیت‌ها مقادیر زیادی از پسماندهای تولیدی کاهش می‌یابد اما نکته حائز اهمیت مشکل در اندازه‌گیری این میزان می‌باشد. در حال حاضر اطلاعاتی در خصوص کمیت پسماندهای کاهش یافته حاصل از این نوع فعالیت‌ها در دسترس نمی باشد. این فعالیت‌ها عمدتاً شامل:

- روکش لاستیک
- خدمات تعمیراتی
- دست دوم فروشی ها و امانت فروشی ها (سمساری‌ها)
- انتقال از فرد به فرد (فروش یا هدیه)
- فروش گاراژی عرضه مایحتاج یا معاملات پایاپای
- عتیقه فروشی
- گرو فروشی
- موسسات خیره و یا پس انداز
- کتاب فروشی
- اماکن عرضه لباس و غذا
- فروش اقلام مازاد توسط پیمانکاران
- اوراق فروشی و توزیع لوازم یدکی
- مزایده فروش خودرو و کامیون
- فروش سکه و فلزات قیمتی

- استفاده مجدد از پلاستیک‌های بسته بندی (STYROFOMA) (ورقه ای و یا حبابی))

مرسولات پستی

- مزایده های اینترنتی (e-Bay)

- استحصال شن و ماسه و یا خرده بتن از پسماندهای عمرانی و ساختمانی

- گردآوری کامپیوتر، لوازم خانگی و مبلمان از طریق سیستم‌های دولتی و یا گروه‌های

خیریه و واگذاری آن از طریق طرح هدیه به نیازمندان جامعه

- پر کردن مجدد ظروف حاوی سموم آفت‌کش توسط شرکت‌های تولید کننده اینگونه

سموم

- تولید کمپوست در داخل اماکن تولید پسماند (حیات پستی) که عموماً به عنوان یک شیوه

کاهش تولید مطرح می باشد.

در ایران و استان گیلان نیز برخی از فعالیت‌ها بصورت سنتی از گذشته انجام می‌شود. تحویل

کالاهای دست دوم به دوستان و آشنایان، همسایه‌ها و نیازمندان و یا فروش در سمساری‌ها و

امانت فروشی‌ها از این دسته‌اند.

از طرف دیگر در سالهای اخیر عدم جمع‌آوری شیشه‌ها که قبلاً با سیستم گرو گذاشتن انجام می -

شد و تحویل اقلام خرید توسط فروشندگان در پلاستیک بجای ساک خرید که قبلاً مرسوم بود

باعث افزایش کمیت پسماندهای جامد و بویژه انواع غیر فسادپذیر در آن شده است. این امر

بویژه در شیوه‌های کاهش در مقصد (واحدهای پردازش نظیر کمپوست و بازیافت) تاثیر منفی از

خود بجای گذارده است .

۲-۱-۸- اجرای برنامه کاهش تولید پسماندهای جامد

اولویت اول- برنامه کاهش پسماند را در ادارات دولتی توسعه دهید: این افزایش برنامه راهنمای خوبی برای مردم و شرکت‌ها بوده و مثال واقعی (هدایت با مثال) برای آنها ارایه می‌کند. مناسب‌ترین فعالیت‌ها می‌تواند شامل تشویق استفاده از دو روی کاغذ در کپی و پرینت، ارایه آموزش‌های لازم در بولتن‌های داخلی، استفاده از ایمیل بجای نامه‌های کاغذی و تشویق استفاده مجدد از مبلمان اداری می‌باشد.

اولویت دوم- تشویق برنامه‌های کاهش در شرکت‌ها و واحدهای صنعتی: با اجرای فعالیت‌های نمونه برای این واحدها می‌توان آنها را برای کاهش پسماند تولیدی تشویق نمود. در این زمینه لازم است تا با برنامه‌های خاص و ممیزی تشویق‌های لازم را ارائه نمود.

اولویت سوم- تقویت توسعه سیاستهای تامین کالا: سیاست‌های تامین کالا می‌توانند با تشویق تامین کالاهای بادوام، قابل استفاده مجدد، قابل تعمیر و کارآمد، کاهش پسماند را ببار بیاورند. همچنین دولت بایستی مقررات اضافی برای سازمانهای دولتی تدوین نمایند.

جدول (۲-۵) مثالهایی منتخب از فعالیت های کاهش در مبدأ تولید را به نمایش گذارده است .

جدول (۲-۵) مثالهایی منتخب از فعالیتهای کاهش در مبدأ

دسته بندی پسماندهای جامد شهری				فعالیت‌های کاهش در مبدأ
مواد آلی	ظروف و بسته‌بندی	مواد بی‌دوام	مواد بادوام	
کشت با آب و پسماند کمتر	تغلیظ	خرید بی‌کاغذ	کاهش فلز در لوازم خانگی	کاهش مواد
	عرضه حبوبات و غلات در ساک محصولات چند بار مصرف		استفاده از مواد کامپوزیت در لوازم خانگی	جایگزینی مواد
	طراحی برای استفاده مجدد	تعمیرات مرتب و دوره‌ای توسعه خدمات پس از فروش	افزایش عمر تایرها کاهش اجزای متحرک و نیازمند تعویض وسایل الکترونیکی	افزایش طول عمر محصولات
فعالیت‌های مصرف کنندگان				
	خرید: خرید یکجا و متمرکز و غلیظ ساک های قابل استفاده مجدد	تعمیر استفاده از دوروی کاغذ اشتراک گذاری کاهش نامه‌های ناخواسته	خرید محصولات با عمر طولانی-تر	
استفاده مجدد				
	پالت‌های قابل استفاده مجدد مواد قابل بازگشت بسته بندی	پاکت‌ها	طراحی مدولی و کوچک	در طراحی
	ساک خرید Loosefill ظروف شیر ظروف شیشه‌ای و پلاستیکی	پوشاک کاغذهای یکرو برای دفترچه یادداشت پیش نویس	قرض یا اجاره برای نیازهای موقت هدیه به خیریه فروش یا خرید از سمساری	دست دوم
کاهش / حذف مواد سمی				
	جایگزینی فویل‌های سربی در بطری‌ها	جوهر سویا با پایه آب حلال‌های با پایه آبی کاهش جیوه	حذف PCBs	
کاهش مواد آلی				
کمپوست حیاط خلوتی کمپوست با کرم				پسماندهای غذایی
کمپوست حیاط خلوتی				پسماندهای حیاط

۲-۱-۹- برنامه های کاهش تولید پسماند از مبدا

استراتژی های موجود برای کاهش تولید پسماند در مبدا تولید در بخش های دولتی مانند مراکز تجاری دو گروه اصلی دارد:

- سیاست های تغییر در نحوه تولید

- عملیات اصلاحی

خرید: از آنجا که در اکثر جوامع دولت بزرگ ترین مصرف کننده محسوب می گردد، تغییر در سیاستهای خرید از طرف دولت در جهت کاهش تولید پسماند از مبدا، تاثیر بسزایی در مدیریت پسماند خواهد داشت. این امر می تواند هم در داخل دولت و هم در خارج از آن از طریق:

(۱) کاهش میزان تولید پسماند توسط دولت،

(۲) نمونه و الگو قرار گرفتن برای بخش خصوصی و

(۳) تشویق تولیدکنندگان برای تولید محصولات با تولید کمتر پسماند و بسته بندی های کمتر که می تواند در اختیار تمام مصرف کنندگان قرار گیرد، انجام شود.

در حالی که دولتهای مختلف سیاست های جدید خرید، با هدف خریداری محصولات با قابلیت بازیافت را پذیرفته اند، برخی از مسئولان آنها بندرت سیاست های کاهش از مبدا را به کار می برند و در این زمینه به راهنمای نحوه خرید محصولات با قابلیت استفاده مجدد، تعمیر، پر کردن و بادوام تر، با سمیت کمتر و همینطور بسته بندی کمتر، نیاز دارند. سیاستهای اتخاذ شده در این بخش نه تنها باعث کاهش تولید پسماند خواهد شد بلکه صرفه جویی مالی از طریق کاهش هزینه های خرید، حمل و نقل و دفع آنها را موجب خواهد گردید.

چرخه عمر هزینه (LCC) برای انجام مقایسه بین هزینه های خرید محصولات مقاوم و قابل استفاده مجدد با محصولات دور ریختنی، ابزار بسیار مفیدی است، چرا که با استفاده از آن می توان هزینه های سالانه استفاده از محصولی را طی عمر مفید آن تعیین نمود. خرید محصولات بادوام تر معمولاً در ابتدا هزینه بیشتری در بردارد، اما هزینه های سالانه استفاده از این محصولات کمتر از محصولات دور ریختنی (با عمر مفید کمتر) است. راهکارهای فراوانی به منظور کاهش پسماند طی سیاستهای تولید محصولات وجود دارد. برخی از گزینه های متداول در این زمینه عبارتند از:

- نشان دادن مزیت مالی استفاده از تجهیزاتی با قابلیت استفاده مجدد، پر شدن مجدد، بادوام تر و با تولید پسماند کمتر، مانند دستگاههای کپی دوطرفه
- ملزم کردن شرکتهایی که کالاهای دولتی را حمل می کند تا در حین حمل و فرستادن محصولات از بسته بندی های با قابلیت استفاده مجدد و یا بسته بندی هایی که برگردانده می شوند، استفاده نماید
- تنظیم قراردادهای بلند مدت و فراگیر هنگامی که اجناس خریداری شده بادوام هستند
- اجازه دادن اسباب و تجهیزات به جای فروختن آنها از طرف سازندگان با هدف ایجاد انگیزه در نگهداری اسباب قابل تعمیر
- خریداری ادواتی که می توانند میزان مصرف کاغذ را کاهش دهند، مانند دستگاههای کپی دوطرفه، پرینترهای لیزری و ادوات و نرم افزارهای کامپیوتری که امکان ارسال فاکس را داشته باشد تا نیاز به پرینت کاهش یابد

فعالیت های دولتی: فعالیتهای دولتی همچنین می تواند برای بهبود برنامه های کاهش تولید پسماند در مبدا تولید تغییر یابند، برای مثال ادارات دولتی که فضای سبز دارند می توانند در محل به تهیه

کمپوست اقدام نماید، کارکنان می توانند برای کاهش مصرف کاغذ آموزش داده شوند و از موادی که ممکن است دور ریختنی باشد، مجددا استفاده نمایند. عوامل دولتی می توانند برنامه های کاهش تولید پسماند در مبدا تولید را تحت مدیریت خود و یا شهرداری اجرا کند. کاغذهای مصرفی در ادارات، کاندیدای بسیار خوبی برای کاهش تولید پسماند در مبدا تولید در مراکز دولتی هستند (مانند مراکز تجاری). کاغذها بخش مهمی از زباله های وارد شده به جریان مدیریت پسماند هستند و سازماندهی آنها نیاز به کنترل نحوه استفاده آنها دارد. کاغذهای اداری یکی از بخش هایی است که در ترکیبات پسماند جامد شهری ایالات متحده به سرعت در حال افزایش است. در سال ۱۹۸۸ تولید کاغذها ۷.۳ میلیون تن بوده است (۴.۱ درصد از کل پسماند شهری) و در سال ۲۰۱۰ پیش بینی می شود که این میزان به ۱۶ میلیون تن (۶.۴ درصد از پسماندهای شهری) برسد. بنابراین کاهش مصرف کاغذ در ادارات می تواند تا میزان زیادی باعث کاهش کاغذ در جریان مدیریت پسماند شود. طی تحقیقات انجام شده ، اگر ادارات موجود در کشور ایالات متحده امریکا (دولتی یا خصوصی) میزان استفاده دو طرفه از کاغذ را از میزان موجود یعنی ۲۶ درصد به ۶۰ درصد افزایش دهد و کپی یکطرفه را به یک سوم تقلیل دهد، نزدیک به یک میلیارد دلار در سال صرفه جویی خواهد شد. که این صرفه جویی ناشی از عدم هزینه کردن در بخش دفع و همینطور خرید کاغذ است. مطابق با محاسبات INFORM این میزان صرفه جویی معادل ۸۹۰۰۰۰ تن کاغذ در سال و بیش از ۱۵ میلیون درخت می باشد.

برخی مواقع با افزایش تعداد کپی های دو طرفه، حتی بیشتر از کاهش در تعداد کپی های گرفته شده ، صرفه جویی در مصرف کاغذ اتفاق می افتد. اسنادی که به صورت یک طرفه مورد استفاده قرار می گیرند و نیمی از فضای موجود آنها استفاده نمی شود، ۴ برابر بیشتر از اسنادی که به

طور کامل از فضای آنها استفاده شده است، پسماند تولید خواهد نمود. برخی از استراتژی های متداول برای کاهش میزان مصرف کاغذ و تولید پسماند شامل موارد ذیل است:

- حذف برگه های پوششی فاکس
- ویرایش و تصحیح دقیق در کامپیوتر قبل از پرینت گرفتن اسناد
- مرتب کردن و فرستادن فایلها با فلش مموری یا سی دی به جای کاغذ
- استفاده از کاغذ های باطله ایی که یک طرفشان استفاده شده برای پرینت گرفتن پیش نویس ها
- کاهش ارسال دعوت نامه ها به صورت مکتوب تا حد امکان
- استفاده از قطعات کوچک کاغذ برای یادداشتهای مختصر

۲-۱-۹-۱- برنامه های اجرایی در مراکز آموزشی

مؤسسات آموزشی- سازمان هایی مانند درمانگاهها، مراکز آموزشی و مؤسسات فرهنگی- می توانند نقش مهمی در کاهش کمیت پسماندهای شهری داشته باشند. دولت های محلی می توانند میزان کاهش تولید پسماند در مبدا تولید را با اجرای برنامه های آموزشی و تشویق بخش های خصوصی برای استفاده از این آموزشها، توسعه دهند. در زیر به برخی از اقدامات انجام شده در این زمینه اشاره می شود:

مشارکت بیمارستان نیویورک: شرکت بیمارستان ها و سلامتی نیویورک (HHC) بزرگترین موسسه بهداشتی- درمانی کشور ایالات متحده است (با بیش از ۱۰۴۰۰ تخت و ۵۰۰۰۰ پرسنل). استراتژی های زیر برای کاهش تولید پسماند در مبدا تولید در این بیمارستان مد نظر قرار گرفته است.

طرح های انجام شده:

تعویض جعبه های مقوایی و کیسه های دور ریختنی با مخازنی با قابلیت استفاده مجدد، برای نگهداری و حمل پسماندهای پزشکی بیمارستان برای دفع. نتیجه این عمل از طرف HHC کاهش ۳.۲ درصدی از کل پسماندهای بیمارستان اعلام شده است (مخازن جدید به شخصی احتیاج دارد که آنها را تمیز نماید).

- جایگزینی دستمال های کاغذی با خشک کننده های هوای گرم.
- کاهش استفاده از پارچه ها و ظروف دور ریختنی در اتاق بیماران که نتیجه این عمل کاهش زباله ها تا ۶.۷ درصد بوده است.

طرح های آتی:

- ایجاد یک کمیته به منظور ممیزی مواد بسته بندی در HHC، هدف از ایجاد این کمیته تغییر در نحوه خرید و نحوه انبار کردن محصولات است، تا از این طریق پسماندهای تولیدی را کاهش دهند. این کمیته همچنین مسئول بهبود وضعیت و کاهش بسته بندی ها خواهد بود.

- جایگزینی قاشق و چنگال های قابل استفاده مجدد با نوع یکبار مصرف آن.
- نتایج صرفه جویی در هزینه ها و تولید پسماند طی اعمال استراتژی های مذکور کاهش تولید پسماند در مبدا تولید برای ۱۰۰۰ تخت بیمارستان، هطی مطالعات HHC در جدول (۲-۶) نشان داده شده است.

مطالعات HCC همچنین نشان می دهد که هزینه های کاهش میزان تولید پسماند می تواند تا بیش از ۲۰ درصد افزایش یابد (به همراه صرفه جویی ۵۰۰۰۰۰ دلار در سال). علاوه بر آن، این مطالعه نشان می دهد که نیاز به بهبود کنترل روی دور ریختن محصولات استفاده نشده نیز الزامی

می باشد. روش های نامناسب سفارشات و انبار کردن محصولات فاسد شدنی غالباً باعث گذشتن تاریخ مصرف آنها و دور ریخته شدن آنها قبل از اینکه استفاده شوند، می شود. و این در صورتی است که کاهش ۱۰ درصدی دور ریزهای محصولات مصرف نشده می تواند باعث صرفه جویی سالانه ۱۰۰۰۰۰ دلار برای ۱۰۰۰ تخت بیمارستان شود.

جدول (۶-۲) منافع عایدی از اعمال برنامه های کاهش تولید پسماند از مبدا در HHC

صرفه جویی		استراتژی
تن در سال	دلار در سال	
۱۰۰	۴۵۰۰۰	جایگزینی دستمال های کاغذی با خشک کننده های هوایی
۲۰۰	۵۰۰۰۰۰	جایگزینی سرویس غذاخوری یکبار مصرف با نوع قابل استفاده مجدد
۷	۲۰۰۰۰	حذف استفاده از پوشش های پلاستیکی برای سطوح آشغال های موجود در بخش اداری
۱۵۰	۲۰۰۰۰۰	جایگزینی روکش های یکبار مصرف با نوع قابل استفاده مجدد
۲۰	۱۵۰۰۰۰	تعویض تجهیزات یکبار مصرف اتاق بیمار (پارچ آب، لیوان و لگن) با نوع قابل استفاده مجدد
۱۷	۱۷۵۰۰۰	جایگزینی ادوات پزشکی یکبار مصرف با نوع قابل استفاده مجدد

۲-۱-۲-۹-۲- برنامه های دولتی برای ایجاد انگیزه

دولت می تواند نقشی مهمی در ایجاد انگیزه در بخش خصوصی (تجاری و خانگی) داشته باشد و برنامه های کاهش تولید در مبدا را توسعه دهد. استراتژی های موجود برای رسیدن به این هدف شامل سنجش های فنی (تکنولوژی) و مشارکت در ممیزی (بازرسی) در زمینه کاهش پسماند می باشد. مشارکت با بخش تجاری و خانگی برای تهیه کمپوست خانگی، اجرای طرح های پایلوت، معاوضات، تشویق و اعطای مزایا برای برنامه های استفاده مجدد، جزیی از این برنامه ها هستند.

مشارکت فنی، ممیزی و ارزیابی مواد: برنامه های بازرسی فنی در قدم اول شامل مرحله طراحی می شود تا به مراکز تجاری در کاهش پسماند تولیدی کمک نموده و سپس برنامه ها را اجرایی نماید. علاوه بر آن سیاست صرفه جویی مالی (معرفی منافع اقتصادی عایدی از طریق اجرای برنامه های موجود) از طرف دولت در مورد برنامه های کاهش تولید در مبدا می تواند مشوق سایر مراکز تجاری شود.

قدم اول در هر برنامه کاهش تولید در مبدا برای هر حرفه ای، ممیزی در زمینه مواد است (بازرسی در بخش تولید مواد). بازرسی مواد مشخص می نماید که چه موادی در نهایت به سطل زباله یا بازیافت ریخته خواهد شد.

این ارزیابی مشخص می کند که چه میزان تجهیزات، غذا و سایر مواد توسط یک شرکت و کارکنان آن خریداری می شود. بدین وسیله می توان تعیین نمود که خریداری چه موادی می تواند حذف شده، کاهش یافته و یا جایگزین شود و یا اینکه محصولات خریداری شده مورد استفاده مجدد و بازیافت قرار بگیرند. بازرسی همینطور این فرصت را ایجاد می نماید که شرکت ها مشخص کنند چه موادی در نهایت به زباله تبدیل می شوند و یا مورد استفاده سایر مصرف کنندگان یا شرکت ها قرار می گیرد. علاوه بر ارزیابی مواد و ممیزی پسماندها، برنامه های مشارکت فنی می توانند با ارائه اطلاعات و راهنمایی در زمینه اجرای سایر پروسه های چند مرحله ای باعث بهبود برنامه های کاهش تولید در مبدا شوند.

مراحل اجرای برنامه شامل موارد ذیل است:

- اعمال مدیریت در سطر بالا و تعمیم آن به تمام پرسنل:
- تعیین نیروی انسانی برای بخش کاهش تولید در مبدا با انتخاب نمایندگانی در تمام بخشها:

- جمع آوری اطلاعات مربوط به مصرف مواد و تولید پسماند از تمام بخش ها و ارائه گزارش خرید های اخیر (مقدار و هزینه) برای تکمیل اطلاعات؛
- تنظیم اهداف؛
- تنظیم دستورالعمل ها با قرار دادن جعبه هایی برای جمع آوری پیشنهادات کارکنان، جمع آوری ایده ها و نظرات اعضای شاغل؛
- مقدم دانستن استراتژی هایی که موجب کاهش تولید در مبدا و صرفه جویی مالی می شوند و اجرای هر چه سریع تر آنها و رفع موانعی که در راه عملی شدن آنها وجود دارد؛
- اجرا کردن برنامه ها در بین اعضا؛
- تشریح و ارزیابی برنامه ها و مشکلات موجود در مورد هر یک و ارائه راه حلها؛
- تشویق مشاغل و حرف مختلف برای اینکه فعالیت های کاهش تولید پسماند در مبدا خود را بوسیله درج در مجلات اعلان عمومی نمایند و بدین وسیله در سایر مشاغل برای اعمال برنامه های کاهش تولید پسماند در مبدا، ایجاد انگیزه نماید.

برنامه های تهیه کمپوست خانگی: مشارکت دولت در این بخش می تواند باعث کاهش میزان تولید پسماندهای فضای سبز از جریان مدیریت پسماند شود. به این ترتیب که برنامه تهیه کمپوست خانگی را ترویج کند. پسماندهای فضای سبز که شامل شاخ و برگ و چمن های زده شده هستند، دومین گروه عمده در بین ترکیبات پسماند در ایالات متحده هستند. این پسماندها می توانند با تهیه کمپوست در مبدا تولید شان از جریان مدیریت پسماند حذف شوند. برای کاهش کمیت این دسته از پسماندهای آلی از جریان مدیریت پسماند دولتها می توانند شهروندان و مشاغل (مراکز تجاری و اداری) را آموزش دهد، مراکز تهیه کمپوست را توسعه دهد، کلاس های

آموزش در این زمینه برگزار نماید و همینطور مخازن تهیه کمپوست را به صورت رایگان توزیع نماید.

برنامه های استفاده مجدد: دولتها می توانند برنامه های استفاده مجدد را با توزیع کالاهای استفاده شده ایجاد و ترویج نماید. این برنامه ها می توانند باعث شوند تا موادی که ممکن است دور ریخته شوند از جریان مدیریت پسماند حذف شده ، مجدداً با صرف هزینه کمتر مورد استفاده قرار گیرند.

توزیع غذا بین مراکز خیریه، مراکز درمانی و افراد بی سرپرست، اهدای اسباب، لوازم و مبلمان منزل به مدرسه ها، بیمارستانها و غیره، ایجاد مغازه هایی که مبلمان و تجهیزات و لباسهای کهنه و دست دوم را می فروشند، مثال هایی از برنامه های استفاده مجدد می باشد.

برنامه ای در این زمینه در شهر نیویورک اجرا شده است که منافع برنامه استفاده مجدد در این جا به تصویر کشیده می شود. شهر Harvest غذاهایی را که ممکن است به عنوان پسماند دور ریخته شوند جمع آوری کرده و آنها را به سازمانهای خیریه مانند سازمان حمایت از افراد بی سرپرست اهدا نموده است. غذاها از رستورانها، مغازه های خواربار فروشی، کافی تریاها و بخش های انفرادی جمع آوری شده بود. شهر Harvest روزانه بیش از ۱۰۰۰۰ پوند غذا را به این طریق مورد استفاده مجدد قرار داده و از دور ریخته شدن آنها جلوگیری نموده است. نتیجه این که در سال ۱۹۹۱، ۴.۶ میلیون پوند از میزان پسماندهای شهر کاسته شد.

پروژه های پایلوت دولت (شامل معاوضات، جوایز و مسابقات): برنامه های دولتی می تواند فرصتی برای ارائه برنامه های کاهش تولید پسماند در مبداء، انتشار اطلاعات و برنامه های انگیزشی ایجاد نماید. برنامه های پایلوت می توانند مشاغل، موسسات و تولیدکنندگان را برای

اجرای برنامه های کاهش تولید پسماند در مبدا تولید ترغیب نماید. همينطور با معاوضه کالاها و اهدای جو ایز به مصرف کنندگان می توانند فرصت کاهش تولید پسماند در مبدا تولید را افزایش دهد. بوسیله اعطای مزایا و جوایزی می توانند مشاغل و شهروندان و سازمانها را به کاهش تولید پسماند، بهبود وضعیت طراحی و تهیه محصولات با هدف کاهش تولید پسماند و یا تغییر نوع بسته بندی وادارند. همينطور می توانند مسابقاتی مانند مسابقه شعار نویس یا تهیه آرم برای شهروندان برپا نموده و مزایای کاهش تولید پسماند از مبدا را ترویج دهد.

۲-۱-۹-۳- آموزش کاهش تولید در مبدا

آموزش می تواند راه گشای تشویق شهروندان به کاهش تولید پسماند در مبدا تولید، باشد.

آموزش مصرف کنندگان: دولت های محلی با انتشار و توزیع ابزار متنوعی می توانند به مصرف کنندگان آموزش دهد که چگونه میزان پسماند را کاهش دهد. ابزارهای آموزشی می تواند به صورت بروشور، پمفلت، کتابچه، جزوات و یا پوستر باشد. پیشنهادات باید به نحوی باشد که مصرف کنندگان بتوانند مطابق آنها عمل نمایند. برخی از توصیه های دولت می تواند شامل این موارد باشد: استفاده از کیسه هایی با قابلیت استفاده مجدد برای خرید، اهدای اقلامی که زیاد استفاده می شوند به سازمانهای خدماتی و یا خیریه، استفاده مجدد از مخازن و سایر مواد، نگهداری اقلام تا بیشترین مدت عمر آنها، خرید اقلام فاسد شدنی به میزان مورد نیاز و کنترل تاریخ مصرف برای جلوگیری از فاسد شدن و دور ریخته شدن آنها.

در شکل (۲-۴) نمونه هایی از بروشورهای آموزشی آورده شده است.



شکل (۲-۴) نمونه هایی از بروشورهای آموزشی در زمینه کاهش تولید پسماند از مبدا

در سال ۱۹۹۰، سان فرانسیسکو جایزه ای از بخش حفاظت کالیفرنیا بخاطر برنامه آموزشی موفق و برجسته خود دریافت نمود. سه جزء اصلی این برنامه شامل طرح های آموزش عمومی، مغازه های زیست محیطی و تهیه کمپوست خانگی بوده است. برنامه آموزشی شامل پخش آگهی ها (اعلانات نصب شده)، آگهی های روی اتوبوس ها و پوستره های نصب شده در معابر که کاهش تولید پسماند را ترویج می کردند، بوده است. همینطور در طرح مغازه های زیست محیطی، صاحبان مغازه ها را تشویق می کردند تا کالاهایی را خریداری نمایند که بسته بندی کمی دارند و

یا اصلاً بسته بندی ندارند، و همینطور محصولاتی با قابلیت استفاده مجدد، قابل پر شدن مجدد و اقلام قابل تعمیر مجدد با عمر و دوام بیشتر را در خرید های خود مورد توجه قرار دهد. سومین تلاش بروشورهایی بودند که در مورد چگونگی تهیه کمپوست خانگی تهیه شده بودند.

آموزش دانش آموزان: مدارس مکان هایی موثر برای اجرای برنامه های کاهش تولید پسماند در مبدا تولید هستند چرا که با آموزش کودکان در مدارس می توان عادات پسندیده زیست محیطی را به آنها تعلیم داد. علاوه بر این پسماندهای تولید شده در مدارس ۲.۶ تا ۴ درصد از کل پسماندهای ایالات متحده می باشد که کاهش در این بخش نیز می تواند تاثیر مهمی در کاهش میزان پسماند از جریان مدیریت پسماند شهری داشته باشد. فعالیت های صورت گرفته در مدارس شامل موارد ذیل بوده است:

- توسعه برنامه های آموزشی با تمرکز بر روی مواردی که باعث کاهش تولید پسماند در مبدا تولید، استفاده مجدد محصولات بوده . (شامل فعالیت هایی که در مورد پروژه های تهیه کمپوست و جمع آوری روزانه پسماندها برای به تصویر کشیدن میزان تولید پسماند و امکان ایجاد فرصت هایی برای حذف، کاهش و یا استفاده مجدد از مواد)

- ایجاد کلاسهای فوق برنامه که جهت اجرای برنامه های کاهش تولید پسماند در مبدا تولید در کلاسها و حیاط مدارس برگزار گردیده است.

۲-۱-۹-۴- انگیزه های اقتصادی و جرایم در زمینه کاهش در مبدا

شهرداری ها و حکومت های محلی می توانند انگیزه ها و جرائمی به منظور تشویق بخش تجاری و مصرف کننده ها جهت به حداقل رساندن پسماند تولیدی ارائه دهند. چنین مواردی می تواند شامل اخذ حق الزحمه دفع پسماند و مالیات از یکسو و ایجاد سیستم های سپرده گذاری و تعیین جوایز مالی از سوی دیگر باشد.

هزینه هوشمند دفع پسماند: این هزینه قابل پرداخت توسط شهروندان بوده و بر اساس مقدار پسماند تنظیم می گردد. لذا باعث می شود تا شهروندان تولید پسماند راکاهش و بازیافت برخی مواد در مبدا انجام دهند. در این سیستم افزایش تولید پسماند با پرداخت هزینه بیشتر روبرو می گردد.

سیستم پرداخت هوشمند حق الزحمه براساس حجم پسماند تولیدی بنا نهاده شده است. لذا برای مخازن برچسب های مختلفی در نظر گرفته می شود. این برچسب ها می تواند روی کیسه های تحویلی به سیستم جمع آوری نصب گردند. در این روش براساس تعداد مخازن جمع آوری شده برآوردهای مالی صورت خواهد گرفت. در بعضی از جوامع همین سیستم با استفاده از وزن مخازن، استفاده می شود. سیستم بر پایه وزن پسماند نیاز به ماشین آلات و تجهیزاتی جهت توزین پسماند دارد تا اطلاعات را بدرستی ثبت نماید. از مزایای سیستم های برمبنای توزین پسماند می توان به انگیزه بیشتر در زمینه کاهش تناژ پسماند و تجزیه و تحلیل نتایج براساس آمار دقیق اشاره نمود.

مالیات: مالیات در نظر گرفته شده برای محصولات دور ریخته، مصرف کنندگان را به سمت خرید محصولات با دور ریز کمتر هدایت می نماید. علاوه بر آن، اعطای کمک هزینه های دفع تولیدکنندگان را تشویق به برنامه ریزی مناسب در جهت تولید محصولات با دور ریز کمتر و سرمایه گذاری در بخشهای مدیریت پسماند خواهد نمود. این مالیات از طرف دیگر می تواند بر موادی که نیاز جدی به بسته بندی آنها نمی باشد اعمال گردد.

سیستم های سپرده گذاری و بازپرداخت: قوانین سپرده گذاری و بازپرداخت برای محصولاتی که زایدات آنها پس از خرید و مصرف بازگردانده شود، پاداش قائل می گردند. دولت این سیستم را در چرخه بازیافت مدنظر قرار داده است ولی با این سیستم هدف اصلی کاهش تولید در مبدا

ترویج داده نشده است. یکی از رایج ترین سیستم های سرمایه گذاری درخصوص قوطی های آشامیدنی و بطری ها می باشد.

پرداخت وام: اعتبار در نظر گرفته شده برای این سیستم به موسسات تولیدی و تجاری بمنظور اجرای برنامه های کاهش از مبدا تولید، پرداخت می شود. این اعتبارات می تواند در سرمایه گذاری جهت تجهیزات مورد نیاز اجرای سیستم با قابلیت استفاده مجدد ارائه گردد.

جوایز و پاداش ها: دولت می تواند برنامه هایی در زمینه کاهش پسماند تولیدی برپایه امتیاز دهی و تشویق ارائه دهد. یکی از این موارد اهدای جوایز در ازای تناژ زایدات بازیافتی و ترغیب در جهت کاهش پسماند دور ریز می باشد.

۷-۲-۱-۹-۵- ممیزی های قانونی در جهت کاهش در مبدا

در این زمینه می توان به برچسب گذاری محصولات در بخش تجاری و آموزش خرید محصولات با پسماند کمتر به مشتریان، اشاره داشت. اعمال محدودیت در دفع برخی مواد دور ریز شده مانند باطری های سرب دار اسیدی، روغن های مستعمل، لاستیکهای غیر قابل بازیافت و از این قبیل مواد که در دستور کار برخی دولت ها قرار گرفته است، تولید کننده را به سمت تولید مواد با پسماند کمتر هدایت می کند. لازم است در کنار ممنوعیت های ذکر شده، روشهای آموزشی و تشویقی برای مصرف کنندگان نیز در نظر گرفته شود. از مهمترین کاربردهای آموزش در این زمینه، شناخت مواد زاید خطرناک و مشکل ساز برای سیستم های دفع و پردازش می باشد. تهیه بروشورهای آموزشی در این زمینه کمک شایانی خواهد نمود. در این بروشورها می توان به نحوه تولید کمپوست خانگی، استفاده از باتری های قابل شارژ، پاک کننده های غیر سمی و چنین مواردی اشاره نمود.

یکی از مهمترین اهداف کاهش پسماند، به حداقل رسانیدن بسته بندی است که یک سوم حجم پسماند را تشکیل می دهد. در صورت حذف یا کاهش بسته بندی های مواد غذایی همچنین بسته بندی هایی که بمنظور حفظ و نگهداری یا حمل و نقل محصولات تجاری بکار می روند، می توان شاهد کاهش چشم گیری در تولید پسماند شد از جمله قوانین وضع شده در زمینه حذف بسته بندی های غیر مروری می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- عدم فروش ظروف بسته بندی در فروشگاه ها؛
 - حذف جعبه های قدیمی برای انواع آشامیدنی؛
 - پرهیز و اجتناب از بسته بندی های چندگانه و بیش از حد معمول؛
 - ممنوعیت تبلیغات برای نوشیدنی های عرضه شده در ظروف بدون قابلیت پر شدن مجدد؛
 - اجرای سیستم پر کردن مجدد ظروف مواد پاک کننده؛
- وضع قوانین بسته بندی در یک منطقه و کشور می تواند پسماند تولیدی آنرا به میزان قابل توجهی کاهش دهد.

۲-۲-۲- کاهش سمیت زایدات تولیدی

اندازه گیری میزان سمیت پسماندهای جامد بسیار مشکل است. مواد سمی معمولاً در پسماندهای خانگی وجود دارند. از نیم قرن پیش مواد سنتتیک (مصنوعی) با بسیاری از مواد معمول جایگزین شده اند و مقدار مواد سمی مشتق شده از مواد مصنوعی در پسماندها افزایش یافته است. ترکیبات سمی در پسماندهای جامد شامل فلزات سنگین خصوصاً سرب، کادمیوم، نیکل و جیوه، هیدروکربنهای کلرینه مانند پرکلرواتیلن، تری کلرواتیلن و متیلن کلراید، ترکیبات حلقوی مانند نفتالین، تولوئن، حشره کش ها، آفت کش ها و روغن های موتورهای استفاده شده، می باشد.

بسیاری از این مواد سمی وارد جریان پسماندهای جامد شهری می شوند چرا که در بخش های خانگی یا تجاری تولید می شوند.

روغن های تولید شده از تعمیرگاههای اتومبیل نمونه ای از این دست است. برخی از مواد سمی، محصولات سمی و دور ریخته شده هستند که بخشی از محصولات استفاده شده می باشد، رنگ های دور ریخته شده مثال خوبی در این مورد است. اما بسیاری از مواد سمی مشاهده شده در پسماندهای جامد، بخشی از محصولات تجاری هستند که عمر مفید خود را سپری نموده اند. برای مثال بیش از دو میلیارد باتری سلول خشک هر سال در ایالات متحده فروخته می شود. این باتری ها حاوی ترکیبات جیوه یا اکسید جیوه، منیزیم، روی، اکسید نقره، نیکل، کادمیوم و لیتیوم هستند. برخی از این فلزات به خودی خود خطرناک نیستند. یک باتری سلول خشک عمر مفیدی بین چند ساعت تا چند ماه دارد و بعد دور ریخته می شود. وقتی یک باتری در محل دفن پسماند دفن گردد بتدریج رو به زوال رفته، در حین زوال فلزات سنگین ممکن است آزاد شده و به آبهای سطحی و زیرزمینی راه بیابند. وقتی یک باتری سوزانده شود برخی از فلزات در خاکستر باقی مانده و برخی دیگر همراه با گاز حاصل از زباله سوزی آزاد می شوند، فیلترهای زباله سوز می توانند برخی از این فلزات را جمع آوری کند. هم خاکستر جمع شده در انتهای زباله سوزی و هم مواد جمع آوری شده توسط فیلترهای زباله سوز، دفن شده و ممکن است مجددا باعث آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی شوند.

۲-۲-۱- پسماندهای سمی

سمیت زباله: باتری ها تنها یکی از ترکیبات (اجزای) متداول از زباله های شهری هستند که منجر به سمیت می شوند. جدول (۲-۷) تعدادی از مواد سمی متداول موجود در پسماندهای خانگی

را نشان می دهد. این جدول بیانگر محصولات سمی و همینطور اثرات بهداشتی شناخته شده آنان است.

سمیت زباله را می توان با دو روش اصلی تخمین زد، نمونه گیری یا مدلسازی. نمونه گیری شامل نمونه گیری های متفاوت از جریان پسماند و دسته بندی کردن ترکیبات مختلف پسماند و توزین هر یک از ترکیبات است. یک مطالعه صورت گرفته توسط سازمان حفاظت محیط زیست فدرال نشان می دهد که پسماندهای خطرناک کمتر از یک درصد از پسماندهای جامد خانگی را از نظر وزنی تشکیل می دهند. بیشتر تلاش های صورت گرفته برای جمع آوری اطلاعات در مورد پسماندهای جامد شهری شامل نمونه گیری از محلهای دفن پسماند توسط چندین گروه در سراسر کشور بوده است. این مطالعات نشان می دهد که اقلامی مانند باتری ها، لوازم آرایشی، پاک کننده ها و محصولات حفاظتی منازل و اتومبیل ها، بیشترین درصد وزنی را در بین ترکیبات خطرناک به خود اختصاص داده اند. این مطالعات همچنین ترکیبات خطرناک (اجزای خطرناک) در پسماندهای خانگی را مشخص می نماید.

جدول (۷-۲) مواد سمی متداول در پسماندهای جامد شهری

ترکیب	منبع	اثرات بهداشتی
کادمیوم	باتری ها، جوهرها، رنگ ها	سرطان زا، مضر برای طبیعت، اثرات سوء بر باروری
سرب	باتری ها، لعاب ها، بتونه، رنگ های مو	اثرات عصبی، اثرات سوء بر باروری
جیوه	باتری ها، رنگ ها، لامپ های فلورسنت	مضر برای طبیعت، اثرات عصبی، اثرات سوء بر باروری
متیلن کلراید	رنگ، چسب ها، آفت کش ها	سرطانزا، مضر برای طبیعت، اثرات سوء بر باروری
متیل اتیل کتون	تینر رنگ، چسب ها، آفت کش ها	اثرات عصبی، اثرات سوء بر باروری
پرکلرواتیلن	پاک کننده فرش، لکه برها، پارچه ها	سرطانزا، مضر برای طبیعت، اثرات سوء بر باروری
فنل	ابزار هنری، چسب ها	مضر برای طبیعت، اثرات سوء پیشرفته
تولوئن	رنگها، لاک ناخن، ابزار هنری، چسب ها	مضر برای طبیعت، جهش زا، اثرات سوء بر باروری
کلرایدوینیل	پلاستیک ها، لوازم آرایشی	سرطانزا، جهش زا، اثرات سوء بر باروری

پسماندهای جامد شهری از دور ریزهای بخش خانگی، تجاری و یا صنعتی تولید می شوند. مشاغلی که در ماه کمتر از ۱۰۰ کیلوگرم پسماند خطرناک تولید می کنند، جزو بخش خانگی قرار دارند که شامل خواربار فروشی ها، نانوائی ها، آرایشگاهها، دندانپزشکی ها، خشک شویی ها، عکاسی ها، گالری های نقاشی، رستورانها، مدارس و تعمیرگاههای اتومبیل هستند. بسیاری از این تولید کنندگان کوچک همتراز خانه ها قرار گرفته و پسماندهایشان به همراه پسماندهای منازل جمع آوری می شود.

روش مدلسازی نیازمند تخمین جریان مواد در طی جریان پسماند است. طی جریان مواد اطلاعات میزان تولید مواد، صادرات و واردات، بازیافت مواد، بازیابی انرژی و کاهش در حین

تولید یا مصرف برآورد می شود. که در این پروسه حجم کاهش یافته بیانگر میزان پسماندی است که وارد جریان مدیریت پسماند شده است.

هر دو روش نیازمند تعیین ترکیبات سمی می باشد. مطالعات نشان می دهد که مواد شیمیایی سمی اثرات بهداشتی جدی ای در پی دارند. امروزه تقریباً ۷۰۰۰۰ ماده شیمیایی مورد استفاده قرار می گیرد که بیشتر آنها نیز سمی هستند. در حال حاضر تخمین زده می شود که کمتر از ۳۰ درصد این مواد مورد آزمایش سمیت قرار گرفته اند. سازمان حفاظت محیط زیست فدرال بیش از ۱۰۰ ترکیب را در دسته بندی مواد خطرناک تحت قانون RCRA قرار داده است که در کالاهای متداول خانگی یافت می شوند و بیشتر آنها به همراه پسماندهای جامد شهری دفع می شوند.

مشکل سمیت پسماند: هنگامیکه محصولات حاوی مواد شیمیایی دفع می گردند، ترکیبات سمی به مراکز دفن وارد می شوند. مواد آلی فرار می توانند در هوا پراکنده شوند و هیدروکربن های هیدروژن دار و فلزات سنگین می توانند منابع آب زیرزمینی را به مخاطره بیندازند. سوزاندن این قبیل پسماندها باعث رها شدن فلزات سنگین از ترکیبات مواد می شود که از آن جمله می توان به فلزاتی چون سرب، کادمیوم، آرسیک، جیوه، سلیوم و برلیوم در خاکستر به جامانده از زباله سوز اشاره نمود. فلزاتی مانند جیوه به آسانی به شکل گاز تبدیل شده در حالیکه برخی فلزات ممکن است با مواد آلی وارد واکنش شوند. به دلیل اینکه فلزات از مواد متداول، آزاد شده و به سهولت توسط جریانات آب و هوا منتشر می شوند، پتانسیل ایجاد بحران های زیست محیطی بطور مستقیم و غیر مستقیم وجود دارد. بسیاری از این فلزات سرطان زا بوده و برخی دیگر برای گیاهان و جانوران مضر می باشد.

کلر یکی دیگر از مواد خطرناک است که می تواند به شکل کلرید هیدروژن و دیگر ترکیبات کلر دار در حین سوزاندن تبدیل شود. کلر در بسیاری از محصولات مانند حلال ها، آفت کشی ها، مواد

ضد عفونی کننده، سفید کننده، کاغذ و پلاستیک وجود دارد. لذا اجرای برنامه های بازیافت کاغذ و پلاستیک می تواند منبع اصلی کلر را در پسماند شهری حذف نماید.

کاهش سمیت زباله: کاهش سمیت زباله نیازمند راه حل هایی است که مطابق با اهداف تعیین شده ، موثر و قابل اجرا باشد. برخی از سیاست ها و واژه های کارآمد جهت کاهش خطرات شامل طراحی مجدد پروسه تولید محصولات و توسعه تدریجی آن است. سه روش راهبردی برای کاهش سمیت پسماند وجود دارد. اولین روش، اصلاح مدیریت پسماند با کاهش پسماندهای سمی منتقله به محل دفن از طریق بازیافت می باشد. دومین روش تمرکز بر روی تغییر ترکیب محصولات دارد. این روش اثرات دراز مدتی در کاهش سمیت جریان زباله خواهد داشت. روش آخر تغییر در فرآیند تولید و استفاده از منابع غیر سمی می باشد. هر چند این روش به زمان طولانی نیاز دارد اما بسیار کارآمد و موثر است. جدول (۸-۲) این روشها را معرفی می نماید.

جدول (۸-۲) سیاستهای کاهش سمیت جریان پسماند

راه حل	امکان پذیری	تاثیر
مدیریت پسماند	فوری	متوسط
مدیریت محصول	متوسط	چشم گیر
مدیریت تولید	طولانی	چشم گیر

۲-۲-۲-۲- برنامه های کاهش سمیت

سریعترین روش برای کاهش میزان سمیت مواد زائد جامد، از طریق اصلاح برنامه های مدیریتی پسماند شهری قابل حصول خواهد بود. از آنجا که زایدات خطرناک خانگی به همراه دیگر پسماندهای شهری و بصورت مخلوط جمع آوری می گردند، بنابراین بمنظور کاهش سمیت جریان زباله، اکثر برنامه های مدیریتی از جداسازی و نگهداری مجزا در مبدا تولید، شروع می شوند.

جمع آوری زایدات سمی : محصولات حاوی مواد سمی را می توان با جمع آوری مجزا، از جریان زایدات شهری خارج نمود. در این خصوص دو نوع برنامه ریزی قابل تصور می باشد. دسته اول برنامه هایی است که بر مواد سمی خاصی نظیر باتری ها یا لاستیکها متمرکز می باشند و دسته دوم بر تولیدکنندگان چنین زایداتی همچون شهروندان یا ادارات، اعمال می گردند.

جمع آوری مجزای باتریهای خشک یا اسیدی مثال خوبی از روش اول می باشد. جمع آوری پسماند خطرناک خانگی در روزهای خاص، نیز نمونه ای از برنامه های اعمال شده بر تولیدکنندگان زایدات سمی می باشد. اینگونه برنامه ها توسط شهرداری بصورت دوره ای برپا شده و شهروندان در این روش می بایست پسماند خطرناک را بصورت تفکیک شده بر اساس حلال ها، رنگ ها، آفت کشی ها و مواد قابل انفجار تحویل نمایند.

بازیافت پسماند سمی: جمع آوری مواد سمی قبل از اینکه به جریان پسماند شهری وارد شوند، مهمترین شرط لازم برای کاهش مقدار سمیت است. اما اگر این مواد بازیافت نشوند سمیت جریان مواد زاید کاهش نخواهد یافت.

۲-۲-۳- سیاست های مدیریت محصول بمنظور کاهش سمیت

دومین روش کاهش سمیت پسماند به مدیریت محصول برمی گردد. این روش در جستجوی راه حلی برای کاهش سمیت جریان پسماند از طریق کاهش ترکیبات سمی در تولید محصولات است. هر چند تمرکز روی مدیریت پسماند ممکن است اثرات کوتاه مدت در زمینه کاهش سمیت داشته باشد، ولی برخلاف آن مدیریت محصول اثرات طولانی مدت خواهد داشت چرا که تولید محدود پسماندهای سمی به معنای نیاز کمتر به روشهای پیچیده مدیریت پسماندهای سمی در آینده خواهد بود.

ارزیابی چرخه عمر: با تاکید بر مدیریت محصول، می توان از روش ارزیابی چرخه عمر مواد بمنظور تعیین تاثیرات اقدامات کاهش سمیت، استفاده نمود. حفاظت از محیط زیست نیازمند بهبود اصلاحات اعمال شده در هر مرحله است بطوریکه سایر مراحل را دچار ضرر ننماید.

محدودیت‌های قانونی: ممکن است دولت در جهت کاهش سمیت جریان پسماند اقدام به ممنوعیت تولید یک محصول یا ممانعت از انجام یک فعالیت نماید. این نو تحریم ها بستگی به جایگاه آن در چرخه عمر دارد.

ممنوعیت های بسته بندی مواد: ضایعات بسته بندی به لحاظ حجم حدود یک سوم پسماند را تشکیل می دهند. این صنعت بزرگترین مصرف کننده پلاستیک بشمار می آید. لذا نگرانی درخصوص حجم مواد بسته بندی در مرکز دفن زباله و خطرات زیست محیطی ناشی از سوزاندن پلاستیک ها برخی از شهرداری ها را به تحریم استفاده از بسته بندی پلاستیکی وادار نموده است. برچسب گذاری محصول: همانا اعمال تحریم در بسته بندی، می توان با استفاده از برچسب های هشدار دهنده روی محصولات، خریداران را تشویق به ایجاد تغییر در الگوی مصرف نمود. این برچسب ها مواد سمی موجود در محصول را مشخص می نماید بدین ترتیب، خریداران پس از خواندن آن ممکن است نسبت به خرید اقلام جایگزین با سمیت پایین تر اقدام نمایند.

جایگزینی محصول: در حال حاضر مصرف کنندگان در مورد اثرات زیست محیطی محصولات مورد استفاده شان آشنایی خوبی دارند. انواع تحریم ها، برچسب گذاری ها و برنامه های آموزشی، با هدف آگاهی دادن به مردم در خصوص میزان سمیت مواد و اثرات آن، باعث شده است تولیدکنندگان به سوی جایگزینی محصولات با درجه سمیت بالا با انواع کم خطرتر حرکت نمایند.

۲-۲-۴- سیاست های مدیریت تولید بمنظور کاهش سمیت

کاهش سمیت در پروسه های صنعتی تولید محصولات یکی دیگر از سیاستهای کاهش سمیت جریان زباله می باشد. از آنجایی که برخی از پروسه های صنعتی از مواد شیمیایی در تولید محصولات دیگر استفاده می نمایند، می توان با اعمال سیاستهایی مناسب منجر به کاهش مقدار مواد خطرناک ورودی به جریان زایدات شد.

۲-۲-۵- مشکلات، نیازها و فرصت ها در کاهش پسماند

همانگونه که گفته شد کاهش پسماند در بالاترین اولویت سلسله مراتب مدیریت پسماند قرار گرفته است، ولی آحاد جامعه غالباً در درک این عملیات در قیاس با سایر روشهای مدیریت پسماند از آنجمله بازیافت، بازیابی انرژی و دفن پسماندها، با مشکل روبرو می باشند. بنابراین بالا بردن شناخت مردم و تولیدکنندگان از فواید کسب شده از کاهش پسماند و یا بعبارتی دیگر توسعه دیدگاه استفاده کمتر از محصولات و نیز مواد بسته بندی، از فرصت های مهم در مدیریت کاهش تولید پسماند محسوب می گردد.

تولیدات غیر سمی و قابل استفاده مجدد در اماکن مسکونی، می تواند تاثیرات بسزایی در حفظ محیط زیست، منابع طبیعی، کاهش هزینه های دفع و دفن پسماندها، افزایش دانش جامعه در خصوص تکنیک های کاهش پسماندهای جامد و تاخیر در توسعه گزینه های مناسب در دفع پسماندهای جامد داشته باشد.

به دلیل وجود مشکل در سنجش میزان کاهش پسماندها، تصمیم گیران محلی در برنامه ریزی های سرمایه گذاری غالباً با مشکلات زیادی روبرو می باشند. این مشکلات عمدتاً ناشی از عدم امکان اندازه گیری میزان کاهش پسماند در کل جریان تولید زباله بوده که این مهم نیز ناشی از افزایش

مستمر پسماندهای جامد در اثر افزایش جمعیت و فاکتورهای اقتصادی - اجتماعی می باشد. در عوض، سرانه کاهش پسماند را می توان از طریق انجام مطالعات در فعالیتهای بخش شهری و صنعتی که منجر به کاهش پسماند می شود و یا انجام مطالعات در خصوص جریان تولید پسماندهای جامد برای مواد ویژه، محصولات و یا بسته بندی ها اندازه گیری نمود.

روش موثرتر برای اندازه گیری کمی میزان کاهش پسماندهای جامد، سنجش بر پایه «استاندارد با پایه کارایی» (performance-based standard) می باشد. این بدین معنی است که کاهش موفقیت آمیز پسماند برای رسیدن به سطحی از کاهش و تاثیر می باشد. بعنوان مثالی برای این نگرش، آمار توزیع ظروف کمپوست در داخل منازل می تواند بیانگر میزان پسماند آلی خارج شده از جریان تولید پسماندهای جامد باشد..

جمع آوری و دفع پسماندهای جامد نسبتاً برای شهروندان ارزان است. ثابت شده است که اگر شهروندان هزینه بیشتری برای جمع آوری پرداخت نمایند و این پرداخت بر مبنای حجم پسماند تحویلی باشد، این بعنوان مشوقی برای کاهش حجم پسماند جامد تحویلی به دفن و امحا عمل خواهد نمود.

۲-۳- گزینه های کاهش تولید پسماندهای جامد

برنامه شهروندان: گزینه ها و برنامه های ویژه زیادی جهت کاهش پسماند برای تشویق شهروندان به امر کاهش پسماند وجود دارد. آموزش، قانون گذاری و لازم است. در این میان آموزش یک جزء کلیدی می باشد. برنامه کاهش موجود یا جدید و برنامه آموزشی آن بایست توسعه داده شود و سرفصلهای آن عبارتند از:

- اطلاع رسانی مشکلات عمومی

- استفاده مجدد و تعمیر بجای دفع

- شیوه‌های کاهش در خانه‌ها

- عادات خرید کالا

سرفصل‌های فوق برای شهروندان گزینه‌های اولیه هستند. این گزینه‌ها برای بخش تجاری و اداری نیز قابل استفاده است. موارد دیگر برای ادارات و واحدهای تجاری در ادامه ذکر شده است.

گزینه‌های کاهش پسماند در ادارات دولتی: مقامات محلی بایستی برنامه جامع برای کاهش در داخل ادارات خود ایجاد نمایند. با مونیتور نمودن و گزارش از کارایی، هزینه‌ها، هزینه‌های صرفه-جویی شده و درآمد حاصل از برنامه‌های کاهش پسماند، مقامات محلی بایستی برنامه‌هایی برای فعالیت‌های تجاری و مدارس نیز تهیه و ارایه نمایند.

با ایجاد فرهنگ کاهش پسماند در محل کار، مناطق و شهرداری‌ها می‌توانند کارمندان خود را برای کاهش تولید پسماندهای جامد و بازیافت در منازل خود تشویق نمایند. برای تضمین ادامه موفقیت کاهش پسماند، شهرداری‌ها و مجریان امر بایستی تکنیک‌های به روز شده کاهش را معرفی نمایند. این موارد می‌توانند در روزنامه‌ها معرفی شوند.

موارد زیر بایستی در ادارات و واحدهای تجاری علاوه بر موارد بخش خانگی مد نظر قرار گیرد:

- کپی دو رو

- گزارش چرخشی بجای کپی برای هر شخص

- نامه‌های الکترونیکی بجای نامه‌های داخلی

- اتوماسیون اداری

- دفترچه‌های یادداشت از کاغذهای استفاده شده
 - استفاده مجدد از پاکت‌های نامه بزرگ
 - سیاست حمایت تامین کالاهای قابل استفاده مجدد/ بادوام/ قابل بازیافت
 - استفاده از ظروف زباله کوچک در اداره‌ها و ظرف‌های بزرگتر برای بازیافت
- (بویژه برای مرکزیت‌هایی نظیر اتاق‌های کپی)
- گروه‌های می‌بایست ممیزی پسماندهای تولیدی را در ادارات خود پیاده نمایند تا مناطق و حوزه‌هایی که کاهش و بازیافت در آنها عملی و اقتصادی است، تعیین نمایند. بعنوان مثال، عواملی که با ساخت و ساز ارتباط دارند بمیزان عملی بایست استفاده مجدد و بازیافت را انجام دهند. روشهای دیگر مشوق استفاده مجدد و حمایت از فعالیت‌هایی نظیر فروشگاههای فروش محصولات دست دوم در این فعالیت است.
- استانداردهای تامین کالای دولتی:* ادارات دولتی مشارکت کننده بایستی الگویی برای بنگاهها و سازمان‌های محلی بوده و نقش تعیین کننده‌ایی در بازار با تدوین و اعمال برنامه‌های خرید خود ایفا نمایند. سیاست‌ها بایستی طوری تنظیم گردد تا بصورت فزاینده‌ایی استانداردهای بالاتری را برای خرید کالاهایی با کیفیت و کمیت بالاتر ایجاد نماید. در خریدهای دولتی اهداف ذیل بایستی مدنظر قرار گیرد:
- ایجاد شرایط لازم برای کاهش بیشتر پسماندهای جامد، نظیر خرید ماشین‌های کپی با امکان کپی دورو
 - مواد با نیاز به تعویض و تعمیر کمتر نظیر لامپ‌های فلورسنت با عمر بالا، باتری‌های با قابلیت شارژ مجدد و مبلمان با دوام‌تر

- مواد با تعمیر آسان نظیر ماشین آلات با قطعات استاندارد شده با بخش های قابل جایگزینی

- مواد با قابلیت استفاده مجدد نظیر بشقاب و لیوانهای قابل شستشو

- موادی که قبلاً استفاده شده اند

- موادی با قابلیت تامین طولانی مدت نظیر کارتریج پرینتر، روغن موتور قابل باز تصفیه و تایرهای قابل روکش مجدد

- مواد غیر سمی و با سمیت کم نظیر مواد پاک کننده و حلال ها که الان در بازار موجود است.

گزینه های کاهش پسماند برای صنایع و بنگاه ها: کارکنان شهر، شرکت های مشاور خصوصی یا گروه های کاری شهروندان می توانند در کاهش پسماند در بنگاه ها و سازمان با استفاده از بروشورها، تلفنی، راهنمایی، کارگاه های آموزشی، برنامه های نمایشی، روزنامه ها و مشاوره در محل مشارکت کنند. این خدمات می توانند کمک های با ارزشی به بخش های خصوصی با انتقال تجربه و دانش فنی بنماید. لازم است تا بخش مدیریت پسماند از تمام یا بخشی از بنگاه ها درخواست نماید و یا بخواهد تا برای کاهش پسماند خود برنامه ریزی کنند و در این راستا کمک های فنی را بنماید.

مشوق های قانونی / مالی دولت: افزایش قیمت پذیرش پسماند و استانداردهای زیست محیطی سخت گیرانه یک دیگر از عوامل تحریک کننده در امر کاهش تولید پسماندهای جامد می باشد. بطور کلی مدیریت پسماند بایستی طوری عمل نماید که کاهش پسماند و بازیافت هر دو سودآور باشند.

قانون تولید یا بسته‌بندی: قوانین بایستی استفاده از مواد غیر قابل بازیافت (نظیر مواد مخلوط و مواد با پوشش موم) را ممنوع و یا محدود نمایند و با تشویق استفاده از مواد قابل بازیافت، ورودی دفنگاه را کاهش دهند. اغلب کشورها چنین قوانینی بویژه در بسته‌بندی را تدوین نموده‌اند. قوانینی برای گرویی گرفتن از شیشه، پلاستیک و قوطی نوشیدنی‌ها که بعد برگشت آنها پول عودت داده می‌شود. در برخی جاها هم گروئی اخذ نمی‌شود ولی در صورت عودت آنها پولی پرداخت می‌شود. این قوانین با موفقیت در ۱۱ ایالت آمریکا پیاده شده‌اند. برای محصولات دیگر نظیر باتری، تایر و لوازم خانگی نیز می‌توان مشوق‌هایی برای استفاده مجدد در نظر گرفت. قانون بسته‌بندی یک استراتژی کاهش زباله است که تولید پسماند را تقبیح و استفاده از مواد قابل بازیافت را تشویق می‌نماید. این قانون می‌تواند بسته بندی زیادی یا بسته‌بندی با مواد دست اول و یا غیر قابل بازیافت را تقبیح نماید. گزینه دیگر عبارت است از کاهش بسته‌بندی اضافی که ضمن ممیزی پسماند موارد آن قابل تشخیص خواهد بود.

عودت محصول یا بسته‌بندی: دولت بایستی کمک‌های فنی برای تولیدکنندگان و مشاغل مختلف ارایه دهد تا بتوانند سیستم جداگانه‌ایی برای جمع‌آوری و بازگرداندن بسته‌بندی‌ها به تولیدکنندگان بدون ورود به سیستم مدیریت پسماند ایجاد نمایند. یک مثال خوب در این زمینه برگرداندن بشکه‌های مختلف می‌باشد.

نیاز به برچسب گذاری: دولت و مدیریت پسماند بایستی در سطح ملی برچسب‌های مناسب بر روی محصولات را توسعه دهند، شامل: مضامین حاوی بازیافت پس از مصرف، دوام، قابلیت استفاده مجدد و با بازیافت. یک نمونه موفق برچسب‌گذاری محصولات برچسب‌های فاسفری شوینده‌هاست. همچنین برچسب‌هایی که به خریدار کمک می‌کند تا محصولات دوستدار محیط

زیست را انتخاب کنند و نیز نوع جنس را از نظر بازیافت شده، قابل بازیافت و قابل استفاده مجدد بودن نشان دهند.

ممنوعیت دفن: یک راه دیگر برای ترویج کاهش تولید پسماندها در مبدأ، منع دفن مواد خاصی در سیستم مدیریت پسماندهای جامد می‌باشد. هرچند تاثیر این ممنوعیت بیشتر در بازیافت می‌باشد ولی در کاهش جریان تولید پسماند نیز موثر می‌باشد. بعنوان مثال ممنوعیت ورود لوازم خانگی حجیم مثل یخچال به سیستم مدیریت پسماند، مصرف کنندگان را به سمت عرضه آن به فروشگاههای فروش مواد دست دوم هدایت می‌کند. تنها مشکل این سیستم دفع غیرقانونی و رها سازی این محصولات است که در این صورت لازم است تا واحدهای بازیافت آنها را پذیرش نمایند.

برنامه استفاده مجدد بخش خصوصی: روش دیگر کاهش تولید پسماند عبارت است از تشویق به استفاده مجدد بیشتر محصولات. این با یک برنامه محلی مبادله براحتی قابل انجام است. دولت بایستی برنامه ترویج، توسعه و مونیتور مبادله مواد صنعتی را پیاده کنند. موفقیت این برنامه به نوع مدیریت و ترویج بستگی دارد و مرتباً بایستی تبلیغات لازم بر روی آن صورت گیرد.

مبادله مواد محلی: کاهش اضافی در میزان پسماند را می‌توان با تشویق استفاده مجدد مواد و محصولات در فرآیند تعریف شده قرض/ داد و ستد یا "مزرعه استفاده مجدد (reuse ranches)" انجام داد. در این فرآیند مردم و یا شرکت‌ها لیست و قیمت پیشنهادی و کالاهای مورد نیاز خود را به هیات اعلام و حق العمل مربوطه نیز پرداخت می‌گردد. یک مزرعه مواد قابل استفاده مجدد که در آن مواد و محصولات در جاهای مشخصی قرار داده می‌شوند (معمولاً در سایت دفع و دفن) تا هر کس خواست این مواد را با خود ببرد. البته این فعالیت‌ها توسط بنگاههای خیریه و مساجد قابل انجام است.

سایر برنامه‌های استفاده مجدد: شرکت‌ها و گروه‌های غیرانتفاعی که برنامه‌های استفاده مجدد را پیاده می‌کنند نظیر باز سازی کنندگان پالت‌ها، سرویس‌های اجاره تجهیزات، شارژ کنندگان کارت‌ریج پریتتر، بازسازی کنندگان مبلمان، تعمیرکنندگان لوازم خانگی فروشندگان وسایل دست دوم هستند. هر کدام از اینگونه واحدها یک زیرساختی را برای توسعه کاهش در مبدأ ایجاد می‌کنند. مدیریت پسماند می‌تواند این گروه‌ها را کمک و تقویت نماید. مثلاً با پخش بروشور و کتابچه، کاهش مالیات و عوارض. حتی می‌توان با تعیین میزان کاهش پسماند صورت گرفته توسط هر واحد، هزینه دفن یا حدودی از آن را به این واحدها داد. همچنین مدیریت پسماند می‌تواند فضای کسب و کار برای آنها ایجاد نماید.

۲-۴-۱ ارزیابی گزینه های کاهش تولید پسماندهای جامد

با استفاده از معیارهای زیر می‌توان کاهش پسماند را ارزیابی کرد:

- پذیرش از طرف مردم
- پتانسیل سرمایه گذاری
- نیروی انسانی مورد نیاز
- زمان مورد نیاز
- میزان بهره وری سرمایه

در جدول (۲-۹) ارزیابی گزینه‌ها بر اساس معیارهای فوق صورت گرفته است. امتیاز دهی برپایه (کم=۱، متوسط=۲ و زیاد=۳) صورت گرفته است.

جدول (۲-۹) ارزیابی گزینه ها بر اساس معیارهای تعیین شده

ردیف	گزینه‌ها	پذیرش از طرف مردم	نیروی انسانی مورد نیاز	زمان مورد نیاز	پتانسیل سرمایه گذاری	میزان بهره وری سرمایه	نتیجه گیری
۱	آموزش شهروندان	۲	۱	۲	۱	۲	مناسب
۲	کاهش زباله در ادارات دولتی	۳	۲	۱	۲	۲	مناسب
۳	استانداردهای تامین کالای دولتی	۲	۱	۳	۱	۲	مناسب
۴	گزینه‌هایی برای شرکت‌ها و صنایع	۳	۱	۲	۲	۳	مناسب
۵	قوانین دولتی	۱	۲	۲	۲	۳	مناسب
۶	قوانین تولید و بسته بندی	۱	۱	۳	۲	۳	مناسب
۷	باز گرداندن محصول یا بسته بندی	۱	۲	۱	۲	۳	نامناسب
۸	برچسب گذاری	۳	۱	۲	۲	۲	نامناسب
۹	محدودیت‌های دفن	۱	۱	۲	۳	۲	نامناسب
۱۰	برنامه استفاده مجدد بخش خصوصی	۲	۱	۲	۱	۲	مناسب
۱۱	مبادله محلی کالا	۳	۱	۱	۱	۲	نامناسب
۱۲	سایر برنامه‌های استفاده مجدد	۲	۲	۱	۲	۲	نامناسب

۳-۲- بررسی و ارایه گزینه های مناسب در فصول ذخیره سازی موقت پسماند

ذخیره سازی موقت زایدات جامد تولیدی در منابع مختلف یکی از فعالیتهای مهم در عرصه مدیریت مواد زاید جامد می باشد. این فعالیت در مجموع شامل کلیه سیستم های نگهداری پسماند در محل تولید تا زمان تحویل به سیستم های جمع آوری زایدات بوده و بدین لحاظ در برگیرنده طیف وسیعی از انواع ظروف و مخازن نگهداری موقت می باشد.

در نگاه اول ممکن است مسائل مربوط به ذخیره سازی زایدات و سیستم های موظف در آن بسیار ساده انگاشته شوند، ولی اثرات مستقیم فنی، اقتصادی، اجتماعی، بهداشتی و زیست محیطی این فعالیت بر اجرای دیگر مراحل مدیریت مواد زاید جامد، موجب گردیده است تا این مرحله در میان فعالیتهای مختلف مدیریت مواد زاید جامد از جایگاه ویژه ای برخوردار گردد.

فاکتور هایی که می بایست در این مرحله مورد توجه قرار گیرند عبارتند از:

- نوع و ظرفیت ظروف

- محل قرار گیری آنها

- روش جمع آوری

فاکتورهای اول و دوم در ادامه توضیح داده خواهد شد.

در این بخش پس از معرفی شیوه های مختلف ذخیره سازی موقت پسماندها، عوامل مؤثر در انتخاب نوع سیستم ذخیره سازی مورد بررسی قرار گرفته و سیستم های معمول در این زمینه ارائه شده است.

۳-۱- پارامترهای شاخص در انتخاب سیستم ذخیره سازی پسماندهای جامد

عملکرد سیستم ذخیره سازی پسماندهای جامد همانند هر سیستم دیگر تحت تاثیر عوامل مختلف داخلی و خارجی شامل سیستم جمع آوری، تناوب جمع آوری، شرایط اقلیمی و آب و هوایی، کمیت و کیفیت پسماندها، ساختار محیط جمع آوری و وجود یا عدم وجود سیاست جداسازی در مبدا و ... می باشد. تناوب جمع آوری پسماندها توسط ماشین آلات ویژه جمع آوری عمدتاً در ارتباط مستقیم با ظرفیت مخازن ذخیره سازی پسماندهای جامد بوده که این مهم خود نیز بسته به شرایط جغرافیایی و آب و هوای حاکم در محدوده جمع آوری، کاملاً متغیر می باشد.

در نقاط سردسیر بسته به عادات اجتماعی و محلی، این امکان وجود دارد تا جمع آوری پسماندهای جامد به یک یا دو بار در هفته تقلیل یابد. در این مناطق با توجه به بالا بودن تناوب جمع آوری، مخازن ویژه ذخیره سازی پسماندهای جامد می بایست از ظرفیت و قابلیت ذخیره سازی مناسب در فاصله بین دو جمع آوری بهره مند باشند. همچنین در این نقاط به دلیل سرمای هوا و پایین بودن درجه حرارت امکان فساد پذیری پسماندهای آلی موجود در بافت پسماندهای جامد نسبتاً کم بوده و به همین جهت انتشار بوی ناشی از تجزیه پسماندها در مدت زمان ذخیره سازی به حداقل میزان خود خواهد رسید. همچنین در این مناطق با توجه به کاهش چرخه نشو و نمای حشرات موذی بویژه مگس خانگی در طی ماههای گرم سال از ۱۲ تا ۲۱ روز به ۹ روز، امکان افزایش زمان تناوب برداشت و تخلیه مخازن ذخیره سازی پسماندهای جامد به یک تا دو بار در هفته، با توجه به درصد پسماندهای آلی موجود در بافت پسماندهای جامد، وجود دارد.

از سوی دیگر در محدوده های جغرافیایی و اقلیمی گرم، به دلیل سرعت تجزیه بالای پسماندهای آلی و تولید بوی نامطبوع، امکان ذخیره سازی موقت پسماندهای جامد در زمانهای طولانی تر از

۲۴ ساعت عملاً غیر ممکن بوده و پسماندهای نگهداری شده در این مخازن می بایست در کمترین زمان ممکنه به مبادی پردازش و دفع حمل گردند. بنابراین مخازن ذخیره سازی پسماندهای جامد در این نقاط به دلیل تناوب پایین برداشت (روزانه) حجم کمتری را در قیاس با مناطق سرد (فرکانس برداشت هفتگی) دارا می باشند.

وجود این ویژگی موجب می گردد تا در ساخت مخازن ذخیره سازی در مناطق گرم به دلیل حجم پذیرش کمتر، از مواد و ترکیبات با مقاومت و استحکام پایین (کیسه پلاستیکی و...) استفاده نمایند. همچنین پایین بودن ظرفیت مخازن در این مناطق محدودیتهای را در سیستمهای برداشت پسماندها، بویژه سیستم جمع آوری دستی ایجاد می نماید.

حجم و ظرفیت مخازن ذخیره سازی پسماندهای جامد در ارتباط مستقیم با کمیت و کیفیت پسماندهای جامد بوده و در طراحی سیستم های جمع آوری دستی پسماندهای جامد می بایست حتی الامکان سعی نمود تا اندازه مخازن به گونه ای در نظر گرفته شوند که بتوان آنها را به صورت دستی از زمین برداشته و در داخل ماشین آلات ویژه جمع آوری تخلیه نمود. پایین بودن حجم و ظرفیت مخازن از نقطه نظر عملیاتی این امکان را فراهم می آورد تا با افزایش آگاهی های عمومی و بالا رفتن سطح فرهنگ جامعه از یک سو و توسعه سیستم های تفکیک پسماندها از سوی دیگر، تعداد این مخازن را به ۲ یا ۳ و بیشتر افزایش داد.

در مراکز پرتراکم مسکونی، اداری و تجاری که فاقد محیط ویژهی ذخیره سازی پسماندهای جامد در نزدیکی خود می باشند، می بایست با توجه به بار ترافیکی و بالا بودن هزینه برداشت پسماندها، تناوب جمع آوری پسماندهای جامد را در قیاس با سایر محدوده های شهری، بیشتر در نظر گرفته شود. به همین جهت ظرفیت مخازن ذخیره سازی پسماندها نیز می بایست به تناسب بالا رفتن فرکانس جمع آوری افزایش مناسبی پیدا نماید.

اندازه مخازن مشترک مورد استفاده در آپارتمانها و خانه ها بسیار متغیر می باشد. این مخازن عمدتاً می بایست با توجه به سیستم جمع آوری، از نظر اندازه و ظرفیت به حدی باشند تا از قابلیت برداشت و تخلیه مکانیزه و نیمه مکانیزه (جمع آوری نیمه دستی) برخوردار گردند. از اینرو عامل تعیین کننده ظرفیت در کانتینرها، فرکانس جمع آوری و مقدار پسماندهای جامد تولید و ذخیره شده در آنها می باشد.

بطور کلی در جمع آوری پسماندها از آپارتمانها، فروشگاههای مواد غذایی، رستورانها و هتل ها، می توان فرکانس جمع آوری بالاتری را در نظر گرفت. بر این اساس برداشت و جمع آوری پسماندها در این اماکن می تواند رنج گسترده ای از حداکثر یکبار در روز تا حداقل ۳ بار در هفته را شامل گردد.

تجربیات و مطالعات موجود نشان می دهد که کمیت پسماندها تولید شده توسط خانوارها تا حد زیادی تحت تاثیر سیستم جمع آوری و به تبع آن نوع و اندازه مخازنی که برای این امر اختصاص یافته، می باشد. بر اساس این بررسی ها مشخص گردید که دوبار جمع آوری در طول هفته، پسماند بیشتری را در مقایسه با جمع آوری یکبار در هفته تولید می نماید. همچنین در این مطالعات مشخص گردید که در اماکنی که مخازن دستی و قدیمی به مخازن چرخ دار با ظرفیت دو برابر تبدیل گردیده اند، میزان پسماند تولید شده نیز افزایش ۳ درصدی نشان داده است.

علاوه بر این مطالعات نشان داده که کیفیت پسماندهای تولیدی نیز نقش بسزایی در انتخاب اندازه و ظرفیت مخازن ذخیره سازی پسماندهای جامد داشته به نحوی که در سیستم های جداسازی در مبداء اندازه مخازن تابعی از ماهیت فیزیکی پسماندهای ذخیره شده در مخزن می باشد. بطور مثال پسماندهای تولیدی در یک آهنگری با کیفیت خاص خود در قیاس با پسماندها خانگی، ذخیره سازی خاص خود را طلب می کند.

۲-۳-۱-۱- طراحی مخازن ذخیره سازی پسماندها جامد

معیارهای طراحی سیستم های نگهداری موقت پسماندها در محل تولید بستگی به عوامل مختلفی از جمله تکنولوژی قابل دسترس و موجود، کاربری فنی، کاربری اجتماعی و کاربری اقتصادی داشته بگونه ای که راندمان و بهره برداری از سیستم جمع آوری به طور مستقیم به نوع و مشخصات مخازنی که انتخاب می شوند، دارد. به طور کلی در طراحی و ساخت مخازن ویژه ذخیره سازی پسماندهای جامد می بایست به نکات زیر توجه نمود:

- مخزن می بایست دارای ساختمانی مقاوم و ساده باشد.
 - مخزن می بایست از سطوح صاف و بدون زوایا و کنج ساخته شود.
 - مخزن می بایست به منظور جلوگیری از باقی ماندن پسماندهای جامد در آن فاقد برآمدگی شیار در داخل خود باشد.
 - مخزن می بایست در برابر خوردگی و حرارت مقاوم باشد.
 - مخزن می بایست دارای طراحی زیبا و قیمت مناسب باشد.
- امروزه پیمانکاران مسئول جمع آوری پسماندها به دلایل فنی و بهداشتی بر استاندارد نمودن مخازن ویژه ذخیره سازی پسماندهای جامد تاکید بسیار دارند.
- مخازن غیر استاندارد اغلب توسط خانوارها جهت ذخیره سازی پسماندهای اضافی همانند مقوا، کارتن، کیسه های پلاستیک، فلز و یا وسایل چوبی مورد استفاده قرار می گیرند. این مخازن غیر استاندارد عمدتاً عامل پخش پسماندها توسط حیوانات و باد در زمان قبل از جمع آوری به ویژه در سیستم کنار جدولی گردیده که این امر در نهایت نازیبایی محیط اطراف را باعث می گردد.

همچنین استفاده از مخازن غیر استاندارد ضمن ایجاد اختلال در جریان سیستم جمع آوری، پخش پسماندها در حین عملیات جمع آوری توسط خودروهای روباز را باعث می‌شود که این مسئله در مجموع موجب افزایش سرویس های جمع آوری برای حمل پسماندهای اضافی خواهد شد. از اینرو استفاده از مخازن غیر استاندارد به هیچ عنوان مورد تأیید مسئولان جمع آوری پسماند نمی باشد.

۲-۳-۲- شیوه های ذخیره سازی موقت پسماندها

نوع و ظرفیت مخازن ذخیره سازی زایدات، بعنوان یکی از اجزاء مهم مدیریت جامع پسماند، در انتخاب نوع سیستم جمع آوری نهایی نقشی موثری را ایفا می نماید. خصوصیات کمی و کیفی مواد زاید جامد تولیدی همچون میزان تولید، نوع پسماند، چگالی و درصد رطوبت آن: از جمله عوامل مؤثر بر انتخاب نوع و ظرفیت ظروف ذخیره سازی موقت، بشمار می رود. انواع ظروف را می توان براساس رویکردهای مختلف دسته بندی نمود نمودار (۲-۱۲). بعنوان مثال، از نقطه نظر مدیریت زایدات قابل بازیافت، ظروف ذخیره سازی را در دو دسته:

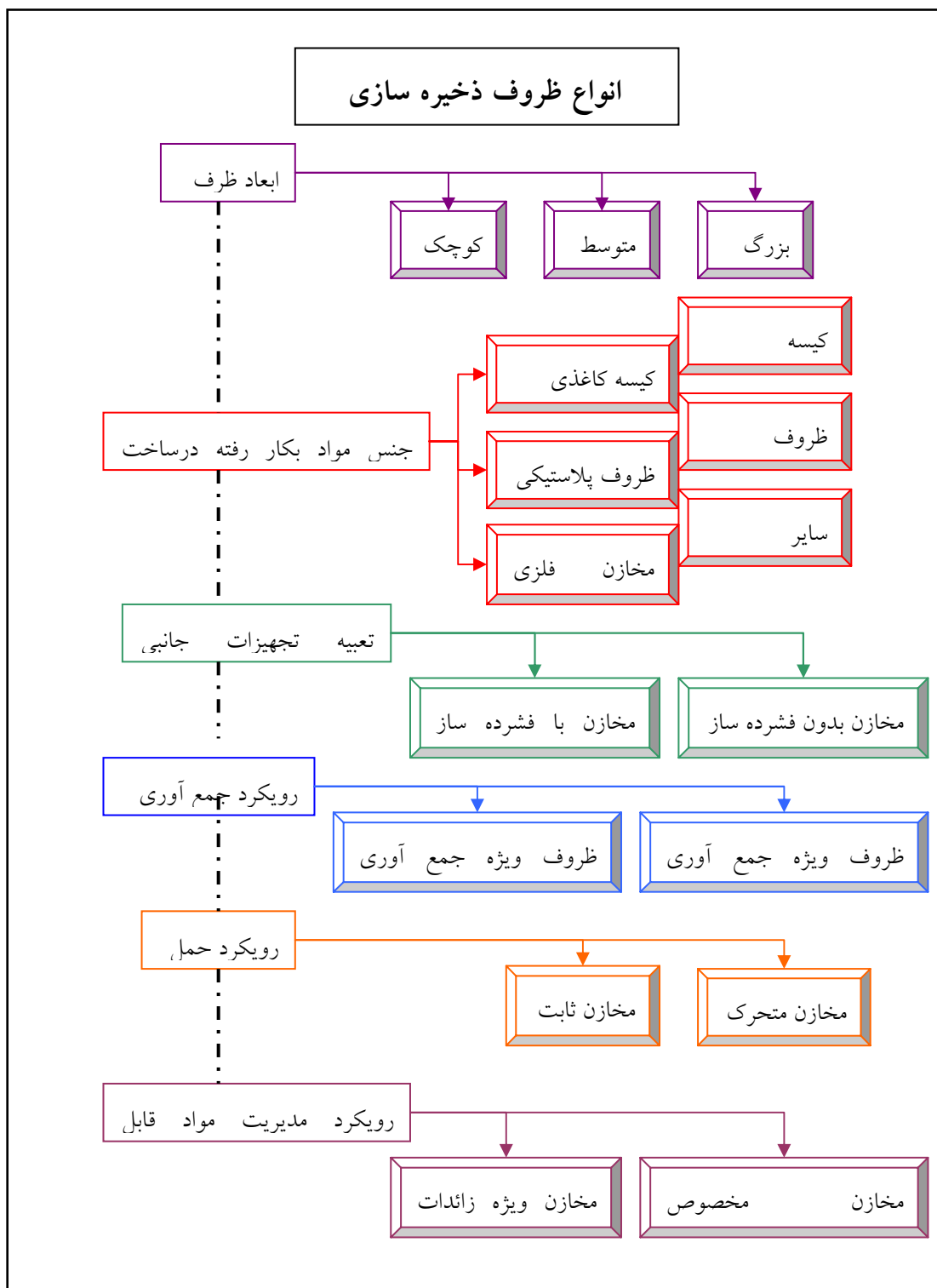
- ظروف مخصوص زایدات تر

- ظروف ویژه پسماندهای خشک

تقسیم بندی می کنند. کانتینرهای پسماند خشک می تواند خود به دسته های مختلف نظیر ظروف ویژه شیشه، کاغذ، پلاستیک و غیره دسته بندی شوند. اگر چنانچه نحوه جمع آوری مد نظر باشد، دسته بدی در دو بخش ظروف ویژه جمع آوری دستی و مکانیزه قابل انجام خواهد بود. از نقطه نظر حمل پسماند نیز ظروف ذخیره سازی ثابت و متحرک خواهیم داشت.

جنس مواد بکار رفته در ساخت ظروف ذخیره سازی موقت و ابعاد آنها نیز منجر به دسته بندی های دیگری خواهد شد. از نقطه نظر جنس، طیف وسیعی از ظروف، از کیسه های کاغذی و

پلاستیکی تا ظروف از جنس پلاستیک فشرده و فلزی، قابل تشخیص خواهد بود. علاوه بر آن، کانتینرها را می توان در سه دسته کوچک، متوسط و بزرگ دسته بندی نمود.



نمودار (۲-۱۲) دسته بندی ظروف ذخیره سازی موقت زائدات با توجه رویکردهای مختلف

از طرف دیگر، تجهیزات فشرده سازی بکار رفته در ساخت برخی از ظروف ذخیره سازی موقت نیز فاکتور دیگری برای تقسیم بندی آنها معرفی می کند. کانتینرهای با دستگاه فشرده سازی ثابت، عمدتاً بمنظور ذخیره سازی مواد بسیار حجیم تولیدی در مراکز تجاری بکار گرفته می شوند. در جدول (۲-۱۰)، کاربردهای متداول و محدودیتهای استفاده از ظروف ذخیره سازی موقت پسماند آورده شده است.

تیم طراحی سیستم ذخیره سازی موقت، با توجه به پارامترهای مختلفی همچون شرایط آب و هوایی، موقعیت مکانی منطقه طرح، بافت شهری و مسیرهای دسترسی، میزان سرانه تولید پسماند و خصوصیات فیزیکی آن، پس از انجام ارزیابی های فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی، نوع ظروف ذخیره سازی موقت و محل قرار گیری آنها را مشخص خواهد نمود. نظر به اینکه بحث ظروف ثابت و متحرک و کانتینرهای مخصوص جمع آوری دستی و مکانیزه در ادامه پوشش داده خواهد شد، در این بخش دسته بندی ظروف براساس رویکرد مدیریت مواد قابل بازیافت مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

جدول (۲-۱۰) کاربردهای متداول و محدودیت های استفاده از ظروف ذخیره سازی موقت پسماند

نوع ظرف	کاربردهای متداول	محدودیت
کوچک		
سطل پلاستیکی یا گالوانیزه	مواد زائد خانگی، خیابان ها، پارک ها و مراکز تجاری کوچک	به مرور خسارت دیده، تغییر رنگ، ابعاد کوچک
کیسه های کاغذی یکبار مصرف	در منازل بعنوان ظروف ذخیره سازی یا پوشش سطهای زباله	هزینه بالا، احتمال پاره شدگی مخصوصا در شرایط آب و هوایی سرد، دسترسی حیوانات
کیسه های پلاستیکی یکبار مصرف	در منازل بعنوان ظروف ذخیره سازی یا پوشش سطهای زباله ، به منظور ذخیره سازی زایدات با درصد رطوبت بالا	هزینه متناسب، احتمال پاره شدگی، دسترسی حیوانات
متوسط		
مخازن پلاستیکی یا گالوانیزه	میزان پسماند زیاد و حجیم، مناطق مسکونی متراکم، تجاری و صنعتی	مشکلات هنگام بارش، دسترسی مستقیم ماشین آلات هنگام بارگیری
بزرگ		
کانتینر روباز	مناطق تجاری، صنعتی و روستایی	هزینه سرمایه گذاری بالا، مشکلات هنگام بارش
کانتینر مجهز به فشرده ساز	مراکز تجاری و صنعتی	هزینه سرمایه گذاری بالا، مشکلات تخلیه به دلیل فشردگی

۲-۳-۳- انواع مخازن ذخیره سازی پسماندهای جامد

۲-۳-۳-۱- مخازن مخصوص ذخیره سازی موقت پسماندهای تر

به طور کلی و مطابق با استانداردهای موجود، مخازن مخصوص پسماندهای تر را می توان به صورت زیر طبقه بندی نمود.

۲-۳-۳-۱-۱- کیسه های کاغذی

جهت فائق آمدن بر مشکلات ناشی از استفاده از مخازن سخت، مطالعات مقدماتی در زمینه استفاده از کیسه های کاغذی در داخل مخازن، جهت ذخیره سازی زایدات جامد خانگی، انجام پذیرفته است.

انجام این مطالعات نشان داده است که در صورت استفاده از کیسه های کاغذی می توان ضمن تامین نظافت، آنها را به راحتی از داخل مخازن جدا نموده و در داخل ماشین آلات جمع آوری قرار داد. این فرآیند، انتقال مخازن به محل استقرار خودرو و به تبع آن اتلاف زمان جمع آوری را به حداقل می رساند.

در صورت بهره برداری صحیح از این مخازن، ریزش زایدات، انتشار گرد و غبار و نشت شیرابه در معابر عمومی وجود نخواهد داشت. این در حالی است که استفاده از مخازن کاغذی غیر استاندارد می تواند مشکلات فراوانی را به سیستم مدیریت جمع آوری تحلیل نماید.

عمده ترین مشکل استفاده از کیسه های کاغذی در مخازن سخت، عدم دوام و پایداری این کیسه ها بویژه در برابر زایدات با رطوبت بالا می باشد. جهت نگهداری کیسه های کاغذی چارچوپ خامی طراحی شده است که ضمن دارا بودن زیبایی با توجه به ایجاد گردش هوا در اطراف کیسه، استقامت و دوام کیسه های کاغذی را دو چندان می کند شکل (۲-۵).



شکل (۲-۵) فریم نگهدارنده مخازن کاغذی

باید اضافه نمود که حتی با وجود استفاده از کیسه های استاندارد در نگهدارنده های فلزی، کیسه کاغذی به مرور زمان رطوبت دیده و نهایتاً در اثر پارگی به داخل چارچوپ سقوط می نماید.

استفاده از کیسه های کاغذی مشابه با کیسه های سیمان که از دو لایه مقاوم به رطوبت و یا یک لایه کاغذ ضد آب ساخته شده اند، تا حد زیادی می تواند مشکل استفاده از کیسه های کاغذی را در محیط خارج از خانه مرتفع نماید. هر چند با استفاده از اینگونه کیسه ها، تخریب آنها در اثر رطوبت کاهش می یابد، لازم است در داخل این کیسه ها زایدات با حرارت بالا تخلیه نشود. چرا که این مسئله علاوه بر آسیب رسانی به جداره های مخازن پلاستیکی و فلزی و کاهش طول عمر این مخازن، امکان آتش سوزی در ماشین آلات جمع آوری را در زمان حمل به حداکثر می رساند.

یکی از مهمترین معایب کیسه های کاغذی، پاره شدن آنها توسط اجسام تیز و برنده همانند شیشه و یا فلزات است. همچنین این کیسه ها مقاومت چندانی در برابر حمله حیوانات نظیر گربه، سگ و ... را نداشته و براحتی توسط آنها پاره می شوند و در نهایت پخش زایدات و مسائل و مشکلات ناشی از انتشار بوی نامطبوع در محیط و مباحث زیبا شناختی را باعث می گردند.

کیسه های کاغذی غالباً در اندازه های ۷۰ تا ۲۰۰ لیتری ساخته شده و زایدات ذخیره شده در آنها به هیچ عنوان قابلیت فشرده سازی همانند مخازن محکم فلزی و پلاستیکی را دارا نمی باشد. نوع ویژه ای از کیسه های کاغذی در اروپا تهیه و به بازار عرضه شده است که از جمله مشخصات آنها قابلیت باز شدن از کف می باشد. کف این مخازن با استفاده از نوارهای مغزی کاملاً مقاوم گردیده است. ضمناً این کیسه ها ضد اسید بوده و قابلیت نگهداری اسیدیتة معمول زباله را دارا می باشد. کیسه های کاغذی معمولاً نسبت به نوع پلاستیکی آن به لحاظ بهداشتی و زیست محیطی ارجحیت دارند.

۲-۳-۱-۲- کیسه های پلاستیکی

استفاده از کیسه های پلاستیکی در سالهای اخیر توسعه فراوانی یافته و در بیشتر مواقع به دلیل تولید فراوان و پایین بودن هزینه خرید ، جایگزین کیسه های کاغذی گردیده است. اینگونه کیسه ها در مجموع ظرفیت کمتری نسبت به کیسه های کاغذی داشته ولی عدم تخریب آنها در اثر رطوبت حاوی پسماندهای جامد موجب افزایش مصرف در قیاس با کیسه های کاغذی گردیده است.

کیسه های پلاستیکی عمدتاً از فرآورده های پلاستیکی از آنجمله :

- Low density polythene (LDPE)
- Medium density polythene (MDPE)
- High density polythene (HDPE)
- Liner blend polythene
- Recycled polythene
- Metallocene polythene (mPE)
- Degradable polythene
- Biodegradable polythene
- Woven Polypropylene
- Coextruded plastic bags

که با توجه به مشخصه های فیزیکی و شیمیایی، مقاومت چندانی نسبت به حرارت نداشته و در اثر ریختن پسماندها با حرارت بالا به راحتی آتش گرفته و سوزانده شوند. همچنین این کیسه ها در اثر حمله حیوانات و نیز وجود اشیاء تیز و برنده بسیار کم مقاومت بوده و به راحتی پاره می گردند.

از کیسه های پلاستیکی نیز براحتی می توان در داخل چهارچوب های فلزی که برای کیسه های کاغذی مورد استفاده قرار می گیرند، استفاده نمود.

خصوصیات کیسه های پلاستیکی ارتباط مستقیم با روشهای پردازش، تصفیه و دفع نهایی پسماندهای جامد دارد. بطور مثال در برخی از کشورها که بمنظور دفع پسماندهای خود روش دفن بهداشتی را انتخاب نموده اند، استفاده از کیسه های پلاستیکی به دلیل عدم تجزیه بیولوژیکی ممنوع می باشد. این در حالی است که در برخی از کشورها که از روش پسماندهای جامد سوزی به عنوان شیوه دفع پسماندها استفاده می نمایند، وجود کیسه های پلاستیکی تولید شده از جنس پلیمر موجب بالا رفتن ارزش حرارتی پسماندهای جامد و به تبع آن بالا رفتن بهره‌وری فرآیند پسماندهای جامد سوزی می گردد.

ظرفیت کیسه های پلاستیکی مشابه با کیسه های پلاستیکی و در اندازه های ۷۰ تا ۹۰ لیتری است. کیفیت کیسه های پلاستیکی اعم از اینکه از پلیمرهای با چگالی پایین، متوسط و یا بالا تولید گردند بستگی تمام به ضخامت ورق پلاستیکی دارد. به طور مثال، Millard Flintoff در سال ۱۹۶۹ ضخامت ۲۲۵ را جهت کیسه های ذخیره سازی پلاستیکی پیشنهاد نموده اند. همچنین بمنظور تعیین خصوصیات کیسه های پلاستیکی مطالعاتی توسط موسسه آزمایشگاهی Bradford Condition House در طی سالهای ۱۹۸۸ و ۱۹۸۹ صورت پذیرفت. این موسسه پیشنهاد انجام یک آزمایش فراگیر برای سیصد میلیون کیسه پسماندهای جامد که توسط شرکت های مختلف در کشور انگلستان جهت ذخیره سازی و جمع آوری پسماندهای جامدتولید می گردید، ارایه نمود. بر همین اساس این موسسه نمونه های (۵۰ کیسه) از هر شرکت تولید کننده تهیه و پس از اندازه گیری ابعاد از نقطه نظر شرایط و قابلیت های عملکردی مورد بررسی قرار داد. این موسسه با این نگرش که خصوصیات و قابلیت های عملکردی بسیار مهمتر از دانسیته پلیمری و ضخامت ورقهای پلاستیکی است، شاخص های ذیل را مدنظر قرار داد:

- مقاومت نفوذی: از این شاخص سوراخ شدگی کیسه در حین استفاده، پارگی گوشه ای کیسه، برآمدگی کیسه براحتی و یا سوراخ شدگی کیسه توسط انگشت دست مطرح می باشد.

- مقاومت پارگی: در این شاخص مقاومت فیلم و یا ورق پلاستیک در قبال پارگی مد نظر می باشد.

- قدرت کشیدگی: در این شاخص قدرت کیسه از نقطه نظر حمل کیسه از خانه تا ماشین آلات ویژه جمع آوری در نظر می باشد.

بطور کلی انجام آزمایشات مداوم بر روی کیسه های پلاستیکی ضمن بالا بردن کیفیت کیسه های مورد استفاده در عملیات جمع آوری، بعنوان یک عامل در کنترل عملکرد اینگونه سیستم ها مطرح بوده و بنابراین لازم است کنترل کردن کیفیت کیسه به صورت یک کار دائم همواره از سوی مراجع ذیصلاح صورت پذیرد.

۲-۳-۳-۲- مخازن پلاستیکی و فلزی ذخیره سازی مجم بالای پسماند

مخازن ذخیره سازی پسماندها جهت آپارتمانهای چند طبقه ، دفاتر اداری، فروشگاههای بزرگ، بیمارستانها و معمولاً دارای ظرفیت بالاتری نسبت به دیگر انواع ذکر شده در بخش های قبل می باشند. حداقل اندازه این نوع مخازن حدود ۶۶۰ لیتر می باشد. در آپارتمانهای مسکونی قرار دادن دو یا سه مخزن جهت ذخیره سازی پسماندها تولیدی مقبولیت عمومی نداشته و ساکنین ترجیح می دهند که جهت ذخیره سازی، مخازنی در اختیار هر کدامشان قرار گیرد که این مهم نیز در مجموع با توجه به حفظ ظرفیت ذخیره سازی هر مخزن توسط تولید کنندگان (به دلیل پرداخت

شارژ) موجب سوء استفاده از مخازن همسایگان مجاور و در نهایت مشکلات آتی در استفاده از آنها می گردد.

جهت حل این مشکل در برخی از موارد مخازنی در بالکن آپارتمانها در مجاورت هر واحد آپارتمانی استقرار می یابد. در این موارد نیز تعداد طبقاتی که به صورت معمول توسط کارگران موظف جمع آوری سرویس دهی می شود حداکثر سه طبقه بوده و در آپارتمانهای با تعداد طبقات بالاتر، بدلیل بروز مشکلات حمل و سرویس دهی، حمل پسماندها توسط پرسنل جمع آوری بسیار مشکل بوده و معضلات فراوانی را برای سیستم جمع آوری و ساکنین در پی خواهد داشت. این نوع جمع آوری موجب بالا رفتن تعرفه جمع آوری و در مجموع نارضایتی ساکنین گردیده است.

از سوی دیگر انجام این نوع از عملیات جمع آوری در آپارتمانهای مسکونی عمدتاً با تولید سروصدای زیاد، آلودگی صوتی و نهایتاً نارضایتی ساکنین را فراهم می آورد که جهت کنترل این مهم نیز روشهای خاصی از آنجمله استفاده از چرخ دستی، استفاده از مخازن غیرفلزی، کاغذی و یا پلاستیکی وجود دارد.

مهمترین مزیت استفاده از این سیستم در جمع آوری پسماندها در مجموعه های آپارتمانی، واگذاری مسئولیت مستقیم نگهداری مخازن توسط هر یک از تولید کنندگان پسماندهای جامد است که در مجموع از نقطه نظر بهداشتی نتایج مطلوبتری را برای مجموعه های آپارتمانی در پی خواهد داشت.

در حال حاضر استفاده از کانتینرهای حجیم جهت ذخیره سازی پسماندهای جامدتولیدی در آپارتمانها و ساختمانهای تجاری از مزایای بیشتری نسبت به سیستم های ذخیره سازی در حجم کوچک پیدا نموده است. امروزه دامنه گسترده طراحی ها و اندازه های این مخازن موجب توسعه

استفاده عمومی از آنها گردیده است. در برخی از آپارتمانها و یا ساختمانهای تجاری کانالهای شوت پسماندهای جامد جهت تخلیه پسماندها تولیدی هر یک از تولید کنندگان، طراحی و اجراء گردیده و پسماندها پس از پرتاب در این کانال ها در داخل مخازنی با ظرفیت بالا (۲۵۰۰-۱۱۰۰ لیتری) تخلیه و سپس جمع آوری می گردند.

مخازن مورد استفاده در سیستم های شوت عمدتاً مخازن روباز چرخدار ۶۶۰ لیتری بوده که بصورت در باز زیر کانال شوت پسماند گذارده می شوند. این مخازن در مقاطع زمانی مختلف توسط خدمه ساختمان جابجا شده و به صورت مکانیکی در داخل ماشین آلات مجهز به بازوی مکانیکی تخلیه می گردند. هزینه تخلیه هر یک از این مخازن ذخیره سازی حجیم به صورت مکانیکی به مراتب کمتر از تخلیه کانتینرهای کوچک در حجم ساده می باشد. شکل (۲-۶).

از این مخازن در ساختمانهای قدیمی در جایی که هیچگونه سیستم شوتینگ پسماند و یا راه دسترسی جهت عبور وسایل نقلیه ویژه جمع آوری تدارک دیده نشده نیز استفاده بعمل می آید. مهمترین مشکلات استفاده از این مخازن در ساختمانهای قدیمی پر شدن بیش از حد پسماندها در آنها و پخش پسماندهای جامد در اطراف و نیز عدم رسیدگی ساکنین به مخازن و در نهایت غیر بهداشتی شدن و بد منظره شدن محیط زیست است.

وجود راه دسترسی به مخازن ویژه ذخیره سازی یکی از مهمترین فاکتورهای طراحی سیستم های ذخیره سازی پسماندهای جامد می باشد. همچنین در طراحی سیستم های ذخیره سازی می بایست به نکات مهم زیر توجه گردد:

- عدم انتقال مخازن تا مسافت بیش از ۳۵ متر از محل استقرار
- عدم انتقال مخازن در سراسیابی یا محدوده های دارای اختلاف سطح (پله)

در صورت وجود محدوده شیب دار در محل استقرار مخازن، شیب محل نایستی بیش از یک دهم درصد باشد. همچنین حداکثر اختلاف سطح محل قرار گرفتن مخازن، که امکان کج کردن و پایین گذاردن مخزن را بوجود می آورد، ۲۵۰۰ میلیمتر می باشد. در مواقع وجود اختلاف سطح بالاتر، بهترین گزینه جهت بارگیری مخازن ایجاد یک رمپ قابل حمل و جابجایی در داخل ماشین جهت بارگیری مخازن به ماشین آلات جمع آوری می باشد.

در استفاده از کانتینرهای ۶۶۰ لیتری ذکر این نکته ضروری است که این تجهیزات در محل استقرار خود باقی مانده و به هیچ عنوان توسط خدمه جمع آوری جابجا نمی گردند. که این مسئله در مجموع مشکلاتی از قبیل شستشوی مخازن را در پی خواهد داشت. همچنین استفاده از این مخازن برای خدمه ساختمان های بلند غالباً مشکل جابجایی مخزن در زیر کانالهای پرتاب (شوت) پسماندهای جامد را به دنبال داشته و انجام صحیح عملیات را با دشواری روبرو می سازد.

شستشوی این مخازن با آب سرد نامناسب بوده و تاثیری در از بین بردن بو و نیز پسماندها آلی باقی مانده در مخزن نخواهد داشت. به همین جهت برای شستشوی این مخازن حداقل می بایست از آب گرم به همراه برس زدن مکانیکی استفاده نمود. در هر صورت از نقطه نظر عملیاتی این مخازن می بایست حداقل ماهی یکبار توسط شرکت های پیمانکاری شستشو شده و تمیز گردند. البته در صورت استفاده از این مخازن در منابعی که پسماندها آلی زیادی تولید می نمایند (رستورانها، هتل ها) ، عملیات شستشو می بایست پس از هر مرحله تخلیه صورت پذیرد.



شکل (۲-۶) مخازن ۶۶۰ لیتری پلاستیکی جهت ذخیره سازی پسماندهای جامد

در بعضی از موارد به ویژه در زمانی که اعمال مدیریت از سوی خدمه ساختمان با مشکل موجود می باشد، نصب مخازن با حجم نسبتاً کم مناسب نمی باشد. در این موارد فراهم نمودن یک مخزن با حجم بالا جهت تخلیه کلیه پسماندها تولیدی در مدت زمان مابین دو جمع آوری می تواند تا حدود زیادی مشکل ناشی از این مهم را به حداقل کاهش دهد. شکل (۲-۷).

در خصوص ذخیره سازی پسماندها تولیدی در آپارتمان ها و مراکز اداری و تجاری دامنه وسیعی از انواع و اندازه های مخازن قابل تعویض از ظرفیت های ۲۰ تا ۳۰ متر مکعب در دسترس می باشد. این مخازن یا در شکل درباز و یا درب دار بوده و به راحتی توسط وسایل بالابرنده موجود در وسایط نقلیه جمع آوری بر روی آنها بارگیری و حمل می گردند. شکل (۲-۸).

حمل این مخازن بصورت دستی امکان پذیر بوده و جهت بارگیری مکانیزه آنها می بایست راه دسترسی مناسبی تدارک دیده شود. از آنجا که در استفاده از این نوع مخازن حمل مخزن نیمه پر غالباً غیر اقتصادی می باشد می بایست عملیات جمع آوری و حمل پسماندها به گونه ای برنامه ریزی گردد تا مخازن حمل شده توسط پسماندها ذخیره شده به ظرفیت نهایی مخزن رسیده

باشند. از اینگونه مخازن به طور گسترده جهت ذخیره سازی پسماندها صنعتی ، تجاری ، بیمارستانی، نخاله ساختمانی و پسماندها معابر عمومی بهره گیری می گردد.



شکل (۷-۲) مخازن حجیم جهت ذخیره سازی پسماندها جامد



شکل (۸-۲) مخازن جهت ذخیره سازی پسماندهای جامد اداری و تجاری

همچنین در حال حاضر طیف گسترده ای از مخازن قابل تعویض مجهز به تجهیزات فشرده سازی جهت ذخیره سازی پسماندها با چگالی پایین ساخته شده اند. استفاده از این مخازن عمدتاً در سوپر مارکت های بزرگ، بیمارستانها و صنایع به دلیل بالا بردن ظرفیت نگهداری پسماندها و

نیز افزایش زمان مابین دو جمع آوری بسیار مقرون به صرفه و مناسب می باشد. مکانیزم فشرده سازی در این مخازن می تواند به صورت ثابت و یا متحرک طراحی گردد . شکل (۹-۲).



شکل (۹-۲) مخازن ذخیره سازی پسماندهای جامد مجهز به فشرده ساز

۳-۳-۳-۲- مخازن گالوانیزه

عمدتاً می توان جهت ذخیره سازی زایدات جامد خانگی از مخازن فلزی گالوانیزه استفاده نمود. وجود طیف گسترده مخازن فلزی گالوانیزه در بازار، بازتابی از نیازهای اقتصادی و اجتماعی جامعه به انواع مختلف مخازن ذخیره سازی می باشد.

جهت ذخیره سازی، بارگیری و تخلیه دستی زایدات خانگی، امروزه در اروپا عموماً دو اندازه ۷۱ و ۹۲ لیتری به عنوان مخازن گالوانیزه مناسب برگزیده شده اند. وزن عمومی مخازن ۹۲ لیتری تقریباً به ۱۲/۷ کیلوگرم بالغ می شود و در صورت پر شدن با زایدات جامد، وزن آن به حدود ۲۸ کیلوگرم بالغ خواهد شد که بسیار نزدیک به محدوده وزنی است که توسط پرسنل موظف جمع آوری، بدون آنکه آسیبی به ایشان وارد آید، قابل برداشت می باشد.

برداشت مخازن با ظرفیت بالاتر، عموماً توسط نیروی انسانی به سهولت انجام پذیرفته و مشکل می باشد. بنابراین مخازن گالوانیزه با حجم تقریبی ۱۱۲ لیتر را می بایست به کمک تجهیزات مکانیکی بارگیری و به ماشین آلات ویژه جمع آوری تخلیه نمود. در چنین شرایطی، می بایست مخازن گالوانیزه تا نزدیکی ماشین آلات ویژه جمع آوری توسط نیروی انسانی و با استفاده از چرخ و یا گاری دستی حمل گردیده و پس از تخلیه مکانیکی، به محل استقرار اولیه بازگشت داده شوند.

بدنه مخازن ذخیره سازی فلزی عمدتاً دارای ساختمانی استوانه ای و یا مخروطی با ظاهری ساده یا خمیده می باشد. انستیتوی استاندارد بریتانیا جهت طراحی مخازن گالوانیزه مخروطی ساده، استاندارد خاصی را تدوین نموده است. بر اساس این استاندارد استفاده از مخزن مخروطی شکل ساده، با ایجاد سهولت در تخلیه زایدات فشرده شده در مخزن، راندمان تخلیه زیاده در ماشین آلات ویژه جمع آوری و عدم ماند زیاده در داخل مخازن را به حداکثر می رساند. شکل (۲-۱۰).



شکل (۲-۱۰) مخازن گالوانیزه جهت ذخیره سازی زایدات جامد خانگی

برخی دیگر از مخازن گالوانیزه فلزی دارای بدنه ای با شیارهای عمودی می باشد. وجود مقاومت خمشی بالا در دیواره های این مخازن موجب می گردد تا امکان ساخت کانتینرهای

سبک با مقاومت بالا در این نوع از مخازن فراهم شود. یکی از عمده ترین موانع طراحی در ساخت اینگونه مخازن، عدم امکان تمیز نمودن سطوح داخلی آن در قیاس با مخازن با بدنه ساده می باشد. همچنین در این مخازن تخلیه زایدات فشرده شده غالباً مشکل بوده و تکرار برخورد شدید این مخازن با کناره های ماشین ویژه جمع آوری زباله در حین تخلیه زایدات، موجب تغییر شکل مخزن، بویژه مخازن سبک، می گردد و در نهایت باعث از بین رفتن مخزن و کاهشی عمر مفید آن خواهد شد.

به طور کلی یکی از آثار سوء ناشی از عملیات جمع آوری زباله، ایجاد سر و صدا در حین کار بوده و وجود مخازن فلزی در عملیات جمع آوری این مشکل را دو چندان می کند. تراز صدا در زمان استفاده از مخازن فلزی تا حدود زیاد با استفاده از مواد لاستیکی، پلاستیکی و فایبر گلاس قابل تنظیم و کاهش می باشد.

همچنین بمنظور جلوگیری از انتشار صدای ناشی از گذاشتن مخزن بر کف زمین در حین عملیات تخلیه نیز می توان کف مخازن را با برش ها و یا نوارهای لاستیکی مجهز نمود.

درپوش مورد استفاده در مخازن فلزی عمدتاً از جنس فولاد سخت فشرده ساخته می شود و جهت حمل آسان آن، دسته های محکمی در طرفین نصب می گردند.

دسته نصب شده می بایست به حد کفایت عریض باشد تا شخص حمل کننده به راحتی بتواند مخزن را برداشته و در ماشین تخلیه نماید.

طراحی کانتینرهای فلزی مورد استفاده در ماشین های جمع آوری مکانیزه، تا حدود زیادی به مخازن فلزی ای که در بارگیری دستی از آنها استفاده به عمل می آید، شبیه می باشد. در این مخازن برای اجتناب از انتشار گرد و غبار در عملیات جمع آوری، استفاده از درپوش لولا دار ضروری است. اینگونه مخازن و درپوش آنها عمدتاً به گونه ای ساخته می شوند که قابلیت تخلیه

زایدات در داخل ماشین آلات جمع آوری را به صورت مکانیزه داشته باشد. وزن کانتینرهای بزرگ که با زباله پر گردیده اند به طور معمول از وزن کارگر حمل کننده آن بیشتر بوده و متصدی مربوطه اجبار دارد تا این مخزن را با صرف مدت زمان طولانی تری نسبت به سایر مخازن به سمت وسیله ویژه جمع آوری هدایت نماید. این امر در گذشته موجب سرباز زدن کارگران موظف سیستم جمع آوری در انجام وظایف محوله شده است.

امروزه، گالوانیزه کردن مخازن فلزی، بدلیل رعایت مسایل بهداشتی در امر ذخیره سازی، عمومیت پیدا کرده است اما وجود برخی از مسائل فنی از آنجمله سر و صدای زیاد و سنگین بودن وزن آنها باعث گردیده تا گزینه های مناسب دیگری جهت ذخیره سازی زایدات جامد مورد بررسی قرار گیرند.

۲-۳-۳-۴- مخازن پرفدار

در راستای پاسخ گویی به دو مشکل اساسی موجود در سیستم های جمع آوری زایدات جامد، استفاده از مخازن چرخدار، بطور وسیعی گسترش یافته است. مشکلات عمده ای که با استفاده از این مخازن مرتفع شده اند عبارتند از:

روند رو به رشد تولید زایدات جامد توسط شهروندان

افزایش هزینه های جمع آوری بدلیل نبود امکانات و ابزارهای کارآمد در امر جمع آوری زباله
این نوع از مخازن در ابعاد و اندازه های متفاوتی شامل مخازن ۱۲۰، ۲۴۰، ۳۶۰، ۶۶۰، ۷۷۰ و ۱۱۰۰ موجود می باشند. لازم به ذکر است که بعضا می توان این نوع از مخازن را در ابعاد دیگری همچون ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۸۵ لیتری نیز مشاهده نمود. شکل (۲-۱۱).

از نقطه نظر جنس، مخازن چرخدار را می توان به دو گروه پلاستیکی و گالوانیزه تقسیم بندی نمود. امروزه استفاده از مخازن چرخ دار که با تزریق ترکیبات پلاستیکی پلی اتیلنی با وزن ملکولی بالا در قالب های فولادی و یا چدنی ساخته می شوند، توسعه فراوانی یافته است. استفاده از این مخازن تا حدود زیادی بستگی به وجود تجهیزات هیدرولیکی و ماشین آلات جمع آوری مکانیزه زباله در سیستم مدیریت مواد زاید جامد داشته بگونه ای که عملا عدم وجود اینگونه سیستم ها، استفاده از مخازن چرخدار را توجیه ناپذیر می نماید.

در اینگونه مخازن، چرخ در مرکز ثقل آن قرار گرفته و این امر باعث سهولت حمل زایدات ذخیره شده پس از کج نمودن مخزن می گردد. این مسئله ضمن تسهیل حمل زایدات توسط کارگران، امکان بالا و پایین بردن مخزن از پله ها را نیز تا حدود زیادی برطرف می سازد.

محور چرخ ها در این مخازن از جنس فولاد حرارت دیده می باشد و چرخ های لاستیکی آنها علاوه بر بی صدا بودن در عملیات، غالبا با توجه به نصب مکانیزم های قفل، به گونه ای طراحی شده اند که براحتی توسط کودکان و زباله دزدها حرکت نمایند.

در طراحی این مخازن به منظور جلوگیری از پخش زایدات جامد سبک در حین عملیات جمع آوری، از درپوش پلاستیکی محکم و بی سر و صدا استفاده شده است. این درپوش با توجه به قابلیت چرخش به دور محور اتصال خود به بدنه ظرف، امکان شستشوی راحت جداره داخلی مخازن ذخیره سازی زایدات جامد را بشکل فزاینده ای فراهم آورده است.

مخازن مذکور در حین بهره برداری و پس از تخلیه می بایست کاملا تمیز و عاری از زایدات آلی قابل تجزیه در داخل خود باشند. بنابراین می بایست به طور مرتب توسط آب گرم و مواد ضد عفونی کننده شستشو گردیده و خشک شوند. این عملیات بسته به شرایط آب و هوایی، در یک سیستم کانتینر ثابت می تواند توسط شهروندان و یا از طریق شرکت های موظف پیمانکاری

مجهز به ماشین آلات شستشو صورت پذیرد. عدم تمیز نمودن مخازن ضمن به خطر انداختن بهداشت عمومی جامعه، بهره برداران را در حین استفاده با مشکل روبرو خواهد ساخت. شکل (۱۲-۲).



شکل (۱۱-۲) نمونه ای از مخازن چرخدار



شکل (۱۲-۲) نحوه تخلیه مخازن چرخدار

۲-۳-۵- مخازن مخصوص بارگیری از جلو و عقب

این مخازن عموماً توسط لودرهای با بارگیری از جلو یا عقب تخلیه می شوند. از آنجایی که برخی از انواع این مخازن دارای چرخ می باشند، از این لحاظ بعضاً این مخازن را در رده مخازن چرخدار قرار می دهد. شکل های (۲-۱۳) و (۲-۱۴).



شکل (۲-۱۳) نمونه ای از مخازن دامپرستر



شکل (۲-۱۴) تخلیه مخازن مکانیزه با بارگیری از جلو

۲-۳-۳-۴- مخازن مفصوص بارگیری از عقب

عموما اکثر ماشینهای جمع آوری پسماند از نوع مکانیزه دارای بارگیری از عقب می باشند. به نحوی که می توان گفت از میان انواع ماشینهای جمع آوری پسماندها، این گروه از عمومیت بیشتری برخوردار بوده و از اینرو مخازن مخصوص لودرهای با بارگیری از عقب، دارای تنوع بالایی در اندازه و سایز می باشند. در اشکال (۲-۱۵) و (۲-۱۶) نمونه هایی از این نوع مخازن و روش تخلیه آنها نشان داده شده است.



شکل (۲-۱۵) نمونه ای از مخازن مخصوص لودرهای با بارگیری از عقب



شکل (۲-۱۶) تخلیه مخازن مخصوص توسط هاپر با بارگیری از عقب

۲-۳-۷- مخازن غلطان

مخازن غلطان عموماً جهت ذخیره سازی موقت پسماندهای حجیم مورد استفاده قرار می گیرند. بعلاوه در برخی مواقع، از این مخازن به عنوان ایستگاه های انتقال استفاده می شود. این مخازن معمولاً بر روی زمین قرار گرفته و پس از پرشدن، توسط ماشینهای مخصوص بلند شده و به مرکز دفن یا مرکز پردازش منتقل می شوند. نحوه انتقال این مخازن در اشکال (۲-۱۷) و (۲-۱۸) نشان داده شده است.



شکل (۲-۱۷) نمونه ای از مخازن غلطان



شکل (۲-۱۸) انتقال مخزن غلطان به پشت بازو غلطان

۳-۳-۴- مخازن مخصوص ذخیره سازی موقت پسماندهای خشک

با وجود آنکه نحوه ذخیره سازی و مخازن مخصوص پسماندهای خشک در کشورهای مختلف جهان به لحاظ رنگ و نوع تقسیم بندی پسماندهای خشک، متفاوت می باشد، اما با این حال تمامی مخازن مورد کاربرد جهت ذخیره سازی پسماندهای خشک از استانداردهای موجود در این رابطه پیروی می نمایند.

لازم بذکر است تعداد دسته های جداسازی شده پسماندهای خشک بستگی به شرایط اقلیمی و سطر فرهنگی یک جامعه داشته و علاوه بر آن می بایست به مسائل اقتصادی نیز در این زمینه توجه نمود. جداسازی در دسته های شش گانه شامل کاغذ، پلاستیک، شیشه، فلزات، زایدات خطرناک همچون باتری های مستعمل و دیگر زایدات قابل بازیافت، ممکن است به نتایج مطلوبی در امر مدیریت پسماند بیانجامد. با این وجود احتمال دارد در منطقه ای، بدلیل طولانی بودن فاصله زمانی بین دو برداشت، متولیان امر از مردم بخواهد که کلیه مواد قابل بازیافت را با هم در ظرفی خاص قرار دهند. که بدین ترتیب می توان از عدم ایجاد مناظر زشت و ریخت و پاش زباله اطمینان حاصل نمود.

نظر به اینکه ظروف می بایست به تناسب حجم زباله خشک محدوده مورد نظر ظرفیت داشته باشد با توجه به میانگین تولید زباله خشک در روز به ازای هر نفر، حجم پیشنهادی برای این ظروف تعیین می گردد. این موارد برای مراکز تجاری و اداری می تواند پیشنهاد گردد. نمونه ای از این مخازن در شکل (۲-۱۹) نشان داده شده است. همچنین نمونه ای از مخازن ذخیره سازی پسماند خشک در معابر در شکل (۲-۲۰) ارائه شده است.

مشخصات این مخازن به شرح زیر می باشد:

جنس : پلاستیک

درب : " متحرک پلاستیکی

چرخ : مجهز به ۲ چرخ لاستیکی ثابت

رنگ : آبی



شکل (۲-۱۹) نمونه مخزن زباله خشک جهت تفکیک زباله خشک در مناطق اداری و تجاری



شکل (۲-۲۰) نمونه مخزن زباله خشک جهت تفکیک زباله خشک در معابر

یکی از اهداف استفاده از سیستم جمع آوری مکانیزه کاهش دوره زمانی جمع آوری می باشد که جهت بالا بردن ضریب اطمینان سیستم، دوره جمع آوری زباله خشک می بایست متناسب بین یک تا دو هفته در نظر گرفته شود. در ادامه طرح و پس از جا افتادن آن در بین شهروندان جمع آوری زباله خشک را می توان تقلیل داد.

۲-۳-۵- مکانیابی ظروف ذخیره سازی موقت پسماند

محل قرار گیری ظروف ذخیره سازی موقت پسماندهای شهری، بسته به بافت منطقه و میزان تولید، به یکی از حالت های زیر خواهد بود.

- در کنار یا پشت خانه

- در کوچه پشت ساختمان

- در گاراژ یا جاهایی شبیه به آن

زمانی که دو خانه در مجاورت هم باشد، معمولاً یک چهار دیواری بتنی بین آنها و یا در جای مناسب دیگر بمنظور ذخیره سازی مواد ساخته می شود. این محل می تواند سرپوشیده و یا روباز باشد و معمولاً اطراف آن حصارکشی می شود. در صورتیکه مراقبت دائمی از این محل به عمل نیاید، مکانی با منظره زشت و غیر بهداشتی بوجود خواهد آورد.

جایگاه ذخیره سازی پسماند در تاسیسات صنعتی و تجاری بستگی به فضای مناسب موجود و قابل دسترس برای سرویس جمع آوری دارد. در طراحی های جدید، مکان خاصی برای این منظور در نظر گرفته شده است. به علت اینکه این ظروف متعلق به مالکان تاسیسات است، لذا جایگاه آنها هم توسط این افراد با مشورت مؤسسات جمع آوری زباله تعیین خواهد شد.

۲-۳-۶- مزایا و معایب مخازن ذخیره سازی موقت پسماند

هریک از انواع مخازن معرفی شده در بخش قبل دارای ویژگی ها و قابلیت های خاصی می باشد که می بایست با توجه به مکان استقرار این مخازن از لحاظ حجم تولیدی پسماند، نوع پسماند ذخیره سازی شده و همچنین نحوه بارگیری مخازن توسط ماشین آلات انتخاب گردد و در هر قسمت با توجه به تمامی وجوه طراحی و پیشنهاد گردد. به منظور روشن شدن قابلیت های هر یک از مخازن و همچنین ارزیابی معایب و محاسن آنها از جمله استحکام، سهولت استفاده کاربر، سهولت نصب در اماکن استقرار، مقاومت در برابر خوردگی، آتش سوزی و سرقت و همچنین ایجاد صدای مزاحم در زمان تخلیه بار در جدول (۲-۱۱) آورده شده است. همچنین در شکل های (۲-۲۱) تا (۲-۲۷) نیز نمونه ای از هریک آورده شده است.

جدول (۱۱-۲) ارائه و ارزیابی مشخصات برخی از مخازن ذخیره سازی

پلاستیکی	پلاستیکی	فلزی	فلزی	فلزی	فلزی	فلزی	نوع مخزن
مخزن چرخدار	مخزن چرخدار	غلطان (ROLL ON-OFF)	اسکیپ (SKIP)	دامپستر (DUMPS-TER)	چرخدار گالوانیزه	چرخدار گالوانیزه	نام مخزن
۲۴-۲	۲۳-۲	۲۲-۲	۲۱-۲	۲۰-۲	۱۹-۲	۱۸-۲	شکل شماره
۶۸۰ تا ۱۱۰۰ لیتر	۱۲۰ تا ۳۴۰ لیتر	۱۰ لیتر تا ۳۰ متر مکعب	۶۰۰۰ لیتر تا ۱۰۰۰۰ لیتر	۳۰۰۰ تا ۶۰۰۰ لیتر	۶۸۰ تا ۱۱۰۰ لیتر	۱۲۰ تا ۳۴۰ لیتر	ظرفیت مخزن
حجم تولید پسماند بالا	حجم تولید پسماند پایین	حجم تولید پسماند بالا	حجم تولید پسماند بالا	حجم تولید پسماند بالا	حجم تولید پسماند بالا	حجم تولید پسماند پایین	اماکن استقرار مخزن
خانگی، اداری، تجاری، فضای سبز	خانگی، اداری، تجاری، فضای سبز	تجاری، نخاله، فضای سبز	تجاری، نخاله، فضای سبز	خانگی، اداری، تجاری	خانگی، اداری، تجاری	خانگی، اداری، تجاری	نوع پسماند عادی قابل ذخیره سازی :
SCS	SCS	HCS	HCS	SCS	SCS	SCS	سیستم جمع آوری متناسب با مخزن :
جلو، پشت، کنار	جلو، پشت، کنار	غلطان (بالا بر کابلی)، غلطان (بالا بر قلابی)	اسکیپ لودر	جلو، پشت	جلو، پشت، کنار	جلو، پشت، کنار	نحوه بارگیری مخزن در سیستم مکابیزه
نامناسب	نامناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	استحکام
مناسب	مناسب	نامناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	سهولت استفاده
مناسب	مناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	مناسب	مناسب	سهولت نصب در اماکن استقرار
مناسب	مناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	مناسب	مناسب	مقاومت در برابر خوردگی
نامناسب	نامناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مقاومت در برابر آتش سوزی
نامناسب	نامناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مقاومت در برابر سُرقت
مناسب	مناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	ایجاد صدای مزاحم در زمان تخلیه



شکل (۲-۲۱) مخزن فلزی چرخدار گالوانیزه ۱۲۰ تا ۳۴۰ لیتری



شکل (۲-۲۲) مخزن فلزی چرخدار گالوانیزه ۶۸۰ تا ۱۱۰۰ لیتری



شکل (۲-۲۳) مخازن فلزی از نوع دامپستر (*DUMPSTER*)



شکل (۲-۲۴) مخزن فلزی از نوع اسکپ (*SKIP*)



شکل (۲-۲۵) مخزن غلطان (ROLL ON-OFF)



شکل (۲-۲۶) مخزن پلاستیکی از نوع چرخدار با ظرفیت ۱۲۰ تا ۳۴۰ لیتر



شکل (۲۷-۲) مخزن پلاستیکی از نوع چرخدار با ظرفیت ۶۶۰ تا ۱۱۰۰ لیتر

۴-۲- بررسی و ارزیابی گزینه های مناسب برای جمع آوری و حمل پسماندهای جامد

۴-۲-۱- بررسی سناریو های جمع آوری پسماندهای جامد

اصطلاح جمع آوری نه تنها شامل برداشتن پسماندهای جامد از منابع مختلف است، بلکه شامل حمل این مواد به مکان هایی می شود که محتویات وسایل نقلیه جمع آوری باید در آن تخلیه شود.

فعالیت جمع آوری پسماندهای جامد تابعی از :

- مشخصات امکانات و تسهیلات
 - نوع فعالیت های در حال انجام
 - موقعیت مکانی
 - وجود یا عدم وجود راهبردهای تفکیک در مبدا
- در محل تولید پسماندهای جامد می باشد . همچنین روشهای ذخیره سازی در محل نیز نقش بسزایی در طراحی و چگونگی عملکرد سیستم جمع آوری ، دارا می باشد .

۴-۲-۲- انواع سیستم های جمع آوری پسماندهای جامد

بطور کلی سیستم های جمع آوری بر اساس روش عمل به دو دسته تقسیم شده اند :

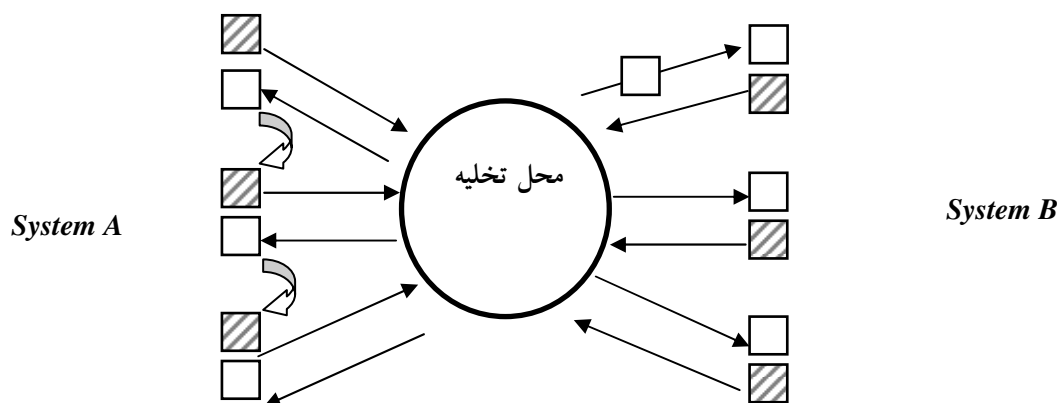
◀ سیستم های با ظروف متحرک (HCS) Hauled Container System

در این سیستم ها ، ظروف مورد استفاده برای ذخیره موقت پسماند جامد به نقطه دفع حمل شده و بعد از تخلیه مواد، دوباره به جای اصلی و یا جای مناسب دیگری برگردانده می شوند .

این سیستم ها برای مکان هایی که نرخ تولید مواد بالاست، ایده آل هستند ، زیرا از ظروف نسبتاً بزرگ استفاده می شود . استفاده از ظروف بزرگ ، زمان جابجایی را حذف کرده و دیگر به

چندین ظرف کوچک که معمولاً باعث ایجاد شرایط غیر بهداشتی و منظره نامطلوب می شوند ، نیازی نیست . در این سیستم، فقط به یک راننده و کمک راننده برای تکمیل چرخه جمع آوری نیاز می باشد . برای هر ظرف، یک سفر رفت و برگشت از مبدا تولید تا محل دفع انجام می شود. در نتیجه اندازه ظرف و نحوه استفاده از تمام حجم آن از نظر اقتصادی حائز اهمیت است .

در شکل (۲-۲۸) سعی گردیده تا بصورت اجمالی نحوی عملیات در این سیستم به تصویر کشیده شود.



شکل (۲-۲۸) طرح اجمالی سیستم جمع آوری به شیوه ظروف متحرک

به طور کلی انواع تجهیزات متداول در این سیستم جمع آوری به شرح ذیل است :

▪ اسکپ لودر

از این تجهیزات عمدتاً برای جمع آوری پسماندها در محیط های کوچک که تنها دارای چند نقطه برداشت می باشند، استفاده می گردد. همچنین از این تجهیزات جهت برداشت پسماندهای با حجم تولید بالا، مانند: پسماندهای صنعتی و پسماندهای عمرانی و ساختمانی که

قابلیت فشرده سازی توسط فشرده سازها را ندارند، استفاده قابل توجهی می شود . شکل های (۲۹-۲) و (۳۰-۲).



شکل (۲۹-۲) تجهیزات اسکیپ لودر (SKIP LOADER)



شکل (۳۰-۲) نمونه ای از اسکیپ لودر (SKIP LOADER)

▪ بازو غلطان

امروزه کاربرد این تجهیزات با توجه به :

- تنوع گسترده مخازن ذخیره سازی غلطان در اشکال و ظرفیت های مختلف
- امکان ذخیره سازی حجم بالای از انواع پسماندهای خانگی ، صنعتی ، عمرانی و ساختمانی و نیز پسماندهای بازیافت شده

توسعه زیادی پیدا نموده است.

با توجه به سیستمهای بارگیری مخازن این تجهیزات را می توان به دو گروه مشخص :

- غلطان با بالابر کابلی (**HOISTS LIFT**)

- غلطان با بالابر قلابی (**HOOK LIFT**)

طبقه بندی نمود.

در سیستم بالابر کابلی مخازن غلطان توسط کابل و از طریق دستگاه وینچ از زمین برداشت، و بر

روی چار چوب شیبدار کامیون قرار گرفته و ثابت می شود . شکل (۲-۳۱).



شکل (۳۱-۲) تجهیزات غلطان با بالابر کابلی (*HOISTS LIFT*)

در سیستم بالابر قلابی، مخازن غلطان توسط بازوی جرثقیل نصب شده بر روی کامیون از زمین برداشت، و بر روی شاسی کامیون قرار گرفته و ثابت می شود. شکل (۳۲-۲).



شکل (۳۲-۲) تجهیزات غلطان با بالابر قلابی (*HOOK LIFT*)

▪ تریلر ویژه حمل پسماند غلطان

از این تجهیزات عمدتاً برای جمع آوری و انتقال مستقیم حجم بسیار بالای پسماندهای جامد همانند پسماندهای عادی مخلوط، فضای سبز و عمرانی و ساختمانی استفاده می گردد. این تجهیزات بواسطه ظرفیت حمل بالا عملاً در کاهش هزینه های مدیریت پسماند تاثیر قابل توجهی راباعث می گردد. شکل (۳۳-۲).



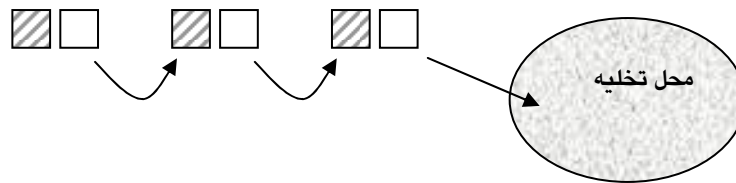
شکل (۲-۳۳) سیستم تریلر ویژه جمع آوری و انتقال پسماندهای جامد

◀

سیستم های با ظروف ثابت (SCS) Stationary Container System

در این سیستم ها ظروف مورد استفاده برای ذخیره سازی پسماند ها در نقطه تولید، در جایگاه خودش ثابت می ماند . از این روش می توان جهت جمع آوری کلیه انواع پسماندهای جامد بهره گیری نمود . همچنین این سیستم با توجه به نوع پسماندها تولید شده ، کمیت پسماندها تولید شده و تعداد نقاطی که پسماندهای جامد در آن تولید می شود متفاوت می باشد. کاربرد عمومی تجهیزات فشرده ساز داخل ماشین آلات مورد استفاده در این سیستم موجب بالا بردن راندمان عملیات جمع آوری می گردد. از سوی دیگر اندازه و کاربرد مخازن ویژه ذخیره سازی پسماندها در این گونه سیستمها در صورت وجود تجهیزات فشرده سازی داخلی تاثیر بسزایی در عملیات جمع آوری ندارد .

در شکل (۲-۳۴) سعی گردیده تا بصورت اجمالی نحوی عملیات در این سیستم به تصویر کشیده شود.



شکل (۲-۳۴) طرح اجمالی سیستم جمع آوری بشیوه ظروف ثابت

بطور کلی روشها و تجهیزات جمع آوری متداول در این سیستم به شرح ذیل است :

▪ روشهای جمع آوری با مکانیزم بارگیری اتوماتیک

در این روش ، اندازه ظروف و بهره وری آنها در مقایسه با سیستمهای جمع آوری مخزن متحرک و به ویژه مخازن غلطان مجهز به فشرده ساز، از اهمیت و توجه خاصی برخوردار نیستند . در این سیستم پسماندهای ذخیره شده در مخازن پس از بارگیری در در ماشین جمع آوری و تکمیل ظرفیت خودرو ، به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم (از طریق ایستگاه انتقال و توسط تریلرهای حمل پسماند) به مبادی پذیرنده (محل دفع یا پردازش پسماندهای جامد) حمل می گردند.

در این روش مخازن ذخیره سازی با اندازه های مختلف وجود دارد. اندازه این مخازن از ۱۲۰ لیتری شروع و به مخازن با ظرفیت نزدیک به مخازن سیستم متحرک ختم می شوند. استفاده از ظروف با حجم کوچکتر ، قدرت مانور و انعطاف پذیری را از نقطه نظر شکل ، سهولت بارگیری و انواع ظروف قابل دسترس افزایش می دهد . با انتخاب ظروف کوچک با بارگیری ساده تر، بهره وری ظروف نیز افزایش پیدا می کند . از این روشها می توان برای جمع آوری پسماندهای جامد از مناطق مسکونی بهره گیری نمود. این روش به دلیل نیاز به تعداد زیاد مخازن ، برای جمع آوری پسماندهای صنعتی سنگین و پسماندها حجیم همانند پسماندهای عمرانی و

ساختمانی و یا بطور کلی منابعی که حجم زیادی از پسماندهای جامد تولید می کنند ، مناسب ارزیابی نمی شود.

امروزه ماشین آلات و تجهیزات مورد استفاده در این روش با توجه به نیازهای مکانی و عملیاتی انواع گوناگونی از روشهای بارگیری اتوماتیک را شامل می گردند که در ادامه به این روشها اشاره خواهد شد.

الف- بارگیری از جلو

ماشین آلات جمع آوری با بارگیری از جلو معمولاً " برای جمع آوری پسماندهای تجاری و صنعتی که معمولاً" در مخازن بزرگ ذخیره سازی می گردند ، مورد استفاده قرار می گیرند. این ماشین ها از ناحیه جلو مجهز به دو بازو می باشند که راننده با دقت کافی این دو چنگک را با دستک های موجود بر روی مخازن هم تراز نموده و اقدام به بلند نمودن مخزن به سمت بالای ماشین و تخلیه در داخل آن می نماید. به محض تخلیه شدن پسماندها در داخل کانتینر خودرو، پارویی بزرگی پسماندها را به سمت انتهای ماشین هل داده و آن متراکم می سازد. پارویی موجود در داخل این خودرو علاوه بر فشرده سازی پسماند در حین عملیات جمع آوری، وظیفه تخلیه پسماندهای حاوی در ایستگاه انتقال یا سایر مبادی پذیرنده را نیز دارا می باشد. امروزه به منظور صرفه جویی در زمان برداشت پسماند، ماشینهای جمع آوری مجهز به سیستم هایی متراکم سازی در حین حرکت بوده که این عمل زمان تلف شده در هر بارگیری جهت فشرده سازی را تا حد مطلوبی پایین می آورد. اکثر مخازن مورد استفاده در این ماشین آلات، مخازن حجیم پلاستیکی و دامپستر در دو نوع چرخدار و بدون چرخ می باشد. شکل (۲-۳۵).



شکل (۲-۳۵) سیستم جمع آوری مکانیزه با بارگیری مکانیکی از جلو

ب- بارگیری از عقب

این تجهیزات از ناحیه عقب مجهز به دو بازو می باشند که راننده با دقت کافی چنگک این دو بازو را با دستک های موجود بر روی مخازن هم تراز نموده و اقدام به بلند نمودن مخزن به سمت پشت ماشین و تخلیه پسماندهای حاوی در داخل آخورک اتاق خودرو می نماید. قرار گرفتن بازو در عقب خودرو موجب گردیده تا از این تجهیزات از قابلیت بارگیری کلیه مخازن قلزی، گالوانیزه و پلاستیکی چرخدار تا ۶۰۰۰ لیتر را پیدا نماید. بطور کلی طیف گسترده مخازن بارگیری قابل برداشت در این نوع از تجهیزات موجب گردیده تا این ماشین آلات مقبولیت بیشتری در بین کاربران پیدا نموده و از آن جهت برداشت انواع پسماندهای جامد در مناطق شهری استفاده گردد. شکل (۲-۳۶) جهت تخلیه مخازن بزرگ در این نوع از خودروها، از اتصال دو سیم و یا زنجیر به دو سوراخ واقع در قسمت بالای مخازن استفاده می نمایند. شکل (۲-۳۷).



شکل (۲-۳۶) سیستم جمع آوری مکانیزه با بارگیری مکانیکی از پشت



شکل (۲-۳۷) روش جمع آوری مخازن بزرگ در سیستم بارگیری از پشت

ج- بارگیری از کنار

مکانیزم بارگیری ماشین آلات مجهز به سیستم بارگیری از کنار بسیار مشابه با ماشین های با بارگیری از عقب یا جلو می باشد با این تفاوت که این نوع از ماشینها صرفاً" به منظور جمع آوری مخازن کوچک ذخیره سازی (۱۲۰ ، ۲۴۰ و ۳۴۰ لیتری) از مناطق مسکونی با رشد افقی (کوتاه و منفصل از هم) و یا دیگر منابع تولید با حجم پایین می پردازند. در این سیستم مخازن که

بصورت متناسبی در کنار معابر استقرار یافته اند شکل (۲-۳۸) توسط دو بازویی از ناحیه کنار خودرو برداشت و به داخل اتاق بار ماشین تخلیه می گردند شکل (۲-۳۹). بازوهای مکانیکی در این روش از برداشت قابلیت دسترسی تا فاصله ۹ فوت (۲/۷ متر) را دارا بوده و در این شرایط خودرو از قابلیت برداشت و تخلیه مخازن از پشت موانعی همچون ماشینهای پارک شده، برخوردار می باشد.



شکل (۲-۳۸) قرارگیری مخازن پسماند در کنار جدول خیابان



شکل (۲-۳۹) سیستم جمع آوری مکانیزه با بارگیری مکانیکی از کنار

ماشینهای مکانیزه با بارگیری از کنار برای تکمیل عملیات بارگیری تنها نیازمند به یک نیروی انسانی بوده در حالیکه در سایر روشهای بارگیری مکانیکی این نیاز حداقل به دو نفر محدود می گردد.

د- بارگیری مکانیکی با استفاده از چنگک

کامیونهای چنگک دار عموماً جهت جمع آوری پسماندهای حجیم بکار گرفته می شوند. معمولاً درصدی از پسماندهای موجود در جریان پسماندهای جامد، یا بسیار حجیم و یا بسیار سنگین هستند که حمل آنها توسط دیگر ماشینهای جمع آوری با مشکل روبرو می باشد. در این حالت روش پیشنهادی جهت جمع آوری، استفاده کامیونها چنگک دار می باشد. از این نوع تجهیزات به دو شکل بهره گیری می شود:

- کامیون چنگک دار خود دارای کانتینر باشد شکل (۲-۴۰)
- کامیون چنگک دار به همراه با یک کامیون باربر به عملیات می پردازد شکل (۲-۴۱)



شکل (۲-۴۰) کامیونهای چنگک دار مجهز به مخزن



شکل (۲-۴۱) ماشینهای چنگک دار بدون مخزن

◀ روش های جمع آوری با مکانیزم بارگیری دستی

مهمترین کاربرد این روشها در مناطق مسکونی است . این روش در مناطق مسکونی می تواند کاملاً با روشهای جمع آوری با مکانیزم بارگیری اتوماتیک رقابت کند ، زیرا کمیت مواد جمع شده در هر نقطه بسیار کم بوده و زمان بارگیری کوتاه است . به علاوه بارگیری دستی در مناطقی از شهرها که عرض معبر عبور ماشین آلات جمع آوری اتوماتیک را با مشکل روبرو می سازد، تنها روش مطمئن جهت جمع آوری پسماند محسوب می شود . این روش عمدتاً در کشورهای مختلف جهان به دو شکل کلی ذیل انجام می پذیرد :

▪ الف- روش جمع آوری با گاری دستی

در این روش پسماندها به توسط نیروی انسانی داخل گاری دستی بارگیری و سپس توسط پرسنل موظف جمع آوری و جهت بارگیری نهایی به ایستگاههای موقت گاری دستی حمل می گردد
شکل (۲-۴۲) .

در صورت استفاده از مخازن چرخدار بعنوان گاری دستی ، در این سیستم می توان با حذف ایستگاههای موقت گاری دستی، از سیستم جمع آوری با بارگیری اتوماتیک بصورت تلفیقی استفاده نمود.



شکل (۲-۴۲) سیستم جمع آوری دستی (گاری دستی)

▪ ب- روش جمع آوری با بارگیری نیمه اتوماتیک

در این روش پسماندها پس از بارگیری دستی به داخل ماشین آلات ویژه جمع آوری (وانت، کامیونت و یا کامیون) ، بصورت مستقیم و یا از طریق ایستگاههای انتقال به مبادی پردازش و یا دفع رهسپار می گردند . این روش نیز مانند سیستم جمع آوری مکانیزه دارای اشکال مختلف بارگیری به شرح زیر است: شکل (۲-۴۳)

- بارگیری از عقب

- بارگیری از طرفین



شکل (۲-۴۳) سیستم جمع آوری با بارگیری نیمه اتوماتیک

۲-۴-۳- روش های پیشرفته جمع آوری پسماندهای جامد

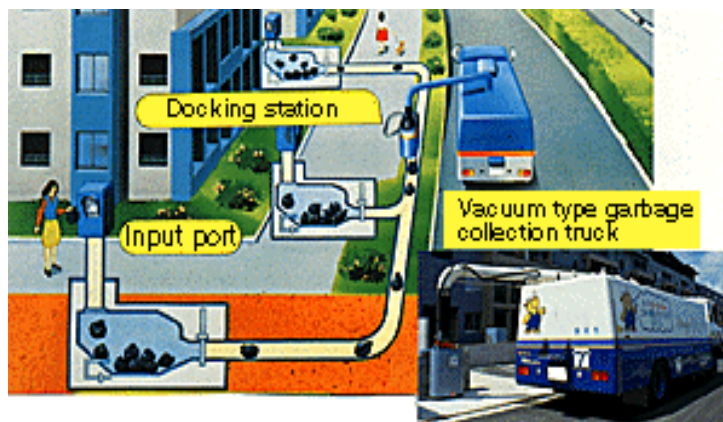
ارتقا سطح استانداردهای زیست شهری از یکسو و توسعه فرآیندهای جداسازی پسماندهای جامد در مبادی تولید از سوی دیگر موجب گردیده تا امروزه روشها و تجهیزات جدیدی در عرصه مدیریت جمع آوری پسماندهای جامد ایجاد گردد که در ادامه به شرح این روشها و تجهیزات خواهیم پرداخت .

در اینجا لازم به ذکر است که شیوه های جمع آوری پیشرفته پسماندهای جامد نیز در مجموع خارج از سیستم های متعارف کانتینر ثابت و متحرک نبوده و در این قالب قابل توصیف و توضیح می باشند.

◀ بارگیری با استفاده از مکش

در این سیستم پسماندهای جامد تولیدی ناشی از منابع اداری و تجاری پس از تخلیه در مخازن ثابت ذخیره سازی پسماندها با استفاده از فشار منفی ایجاد شده توسط خودروهای ویژه به داخل خود مکیده شده و در آن بارگیری می گردد .

استفاده از این سیستم در مجموع با توجه به عدم پخش پسماندهای سبک در حین عملیات بارگیری و حمل، از نقطه نظر بهداشتی و زیست محیطی بسیار مناسب می باشد. هزینه بالای سرمایه گذاری، بهره برداری و نگهداری این سیستم موجب گردیده تا استفاده از این روش تنها محدود به جمع آوری پسماند از سطح اماکن خاص شهری از آنجمله پارک ها و اماکن تاریخی گردد. شکل (۲-۴۴)



شکل (۲-۴۴) سیستم جمع آوری مکانیزه ، با استفاده از مکش

◀ خودروهای جمع آوری با اتاق بار چندگانه

توسعه سیستم های جمع آوری پسماندهای تفکیک شده در مبداء تولید به شیوه های جمع آوری مشترک و یا تر و خشک موجب گردیده تا امروزه بمنظور همزمان سازی انجام عملیات جمع آوری پسماندهای قابل بازیافت و مخلوط و تجمیع پیمانکاران و یا عوامل اجرایی مدیریت جمع آوری و به تبع آن کاهش هزینه های نظارتی سیستم، استفاده از خودروهای جمع آوری با اتاق بار چندگانه در دو شکل بارگیری اتوماتیک و نیمه اتوماتیک گسترش قابل ملاحظه ای پیدا نماید. شکل (۴۵-۲).



شکل (۴۵-۲) سیستم جمع آوری اتوماتیک با اتاق بار دو گانه

◀ مراکز خرید پسماندهای قابل بازیافت

یکی دیگر از روشهای جمع آوری پسماندهای قابل بازیافت، بهره گیری از مراکز خرید پسماند می باشد. این مراکز، که از طریق ایجاد انگیزه مالی در شهروندان به جمع آوری پسماندهای قابل بازیافت می پردازند، در شرایط کنونی جایگاه ویژه ای را در جوامع مختلف شهری به خود اختصاص داده اند.

برخی از این مراکز با ساختاری مشخص در مکانهایی خاص به صورت دائمی قرار گرفته و خدمات مربوط به جمع‌آوری و تفکیک پسماندهای قابل بازیافت را ارائه می‌دهند. در حالیکه گروه دوم مراکز خرید پسماند های قابل بازیافت، موقتی بوده و معمولاً "بخشی از فروشگاه‌ها یا فضای پارکینگ و یا سایر فضاهای خالی موجود در امکان شهری را اشغال می‌نمایند. مراکز خرید پسماندها همواره نقش مهمی را در جمع‌آوری پسماندهای قابل بازیافت ایفا نموده و لازم است در طراحی آن به استانداردهای زیست محیطی، بهداشتی و زیبا شناختی توجه نمود، چرا که در صورت عدم رعایت این استانداردها، اجرای این مهم می‌تواند بازخور نامناسبی را در مجموعه مدیریت شهری ایجاد نماید.

در این روش، بطری‌های پلاستیکی PET، قوطی کنسرو و دیگر اقلام بازیافتی ارزشمند مطابق با ضوابط مشخص از مصرف‌کنندگان خریداری و پس از ذخیره سازی موقت، در زمان مشخص شده به مبادی مصرف انتقال می‌یابند. این روش در اصل بعنوان یک فعالیت انگیزشی در شهروندان بمنظور افزایش سطح همکاری در اجرای طرح بازیافت مطرح بوده و منحصرأ نمی‌تواند پاسخگوی بنیادی فرآیند تفکیک پسماندهای جامد در یک محدوده شهری باشد. بنا بر تحقیقات انجام شده، حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد پسماندهای قابل بازیافت معمولاً با این روش از قابلیت جمع‌آوری برخوردار می‌شوند شکل (۲-۴۶).



شکل (۲-۴۶) نمونه ای از مراکز خرید پسماندهای قابل بازیافت

◀ تجهیزات خرید پسماندهای قابل بازیافت

این تجهیزات در واقع ماشین های اتوماتیک خرید مستقیم پسماندهای بطری شیشه ای، بطری PET و قوطی کنسرو می باشد. در این روش شهروندان پسماندهای مذکور را به مکان های تعبیه شده این ماشین ها حمل و در دهانه ورودی دستگاه قرار می دهند. دستگاه با اسکن کردن پسماند و تعیین نوع و وزن آن همانند دستگاههای عابر بانک نسبت به پرداخت مستقیم وجه مواد و یا بطور غیر مستقیم از طریق ارایه بن اقدام می نماید.

در این روش بدلیل وجود انگیزه مالی شهروندان تشویق می شوند تا بطری های خالی پت و شیشه خود را به سیستم بازگردانده و آن را از بافت پسماندهای مخلوط خود جداسازی نمایند. از سوی دیگر استفاده از این تجهیزات با توجه به خودکار بودن موجب می گردد تا هزینه های مربوط به نیروی انسانی جهت جمع آوری و تفکیک به میزان قابل توجهی کاهش یابد. همچنین بکارگیری این روش با توجه به خرد و متراکم شدن بطری های پت به طور خودکار، باعث کاهش هزینه جمع آوری و حمل و نقل این پسماند بازیافتی می گردد. شکل (۲-۴۷).



شکل (۲-۴۷) مشارکت مردم در جمع آوری با کمک دستگاه های خرید پسماندهای قابل بازیافت

◀ مراکز دریافت پسماندهای جامد

در این روش عموم شهروندان پسماندهای قابل بازیافت، حجیم و ویژه (خطرناک) خود را به مراکز یا اماکن پذیرش اینگونه پسماندها حمل و در داخل مخازن و یا غرفه های خاصی که بمنظور جمع آوری اینگونه پسماندها تعبیه شده اند، تخلیه می نمایند.

در این روش شهروندان موظف به پرداخت مبلغی تحت عنوان هزینه خدمات برای پسماند حجیم (لوازم خانگی مستعمل، لاستیک و ...) و پسماند خطرناک بوده که در مجموع رقم آن بسیار پایین تر از تعرفه جمع آوری اینگونه پسماندها در درب منزل می باشد. ضمناً با توجه به کسر هزینه های مربوط به جمع آوری، پسماندهای قابل بازیافت در این مراکز به قیمت بالاتری نسبت به دو سیستم قبل از مردم خریداری می گردد. شکل (۲-۴۸).



شکل (۲-۴۸) نمایی از مرکز دریافت پسماندهای جامد (DropCenter)

در مجموع این روش با توجه به مرکزیت و نیز حضور پرسنل موظف دارای مزایای خاصی بشرح ذیل می باشد :

- کاهش آلودگی پسماندها و در نتیجه افزایش ارزش پسماندها
- کاهش هزینه های مربوط به تخریب مخازن بازیافتی
- افزایش کارایی سیستم جمع آوری و حمل و نقل پسماندهای جامد
- ایجاد شرایط آموزش شهروندی (چهره به چهره) در زمینه بازیافت

◀ مخازن دریافت پسماندهای قابل بازیافت

در این روش عموم شهروندان پسماندهای قابل بازیافت خود را به داخل مخازنی که برای جمع آوری اینگونه پسماندها در سطح شهر تعبیه شده اند حمل و در داخل آنها تخلیه می نمایند. بمنظور تمیز دادن این مخازن نسبت به سایر مخازن پسماند در سطح شهر، در طراحی مخازن مورد استفاده در این روش از رنگ مشخص و یا دیگر علائم گرافیکی بهره گیری می شود. این مخازن عموماً در محل اماکن عمومی شهر مثلاً " در مدارس و مساجد، پارکینگ‌ها، مکان‌های تجاری و اجتماعی نصب می گردند.

بنابر تحقیقات انجام شده، و بارگیری پسماندهای قابل بازیافت در این روش به دو صورت اتوماتیک و دستی انجام می پذیرد. بنابراین می بایست در انتخاب نوع مخازن مورد استفاده در این روش، به شیوه بارگیری توجه خاص مبذول و مخازن با توجه به شیوه مربوطه انتخاب نمود. در این شیوه، در صورت بالا بودن سطح آموزش و همکاری شهروندی می توان حدود ۱۰ تا ۱۵

درصد پسماندهای قابل بازیافت را جمع‌آوری نمود. این روش نسبت به سایر روش جمع‌آوری پسماندهای قابل بازیافت، هزینه کمتری را متوجه مدیریت پسماند می‌نماید.

این روش به دلیل عدم امکان نظارت مستقیم در تخلیه پسماندها، غالباً با مشکلات خاص اجرایی از آنجمله اختلاط پسماند، تخریب مخازن و ... روبرو می‌باشد شکل (۲-۴۹).



شکل (۲-۴۹) نمونه ای از مخازن مخصوص روش Drop-off

۲-۴-۳-۱- مزایای انواع سیستم های جمع‌آوری

- سیستم جمع‌آوری مکانیزه

- کاهش هزینه های مرتبط با نیروی انسانی: در هنگام استفاده از سیستم جمع‌آوری نیمه مکانیزه، علاوه بر راننده ماشین جمع‌آوری به تعداد یک یا دو کارگر دیگر نیاز می‌باشد در حالیکه در هنگام بکارگیری سیستم جمع‌آوری مکانیزه صرفاً به یک نفر به عنوان راننده نیاز می‌باشد. این امر موجب کاهش هزینه های مرتبط با نیروی انسانی می‌گردد.
- عدم وجود امکان وارد آمدن آسیب بر کارگران و ماموران جمع‌آوری
- راندمان و بهره‌وری بالا

- سیستم جمع آوری نیمه مکانیزه

- تجهیزات ارزانتر در مقایسه با سیستم جمع آوری مکانیزه: ماشینها و تجهیزات مورد استفاده در سیستم جمع آوری نیمه مکانیزه در مقایسه با سیستم جمع آوری مکانیزه بسیار ارزانتر می باشند
- قابلیت تبدیل تجهیزات موجود در سیستم جمع آوری دستی به تجهیزات قابل استفاده در سیستم جمع آوری نیمه مکانیزه: در سیستم جمع آوری نیمه مکانیزه می توان به آسانی و با نصب یک بالابر به پشت ماشین، لودرهای عقب بر موجود را به ماشینهای سیستم جمع آوری نیمه مکانیزه تبدیل نمود.
- کاربری آسان: از تجهیزات نیمه مکانیزه می توان به آسانی و بدون نیاز به آموزشهای زیاد استفاده نمود.
- افزایش کارایی جمع آوری در مقایسه با سیستم جمع آوری دستی

- سیستم جمع آوری دستی

- ارزان بودن سیستم به دلیل عدم نیاز به ادوات خاص

۲-۴-۳-۲- معایب انواع سیستم های جمع آوری

- سیستم جمع آوری مکانیزه

- بالا بودن هزینه های مربوط به ادوات و تجهیزات مورد نیاز: ماشینهای جمع آوری با بارگیری از کنار نسبت به ماشین های جمع آوری با بارگیری عقب، از پیچیدگی بیشتری

برخوردار می باشند. در واقع هزینه تعمیر و نگهداری سیستم هیدرولیکی و سیستم کنترل الکترونیکی در ماشینهای مکانیزه موجب افزایش هزینه های این سیستم می گردد.

- نیاز به آموزش بیشتر رانندگان ماشینهای جمع آوری در سیستم مکانیزه: رانندگان ماشینهای جمع آوری نیمه مکانیزه صرفا باید طرز کار با سیستم بالابر را آموزش ببینند، در حالیکه در سیستم جمع آوری مکانیزه رانندگان باید طرز کارکردن با بازوهای هیدرولیکی و حرکت مخازن در شرایط وجود موانعی چون ماشینهای پارک شده در جلوی مخازن را فراگیرند.

- سیستم جمع آوری نیمه مکانیزه

- بالا بودن تعداد ماموران جمع آوری در سیستم جمع آوری نیمه مکانیزه در مقایسه با سیستم جمع آوری مکانیزه: در سیستم جمع آوری نیمه مکانیزه در حالیکه از تجهیزات خاصی جهت جمع آوری پسماندها استفاده می گردد، اما با این حال همچنان مشابه با سیستم جمع آوری دستی به استخدام ۲ تا ۳ نفر مأمور جمع آوری نیاز می باشد.
- راندها و بهره وری بالاتر نسبت به سیستم جمع آوری دستی و پایین تر نسبت به روش مکانیزه.

- سیستم جمع آوری دستی

- بالا بودن میزان آسیبه ها و جراحات وارده بر ماموران جمع آوری
- پائین بودن بهره وری سیستم نسبت به سیستمهای مکانیزه و نیمه مکانیزه
- اتلاف زمان به دلیل آسیبه های وارده بر کارگران در هنگام جمع آوری

۲-۴-۴- انواع روش های برداشت و بارگیری پسماندهای جامد

متداول ترین روش های برداشت پسماندهای جامد عبارتند از :

- کنار جدولی

- کوچه

- دریافت و تحویل

- دریافت

- حیاط عقب

که در ادامه بشرح این روش ها خواهیم پرداخت .

◀ روش برداشت کنار جدولی

جایی که روش " کنارجدولی " مورد استفاده قرار می گیرد ، صاحب خانه مسئولیت دارد که در روز (زمان) جمع آوری ، سطل پسماندهای جامد و یا کیسه حاوی پسماند را در کنار جدول پیاده رو قرار داده تا عوامل جمع آوری آن را برداشت و به داخل خودروهای جمع آوری تخلیه نمایند. در این روش صاحب خانه موظف است بعد از تخلیه سطل را مجدداً به محل استقرارش در داخل خانه برگرداند . در حال حاضر از این روش به طور معمول در ایران استفاده می شود.

بطور کلی مزایا و معایب این روش بشرح ذیل می باشد :

• مزایا

- پرسنل جمع آوری دارای سرعت عمل بالاتری می باشند.
- پرسنل جمع آوری به حریم خصوصی تولید کننده وارد نشده بنابراین شاهد ایجاد مشکلات کمی در زمینه شکایات در این زمینه می باشیم.

- این روش به دلیل پایین بودن زمان برداشت و تعداد پرسنل موظف کمتر ، از هزینه پایینتری را نسبت به سایر روشهای برداشت دارا می باشد.

- از قابلیت انطباق بالاتری با تجهیزات اتوماتیک و نیمه اتوماتیک برخوردار می باشد.

- معایب

- به دلیل قرار گرفتن مخازن در کنار خیابان تا زمان برداشت، از نظر زیبا شناختی

دارای مشکل می باشد.

- نیازمند به ارایه برنامه منظم جمع آوری به تولید کنندگان می باشد.

- تولید کنندگان موظف به قرار دادن مناسب مخازن در نقطه برداشت می باشند.

◀ روش برداشت خارج از حیاط پشت

در این روش مخازن پسماند توسط صاحب خانه یا خدمه ساختمان به خارج از حیاط پشتی ساختمان حمل، و در زمان مقرر از سوی مامورین موظف جمع آوری برداشت و در ماشین آلات جمع آوری تخلیه می شود . استفاده از این روش، مستلزم وجود حیاط پشتی در طراحی بافت مناطق مسکونی بوده و معمولاً در ایران کاربرد بالای ندارد.

- مزایا

- مدیریت جمع آوری موظف به ارایه برنامه زمانبندی به تولید کنندگان نمی باشد.

- معمولاً مخازن جمع آوری قابل رویت نبوده و از نظر زیبا شناختی مناسب می باشد.

- با استفاده از یک پرسنل اضافی در این روش، زمان برداشت در قیاس با روش برداشت داخل حیاط پشتی، پایین تر می باشد.

- معایب

- پرسنل جمع آوری به حریم خصوصی تولید کننده وارد شده بنابراین شاهد ایجاد مشکلات در زمینه شکایات تولید کنندگان در این زمینه می باشیم.
- این روش نیازمند به زمان بالاتری جهت جمع آوری در قیاس با روش کنار جدولی می باشد.
- در این روش مشارکت تولید کنندگان و به تبع آن احساس مسئولیت پایین تری دارند.
- هزینه اجرایی این روش به دلیل وجود پرسنل بیشتر، بالاتر از روش کنار جدولی می باشد.

◀ روش برداشت از داخل حیاط پشت

در این روش پرسنل موظف جمع آوری موظفند که وارد حیاط عقب ساختمان شده ، مخازن پسماند را برداشته و بعد از تخلیه در داخل خودرو های جمع آوری، دوباره آنها را به محل اولیه برگردانند.

• مزایا

- مدیریت جمع آوری موظف به ارایه برنامه زمانبندی به تولید کنندگان نمی باشد.
- معمولاً مخازن جمع آوری قابل رویت نبوده و از نظر زیبا شناختی مناسب می باشد.
- تولیدکنندگان با حمل مخازن به خارج از محل زندگی خود درگیر نمی باشند.
- این روش نیازمند به پرسنل کمتری در قیاس با روش برداشت خارج از حیاط پستی می باشد.

- معایب

- پرسنل جمع آوری به حریم خصوصی تولید کننده وارد شده بنابراین شاهد ایجاد مشکلات در زمینه شکایات تولید کنندگان در این زمینه می باشیم.
- این روش نیازمند به زمان بالاتری جهت جمع آوری در قیاس با روش کنار جدولی می باشد.
- امکان ریزش پسماند در هنگام حمل وجود دارد.

◀ روش برداشت دریافت و تحویل

در این روش مخازن پسماند پس از مراجعه به درب واحد تولیدکننده، از صاحب خانه دریافت و پس از تخلیه، دوباره به وی برگردانده می شود .

- مزایا

- در این روش بالاترین سطح مشارکت تولید کنندگان با سیستم جمع آوری مشاهده می گردد.
- معمولاً مخازن جمع آوری قابل رویت نبوده و از نظر زیبا شناختی مناسب می باشد.
- پرسنل جمع آوری به حریم خصوصی تولید کننده وارد نشده بنابراین شاهد ایجاد مشکلات کمی در زمینه شکایات در این زمینه می باشیم.
- از قابلیت انطباق بالاتری با تجهیزات اتوماتیک و نیمه اتوماتیک برخوردار می باشد.

- معایب

- نیازمند به ارایه برنامه منظم جمع آوری به تولیدکنندگان می باشد.

○ این روش نیازمند به زمان بالاتری جهت جمع آوری در قیاس با روش کنار جدولی می باشد.

○ در این روش به علت بالا بودن زمان برداشت، شاهد بالا رفتن هزینه اجرای کار می باشیم.

○ تولیدکنندگان با حمل مخازن به خارج از محل زندگی خود و برگرداندن مجدد آن درگیر می باشند.

◀ روش برداشت دریافت

در این روش مخازن پسماند پس از مراجعه به درب واحد تولیدکننده، از صاحب خانه دریافت و پس از تخلیه، تولید کننده موظف به برگرداندن مخازن به داخل بافت زندگی با کار خود می باشند.

• مزایا

○ معمولاً مخازن جمع آوری قابل رویت نبوده و از نظر زیبا شناختی مناسب می باشد.

○ پرسنل جمع آوری به حریم خصوصی تولید کننده وارد نشده بنابراین شاهد ایجاد مشکلات کمی در زمینه شکایات در این زمینه می باشیم.

○ از قابلیت انطباق بالاتری با تجهیزات اتوماتیک و نیمه اتوماتیک برخوردار می باشد.

• معایب

○ نیازمند به ارایه برنامه منظم جمع آوری به تولیدکنندگان می باشد.

○ این روش نیازمند به زمان بالاتری جهت جمع آوری در قیاس با روش کنار جدولی بوده لکن زمان مصرفی آن کمتر از روش برداشت دریافت و تحویل می باشد.

○ در این روش به علت بالا بودن زمان برداشت، شاهد بالا رفتن هزینه اجرای کار می باشیم.

○ تولیدکنندگان با حمل مخازن به خارج از محل زندگی خود درگیر می باشند.

بارگیری خودروهای جمع آوری می تواند به دو شکل مکانیکی و یا دستی انجام می پذیرد. در روش دستی کارگران خدمات شهری در صورت پایین بودن ارتفاع خودرو و نیز کم حجم بودن مخزن ذخیره سازی، قادر خواهند بود که پسماندهای ذخیره شده را به صورت دستی به داخل خودروی جمع آوری تخلیه نمایند. در غیر این صورت مخازن می بایست به روش مکانیزه در داخل خودروهای جمع آوری بارگیری گردند.

روش هایی که معمولاً برای بارگیری پسماند های جامد به داخل خودروهای جمع آوری به کار گرفته می شوند عبارت از :

۱- بلند کردن و حمل مخازن ذخیره سازی پسماند

۲- برگرداندن مخازن بر روی لبه های قسمت بار خودرو های جمع آوری

۳- استفاده از یک لیفتراک کوچک برای برگرداندن مخازن ذخیره سازی پسماند

۴- استفاده از یک مخزن یا کیسه بزرگ برای تخلیه محتویات مخازن کوچک در آنها ، و سپس حمل آن به طرف خودروی جمع آوری پسماند.

در برخی موارد این مسئله می تواند بصورت تلفیقی از دستی و مکانیزه صورت پذیرد. در این حالت ابتدا مخازن با حجم پایین در داخل مخازن بزرگتر یا مخزن کمکی که همراه با خودروی

جمع آوری می باشد، تخلیه، سپس مخازن کمکی با وسایل مکانیکی به داخل اتاق اصلی خودروی جمع آوری تخلیه می گردند.

۲-۴-۵- سناریو های جمع آوری پسماندهای جامد

بطور کلی سناریو های جمع آوری پسماندهای جامد را بر حسب :

الف - کمیت و کیفیت پسماند

ب- نحوه ذخیره سازی و جمع آوری پسماند

ج- شرایط فیزیکی محیط جمع آوری

د- وجود یا عدم وجود راهبرد تفکیک در مبداء تولید

ه- فرآیندهای پردازش و دفع در پایین دست سیستم مدیریت پسماند

می توان به دو شکل کلی بشرح ذیل طبقه بندی نمود :

- جمع آوری پسماند بصورت مخلوط

- جمع آوری پسماند بصورت تفکیک شده

در ادامه بمنظور ارایه تصویری روشن از این سناریو نسبت به توصیف این سناریوها خواهیم پرداخت .

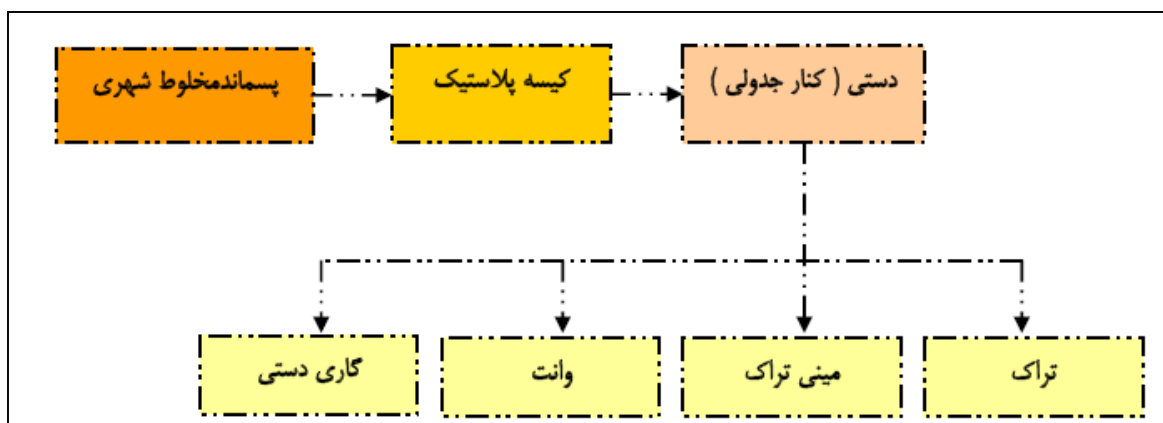
۲-۴-۵-۱- جمع آوری پسماند مخلوط

در این سناریو کلیه پسماندهای جامد در منابع تولید بدون تفکیک و جداسازی پسماندهای ارزشمند یا خشک توسط پرسنل موظف جمع آوری از سطح منابع برداشت و پس از بارگیری در خودرهای جمع آوری به مبادی پذیرنده حمل می گردد. این سیستم با توجه به نوع پسماند ،

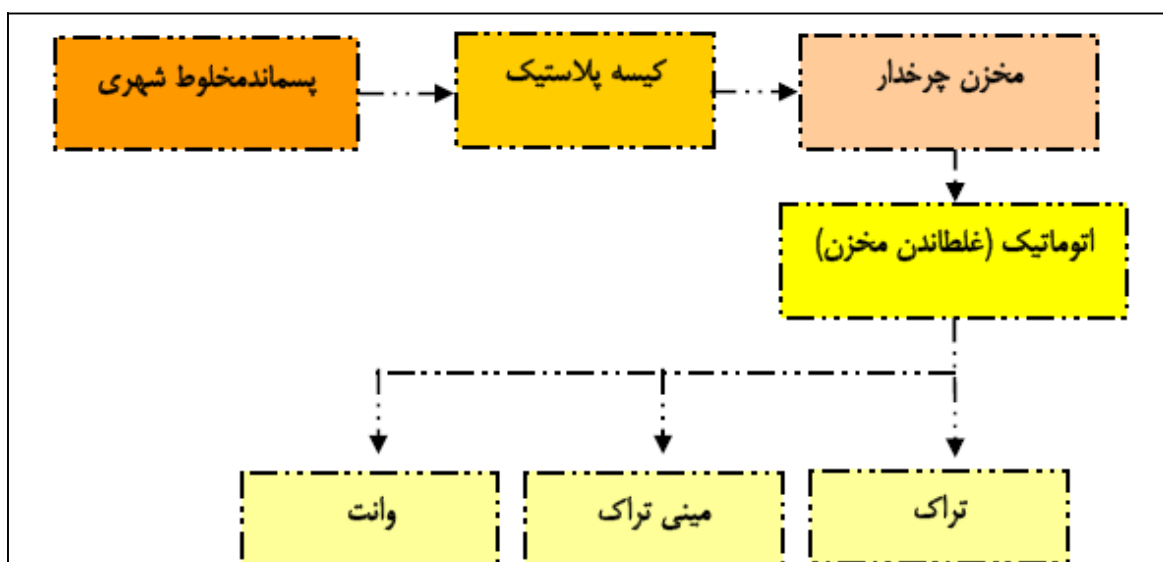
سیستم ذخیره سازی و شرایط فیزیکی محیط جمع آوری در برگیرنده سناریو های مختلف جمع آوری به شرح جدول (۱۲-۲) و نمودار های (۱۳-۲) تا (۱۶-۲) است :

جدول (۱۲-۲) جزئیات سناریو های جمع آوری مخلوط

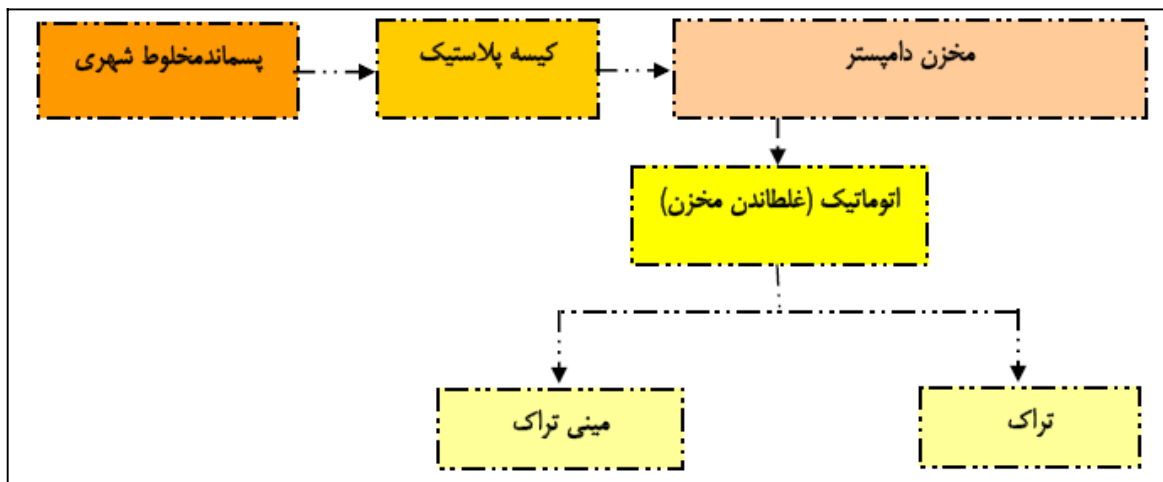
نام گزینه	توضیحات
A	در این سناریو پسماندهای مخلوط پس از ذخیره سازی در کیسه پلاستیکی ، توسط تولید کننده به کنار جدول پیاده رو منتقل، و کیسه توسط مأموران موظف جمع آوری برداشت و به داخل خودروهای جمع آوری بارگیری می گردد.
B	در این سناریو پسماندهای مخلوط پس از ذخیره سازی در کیسه پلاستیکی ، توسط تولید کننده به مخزن چرخدار منتقل، و مخزن پس از مراجعه مأموران موظف جمع آوری به درب اماکن تحویل و بصورت اتوماتیک برداشت و به داخل خودروهای جمع آوری بارگیری می گردد
C	در این سناریو پسماندهای مخلوط پس از ذخیره سازی در کیسه پلاستیکی ، توسط تولید کننده به مخزن دامپر در خارج از مکان تولید منتقل، و مخزن بصورت اتوماتیک از جلو برداشت و به داخل خودروهای جمع آوری بارگیری می گردد.
D	در این سناریو پسماندهای مخلوط پس از ذخیره سازی در کیسه پلاستیکی ، توسط تولید کننده به مخزن غلطان در خارج از مکان تولید منتقل، و مخزن بصورت اتوماتیک برداشت و به همراه خودروهای جمع آوری جهت تخلیه به مبادی پذیرش حمل می گردد.



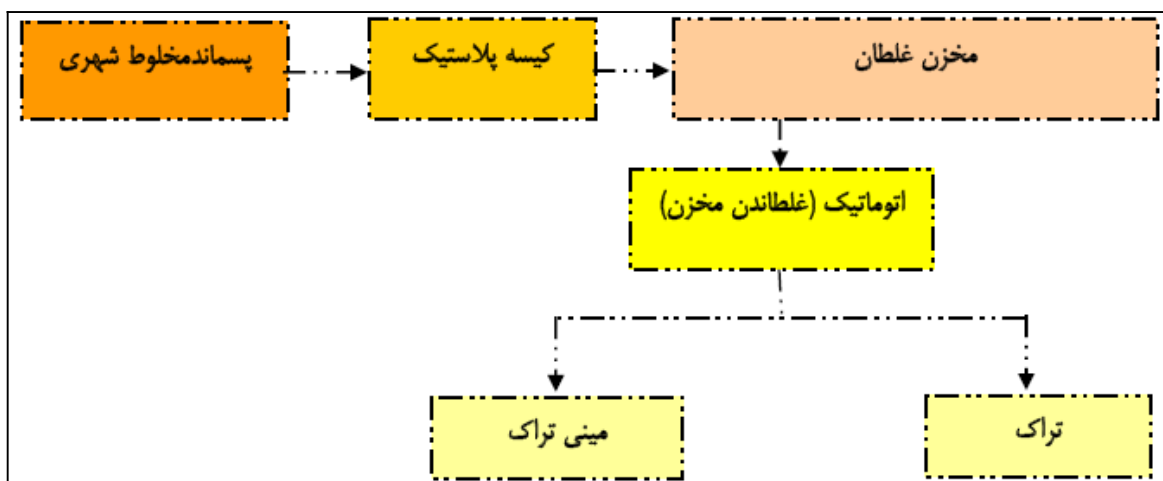
نمودار (۲-۱۳) سناریو A جمع آوری مخلوط



نمودار (۲-۱۴) سناریو B جمع آوری مخلوط



نمودار (۲-۱۵) سناریو C جمع آوری مخلوط



نمودار (۲-۱۶) سناریو D جمع آوری مخلوط

- سناریو A

با توجه به روش برداشت کنار جدولی، سرعت عملیات برداشت و به تبع آن زمان برداشت در این سناریو جمع آوری پایین ارزیابی می گردد. با توجه به چگالی پسماند مخلوط در خودروهای جمع آوری این سناریو توان جمع آوری و حمل ۳۰۰-۲۵۰ کیلوگرم در هر مترمکعب را دارا می باشد. این سناریو توانایی جمع آوری و حمل پسماندهای تولیدی در تمامی منابع شهری (خانگی، اداری و تجاری) را دارا می باشد. با توجه به حمل پسماندها به شکل مخلوط، در این سناریو جهت جمع آوری پسماند در هر سرویس یک خودرو مورد نیاز می باشد. خدمه هر خودرو جمع آوری در این سناریو معادل ۲ نفر کارگر و یک راننده می باشد. در این سناریو مدیریت جمع آوری موظف به ارایه برنامه دقیق جمع آوری (زمان مراجعه) به شهروندان نمی باشد. این سناریو در مجموعه عملیات جمع آوری و حمل تا مبادی انتقال و پیش از عملیات پردازش و دفع نیازمند به ایجاد تاسیسات پردازش اولیه نمی باشد.

- سناریو B

با توجه به روش برداشت اتوماتیک و ضرورت انتقال مخازن تا نزدیک خودروی جمع آوری، سرعت عملیات برداشت و به تبع آن زمان برداشت در این سناریو جمع آوری بالاتر از سناریو A ارزیابی می گردد. با توجه به چگالی پسماند مخلوط و در صورت بهره گیری از تجهیزات فشرده سازی در خودروهای جمع آوری، این سناریو توان جمع آوری و حمل ۴۰۰-۳۵۰ کیلوگرم در هر مترمکعب را دارا بوده و به تبع از ظرفیت حمل بالا تری نسبت به سناریو A برخوردار می باشد. این سناریو توانایی جمع آوری و حمل پسماندهای تولیدی در تمامی منابع شهری (خانگی، اداری و تجاری) را دارا می باشد. با توجه به حمل پسماندها به شکل مخلوط، در این

سناریو جهت جمع آوری پسماند در هر سرویس یک خودرو مورد نیاز می باشد. خدمه هر خودرو جمع آوری در این سناریو معادل ۲ نفر کارگر و یک راننده در روش برداشت از جلو و معادل ۱ نفر کارگر و یک راننده در روش برداشت از کنار می باشد. در این سناریو مدیریت جمع آوری موظف به ارایه برنامه دقیق جمع آوری (زمان مراجعه) به شهروندان می باشد. این سناریو در مجموعه عملیات جمع آوری و حمل تا مبادی انتقال و پیش از عملیات پردازش و دفع نیازمند به ایجاد تاسیسات پردازش اولیه نمی باشد.

- سناریو C

با توجه به روش برداشت اتوماتیک و ضرورت انتقال مخازن تا نزدیک خودروی جمع آوری، سرعت عملیات برداشت و به تبع آن زمان برداشت در این سناریو جمع آوری بالاتر از سناریو A ارزیابی می گردد. با توجه به چگالی پسماند مخلوط و در صورت بهره گیری از تجهیزات فشرده سازی در خودروهای جمع آوری، این سناریو توان جمع آوری و حمل ۴۰۰ - ۳۵۰ کیلوگرم در هر مترمکعب را دارا بوده و به تبع از ظرفیت حمل بالا تری نسبت به سناریو A برخوردار می باشد این سناریو توانایی جمع آوری و حمل پسماندهای تولیدی در منابع شهری (خانگی، اداری و تجاری) با حجم تولید بالا را دارا می باشد. با توجه به حمل پسماندها به شکل مخلوط، در این سناریو جهت جمع آوری پسماند در هر سرویس یک خودرو مورد نیاز می باشد. خدمه هر خودرو جمع آوری در این سناریو معادل یک راننده در روش برداشت از جلو و ۲ نفر کارگر و یک راننده در روش برداشت از کنار و عقب می باشد. در این سناریو مدیریت جمع آوری موظف به ارایه برنامه دقیق جمع آوری (زمان مراجعه) به شهروندان می باشد. این سناریو در مجموعه عملیات جمع آوری و حمل تا مبادی انتقال و پیش از عملیات پردازش و دفع نیازمند به ایجاد تاسیسات پردازش اولیه نمی باشد.

- سناریو D

با توجه به روش برداشت اتوماتیک و ضرورت نزدیک شدن خودروی جمع آوری به مکان استقرار مخازن، سرعت عملیات برداشت و به تبع آن زمان برداشت در این سناریو جمع آوری بالاتر از سناریو A ارزیابی می گردد. با توجه به چگالی پسماند مخلوط در خودروهای جمع آوری، این سناریو توان جمع آوری و حمل ۳۰۰-۲۵۰ کیلوگرم در هر مترمکعب را دارا بوده و به تبع از ظرفیت حمل کمتری را نسبت به سناریو B و C دارا می باشد. این سناریو توانایی جمع آوری و حمل پسماندهای تولیدی در منابع شهری (خانگی، اداری و تجاری) با حجم تولید بالا را دارا می باشد. با توجه به حمل پسماندها به شکل مخلوط، در این سناریو جهت جمع آوری پسماند در هر سرویس یک خودرو مورد نیاز می باشد. خدمه هر خودرو جمع آوری در این سناریو معادل یک راننده می باشد. در این سناریو مدیریت جمع آوری موظف به ارایه برنامه دقیق جمع آوری (زمان مراجعه) به شهروندان نمی باشد. این سناریو در مجموعه عملیات جمع آوری و حمل تا مبادی انتقال و پیش از عملیات پردازش و دفع نیازمند به ایجاد تاسیسات پردازش اولیه نمی باشد.

۲-۴-۵-۱-۲- ارزیابی زیست محیطی سناریوهای جمع آوری مخلوط پسماند

- سناریو A

در صورت روباز بودن و عدم نصب مخزن جمع آوری شیرابه، امکان انتشار آلاینده های بوزا و پخش شیرابه در این سناریو و به تبع آن آلودگی هوا، آب و خاک بالا می باشد. با توجه به نحوی برداشت امکان انتشار آلودگی صوتی در این سیستم نسبتاً بالا می باشد. با توجه به قرار گرفتن کیسه های حاوی پسماند مخلوط در کنار جدول تا زمان برداشت، این سناریو دارای آلودگی

منظر بالایی می باشد. با توجه به نوع ذخیره سازی و برداشت، این سناریو می تواند از نظر پاره شدن کیسه توسط جانوران و نیز پخش پسماندهای سبک در هنگام حمل با مشکل روبرو باشد. با توجه به نحوه بارگیری پسماندها، این سناریو در دراز مدت می تواند موجب ایجاد جراحت و بیماریهای شغلی در کارگران موظف گردد.

- سناریو B

رو بسته بودن و وجود مخزن شیرابه، امکان انتشار آلاینده های بوزا و پخش شیرابه در این سناریو و به تبع آن آلودگی هوا، آب و خاک را پایین می آورد. در صورت عدم استفاده از مخازن فلزی در مناطق مسکونی، با توجه به نحوی برداشت امکان انتشار آلودگی صوتی در این سیستم کمتر از سناریو A می باشد. در صورت طراحی و مکانیابی مناسب مخازن این سناریو با توجه به نگهداری کیسه ها تا زمان برداشت ، از آلودگی منظر پایینی برخوردار می باشد. در صورت طراحی و مکانیابی مناسب مخازن ، این سناریو می تواند از نظر پاره شدن کیسه توسط جانوران و نیز پخش پسماندهای سبک در هنگام حمل مشکلات کمتری را به سیستم تحمیل نماید. با توجه به نحوه بارگیری پسماندها، این سناریو دارای حداقل جراحت و بیماریهای شغلی می باشد.

- سناریو C

رو بسته بودن و وجود مخزن شیرابه، امکان انتشار آلاینده های بوزا و پخش شیرابه در این سناریو و به تبع آن آلودگی هوا، آب و خاک را پایین می آورد. با توجه به جنس مخازن و نیز نحوی برداشت امکان انتشار آلودگی صوتی در این سیستم بالاتر از سناریو های A و B می باشد. در صورت طراحی و مکانیابی مناسب مخازن این سناریو با توجه به نگهداری کیسه ها تا زمان برداشت ، از آلودگی منظر پایینی برخوردار می باشد. در صورت طراحی و مکانیابی مناسب مخازن ، این سناریو می تواند از نظر پاره شدن کیسه توسط جانوران و نیز پخش پسماندهای

سبک در هنگام حمل مشکلات کمتری را به سیستم تحمیل نماید. با توجه به نحوه بارگیری پسماندها، این سناریو دارای حداقل جراحات و بیماریهای شغلی می باشد.

- سناریو D

روباز بودن (در صورت استفاده از مخازن روبسته) و عدم وجود مخزن شیرابه، امکان انتشار آلاینده های بوزا و پخش شیرابه در این سناریو و به تبع آن آلودگی هوا، آب و خاک را بالا می برد. با توجه به جنس مخازن و نیز نحوی برداشت امکان انتشار آلودگی صوتی در این سیستم بالاتر از سناریو های A و B می باشد. در صورت طراحی و مکانیابی مناسب مخازن این سناریو با توجه به نگهداری کیسه ها تا زمان برداشت، از آلودگی منظر پایینی برخوردار می باشد. در صورت بهره گیری از مخازن روباز این سناریو می تواند از نظر پاره شدن کیسه توسط جانوران و نیز پخش پسماندهای سبک در هنگام حمل مشکلات بالاتری را به سیستم تحمیل نماید. با توجه به نحوه بارگیری پسماندها، این سناریو دارای حداقل جراحات و بیماریهای شغلی می باشد.

۲-۴-۵-۱-۳- ارزیابی اجتماعی و فرهنگی هریک از سناریوهای جمع آوری مفلوط پسماند

- سناریو A

در این سناریو سطح مشارکت شهروندان با سیستم جمع آوری در پایین ترین سطح خود قرار دارد. با توجه به عدم ورود پرسنل موظف به داخل حریم خصوصی تولید کنندگان، این سیستم هیچ گونه مزاحمت و زحمتی را متوجه شهروندان نمی نماید.

- سناریو B

در این سناریو سطح مشارکت شهروندان با سیستم جمع آوری در سطح بالاتری از سناریو A قرار دارد. با توجه به عدم ورود پرسنل موظف به داخل حریم خصوصی تولید کنندگان، این سیستم

در صورت قرار گرفتن مخزن در خلرج از محیط تولید، هیچ گونه مزاحمت و زحمتی را متوجه شهروندان نمی نماید.

– سناریو C

در این سناریو سطح مشارکت شهروندان با سیستم جمع آوری در سطح بالاتری از سناریو A قرار دارد. با توجه به عدم ورود پرسنل موظف به داخل حریم خصوصی تولید کنندگان، این سیستم در صورت قرار گرفتن مخزن در خارج از محیط تولید، هیچ گونه مزاحمت و زحمتی را متوجه شهروندان نمی نماید.

– سناریو D

در این سناریو سطح مشارکت شهروندان با سیستم جمع آوری در سطح بالاتری از سناریو A قرار دارد. با توجه به عدم ورود پرسنل موظف به داخل حریم خصوصی تولید کنندگان، این سیستم در صورت قرار گرفتن مخزن در خارج از محیط تولید، هیچ گونه مزاحمت و زحمتی را متوجه شهروندان نمی نماید.

۴-۵-۱-۴-۲ ارزیابی اقتصادی سناریوهای جمع آوری مفلوط پسماند

– سناریو A

با توجه به عدم هزینه جهت ذخیره سازی و به تبع آن هزینه های ناشی از تعمیر و نگهداری آن و نیز با توجه به عدم پیچیدگی سیستم جمع آوری در این گزینه، هزینه های مرتب به آن پایین ارزیابی می گردد.

- سناریو B

با توجه به هزینه جهت ذخیره سازی (در صورت قرار گرفتن مخزن در خارج از منابع تولید) و به تبع آن هزینه های ناشی از تعمیر و نگهداری آن و نیز با توجه به پیچیدگی سیستم جمع آوری، این سناریو هزینه بالاتری را نسبت به سناریو A به سیستم تحمیل می نماید.

- سناریو C

با توجه به هزینه جهت ذخیره سازی (در صورت قرار گرفتن مخزن در خارج از منابع تولید) و به تبع آن هزینه های ناشی از تعمیر و نگهداری آن و نیز با توجه به پیچیدگی سیستم جمع آوری، این سناریو هزینه بالاتری را نسبت به سناریو A به سیستم تحمیل ولی در مجموع با توجه به ظرفیت بالا سر مجموع هزینه کمتر از سناریو B می باشد.

- سناریو D

با توجه به هزینه جهت ذخیره سازی (در صورت قرار گرفتن مخزن در خارج از منابع تولید) و به تبع آن هزینه های ناشی از تعمیر و نگهداری آن و نیز با توجه به پیچیدگی سیستم جمع آوری، این سناریو هزینه بالاتری را نسبت به سناریو A به سیستم تحمیل ولی در مجموع با توجه به ظرفیت بالا سر مجموع هزینه کمتر از سناریو B می باشد.

۲-۴-۵-۲- جمع آوری پسماند بصورت تفکیک شده

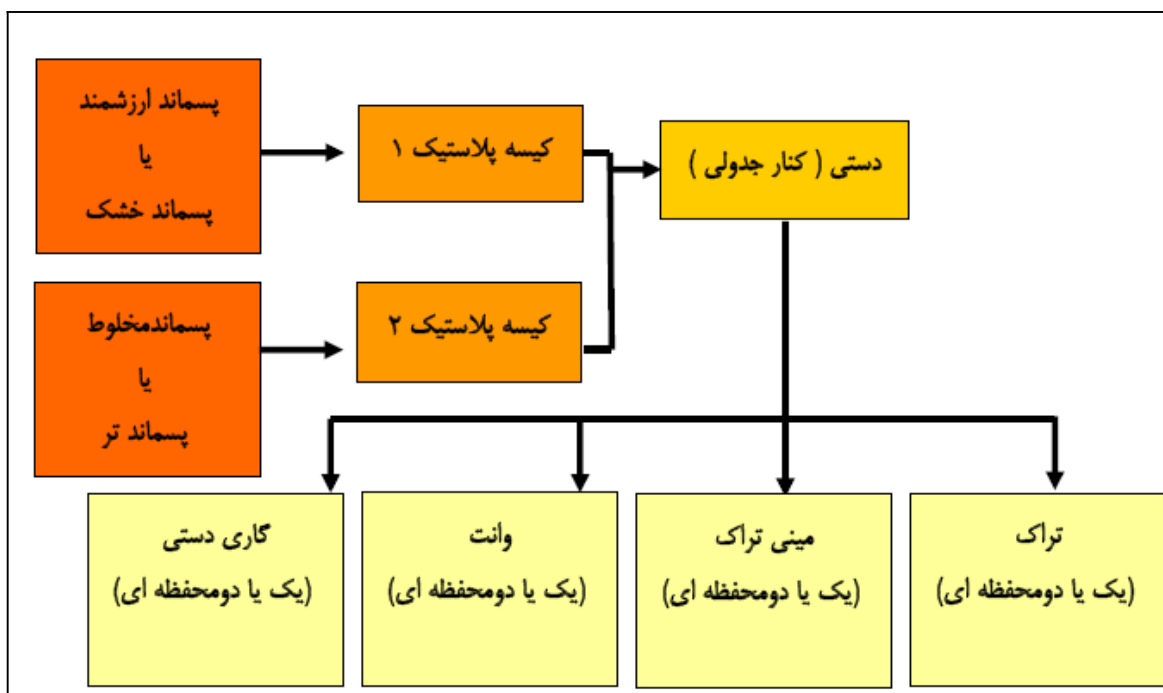
در این سناریو تولید کنندگان نسبت به جداسازی پسماندهای جامد خود به دو صورت :

الف- ارزشمند (شیشه، پلاستیک، کاغذ) و سایر پسماندها (مخلوط)

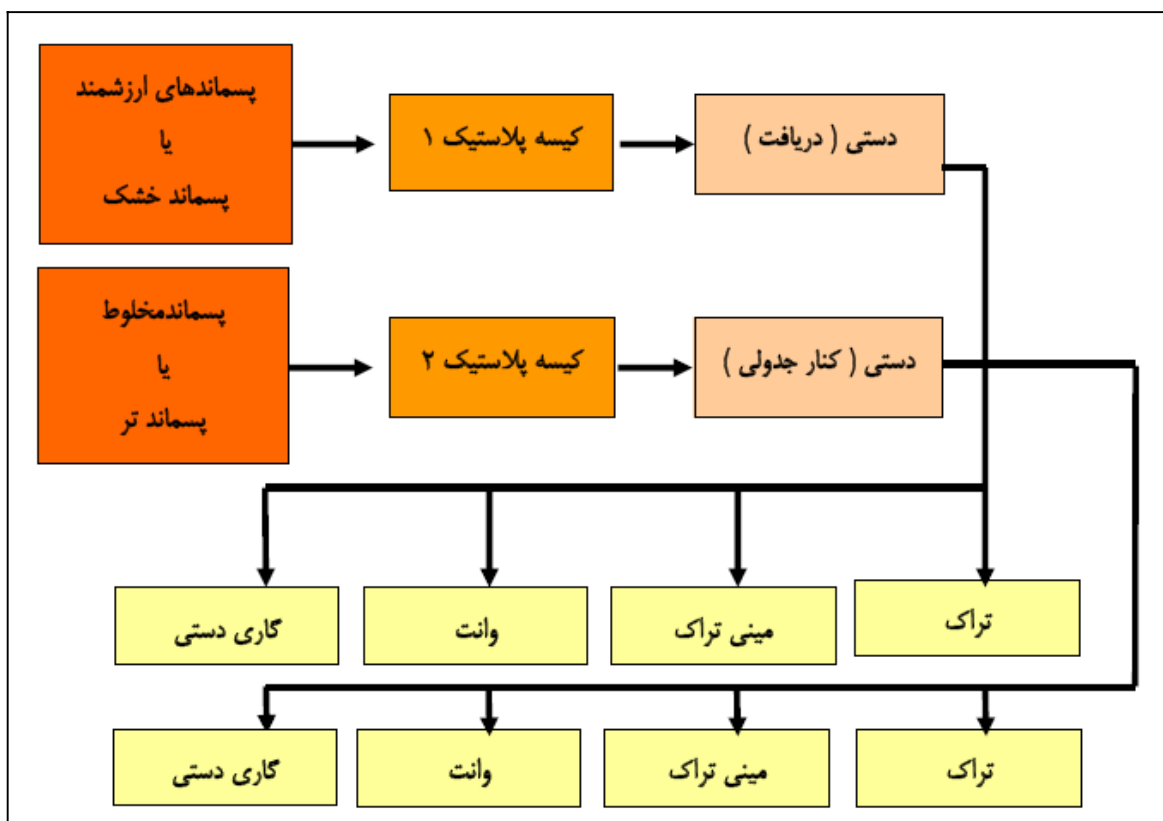
ب - تر (پسماندهای غذایی، پسماندهای فضای سبز) و خشک (شیشه، پلاستیک، کاغذ، فلزات، لاستیک و...) اقدام نموده و پس از ذخیره سازی آنها در کیسه های پلاستیکی مشخص، جهت برداشت، در اختیار سیستم جمع آوری قرار می دهد. این سیستم با توجه به نوع پسماند ، سیستم ذخیره سازی و شرایط فیزیکی محیط جمع آوری در برگیرنده اشکال مختلف جمع آوری به شرح جدول (۲-۱۳) و نمودارهای (۲-۱۷) تا (۲-۲۱) است.

جدول (۲-۱۳) جزئیات سناریو جمع آوری پسماند تفکیک شده

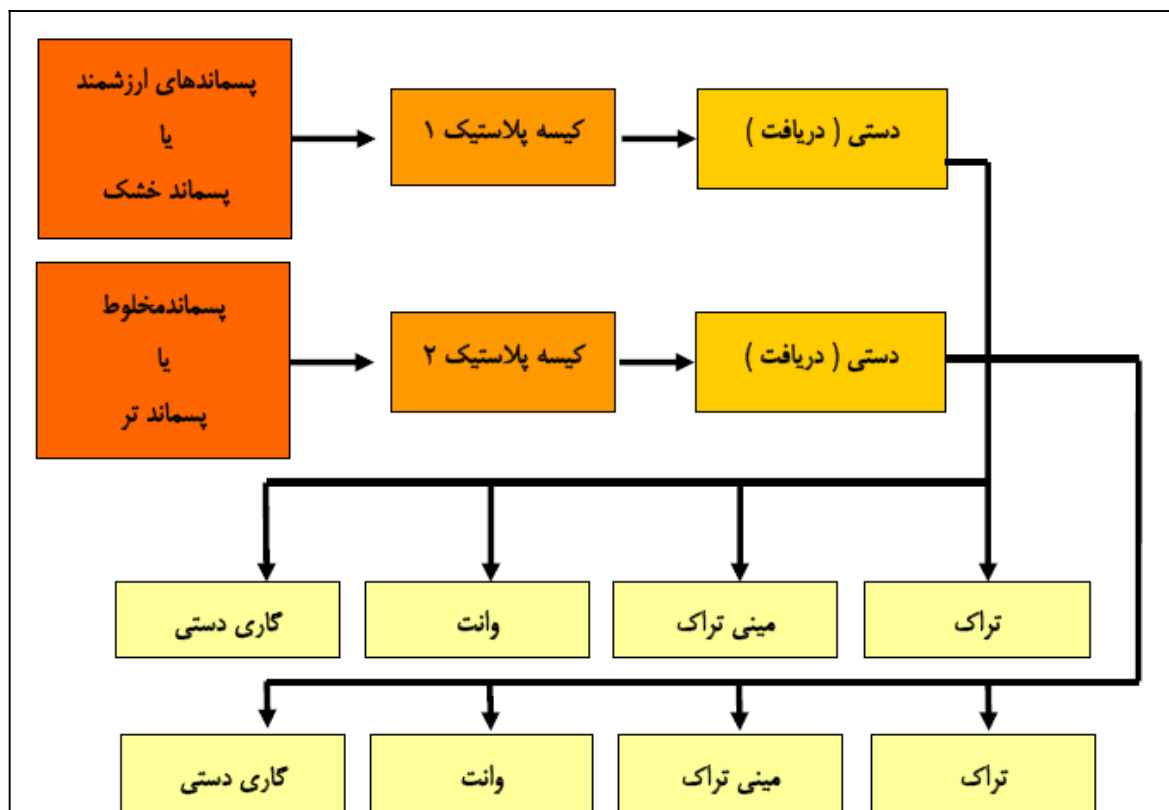
نام گزینه	توضیحات
E	در این سناریو پسماندها پس از جداسازی و ذخیره سازی در کیسه های پلاستیکی، توسط تولید کننده به کنار جدول پیاده رو منتقل، و کیسه توسط مأموران موظف جمع آوری برداشت و به داخل تجهیزات جمع آوری تک یا دو محفظه ای بارگیری می گردند.
F	در این سناریو تولید کننده، پسماندهای ارزشمند یا خشک را در یک کیسه پلاستیکی (کیسه ۱) و سایر پسماندها در شکل مخلوط یا تر را در داخل کیسه دوم (کیسه ۲) ذخیره سازی، سپس کیسه ۲ را جهت برداشت به کنار جدول پیاده رو منتقل، و کیسه ۱ را تا زمان جمع آوری این پسماندها نزد خود نگاه می دارد. در زمان جمع آوری کیسه ۲ توسط پرسنل موظف به داخل خودروی جمع آوری پسماندهای مخلوط بارگیری و کیسه حاوی پلاستیک و شیشه توسط پرسنل موظف دیگر در داخل خودروهای تک محفظه ای جمع آوری می گردند.
G	در این سناریو تولید کننده، پسماندهای ارزشمند یا خشک را در یک کیسه پلاستیکی (کیسه ۱) و سایر پسماندها در شکل مخلوط یا تر را در داخل کیسه دوم (کیسه ۲) ذخیره سازی، و کیسه ها را تا زمان جمع آوری این پسماندها نزد خود نگاه می دارد. در زمان جمع آوری کیسه ها توسط دو گروه پرسنل موظف دریافت و به داخل خودروهای تک محفظه ای بارگیری می گردند.
H	پسماندهای ارزشمند یا خشک را در یک کیسه پلاستیکی (کیسه ۱) و سایر پسماندها را در شکل مخلوط یا تر در داخل کیسه دوم (کیسه ۲) ذخیره سازی، و کیسه ها را تا زمان جمع آوری این پسماندها نزد خود نگاه می دارد. در زمان جمع آوری کیسه ها توسط یک گروه پرسنل موظف دریافت و به داخل یک خودروی دو محفظه ای بارگیری می گردند.
I	پسماندهای ارزشمند یا خشک را در یک کیسه پلاستیکی (کیسه ۱) و سایر پسماندها را در شکل مخلوط یا تر در داخل کیسه دوم (کیسه ۲) ذخیره سازی، سپس کیسه ۲ را جهت برداشت به مخزن چرخدار منتقل، و کیسه ۱ را تا زمان جمع آوری این پسماندها نزد خود نگاه می دارد. در زمان جمع آوری کیسه ۲ توسط یک گروه از پرسنل موظف بصورت اتوماتیک به داخل خودروی جمع آوری پسماندهای مخلوط یا تر بارگیری و کیسه حاوی پسماند ارزشمند یا خشک توسط گروه پرسنل موظف دیگر در داخل خودروی جداگانه دیگر جمع آوری می گردند.



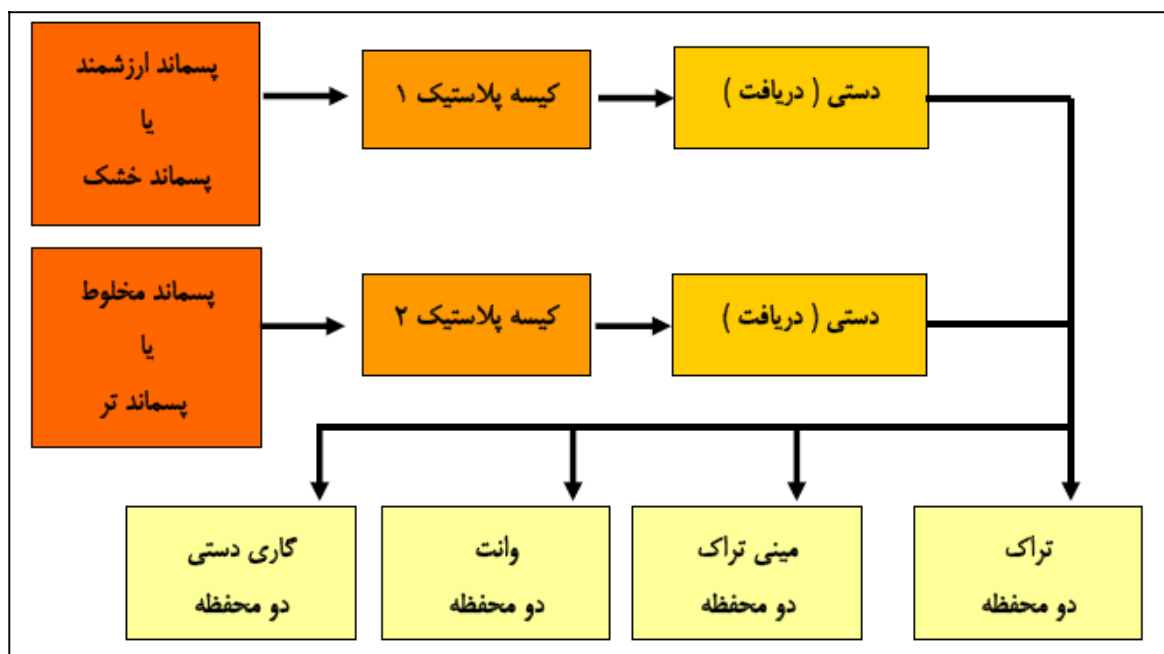
نمودار (۲-۱۷) سناریو E جمع آوری پسماند تفکیک شده



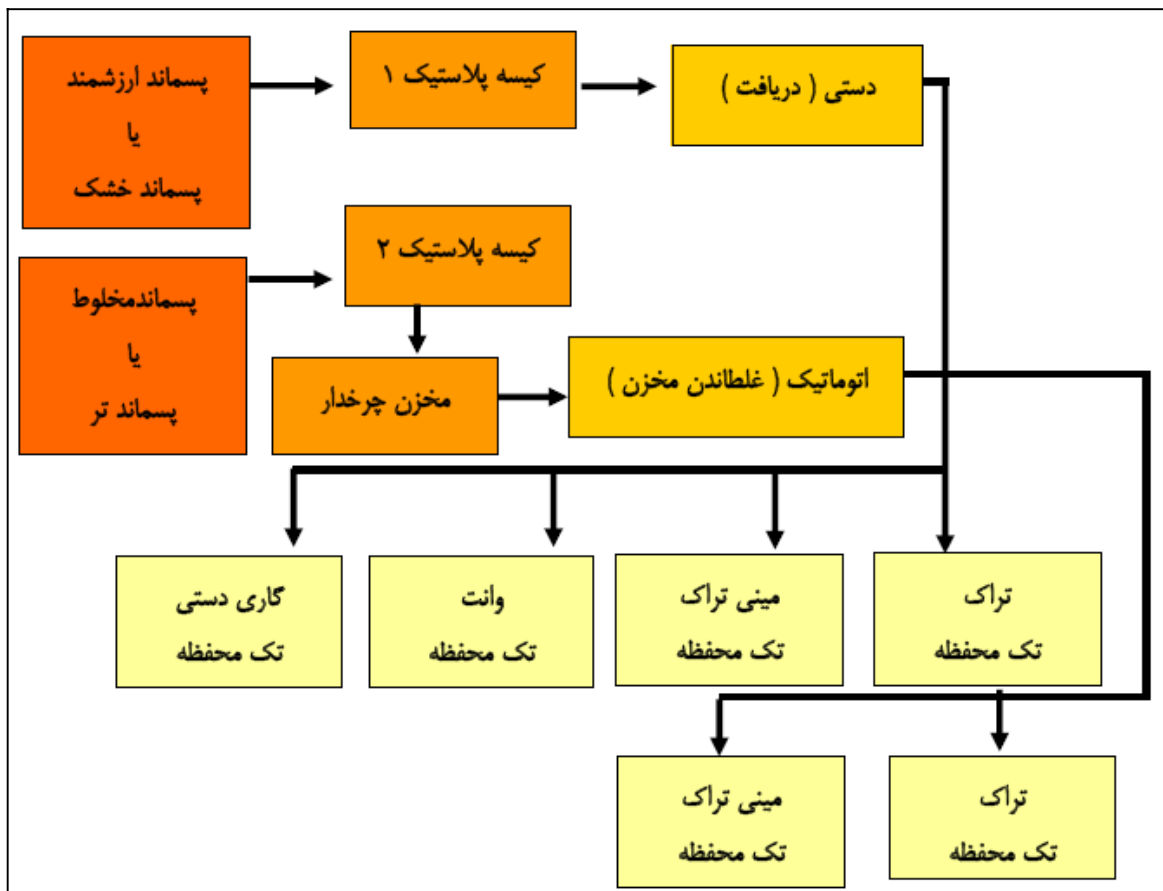
نمودار (۲-۱۸) سناریو F جمع آوری پسماند تفکیک شده



نمودار (۲-۱۹) سناریو G جمع آوری پسماند تفکیک شده



نمودار (۲-۲۰) سناریو H جمع آوری پسماند تفکیک شده



نمودار (۲-۲۱) سناریو I جمع آوری پسماند تفکیک شده

۲-۴-۵-۱- ارزیابی فصولیات فنی و اجرایی سناریوهای جمع آوری پسماند تفکیک شده

- سناریو E

با توجه به روش برداشت کنار جدولی، سرعت عملیات برداشت و به تبع آن زمان برداشت در این سناریو جمع آوری پایین ارزیابی می گردد. با توجه به چگالی پسماند تر، خشک، خشک ارزشمند و مخلوط در خودروهای جمع آوری، در روش تر + خشک و در خودروهای تک محفظه به ترتیب ظرفیت بارگیری برای هر متر مکعب خودرو ۲۹۰-۳۳۰ و ۱۵۰-۱۲۰ کیلوگرم

و در خودروی دو محفظه ۲۴۰ - ۲۰۰ کیلوگرم و در روش مخلوط + خشک ارزشمند به ترتیب برای هر متر مکعب خودروی جمع آوری تک محفظه ۲۷۰-۲۵۵ کیلوگرم و ۱۳۰-۱۱۰ کیلوگرم و در خودروی دو محفظه ۲۰۰ - ۱۸۰ کیلوگرم می باشد. این سناریو توانایی جمع آوری و حمل پسماندهای تولیدی در تمامی منابع شهری (خانگی، اداری و تجاری) را دارا می باشد. با توجه به شیوه جداسازی و حمل پسماندها، در این سناریو جهت جمع آوری پسماند در هر سرویس به ۱ تا ۲ خودرو نیاز می باشد. خدمه هر خودرو جمع آوری در این سناریو معادل ۲ نفر کارگر و یک راننده می باشد. در این سناریو مدیریت جمع آوری موظف به ارایه برنامه دقیق جمع آوری (زمان مراجعه) به شهروندان نمی باشد. این سناریو در مجموعه عملیات جمع آوری و حمل تا مبادی انتقال و پیش از عملیات پردازش و دفع نیازمند به ایجاد تاسیسات پردازش اولیه می باشد.

- سناریو F

با توجه به استفاده از روش برداشت کنار جدولی و دریافت، سرعت عملیات برداشت و به تبع آن زمان برداشت در این سناریو جمع آوری بالا تر از E ارزیابی می گردد. با توجه به چگالی پسماند تر، خشک، خشک ارزشمند و مخلوط در خودروهای جمع آوری، در روش تر + خشک و در خودروهای تک محفظه به ترتیب ظرفیت بارگیری برای هر متر مکعب خودرو ۳۳۰ - ۲۹۰ و ۱۵۰-۱۲۰ کیلو گرم و در روش مخلوط + خشک ارزشمند به ترتیب برای هر متر مکعب خودروی جمع آوری تک محفظه ۲۷۰-۲۵۵ و ۱۳۰-۱۱۰ کیلوگرم می باشد. این سناریو توانایی جمع آوری و حمل پسماندهای تولیدی در تمامی منابع شهری (خانگی، اداری و تجاری) را دارا می باشد. با توجه به شیوه جداسازی و حمل پسماندها، در این سناریو جهت جمع آوری پسماند در هر سرویس به ۲ خودرو نیاز می باشد. خدمه هر خودرو جمع آوری در این سناریو معادل ۲ نفر کارگر و یک راننده می باشد. در این سناریو مدیریت جمع آوری موظف به ارایه برنامه دقیق

جمع آوری (زمان مراجعه) به شهروندان می باشد. این سناریو در مجموعه عملیات جمع آوری و حمل تا مبادی انتقال و پیش از عملیات پردازش و دفع نیازمند به ایجاد تاسیسات پردازش اولیه می باشد.

- سناریو G

با توجه به استفاده از روش برداشت به شیوه دریافت، سرعت عملیات برداشت و به تبع آن زمان برداشت در این سناریو بالا ارزیابی می گردد. با توجه به چگالی پسماند تر، خشک، خشک ارزشمند و مخلوط در خودروهای جمع آوری، در روش تر + خشک و در خودروهای تک محفظه به ترتیب ظرفیت بارگیری برای هر متر مکعب خودرو ۲۹۰-۳۳۰ و ۱۵۰-۱۲۰ کیلو گرم و در روش مخلوط + خشک ارزشمند به ترتیب برای هر متر مکعب خودروی جمع آوری تک محفظه ۲۷۰-۲۵۵ و ۱۳۰-۱۱۰ کیلوگرم می باشد. این سناریو توانایی جمع آوری و حمل پسماندهای تولیدی در تمامی منابع شهری (خانگی، اداری و تجاری) را دارا می باشد. با توجه به شیوه جداسازی و حمل پسماندها، در این سناریو جهت جمع آوری پسماند در هر سرویس به ۲ خودرو نیاز می باشد. خدمه هر خودرو جمع آوری در این سناریو معادل ۲ نفر کارگر و یک راننده می باشد. در این سناریو مدیریت جمع آوری موظف به ارایه برنامه دقیق جمع آوری (زمان مراجعه) به شهروندان می باشد. این سناریو در مجموعه عملیات جمع آوری و حمل تا مبادی انتقال و پیش از عملیات پردازش و دفع نیازمند به ایجاد تاسیسات پردازش اولیه می باشد.

- سناریو H

با توجه به استفاده از روش برداشت به شیوه دریافت، سرعت عملیات برداشت و به تبع آن زمان برداشت در این سناریو بالا ارزیابی می گردد. با توجه به چگالی پسماند تر، خشک، خشک ارزشمند و مخلوط در خودروهای جمع آوری، در روش تر + خشک و در خودروهای دو

محفظه ۲۴۰ - ۲۰۰ کیلوگرم و در روش مخلوط + خشک ارزشمند به ترتیب برای هر متر مکعب خودروی جمع آوری دو محفظه ۲۰۰ - ۱۸۰ کیلوگرم می باشد. این سناریو توانایی جمع آوری و حمل پسماندهای تولیدی در تمامی منابع شهری (خانگی، اداری و تجاری) را دارا می باشد. با توجه به شیوه جداسازی و حمل پسماندها، در این سناریو جهت جمع آوری پسماند در هر سرویس به یک خودرو نیاز می باشد. خدمه هر خودرو جمع آوری در این سناریو معادل ۲ نفر کارگر و یک راننده می باشد. در این سناریو مدیریت جمع آوری موظف به ارایه برنامه دقیق جمع آوری (زمان مراجعه) به شهروندان می باشد. این سناریو در مجموعه عملیات جمع آوری و حمل تا مبادی انتقال و پیش از عملیات پردازش و دفع نیازمند به ایجاد تاسیسات پردازش اولیه می باشد.

- سناریو I

با توجه به استفاده از روش برداشت به دو شیوه دریافت و اتوماتیک، سرعت عملیات برداشت و به تبع آن زمان برداشت در این سناریو بالا ارزیابی می گردد. با توجه به چگالی پسماند تر، خشک، خشک ارزشمند و مخلوط در خودروهای جمع آوری، در روش تر + خشک و در خودروهای تک محفظه به ترتیب ظرفیت بارگیری برای هر متر مکعب خودرو ۳۳۰ - ۲۹۰ و ۱۵۰ - ۱۲۰ کیلو گرم و در روش مخلوط + خشک ارزشمند به ترتیب برای هر متر مکعب خودروی جمع آوری تک محفظه ۲۷۰ - ۲۵۵ و ۱۳۰ - ۱۱۰ کیلوگرم می باشد. این سناریو توانایی جمع آوری و حمل پسماندهای تولیدی در تمامی منابع شهری (خانگی، اداری و تجاری) را دارا می باشد. با توجه به شیوه جداسازی و حمل پسماندها، در این سناریو جهت جمع آوری پسماند در هر سرویس به دو خودرو نیاز می باشد. خدمه هر خودرو جمع آوری در این سناریو معادل ۲ نفر کارگر و یک راننده می باشد. در این سناریو مدیریت جمع آوری موظف به ارایه برنامه دقیق

جمع آوری (زمان مراجعه) به شهروندان می باشد. این سناریو در مجموعه عملیات جمع آوری و حمل تا مبادی انتقال و پیش از عملیات پردازش و دفع نیازمند به ایجاد تاسیسات پردازش اولیه می باشد.

۲-۴-۵-۲- ارزیابی زیست محیطی سناریوهای جمع آوری پسماند تفکیک شده

- سناریو E

در صورت روباز بودن و عدم نصب مخزن جمع آوری شیرابه، امکان انتشار آلاینده های بوزا و پخش شیرابه در این سناریو و به تبع آن آلودگی هوا، آب و خاک بالا می باشد. با توجه به نحوی برداشت امکان انتشار آلودگی صوتی در این سیستم نسبتاً بالا می باشد. با توجه به قرار گرفتن کیسه های حاوی پسماند ها در کنار جدول تا زمان برداشت، این سناریو دارای آلودگی منظر بالایی می باشد. با توجه به نوع ذخیره سازی و برداشت، این سناریو می تواند از نظر پاره شدن کیسه توسط جانوران و نیز پخش پسماندهای سبک در هنگام حمل با مشکل روبرو باشد. با توجه به نحوه بارگیری پسماندها، این سناریو در دراز مدت می تواند موجب ایجاد جراحت و بیماریهای شغلی در کارگران موظف گردد.

- سناریو F

در صورت روباز بودن و عدم نصب مخزن جمع آوری شیرابه، امکان انتشار آلاینده های بوزا و پخش شیرابه در این سناریو و به تبع آن آلودگی هوا، آب و خاک بالا می باشد. با توجه به نحوی برداشت امکان انتشار آلودگی صوتی در این سیستم نسبتاً بالا می باشد. با توجه به قرار گرفتن کیسه های حاوی پسماند های تر یا مخلوط در کنار جدول تا زمان برداشت، این سناریو دارای آلودگی منظر بالایی می باشد. با توجه به نوع ذخیره سازی و برداشت پسماند تر+مخلوط، این

سناریو می تواند از نظر پاره شدن کیسه و نیز پخش پسماندهای سبک در هنگام حمل با مشکل روبرو باشد. با توجه به نحوه بارگیری پسماندها، این سناریو در دراز مدت می تواند موجب ایجاد جراحت و بیماریهای شغلی در کارگران موظف گردد.

- سناریو G

در صورت روباز بودن و عدم نصب مخزن جمع آوری شیرابه، امکان انتشار آلاینده های بوزا و پخش شیرابه در این سناریو و به تبع آن آلودگی هوا، آب و خاک بالا می باشد. با توجه به نحوی برداشت امکان انتشار آلودگی صوتی در این سیستم پایین تر از شیوه برداشت کنار جدولی می باشد. با توجه به عدم قرار گرفتن کیسه های حاوی پسماند های تر یا مخلوط در کنار جدول تا زمان برداشت، این سناریو دارای آلودگی منظر پایینی می باشد. با توجه به نوع ذخیره سازی و برداشت پسماند تر+مخلوط، این سناریو می تواند از نظر پخش پسماندهای سبک در هنگام حمل در صورت روباز بوده خودرو با مشکل روبرو باشد. با توجه به نحوه بارگیری پسماندها، این سناریو در دراز مدت می تواند موجب ایجاد جراحت و بیماریهای شغلی در کارگران موظف گردد.

- سناریو H

در صورت روباز بودن و عدم نصب مخزن جمع آوری شیرابه، امکان انتشار آلاینده های بوزا و پخش شیرابه در این سناریو و به تبع آن آلودگی هوا، آب و خاک بالا می باشد با توجه به نحوی برداشت امکان انتشار آلودگی صوتی در این سیستم پایین تر از شیوه برداشت کنار جدولی می باشد. با توجه به عدم قرار گرفتن کیسه های حاوی پسماند های تر یا مخلوط در کنار جدول تا زمان برداشت، این سناریو دارای آلودگی منظر پایینی می باشد. با توجه به نوع ذخیره سازی و برداشت پسماند تر+مخلوط، این سناریو می تواند از نظر پخش پسماندهای سبک در هنگام حمل

در صورت روباز بوده خودرو با مشکل روبرو باشد. با توجه به نحوه بارگیری پسماندها، این سناریو در دراز مدت می تواند موجب ایجاد جراحت و بیماریهای شغلی در کارگران موظف گردد.

- سناریو I

با توجه به روبسته بودن و وجود مخزن جمع آوری شیرابه، امکان انتشار آلاینده های بوزا و پخش شیرابه در این سناریو و به تبع آن آلودگی هوا، آب و خاک پایین می باشد. با توجه به نحوی برداشت امکان انتشار آلودگی صوتی در این سیستم در صورت استفاده از مخازن غیر فلزی پایین تر از شیوه برداشت کنار جدولی می باشد. با توجه به استفاده از مخازن حاوی پسماند های تر یا مخلوط در کنار جدول تا زمان برداشت، این سناریو دارای آلودگی منظر پایینی می باشد. با توجه به نوع ذخیره سازی و برداشت پسماند تر یا مخلوط، این سناریو می تواند از نظر پخش پسماندهای سبک در هنگام حمل با مشکل کمتری روبرو باشد. با توجه به نحوه بارگیری پسماندها، این سناریو در دراز مدت می تواند موجب ایجاد جراحت و بیماریهای شغلی کمتری نسبت به شیوه کنار جدولی در کارگران موظف گردد.

۲-۴-۵-۳- ارزیابی اجتماعی و فرهنگی سناریوهای جمع آوری پسماند تفکیک شده

- سناریو E

در این سناریو سطح مشارکت شهروندان با سیستم جمع آوری در پایین ترین سطح خود قرار دارد. با توجه به عدم ورود پرسنل موظف به داخل حریم خصوصی تولید کنندگان، این سیستم هیچ گونه مزاحمت و زحمتی را متوجه شهروندان نمی نماید.

- سناریو F

در این سناریو سطح مشارکت شهروندان با سیستم جمع آوری بالا ارزیابی می گردد. با توجه به مراجعه پرسنل موظف به حریم خصوصی تولید کنندگان، این سیستم می تواند موجبات مزاحمت و زحمت جهت شهروندان را فراهم آورد.

- سناریو G

در این سناریو سطح مشارکت شهروندان با سیستم جمع آوری بالا ارزیابی می گردد. با توجه به مراجعه پرسنل موظف به حریم خصوصی تولید کنندگان، این سیستم می تواند موجبات مزاحمت و زحمت جهت شهروندان را فراهم آورد.

- سناریو H

در این سناریو سطح مشارکت شهروندان با سیستم جمع آوری بالا ارزیابی می گردد. با توجه به مراجعه پرسنل موظف به حریم خصوصی تولید کنندگان، این سیستم می تواند موجبات مزاحمت و زحمت جهت شهروندان را فراهم آورد.

- سناریو I

در این سناریو سطح مشارکت شهروندان با سیستم جمع آوری بالا ارزیابی می گردد. با توجه به مراجعه پرسنل موظف به حریم خصوصی تولید کنندگان، این سیستم می تواند موجبات مزاحمت و زحمت جهت شهروندان را فراهم آورد.

۴-۵-۲-۴- ارزیابی اقتصادی سناریوهای جمع آوری پسماند تفکیک شده

- سناریو E

با توجه به عدم هزینه جهت ذخیره سازی و به تبع آن هزینه های ناشی از تعمیر و نگهداری آن و نیز با توجه به عدم پیچیدگی سیستم جمع آوری در این گزینه، هزینه های مرتب به آن نسبت به سایر سناریو های جمع آوری پسماندهای تفکیک شده پایین تر ارزیابی می گردد.

- سناریو F

با توجه به عدم هزینه جهت ذخیره سازی و به تبع آن هزینه های ناشی از تعمیر و نگهداری آن و نیز با توجه به پیچیدگی سیستم جمع آوری در این گزینه، هزینه های مرتب به آن نسبت به سایر سناریو های جمع آوری پسماندهای تفکیک شده پایین تر ولی از سناریو E بالاتر ارزیابی می گردد.

- سناریو G

با توجه به عدم هزینه جهت ذخیره سازی و به تبع آن هزینه های ناشی از تعمیر و نگهداری آن و نیز با توجه به پیچیدگی سیستم جمع آوری در این گزینه، هزینه های مرتب به آن نسبت به سناریو های E و F بالاتر ارزیابی می گردد.

- سناریو H

با توجه به عدم هزینه جهت ذخیره سازی و به تبع آن هزینه های ناشی از تعمیر و نگهداری آن و نیز با توجه به پیچیدگی سیستم جمع آوری در این گزینه، هزینه های مرتب به آن نسبت به سناریو های E و F بالاتر ولی از G پایینتر ارزیابی می گردد.

- سناریو I

با توجه به هزینه جهت ذخیره سازی و به تبع آن هزینه های ناشی از تعمیر و نگهداری آن و نیز با توجه به پیچیدگی سیستم جمع آوری در این گزینه، هزینه های مرتب به آن نسبت به سایر سناریو های جمع آوری پسماندهای تفکیک شده ارزیابی می گردد.

۲-۴-۶- بررسی گزینه های انتقال پسماندهای جامد

چهارمین فعالیت در عرصه مدیریت پسماندهای جامد به وسایل، امکانات و ابزاری که برای انتقال پسماندها از وسایل نقلیه کوچک ویژه جمع آوری، به وسایل نقلیه نسبتاً بزرگتر و حمل آنها در فواصل طولانی تر به مراکز دفن، پردازش مربوط می گردد.

ضرورت استفاده از عملیات انتقال زمانی احساس می گردد که :

الف (تلنبار غیربهداشتی پسماندهای جامد در سطح شهر و در حجم بالا مشاهده گردد.

ب (فاصله نسبتاً "زیادی مابین محل دفع و محدوده جمع آوری وجود داشته باشد.

ج (ماشین آلات ویژه جمع آوری ظرفیت محدود و کوچکی داشته باشند.

در مجموع می توان انتقال پسماندهای جامد را جهت سادگی به شرح ذیل بیان نمود :

انتقال حجم زیادی از پسماندهای جامد به وسیله ماشین آلات با ظرفیت بزرگتر در مسافتهای

طولانی ارزانتر از انتقال آن توسط ماشین آلات با ظرفیت پایین در همان مسافت طولانی است.

بطور کلی در ارتباط با فعالیتهای انتقال پسماندهای جامد دو عامل عمده مطرح می باشد که در

ادامه بشرح هریک از این عوامل خواهیم پرداخت:

- ایستگاههای انتقال

- وسایط نقلیه ویژه حمل

۲-۴-۶-۱- ایستگاه های انتقال پسماندهای جامد

در گذشته ای نه چندان دور انواع پسماندهای جامد تولیدی در سطح شهرهای ایران عمدتاً از

طریق ماشین های جمع آوری روبسته (لیاند و بنز) و به طور مستقیم تحویل مرکز دفن

پسماندهای جامد می گردید. شماره (۲-۵۰).

محدودیت ترافیکی مراکز دفن از یکسو و فاصله افتادن مابین نقاط دفع یا پردازش تا نقاط جمع آوری از سوی دیگر موجب گردید تا استفاده از ایستگاه انتقال به منظور ایجاد پل ارتباطی این سیستم جمع آوری و سیستم پردازش و یا دفع به عنوان یک ضرورت مطرح گردد.



شکل (۵۰-۲) ماشین های روبسته جمع آوری و حمل پسماندهای جامد

در حال حاضر محیط های بسته ایستگاههای انتقال معمولاً به گونه ای طراحی می گردند تا علاوه بر به حداقل رساندن آثار سوء بهداشتی و زیست محیطی (سروصدا و بوهای بد ناشی از پسماندهای جامد)، بتواند به شکل مطلوبی ظرفیت و تسهیلات لازم برای انجام عملیات انتقال را فراهم نماید.

به طور خلاصه مزایای ناشی از احداث ایستگاههای انتقال به شرح زیر می باشد :

الف- اقتصاد حمل : در عمل اگر ظرفیت بار کامیونها ی انتقال که دارای ظرفیت ۱۸ تا ۲۵ تن می باشند را با کامیونها و وانت های مورد استفاده در عملیات جمع آوری با بار مجاز ۴ تا ۱۰ تن مقایسه نمایم، متوجه می گردیم که استفاده از ماشین آلات حمل و نقل به دلیل ظرفیت زیاد، تعداد تردد ماشین آلات جمع آوری به مراکز دفع و پردازش را کاهش داده، و امکان استفاده

هرچه بیشتر از خدمات اینگونه ماشین آلات در عملیات جمع آوری پسماندهای جامد را فراهم می آورد.

بررسی ها نشان می دهد که این مهم با کاهش در هزینه های سرمایه گذاری اولیه موجبات کاهش هزینه های عمومی سیستم جمع آوری پسماندهای جامد را فراهم می آورد.

ب- صرفه جویی در حق الزحمه : رفت و آمد و تردد وسایل نقلیه ویژه جمع آوری پسماندهای جامد متضمن استفاده از دو یا سه نفر خدمه می باشد.

در صورت استفاده از ماشین آلات جمع آوری در انتقال پسماندهای جامد به مراکز دفن و پردازش، ماشین جمع آوری می بایست به همراه خدمه دو یا سه نفری خود به مراکز فوق الذکر تردد نماید که این مهم موجب صرف زمان و پرداخت حق الزحمه اضافی به کارگران و خدمه موظف جمع آوری می گردد .

حال آنکه با استفاده از یک ماشین آلات انتقال فقط نیاز به یک نفر خدمه بوده که در نهایت می توان به کاهش زمان غیر مولد در این سیستم دست یافت.

ج- صرفه جویی در مصرف سوخت : مصرف سوخت وسایط نقلیه به هنگام جمع آوری و انتقال مستقیم پسماندهای جامد به مراکز دفن به دلیل تعداد سفرهای رفت برگشت بیشتر، بسیار بالاتر از مصرف سوخت در سیستم های حمل غیر مستقیم و استفاده از ایستگاههای انتقال می باشد.

د- صرفه جویی در استهلاک و سایش لاستیک : صرفه جویی بیشتر در سیستم های حمل عمدتاً از طریق کاهش در رفت و آمدهای ناشی می شود. در هر صورت صرفه جویی در تعداد مسافرتها منجر به صرفه جویی در تعمیرات موتور، قطعات و سایش لاستیک در محوطه گلی میادین دفن پسماندهای جامد و یا بطور کلی استهلاک خودرو ها می گردد.

هـ- کارآیی سیستم جمع آوری : قابلیت انعطاف ناشی از سیستمهای انتقال به مدیر مسئول جمع آوری پسماندهای جامد این اجازه را میدهد تا نسبت به برنامه ریزی دقیق تر سیستم جمع آوری پسماندهای جامد و بالا بردن کارآیی آن اقدام نماید.

و- صرفه جویی در میزان زمین مصرفی در مراکز دفن : از آنجا که عموماً "طول و مساحت مراکز دفن پسماندهای جامد، از طریق حجم ترافیک، تیپ و نوع کاربردی وسایط نقلیه مورد تردد در آن محاسبه می شود، استفاده از ماشین های بزرگ انتقال و پایین آوردن حجم ترافیکی مراکز دفن از طریق آنها موجب می گردد تا میزان مصرف زمین و مساحت مورد نیاز در این مراکز به کمترین حد خود برسد.

ز- عکس العملهای عمومی : امروزه نظریه استفاده از ایستگاههای متعدد انتقال که یک زمین را برای دفع پسماندهای جامد بخدمت می گیرند، به حد گسترده ای عمومیت یافته است. چرا که استفاده از یک زمین مناسب جهت دفع و یا پردازش پسماندهای جامد، مقاومت و یا عکس العمل منفی مردم را نسبت استفاده از زمین های متعدد دفع پسماندهای جامد، کمتر خواهد نمود.

ح- توسعه شهری : انتخاب محل احداث ایستگاههای انتقال در قطعات کوچک سازگاری بیشتری با مقررات توسعه شهری در قیاس با میداین بزرگ دفن پسماندهای جامد خواهد داشت.

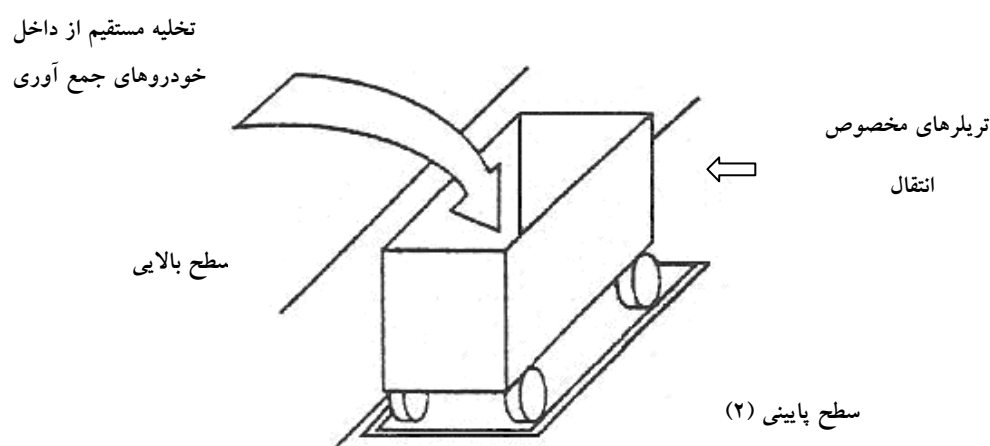
۲-۴-۲- انواع ایستگاههای انتقال پسماندهای جامد

زمانی که فاصله نقاط دفع یا پردازش تا نقاط جمع آوری زیاد باشد، حمل و نقل متداول جاده ای به تنهایی امکانپذیر نبوده و استفاده از ایستگاه انتقال به منظور ایجاد پل ارتباطی این سیستم جمع آوری و سیستم پردازش و یا دفع به عنوان یک ضرورت مطرح می باشد. این مسئله در مجموع

هزینه های حمل و نقل پسماندهای جامد را به نحو چشمگیری کاهش داده و فعالیت انتقال پسماندها را بهینه می نماید.

ایستگاههای انتقال براساس روش بارگیری به سه دسته عمده به شرح ذیل تقسیم می گردند:

الف) بارگیری مستقیم : ایستگاههای تخلیه مستقیم دارای دو سطح می باشند، در سطح اول (سطح بالایی)، وسایط نقلیه جمع آوری کننده پسماندهای حاوی خود را به طور مستقیم و از طریق یک قیف و یا ابروی شیب دار به سطح دوم (سطح پایینی) که در آن تریلرهای سقف باز قرار دارند تخلیه می نمایند. شکل (۲-۵۱).



شکل (۲-۵۱) شماتیک ایستگاه تخلیه مستقیم

این شیوه از کار به دلیل نیاز به حداقل تجهیزات و نیروی کار لازم جهت بارگیری تریلرها و نیز سرعت عملیات (بارگیری تریلرها به محض دریافت زباله انجام پذیر و قابل دسترس می باشد)، از کارایی لازم جهت انجام عملیات انتقال پسماندهای جامد برخوردار می باشد.

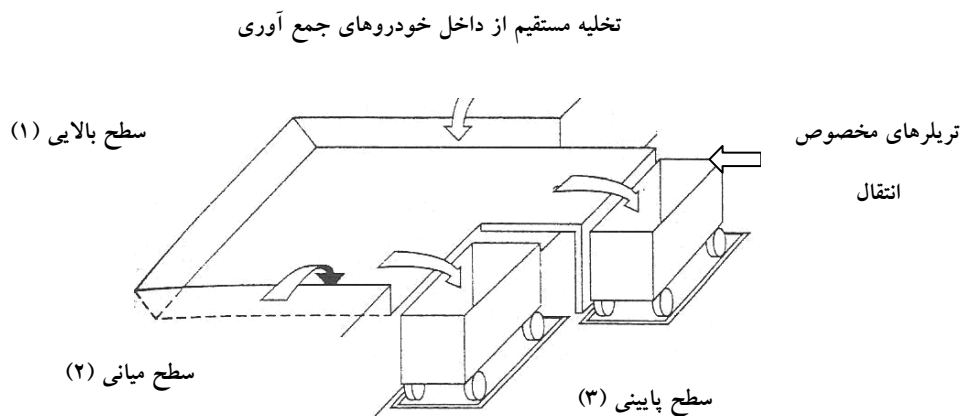
تفکر استفاده از این نوع ایستگاهها به دهه ۱۹۵۰ بر می گردد. زمانی که استفاده از سیستم های بهداشتی انتقال پسماندهای جامد جایگزین سیستم های حمل مستقیم گردید. امروزه از این نوع سیستم در مقیاس ها و ظرفیت های کوچک و بزرگ به شکل گسترده ای در مدیریت پسماندهای جامد اکثر شهرهای دنیا بهره گیری می گردد.

در این نوع ایستگاهها همانگونه که در بالا بدان اشاره گردید، پسماندهای جمع آوری شده پس از حمل، مستقیماً به تریلرهای ویژه انتقال پسماندهای جامد تخلیه می گردند. بنابراین تعداد سمی تریلر و تعداد پهلوهای بارگیری صرفاً "به مدیریت جمع آوری پسماندهای جامد بستگی داشته و هرچه برنامه ورود پسماندهای به این ایستگاهها به طور منظم تری برنامه ریزی شده باشند، از امکانات و تجهیزات این ایستگاهها می توان به نحو بهتری استفاده نمود.

این ایستگاهها در زمان اوج ترافیک بار ورودی و در زمان نبود کشنده تریلرها می تواند بصورت ایستگاه با قدرت ذخیره سازی عمل نماید، بدین ترتیب که تریلرها توسط تراکتور و یا تجهیزات یدک کش به کنار سکوی تخلیه منتقل و پس از بارگیری به محل پارک تریلرهای پر حمل، و در آنجا به تجهیزات کشنده متصل، و آماده انتقال می گردند.

ب) بارگیری غیرمستقیم (تخلیه مستقیم با ذخیره سازی در کف): ایستگاههای تخلیه مستقیم با ذخیره سازی در کف دارای سه سطح می باشند، در سطح اول (سطح بالایی)، وسایط نقلیه جمع آوری کننده محموله خود (پسماندهای جداسازی شده و نشده) را به طور مستقیم به داخل سطح دوم (سطح میانی) تخلیه نموده و پسماندها از این سطح توسط تسمه نقاله و یا ماشین آلات

سنگین (لودر و یا بلدوزر چرخ لاستیکی) و از طریق قیف و یا ابروی شیب‌دار به سطح سوم (سطح پایینی) که در آن تریلرهای سقف باز قرار دارند تخلیه می‌گردند. در شکل (۲-۵۲)، شماتیک عملیات در این نوع ایستگاههای تخلیه به نمایش گذاشته شده است.



شکل (۲-۵۲) شماتیک ایستگاه تخلیه غیرمستقیم

در این روش تخلیه مستقیم پسماندهای جامد در کف میانی به ایستگاه قدرت ذخیره سازی داده و از وابستگی تام آن به وجود کشنده ، تریلر انتقال و مدیریت برنامه ریزی شده جمع آوری، کاسته و راندمان عملیاتی ایستگاه را در ساعات بسیار شلوغ و پر ترافیک افزایش می دهد.

عدم نیاز به ایجاد فضای زیاد مورد نیاز جهت ذخیره سازی پسماندهای جامد و به تبع آن کاهش گستردگی فضای ساختمانی و کاهش هزینه های احداث و بهره برداری از ایستگاههای انتقال پسماندهای جامد را از جمله مزایای این نوع از ایستگاه های انتقال محسوب می شوند. این در حالی است که استفاده از این روش با توجه به نیازمند بودن آن به ماشین آلات سنگین جهت هل

دادن پسماندهای ذخیره شده جهت تخلیه مستقیم در تریلرهای حمل از لحاظ میزان سرمایه گذاری اولیه و هزینه نگهداری قابل بحث می باشد.

ج) ایستگاههای انتقال مجهز به فشرده ساز: امروزه یکی از متداولترین انواع ایستگاههای انتقال، ایستگاههای انتقال مجهز به فشرده ساز می باشد. که هم در محدوده ذخیره سازی در کف و هم بدون ذخیره سازی در کف عمل می نمایند. در این ایستگاهها پسماندهای جامد ورودی یا بطور مستقیم به داخل دستگاه فشرده ساز وارد، و به داخل تریلرهای حمل، منتقل می گردند یا پس از ذخیره سازی در کف توسط لودر و یا دیگر وسایط نقلیه سنگین به داخل دستگاه فشرده ساز منتقل و آماده بارگیری به تریلرهای ویژه حمل می گردند.

تریلرهای ویژه انتقال در این نوع سیستم ها عمدتاً مخازن کاملاً روبسته غلطان بوده که درب آنها بطور مکانیکی یا هیدرولیکی باز و بسته می شوند. شکل (۲-۵۳).



شکل (۲-۵۳) تریلرهای حمل مورد استفاده در ایستگاه مجهز به فشرده ساز

امروزه ایده و تفکر استفاده از فشرده سازه‌های ثابت نصب شده در ایستگاه‌های انتقال بجای استفاده از ماشین آلات انتقال مجهز به فشرده ساز به اثبات رسیده و عمومیت پیدا نموده است. دلایل عمده این مسئله را می‌توان اولاً در متمرکز کردن و حداقل سازی دستگاه‌های فشرده ساز در یک محل و کاهش هزینه سرمایه گذاری اولیه و تعمیر و نگهداری آنها، ثانياً استفاده بهینه از ظرفیت حمل خودروهای ویژه انتقال پسماندهای جامد و ثالثاً کاهش مجموع هزینه های سیستم مدیریت حمل و نقل خلاصه نمود.

د) ایستگاه‌های انتقال عمیق و چاله ای : استفاده از فکر و ایده سالیان درازی است که در بعضی از بزرگترین ایستگاه‌های انتقال کشور دنیا کاربرد دارد. از مزایای اساسی این روش برخورداری از ظرفیت بالای ذخیره سازی و قابلیت انتقال ۲۴ ساعته پسماندهای جامد و به تبع آن کاهش تعداد ماشین آلات ویژه حمل می باشد.

استفاده از این نوع ایستگاه امکان خرد نمودن و پردازش پسماندهای جامد را در داخل فضای ایستگاه‌های انتقال به نحوی مؤثری فراهم می آورد.

از طرف دیگر در این روش بمنظور جلوگیری از خسارات ناشی از تخلیه پسماندهای جامد به داخل چاله می بایست همواره مقداری از پسماندهای جامد در ته چاه باقی بماند که این مسئله با توجه به تجزیه پذیری شدید پسماندهای جامد در اشکال بی هوازی، موجبات تولید بوهای نامطبوع را به حد فزاینده ای افزایش می دهد.

ه) ایستگاه‌های انتقال ترکیبی : امروزه ایستگاه‌های انتقال بزرگتر عموماً چند منظوره طراحی می گردند. بطور کلی یک ایستگاه انتقال می تواند ترکیبی از سیستمهای تخلیه مستقیم و سیستم چاله باشد. بدین ترتیب که در اوج زمان ترافیک و نیاز به ذخیره سازی بالا، ایستگاه بصورت چاله ای

عمل نموده و پسماندهای جامد پس از جداسازی و انجام سایر پردازش های لازم بصورت مستقیم به ماشین آلات ویژه حمل بارگیری گردند. این مسئله در مجموع موجبات بالا رفتن سطح بهره وری سیستماتیک انتقال پسماندهای جامد از ابعاد فنی و اقتصادی می گردد.

۲-۴-۳- انواع تریلرهای ویژه حمل و نقل پسماندهای جامد

تریلرهای انتقال جزء لاینفکی از سیستم انتقال بوده و نوع آن ها بطور مستقیم وابسته به تیپ ایستگاه می باشد. بطور مثال در سیستم تخلیه مستقیم و یا ایستگاه انتقال چاله نیاز به تریلرهایی سقف باز بوده در حالی که در ایستگاههای مجهز به فشرده ساز نیاز به تریلرهای مسقف و کاملاً پوشیده می باشند . شکل (۲-۵۴).



شکل (۲-۵۴) تریلرهای مجهز به کانتینرهای روبسته در ایستگاههای های مجهز به فشرده ساز

بطور کلی تریلرهای سقف باز را بر اساس نحوی تخلیه به شرح ذیل طبقه بندی می نمایند :

الف- تریلرهای روباز مجهز به پارویی تخلیه : در این سیستم یک پارویی در قسمت داخلی تریلر نصب گردیده که بصورت هیدرولیکی و از طریق موتور جداگانه ای وظیفه تخلیه پسماندهای جامد را عهده دارد می باشد. شکل (۵۵-۲).



شکل (۵۵-۲) تریلرهای روباز مجهز به پارویی

ب- تریلرهای روباز مجهز به سیستم تخلیه کمپرسی: در این سیستم تریلر مجهز به سیستم هیدرولیکی تخلیه بوده و پسماندهای جامد در هنگام کمپرس کردن کانتینر به بیرون از آن تخلیه می شوند . شکل (۵۶-۲).



شکل (۲-۵۶) تریلرهای روباز مجهز به کمپرسی

ج- تریلرهای روباز تخلیه توسط تجهیزات خارجی: در این سیستم پسماندهای جامد حاوی تریلرها توسط یک شبکه زنجیره ای و یا طنابی که در قسمت ابتدای تریلر نصب گردیده تخلیه می شوند. در این تریلرها شبکه زنجیره ای و یا طنابی به بلدزر و یا تراکتور قلاب شده و پسماندهای جامد توسط حرکت تراکتور و حرکت شبکه به بیرون هدایت می شوند.

د- تریلرهای روباز یا روبسته تخلیه توسط تجهیزات پنوماتیک: در این سیستم کف کانتینرهای حمل پسماند با استفاده از جک های پنوماتیک به حرکت درآمده و پسماندهای حاوی خود را به خارج از تریلر ویژه حمل تخلیه می نماید.

۴-۶-۴-۷ انواع سکوهای انتقال پسماندهای جامد

بطور کلی انواع سکوهای انتقال پسماندهای جامد را می توان بر اساس :

- ارتفاع سکو از سطح زمین

- شکل هندسی

طبقه بندی نمود که در ادامه بشرح هریک از این طبقه بندی ها خواهیم پرداخت .

◀ طبقه بندی سکوها بر اساس ارتفاع

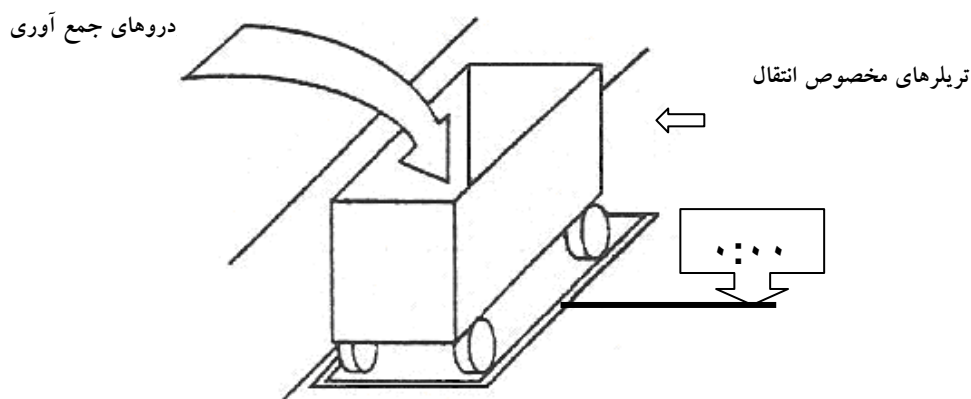
با توجه به ارتفاع بارگیری خودروهای ویژه حمل، سکوهای انتقال پسماندهای جامد را می توان به سه نوع بشرح ذیل تقسیم بندی نمود :

الف- سکوی شیب مثبت : در این حالت سمی تریلر در سطح ± 0.00 قرار گرفته و وسایل نقلیه ویژه جمع آوری برای تخلیه پسماندهای جامد خود توسط یک رمپ با شیب مثبت به ارتفاع موثر سمی تریلر که به حداقل $4/2$ متر بالغ می شود، هدایت می گردند . شکل (۲-۵۷).

در خصوص مشکلات استفاده این نوع از سکوها، می توان به :

- طول زیاد رمپ
- منظر شهری نامناسب
- حجم زیاد خاکریزی جهت احداث سکو در ارتفاع

اشاره نمود.



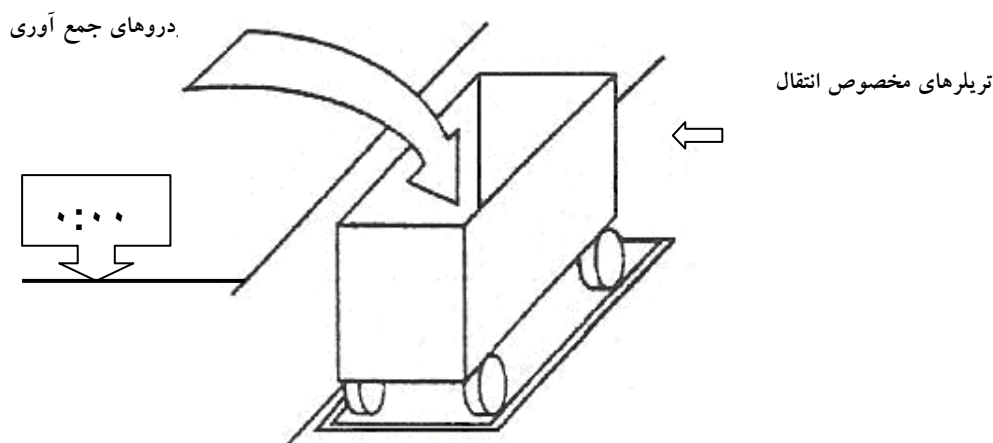
شکل (۲-۵۷) سکوهای شیب مثبت

ب- سکوی شیب منفی : در این حالت ماشین های جمع آوری در سطح $\pm 0:00$ قرار گرفته و سمی تریلرها برای بارگیری توسط یک رمپ با شیب منفی به عمق ۴:۲۰- هدایت می گردند .
 شکل (۵۸-۲).

در خصوص مشکلات استفاده این نوع از سکوها، می توان به :

- طول زیاد رمپ
- حجم زیاد خاکبرداری جهت احداث سکو در عمق

اشاره نمود.



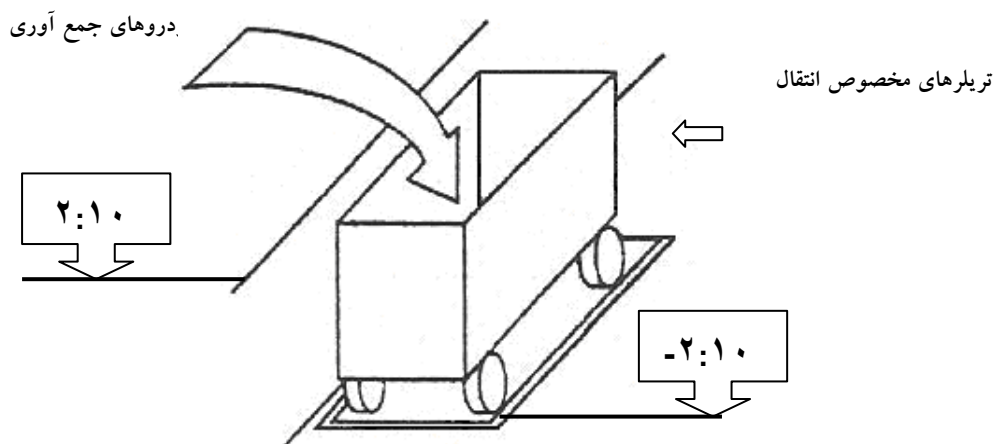
شکل (۵۸-۲) سکوی شیب منفی

ج- سکوی شیب ترکیبی : در این حالت ماشین های جمع آوری در سطح ۲:۲۰+ قرار گرفته و سمی تریلرها برای بارگیری به عمق ۲:۱۰- هدایت می گردند . شکل (۵۹-۲).

بطور کلی مزایای استفاده این نوع از سکوها، می توان به :

- مساوی بودن حجم عملیات خاکی (خاکبرداری و خاکریزی)
- عدم ایجاد منظر نامناسب شهری از طریق ایجاد دیوار و فضای سبز

اشاره نمود.



شکل (۲-۵۹) سکوهاى شیب ترکیبی

◀ طبقه بندی سکوها بر اساس شکل هندسی

با توجه به شکل هندسی، سکوهاى انتقال پسماندهاى جامد جامد را مى توان به دو نوع بشرح ذیل تقسیم بندی نمود :

الف- سکوهاى شعاعی : در این نوع سکوها که عموماً در اشکال شیب مثبت و ترکیبی ساخته می شوند، خودروهاى جمع آوری به صورت شعاعی نسبت به تغذیه کردن سمی تریلرها که به صورت مماس بر سکو قرار گرفته اند اقدام می نمایند . شکل (۲-۶۰) .

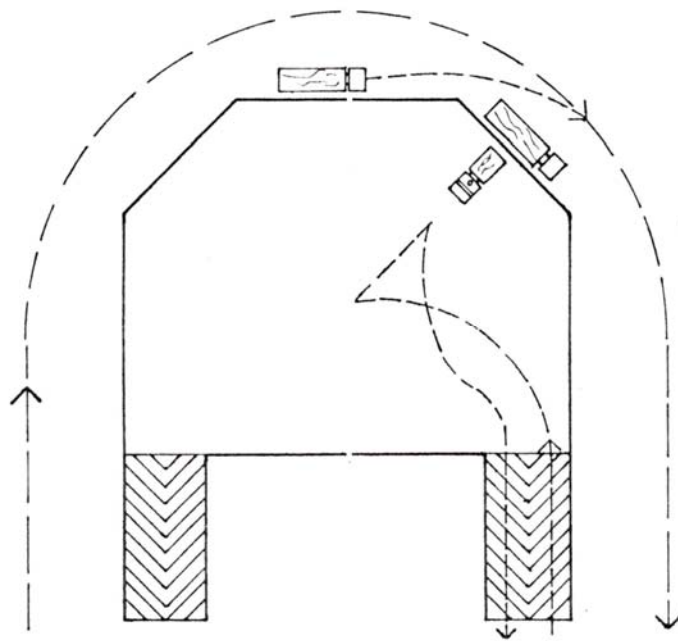
بطور کلی مزایای این نوع از ایستگاهها :

- طول کم سکو
- اشغال فضای کم جهت دسترسی به سکو
- زیبایی در طراحی و معماری

و معایب آن :

- امکان تداخل ترافیکی خودروهاى جمع آوری در هنگام تخلیه

می باشد.



شکل (۶۰-۲) سکوی شعاعی

ب- سکوهای خطی : در این نوع سکوها که عموماً در اشکال شیب مثبت، منفی و ترکیبی ساخته می شوند، خودروهای جمع آوری به صورت خطی نسبت به تغذیه کردن سیمی تریلرها که به صورت مماس بر سکو قرار گرفته اند اقدام می نمایند.

این شکل از سکو خود به دو زیر شکل دیگر بشرح ذیل تقسیم می گردد :

۱- سکوی خطی ساده . شکل (۶۱-۲)

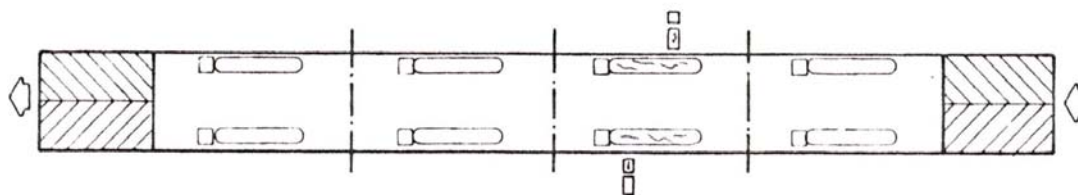
۲- سکوی خطی زاویه دار . شکل (۶۲-۲)

بطور کلی مزایای این نوع از ایستگاهها :

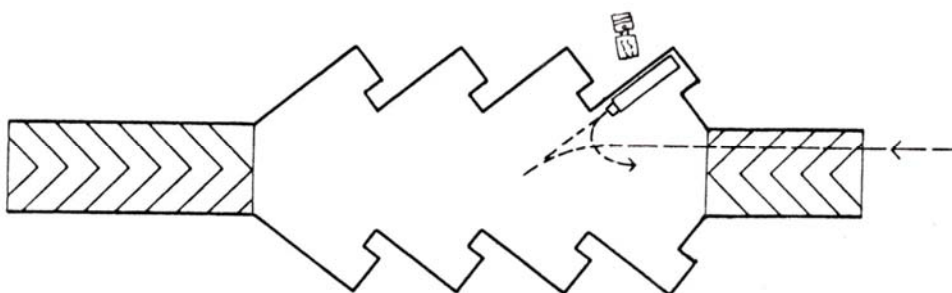
- سهولت بارگیری
- حداقل بودن تداخل ترافیکی

و معایب آن :

- طول زیاد
- اشغال فضای زیاد جهت دسترسی به سکو می باشد.



شکل (۲-۶۱) سکوی خطی ساده



شکل (۲-۶۲) سکوی خطی زاویه دار

۲-۵- گزینه های مناسب در فصول بازیافت و پردازش پسماند

علاوه بر تاثیر اساسی ترکیب کمی و کیفی زباله در تدوین استراتژیهای مدیریت زباله جامد شهری در خصوص بازیافت، دسته‌بندی مواد فوق تاثیر شایانی بر انتخاب روشهای بازیافت

خواهد داشت. بنابراین برای طراحی سیستم مدیریت مواد زائد و انتخاب و تهیه تجهیزات لازم برای بازیافت نیاز به آگاهی از ترکیبات مواد زائد ضروری است.

مسئله‌ای دیگر که در نظر داشتن آن بسیار حائز اهمیت است اندازه‌گیری زباله شهری بوسیله نسبت وزنی، حجمی و منابع برای سیاست کاهش زباله و ارزیابی اثر آن است، این مسئله به فهم اثر بازیافت کمک زیادی خواهد نمود. مثلاً در ژاپن آزمایشات روی ترکیب زباله از نظر حجم که از حدود ۲۰ سال پیش شروع شده است نشان می‌دهد که آشغال از لحاظ حجم ۴۰٪ و از لحاظ وزن ۱۰٪ زباله را تشکیل می‌دهد در حالیکه کاغذ و پلاستیک از لحاظ حجم به ترتیب ۲۵٪ و ۱۰٪ و از لحاظ وزن ۳۵٪ و ۴۰٪ هستند. بنابراین از لحاظ هزینه بازیافت و فضای مورد نیاز برای مواد فنی توجه به کاغذ و پلاستیک در این کشور بسیار مهم است، توجه به این نکته ضروری است در کشور ما (در منطقه مورد مطالعه) از یک طرف آشغال (که همان مواد فسادپذیر می‌باشند) حدوداً ۷۰٪ از لحاظ وزن زباله را تشکیل می‌دهد و پلاستیک و کاغذ جمعاً حدود ۱۲٪ از این میزان را بخود اختصاص داده‌اند.

از طرف دیگر در مدیریت بازیافت آگاهی از روند آتی ترکیبات مواد زائد جامد از اهمیت زیادی برخوردار است. بعنوان مثال، فرض کنیم که براساس داده‌های موجود بازیابی کاغذ در برنامه گنجانیده شود ولی در آینده تولید کاغذ حذف گردد در اینصورت چنین برنامه‌ای بسیار گران قیمت در خواهد آمد، اگر چه این مورد بسیار عجیب است ولی نشان دهنده این موضوع هست که روند آینده برنامه‌ریزی بلندمدت باید بطور دقیق ارزیابی گردد.

مسئله دیگری که باید در نظر گرفته شود عبارت است از شناسایی بازار مصرف و نسبت هزینه - فایده مواد بازیافت شده، مسلماً در صورت وجود بازار و صرفه برای مواد، تشویق به امر

جداسازی و بازیافت صورت می گیرد، البته در این مورد مواد زائد خطرناک که باید جداگانه دفن شوند استثناء می باشد.

با توجه به ترکیبات زباله جامد شهری و مواد قید شده در بالا یعنی آگاهی روند آتی ترکیبات مواد زائد و وجود بازار، می توان به بازیافت یک یا چند ماه دست زد البته تصمیم گیری معمولاً براساس ارزیابی های اقتصادی- اجتماعی و ملاحظات محلی می باشد ولی معمولاً در زائدات شهرها کاغذ و مقوا، لاستیک و پلاستیک، منسوجات، شیشه، فلزات آهنی و مواد آلی جزء مواد اصلی قابل بازیافت هستند. بنابراین یک طراح یا مدیر، برای تحقیق در مورد بازیافت منابع یک جامعه، ابتدا باید پتانسیل بازیافت را با توجه به مواد و بازار ارزیابی کند، اگر هیچ بازاری برای مواد بازیافتی وجود نداشته باشد می توان فاز صورت برداری را متوقف نمود.

لیست اولویتها باید براساس شرایط اجتماعی- اقتصادی جامعه که بوسیله طراحان، تصمیم گیران، سیاستمداران و مردم مورد بررسی قرار می گیرند، تهیه شود.

به طور کلی موارد اساسی قابل توجه در رابطه با پردازش و بازیافت عبارتند از:

- تعیین زمان و مکان مناسب برای پردازش مواد
- تعیین اولویتها
- آگاهی از تکنولوژی و فناوری های بازیافت.
- شناخت بازار فروش مواد بازیافتی
- تعیین ویژگیها و خصوصیات مواد بازیافتی و نیز حدود فعالیت آژانس های مدیریت مواد زائد جامد
- ارزیابی اثرات ثبات بازار روی سیستم مدیریت مواد زائد جامد

بازیافت فرآیندی است که طی آن مواد زائد دوباره به منابع باارزش تبدیل می شود. این عمل مزیت های زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی را به دنبال دارد. موادی مانند شیشه، فلز، پلاستیک و کاغذ جمع آوری و جداسازی شده و طی فرآیندهایی به مواد و محصولات جدید تبدیل می شوند. فناوری های بازیافت از زباله های شهری را می توان به صورت زیر تقسیم بندی کرد (بازیافت مواد زائد جامد شهری - عبدلی، ۱۳۸۲):

۱. بازیافت لاستیک
۲. بازیافت پلاستیک
۳. بازیافت کاغذ و مقوا
۴. بازیافت فلزات
۵. بازیافت شیشه
۶. بازیافت انرژی

لذا با توجه به موارد ارائه شده در این قسمت ابتدا گزینه های مناسب پردازش ارائه و سپس پروسه های بازیافت مورد بررسی قرار می گیرند.

۲-۵-۱- تکنیک ها و تجهیزات پردازش

روش های فنی پردازش پسماندها، به منظور اصلاح بازده عملیات بازیافت منابع یا مواد تبدیلی و انرژی، در سیستم های مدیریت مواد زائد به کار می روند. در این قسمت روش های معمول در پروسه کردن مواد زائد جامد، مورد بررسی قرار خواهد گرفت. به طور کلی روش های پردازش را می توان در سه دسته پردازش مکانیکی، بیولوژیکی و حرارتی تقسیم بندی نمود که دو مورد اخیر به دلیل اهمیت بالا در مدیریت مواد زائد جامد، در بخش های جداگانه ای (تولید کمپوست و زباله سوزی) مطالعه خواهند شد.

اهداف پردازش نمودن، ۵ تکنیک اصلی آن و تجهیزات مربوط، در زیر و به اختصار ذکر می گردد:

- کاهش مکانیکی حجم (فشرده‌گی)
 - کاهش شیمیایی حجم (سوزاندن)
 - کاهش مکانیکی اندازه (ریز-ریز کردن)
 - جداسازی ترکیبی مواد زاید (با روش های دستی یا مکانیکی)
 - خشک کردن و آب گیری (کاهش رطوبت موجود در مواد زاید)
- دو روش و تکنیک اول یعنی کاهش مکانیکی/شیمیایی مواد زاید، حدود یک قرن است که در دنیا متداول شده است. ولی سه تکنیک دیگر دارای تاریخچه کاربردی نسبتاً جدیدی می باشد.

۲-۵-۲- اهداف سیستم پردازش

در سیستم مدیریت مواد زاید جامد، با توجه به اهداف مورد نظر، تکنیک های خاصی به منظور پردازش انتخاب می گردد. سه هدف اصلی در پردازش به قرار زیر می باشند.

- بهبود کارایی سیستم های مدیریت مواد زاید جامد
- بازیافت مواد قابل استفاده
- بازیافت انرژی از تبدیل مواد

۲-۵-۲-۱- بهبود کارایی در سیستم های مدیریت مواد زاید جامد

تکنیک های مختلفی برای پردازش مواد وجود دارد که توسط آن سیستم های مدیریت مواد زاید جامد را می توان اصلاح نمود. مثلاً با فشرده کردن و سپس بسته بندی مواد و همچنین سوزاندن

ان توسط زباله سوزی تا حد قابل ملاحظه ای می توان نیازمندی های انبار سازی مواد زاید را در آپارتمان های متوسط و بزرگ تقلیل داد. کاغذهای باطله قبل از بازیافت معمولاً فشرده شده و حجم آن به منظور تسهیل در امر حمل و نقل و انبار سازی کاهش می یابد. در بعضی موارد مواد زاید فشرده بسته بندی می شوند (Baled) تا هزینه حمل آنها به محل دفن کمتر شود. در محل دفن، مواد زاید کاملاً فشرده می شوند تا مساحت زمین مورد نیاز کاهش یابد. مواد زاید قبل از انتقال هیدرولیکی و یا بادی (Pneumatically) باید ریزش شده و به قطعات کوچکتر تبدیل شوند. عمل ریزش کردن (Shredding) موجب بهبود کارایی عملیات در محل دفن مواد زاید می شود. انتخاب تکنیک های پردازش به اجزای ترکیبی کل سیستم مدیریت و شرایط خاص آن بستگی دارد.

۲-۵-۲- بازیافت مواد

معمولاً موادی از ترکیب مواد زاید شهری جدا می شود که بازار فروش داشته باشد و به میزان قابل توجهی در مواد زاید یافت شود. موادی نظیر کاغذ، مقوا، پلاستیک، شیشه، مقوا، شیشه، فلزات آهنی، آلومینیوم و سایر فلزات غیرآهنی قابل بازیافت می باشند. چون مواد بعد از جدا شدن، بسته به شرایط فروش و بازار کالا، هرکدام دارای اقتصاد خاصی می باشند، لذا در این مورد تکنیک های متعددی گسترش یافته است.

۲-۵-۳- بازیافت انرژی از مواد

از طرق مختلف زیر مواد آلی قابل سوختن می توانند به محصولات حدواسط و انرژی نهایی تبدیل شوند:

- سوزاندن و یا احتراق مستقیم در دیگ های بخار و تولید بخار
 - پیرولیز مواد و تولید گاز و سوخت مایع
 - هضم بیولوژیکی همراه با لجن فاضلاب یا بدون آن و تولید گاز متان
- اغلب در سیستم مدیریت، اولین مرحله، جداسازی مواد آلی قابل سوختن از سایر مواد می باشد. قبل از ورود به مرحله سوزاندن مواد آلی باید جدا شده و با کمک تکنیک های پردازش از جمله تکنیک ریزریز کردن و یا خشک کردن جهت مراحل بعدی آماده کرد.

۲-۵-۳- روشهای پردازش مکانیکی

روشهای پردازش مکانیکی اغلب برای کاهش حجم پسماندها بویژه برای کاهش مشکلات حمل، ذخیره سازی و نگهداری و نیز تفکیک پسماندها مطرح می باشد. همانگونه که در دیاگرام مربوطه نیز مشاهده می شود شامل کاهش حجم، کاهش اندازه ذرات و آبگیری از زباله های تر می باشد. کاهش حجم و اندازه اهمیت زیادی در بخش پردازش و دفع و نیز هزینه های حمل و نقل دارد. در حال حاضر روشهای مختلفی برای کاهش حجم و اندازه پسماندها وجود دارد. اغلب این فناوری ها از سایر صنایع وارد حیطه پسماندها شده اند.

۲-۵-۳-۱- متراکم کننده ها

منظور اساسی از این شیوه افزایش قابلیت نگهداری و حمل اجزای پسماندها و افزایش قابلیت استفاده از آنها بعنوان سوخت می باشد. این شیوه از فرایندهای تولید RDF نیز محسوب می شود. اساساً RDF شامل اجزای سبک تر زباله شامل کاغذ، پلاستیک ها و بخشی از پسماندهای غذایی می باشد. با متراکم کننده ها می توان وزن بالاتری از زباله را در حجم مشابه نگهداری نموده و

ارزش حرارتی واحد حجم نیز افزایش می‌یابد. متراکم‌کننده‌ها معمولاً در انتهای خط و قبل از انبار قرار می‌گیرند. در حال حاضر ۶ نوع تجهیزات متراکم‌کننده‌ها وجود دارند: پلت سازها (pelletizers)، بریکت سازها (briquetters)، مکعب سازها، قالب گیرها (extruders)، فشرده سازها (compactors) و عدل بندها (balers) که در ادامه فشرده سازها و عدل بندها توضیح داده می‌شود. نمونه ای از پلت سازها در شکل (۶۳-۲) ارائه شده است.



شکل (۶۳-۲) سیستم پلت ساز زباله

۲-۵-۳-۲- فشرده سازها

فشرده سازها از سالهای دهه ۶۰ و در پاسخ به افزایش نرخ شدید حمل و نقل و دفع زباله پرکاربرد شدند. واحدهای اولیه فشرده ساز، زباله را در درون جعبه‌های مکعبی ۲.۵×۲.۵×۶.۵ فشرده می‌کردند و زمانی که جعبه از زباله بحد کافی پر می‌شد، زباله برای دفن حمل می‌گردید. این سیستم برای زباله‌های خشک ایده‌آل بود. بعضی از صنایع و مشاغل نظیر رستورانها و بیمارستانها، پسماندهای مایع نیز در کنار پسماندهای جامد داشتند و چون بخش مایع از زباله جدا شده و پخش می‌گردید و باعث ایجاد بو و جذب حیوانات و حشرات می‌گردید، لذا کانتینرهای با فشرده ساز مطرح شدند. نمونه ای از خودروهای فشرده ساز در شکل (۶۴-۲) ارائه شده است.



شکل (۶۴-۲) خودروی فشرده ساز زباله

۲-۵-۳-۳- عدل بندها

عدل بندها از پرکاربردترین سیستم‌ها در بازیافت مواد و کاهش حجم زباله می‌باشند. از عدل بندها برای عدل بندی مقوا، روزنامه، انواع کاغذ، قوطی آلومنیومی و ظروف پلاستیکی استفاده می‌شود. این سیستم‌ها با رنج وسیع توان و کارکرد عرضه می‌شوند. برخی از آنها تمام اتوماتیک و بعضی با نیاز به کارگر فراوان هستند. محصولاتی که با عدل‌بند های ضعیف‌تر فشرده می‌شوند حتماً بایستی با سیم فولادی، نایلون بادوام و یا هر ماده بادوام دیگر لفافه بندی شوند. البته عدل بندهای با توان بالا نیز وجود دارند که فشردگی ایجاد شده بعد از برداشتن فشار همچنان باقی می‌ماند. البته این نوع عدل بندها نسبت به عدل‌بندهای ضعیف‌تر گرانتر و هزینه تعمیر و نگهداری بالاتری دارند. انتخاب نوع و ظرفیت دستگاههای عدل بند به نوع پسماند ورودی مربوط است. نمونه ای از دستگاه عدل بندی و عدل های تولیدی در شکل (۶۵-۲) ارائه شده است.



شکل (۶۵-۲) نمونه عدل بند

۷-۵-۳-۴- خردکن ها

خردکن‌ها در فرآیند پردازش زباله خام برای کاهش اندازه طراحی شده‌اند. با این وجود سایر مزایا نیز با آنها مرتبط می‌باشد. خردکن‌ها برای هر نوع ماده‌ای در درون زباله قابل کاربرد می‌باشد. در ابتدا خردکن‌ها برای صنایع سنگ و معدن توسعه یافته‌اند و تطبیق پذیری آنها باعث استفاده در سایر صنایع نظیر پردازش و بازیافت زباله گردیده است. در حال حاضر از خردکن‌ها در خرد کردن پسماندهای تخریب و ساخت بتنی، فولادی و سایر مواد و مصالح ساختمانی استفاده می‌شود.

فرآیند خردکردن شامل ۳ نوع کارکرد است: شکستن، بریدن و سائیدن. شکستن شامل کاهش ابعاد با کوبیدن بوده، بریدن شامل کشیدن دو جزء در دو جهت مختلف می‌باشد و سائیدن شامل خراش و سایش بر روی سطح مواد می‌باشد. اغلب خردکن‌ها دو یا هر سه فرآیند را بطور همزمان اعمال می‌نمایند.

خرد کردن برای زباله مزایای دیگری نیز بدنبال دارد. زباله خرد شده برای زباله‌های بهداشتی بهتر بوده و بو و در نتیجه جوندگان و حشرات را کاهش می‌دهد. ضمناً سیستم‌های دفن زباله براحتی بر روی این زباله جابجا می‌شوند. همچنین زباله خرد شده برای تولیدکنندگان RDF نیز مناسب می‌باشد چون سطح محصولات را افزایش می‌دهد.

خردکن‌ها برای پسماندهای ساخت و ساز و نخاله‌های ساختمانی و پسماندهای حیاطی مناسب است ولی بیشترین کاربرد آن برای بازیافت مواد می‌باشد. خردکن‌ها برای بازیافت مواد و زباله سوزها مزایای فراوانی را ایجاد می‌کنند:

✓ حجم زباله را بمیزان قابل توجهی کاهش می‌دهند.

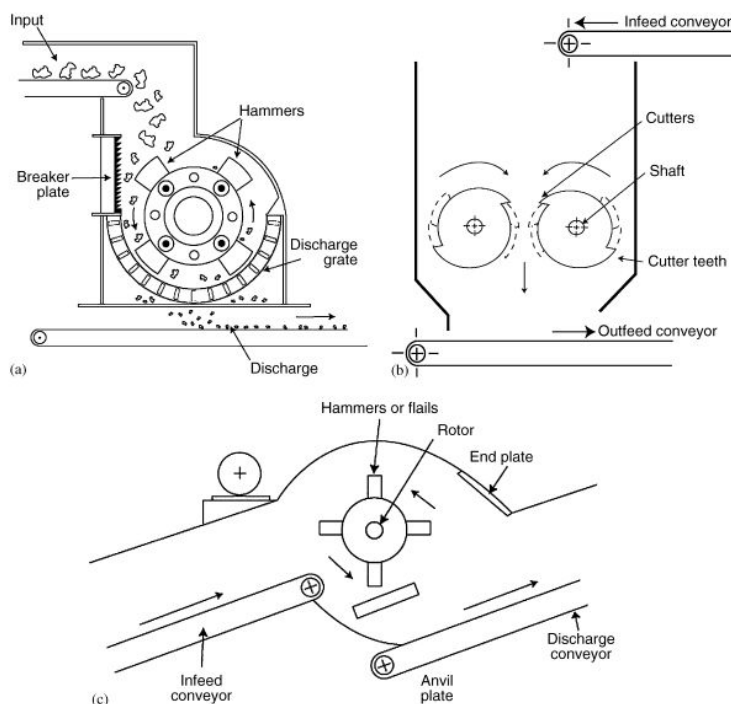
✓ زباله‌ها یکنواخت و هموژن می‌گردند.

✓ تفکیک زباله‌ها تسهیل می‌گردد (بوژه آهن، کاغذ و ...)

✓ جداسازی بخش احتراق پذیر از بخش غیرقابل احتراق راحت‌تر می‌شود.

✓ RDF به ساینز مناسبی برای احتراق در نیروگاههای احتراقی تبدیل می‌گردد.

در یک سیستم بازیافت مواد، خردکن را می‌توان در ابتدا برای کاهش اندازه مواد خام و یا در انتها برای کاهش ابعاد مواد پردازش شده قرار داد. خردکن‌ها در شکل‌ها و اندازه‌های مختلف از خردکن‌های متحرک کوچک کاغذ تا سیستم‌های بزرگ خردکن اتومبیل عرضه می‌شوند. سه نمونه از خردکن‌ها شامل آسیاب چکشی، آسیاب شلاقی و قیچی دوار بسیار پرکاربرد هستند. نوع وانی آن برای پسماندهای حیاطی و نخاله‌های ساختمانی کاربرد بیشتری دارد. در شکل (۲-۶۶) سه نوع خردکن اصلی (a) آسیاب چکشی، (b) قیچی دوار و (c) آسیاب شلاقی نشان داده شده است.



شکل (۲-۶۶) سه نوع خرد کن اصلی (a آسیاب چکشی، b قیچی دوار و c آسیاب شلاقی

- آسیاب چکشی

پرکاربردترین خردکن‌ها می‌باشد که از یک استوانه یا جزء باریک شونده که به یک روتور مرکزی با یکسری چکش‌های دوار سریع مجهز است. چکش‌ها یا ثابت هستند و یا بصورت شناور امکان خرد کردن زباله‌های حجیم و یا خیلی فشرده را میسر می‌سازند. مجموعه روتور و چکش‌ها در بدنه‌ای محکم تعبیه شده‌اند و سطح داخلی آنها می‌توانند مجهز به میلیه‌های برشی تیزی گردند. کاهش اندازه در این سیستم‌ها با ترکیب پاره کردن و فشردگی ایجاد می‌گردد. بعلاوه یک کاهش حجمی بخاطر سطوح برنده داخل بدنه ایجاد می‌گردد.

خردکن‌های مورد استفاده برای زباله‌های جامد شهری دارای نسبت عرض به قطر بزرگتر از ۱، وزن هر چکش بزرگتر از ۷۰ کیلوگرم، سرعت دوران نوک چکش بمیزان ۴۲۶۰ متر بر دقیقه،

چهار ردیف چکش و دوره راه‌اندازی ۳۰ ثانیه و سرعت چرخشی از ۷۰۰ تا ۳۰۰۰ دور بر دقیقه و با توان ۵۰۰ تا ۷۰۰ کیلووات می‌باشند.

- قیچی دوار

قیچی دوار یا خردکن قیچی دارای دو محور با جهت دوران خلاف هم که با دیسک‌های عمود بر هم که مانند کاتر عمل می‌کنند، مجهز شده‌اند. این سیستم با سرعت دوران پائین کار می‌کند (۶۰ تا ۱۹۰ دور بر دقیقه). ابعاد با بریدن و کوبیدن کاهش می‌یابند. فضای مابین محورها تنظیم کننده میزان و سایز مواد خرد شده می‌باشد. اندازه مواد می‌تواند از ۲/۵ تا ۲۵ سانتی‌متر تنظیم گردد. مواد از میان دیسک‌ها به پایین رانده می‌شوند و هیچ چیزی حتی ریل‌های طویل راه-آهن نیز خللی در کار سیستم ببار نمی‌آورد. اغلب این سیستم‌ها با موتورهای هیدرولیک کار می‌کنند و توان چرخش مخالف را بصورت اتوماتیک جهت جلوگیری از گیر کردن مواد داراست. از مزایای این سیستم سرعت پائین‌تر و پائین آمدن احتمال بروز مشکلات بهره‌برداری می‌باشد. این همچنین می‌تواند از آلوده شدن مواد به خرده شیشه ممانعت بعمل آورد. هزینه پایین و تعمیر و نگهداری کمتر از دیگر مزایای آن است. مشابه سایر خردکن‌ها، وجود مواد فولادی و بادوام به سیستم ضربه می‌زند و بایستی حداکثر امکان این مواد را از قبل جدا کرد.

- آسیاب شلاقی

آسیاب شلاقی بسیار شبیه آسیابهای چکشی بوده با این تفاوت که محور دوار با تعدادی از سیستم‌های دورانی جانبی حفاظت می‌گردد. با این سیستم فقط مواد خرد شده درشت‌تر حاصل می‌گردد. در این سیستم‌ها عموماً مواد وارد و خارج می‌شوند و مشابه آسیابهای چکشی با توقف

باعث ریزتر شدن مواد نمی‌شوند. این سیستم توان الکتریکی کمتری نیاز دارد. در حین عبور زباله از آسیاب، چکش‌ها زباله را بر روی سندان می‌کوبند. مزیت این سیستم توان مورد نیاز پایین تر و نیاز به تعمیر کمتر می‌باشد. بزرگترین عیب سیستم عدم کاهش زیاد اندازه مواد می‌باشد.

۲-۵-۳-۵- فاشک کن ها

در سیستم‌های زباله‌سوزی خشک کن‌ها برای کاهش محتوای رطوبت زباله‌ها و افزایش ارزش حرارتی استفاده می‌شوند. کاهش رطوبت باعث بهبود نگهداری، بهبود وضعیت هوا و کاهش پاتوژن‌ها می‌شود. سیستم خشک‌کن مجهز است به: (۱) دمنده‌ایی جهت چرخش گرما و حرکت دادن زباله به جلو، (۲) یک محفظه احتراق که از RDF برای تولید گرما استفاده می‌کند، (۳) یک درام چرخان با موتور دور متغیر و (۴) یک جداساز سیکلونی که زباله شهری را از جریان هوا جدا می‌کند.

ورودی زباله‌های جامد شهری مستقیماً روبروی درام چرخان می‌باشد. جریان زباله و هوای گرم در درام در مراحل مختلفی عبور می‌کند. نوعاً هوای داغ چندین مرتبه معادل طول درام را طی می‌کند تا وارد جداساز سیکلون شود. چون درام با سرعت ثابتی می‌چرخد، زباله خوب تکانده شده و با سطح بیشتری در معرض هوای گرم قرار می‌گیرد.

۲-۵-۳-۶- متراکم سازی با فشار زیاد

اخیراً تعدادی از این متراکم کننده‌ها با فشار زیادتر از ۵ پوند بر اینچ مربع طراحی شده اند. در اکثر این سیستم‌ها، تجهیزات متراکم سازی با ویژگی خاصی ساخته شده که قادر است علاوه بر فشرده‌کردن مواد زاید جامد، آنها را بصورت بلوکهایی در اندازه‌های مختلف در آورد. معمولاً

اندازه بلوکهای کامل ۱۶ اینچ * ۴ فوت * ۴ فوت بود. و وزن مخصوص آنها تقریباً ۱۶ تا ۱۸۵ .
پوند بر یارد مکعب می باشد. در سیستم دیگری مواد زاید خرد شده با اندازه‌های حدود ۹ اینچ از
دستگاه خارج می شود. وزن مخصوص نهایی مواد خرد شده در این پروسه حدود ۱۶ تا ۱۷
پوند بر یارد مکعب می باشد.

۲-۵-۴- کاهش شیمیایی حجم

علاوه بر کاهش مکانیکی حجم، فرآیند های شیمیایی گوناگونی جهت کاهش حجم مورد استفاده
بوده است. تا اوایل سال ۱۹۷۱ زباله سوزی بطریق روباز و در هوای آزاد روش معمول برای دفع
مواد زاید محسوب می شد. حتی امروزه هم در بعض از نواحی چین متدی بکار گرفته می شود.
در اوایل قرن اخیر کاهش شیمیایی جهت بازیافت روغن از پسمانده مواد غذایی مورد استفاده
بوده که طی این فرآیند حجم ماده زاید نیز کاهش می یابد. در اوایل قرن بیستم متداولترین روش
جهت کاهش شیمیایی مواد زاید، روش زباله سوزی محسوب می شد.
در سالیان اخیر روش زباله سوزی را هم جهت کاهش حجم مواد زاید و هم بمنظور تولید نیرو،
مورد استفاده قرار داده اند.

۲-۵-۵- جداسازی اجزاء ترکیبی

جداسازی اجزاء ترکیبی مواد زاید یکی از عملیات ضروری جهت بازیابی مواد و بازیافت انرژی
از آن می باشد. جداسازی می تواند دستی و یا مکانیکی باشد. اگر جداسازی دستی انجام گیرد،
اجزاء ترکیبی را می توان قبل از انجام هر گونه عملیاتی جدا نمود. ولی در صورتی که جداسازی
مکانیکی مورد استفاده قرار گیرد، اولین قدم ضروری قبل از عملیات جداسازی، کاهش اندازه می

باشد. اطلاعات لازم در مورد عملکرد تکنیکهای مکانیکی برای جداسازی اجزاء ترکیبی مواد بصورت زیر می باشد. در بین تکنیکهایی که نام برده شده است، جداسازی مغناطیسی و روش سرند کردن، به جهت کاربرد فراوان آن، در ادامه توضیح داده خواهد شد. چون اطلاعات در مورد نحوه عملکرد این تجهیزات نسبتاً تازه و جدید است، لذا در کاربرد این گونه تجهیزات باید دقت فراوان به عمل آید.

۲-۵-۵-۱- جداسازی در مبدا

- جدا سازی دستی

این روش برای جداسازی کاغذ با کیفیت بالا، فلزات و چوب زر نواحی صنعتی و تجاری و روزنامه زر اماکن مسکونی می باشد.

۲-۵-۵-۲- جداسازی متمرکز

- جداسازی دستی

اگر در منبع تولید جدا شود ممکن است اقتصادی باشد. البته به هزینه کارگر بستگی دارد.

- جداسازی هوایی

برای جداسازی قطعات سنگین مثل شیشه و فلز از قسمت سبک نظیر کاغذ بکار می رود.

- جداسازی جرمی

مانند جداسازی هوایی است.

- غربال کردن

ریز ریز کردن، جداسازی قبل از عمل ریز ریز کردن و یا قبل از عمل جداسازی هوایی از این تکنیک برای جداسازی شیشه می توان استفاده نمود.

- شناوری

در این روش کنترل آلودگی هوا ضروری است که هزینه زیادی در بر دارد.

- جداسازی نوری

در تکنیک شناوری، برای جداسازی شیشه از اجسام تیره و ریزریز کردن، جداسازی شیشه های بیرنگ و بلوری از شیشه های رنگی ممکن است بکار گرفته شود.

- جداسازی الکترواستاتیکی

این پروسه نیز برای جداسازی شیشه پس از مراحل فوق صورت می گیرد.

- جداسازی مغناطیسی

این روش در دامنه وسیعی جهت جداسازی فلزات کاربرد دارد.

- جداسازی در محیط سنگین

با تنظیم نیروی ثقل در حد متوسط، تعدادی از مواد را می توان از یکدیگر جدا ساخت، برای هر ماده باید واحد جداگانه ای به کار گرفت.

- جداسازی القایی خطی

این روش در دامنه وسیعی جهت جداسازی آلومینیوم و فلزات غیر آهنی کاربرد دارد. که واحدهای جداسازی آلومینیوم باید از سایر فلزات جدا باشد.

۲-۵-۳- جداسازی مغناطیسی

متداولترین روش جهت جداسازی قراضه های آهن از سایر مواد زاید ریز شده، استفاده از سیستمهای بازیافت مغناطیسی می باشد. معمولاً بازیابی مواد آهنی می تواند هم بعد از ریزریز شدن و جداسازی هوایی و هم بعد از ریزریز شدن و جداسازی ثقلی انجام گیرد. در بعضی از دستگاهها مواد فولادی توسط آهن ربای سقفی و قبل از ریزریز شدن، از کل مواد جدا می شود.

اگر مواد زایدخانگی توسط زباله سوزها سوزانده شوند، توسط آهن رباها از خاکستر باقیمانده از سوخت مواد و قطعات آهنی جدا می گردد. سیستم بازیافت مغناطیسی در محل دفن بهداشتی مواد نیز مورد استفاده قرار می گیرد.

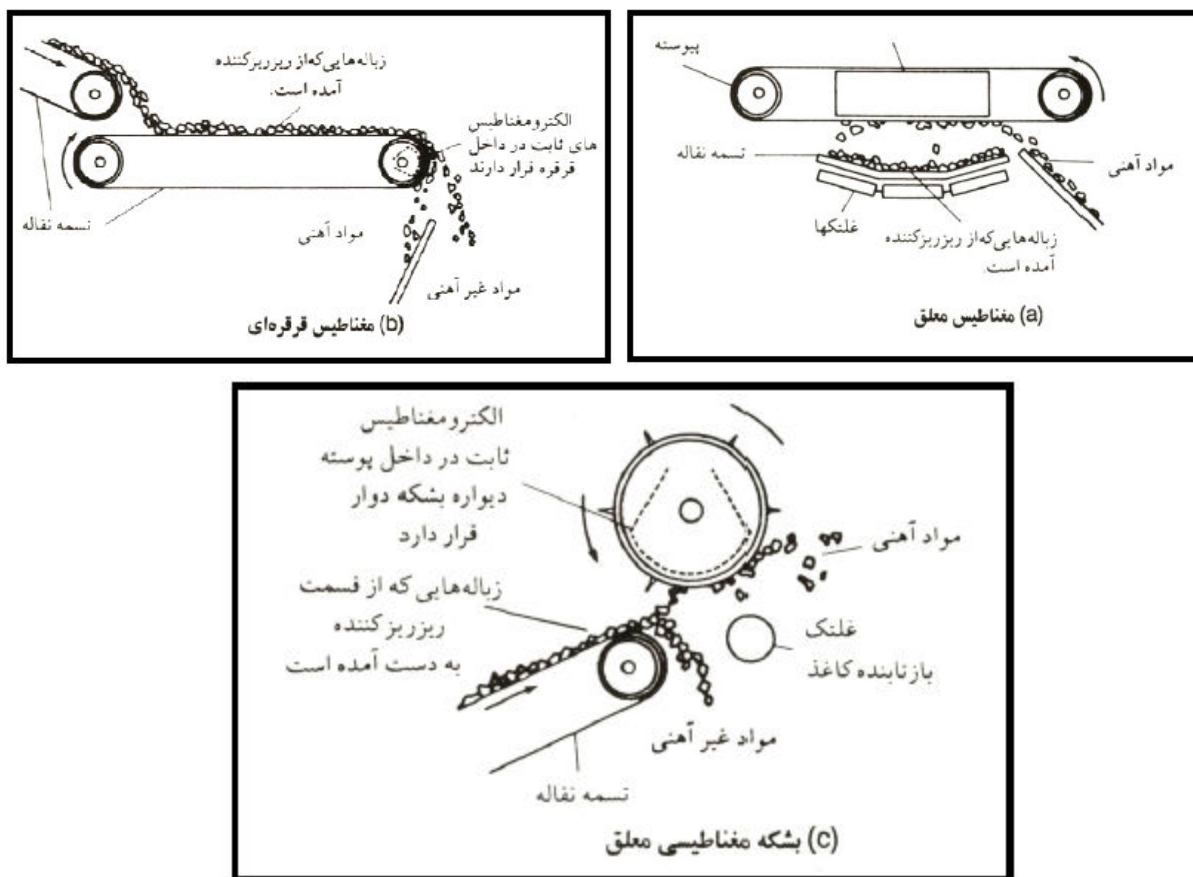
تجهیزات جداسازی مغناطیسی: انواع مختلفی از تجهیزات برای جداسازی مواد آهنی در طی سالها مورد استفاده قرار گرفته است که متداولترین انواع آنها عبارتند از: آهن ربای معلق، آهن ربای قرقره ای و بشکه مغناطیسی معلق که در شکل (۲-۶۷) نشان داده شده است.

نوع معمول جداسازهای مغناطیسی دارای سه نوع آهن ربا می باشد. اولین آهن ربا برای جذب آهن تعبیه شده است. دومین آهن ربا ذرات آهن جذب شده را به قسمت انتهایی دستگاه انتقال می دهد. وقتی که ذرات فلزی جذب شده به ناحیه فاقد میدان مغناطیسی برسد، همراه با ذرات غیر فلزی که ممکن است در بین ذرات فلزی محبوس شده باشد آزادانه به پایین سقوط می کنند.

آخرین آهن ربا موجب می شود که مواد فلزی به تسمه گردان برگشته و به نقاله دیگر و یا ظروف مخصوص تخلیه گردد. برای اینکه مسئله ساییدگی تسمه پیش نیاید در طراحی از سیمهای فولادی ضد زنگ استفاده می شود. در بسیاری از دستگاههای بازیافت، جدا کننده های معلق دوار به کار گرفته می شود. مکانیسم عمل به این صورت می باشد که آهن ربایی موجود در درون بشکه ای دوار، از ترکیب مواد زاید، ذرات آهنی را جدا می کنند. برای بازیافت بهتر مواد آهنی معمولاً از سیستمی که دارای دو بشکه دوار است استفاده می شود.

در این سیستم اولین بشکه مغناطیسی، برای جمع آوری مواد آهنی از درون مواد زاید ریزش شده و هدایت آن به سوی نقاله می باشد. اکثر ذرات غیر آهنی توسط نقاله ایی که در زیر جدا کننده اولیه تعبیه شده به خارج از سیستم رانده می شود. به جهت کاهش مقدار ذرات، دومین بشکه

معمولا کوچکتر از اولی بوده و به تسمه نقاله میانی نزدیکتر می باشد و جهت چرخش آن خلاف جریان حرکت مواد است.



شکل (۲-۶۷) جدا کننده های مغناطیسی متداول

انتخاب تجهیزات جهت جداسازی مغناطیسی: عواملی که جداسازی مغناطیسی باید در نظر گرفته شود عبارتند از:

- تعیین محلهایی که مواد فلزی از سایر مواد زاید باید بازیافت شود.

- مشخصات مواد زاید حاوی مواد فلزی نظیر مقدار مواد فلزی که در ترکیب مواد زاید وجود دارد، درجه فشردگی، تمایل مواد زاید در چسبیدن به یکدیگر، اندازه (اجسام فلزی بزرگ باید به اندازه ۸ اینچ یا کمتر کاهش اندازه پیدا نمایند) و رطوبت.

- تجهیزات لازم جهت ورود مواد زاید به دستگاه جدا کننده و جهت جمع آوری مواد جدا شده.

- مشخصات طرح مهندسی دستگاه شامل میزان ظرفیت بارگیری (پوند بر ساعت)، کارایی جداسازی دستگاه، سرعت گردش بشکه (دور در دقیقه)، قدرت مغناطیسی دستگاه، نوع خنک کننده سیستم مغناطیسی (هوا یا روغن) و میزان جریان هوا جهت اصلاح راندمان دستگاه.

- مشخصات عملکردی مثل نیازهای انرژی، تعمیر و نگهداری روزمره دستگاه، سهولت در راه‌بری، ضمانت و اعتبار اجرایی، صدای ناشی از دستگاه و نیازهای مربوط به کنترل آلودگی هوا و آب.

- نکات مربوط به انتخاب محل، نظیر فضای مورد نیاز، ارتفاع، دسترسی، صدا و جنبه های زیست محیطی.

۲-۵-۴- غربال کردن یا سرنده کردن

سرنده کردن عبارتست از جداسازی مواد با اندازه های گوناگون از یکدیگر توسط یک و یا بیش از یک سرنده. عمل سرنده کردن یا غربال کردن ممکن است به صورت خشک یا تر انجام گیرد. اخیراً این روش در سیستم بازیافت مواد و انرژی کاربرد فراوان یافته است. عمل غربال کردن می تواند قبل و یا بعد از عمل ریزش کردن مواد و یا بعد از جداسازی ترکیب مواد توسط طبقه بندی هوایی انجام گیرد. در ادامه انواعی از تجهیزات مربوط به این روش شرح داده شده است.

امروزه اغلب انواع غربالهایی که جهت جداسازی ذرات مواد زاید به کار می رود از نوع ارتعاشی و به صورت بشکه ایی دوار می باشد. شکل (۲-۶۸) نمونه ای از دستگاه های ارتعاشی را نشان می دهد. از این روش معمولاً برای جداسازی ذرات شیشه و یا ذرات مواد دیگر ریز شده استفاده می گردد.

اندازه سوراخهای غربال بشکه ای که در شکل (۲-۶۹) حدود $4\frac{3}{4}$ اینچ می باشد. مواد زاید جامد بدون ریزش شدن وارد غربال شده و ۴۰ درصد از مواد قادر به گذشتن از عبور از سوراخ می باشند. بخش مهمی از اجسام ریزی که از غربال می گذرد عبارتند از: قوطی های آلومینیوم و مقداری شیشه که باید خرد شده و وارد دستگاه طبقه بندی کننده هوایی بشوند. قسمتی که از غربال رد نمی شوند، حاوی ذرات درشت می باشد (حدود ۶۰ درصد) که این ذرات درشت به دستگاههای ریز کننده اولیه رفته و سپس وارد دستگاه طبقه بندی کننده هوا می شوند تا اجسام سبک از آن جدا گردد.



شکل (۲-۶۸) نمونه ای از غربالی لرزشی



شکل (۲-۶۹) منظره داخلی یک شبکه بشکه ای

نوع دیگر غربال در مرکز بازیافت Milwaukee آمریکا قرار دارد که از سال ۱۹۷۰ شروع به کار نموده است. این، نوع دارای دو غربال بشکه ای می باشد. اولین بشکه ۱۲ فوت طول دارد با سوراخهایی به اقطار ۱/۵ اینچ و دومین غربال ۸ فوت طول داشته و سوراخهایی به قطر ۴ اینچ دارد. بشکه خارجی ۱۲ فوتی سوراخهایی به قطر $\frac{3}{8}$ اینچ دارد. ذرات سنگین حاصل از طبقه بندی کننده هوایی وارد دستگاه می شود و ذرات با چهار اندازه از هم جدا می شوند. ذراتی که بیش از ۴ اینچ قطر دارند به مرکز دفن برده می شوند. الو مینیوم از ذرات با اندازه $1\frac{1}{2}$ تا ۴ اینچ جدا می شوند و ذرات با اندازه $1\frac{1}{2}$ و $\frac{3}{8}$ اینچ برای جداسازی شیشه به مرکز بازیافت فرستاده می شوند. ذرات کوچکتر از $\frac{3}{8}$ اینچ در مرکز دفن، دفع می گردند. شکل (۲-۷۰) نمونه ای از کاربرد یک نوع غربال جداسازی را نشان می دهد.



شکل (۷۰-۲) کاربرد غربالها در جداسازی مواد با اندازه های مختلف

عواملی که باید در انتخاب تجهیزات غربال کردن در نظر گرفته شود شامل موارد زیر می باشد:

- انتخاب محلی که باید دستگاه غربال کننده نصب شود.
- مشخصات مواد زاید که باید غربال گردد شامل: اندازه ذره، شکل، وزن مخصوص حجمی، مقدار رطوبت، توزیع اندازه ذرات و تمایل مواد برای چسبیدن به یکدیگر.
- مشخصات طراحی غربالها شامل: ساختار آن، اندازه منافذ غربال (معمولا به اینچ)، شکل منافذ غربال، مجموع مساحت صفحات (فوت مربع)، میزان ارتعاش غربال (زمان بر حسب دقیقه)، سرعت دورانی بشکه ها (دور در دقیقه)، میزان بار وارده (پوند مواد زاید بر فوت مربع در ساعت)، و طول غربال (فوت).
- راندمان جداسازی و راندمان کلی دستگاه.

- مشخصات عملکرد دستگاه شامل: نیازهای انرژی، تعمیر و نگهداری روزمره دستگاه، سهولت بهره‌برداری، ضمانت اجرایی و اعتبار آن، صدای ناشی از دستگاه و نیازهای کنترل آلودگی هوا و آب.

- نکات مربوط به انتخاب محل از جمله: فضا، ارتفاع، قابل دسترس بودن و جنبه‌های زیست محیطی.

با استفاده از معادله ذیل جهت بازیافت مواد، درصد راندمان دستگاه غربال کننده را می‌توان محاسبه نمود.

$$\text{درصد بازیافت} = \frac{U W_u}{F W_f} \times 100$$

که در آن:

U: وزن موادی که از غربال‌ها می‌گذرند (پوند در ساعت)

F: وزن موادی که وارد غربال می‌شوند (پوند در ساعت)

W_u: وزن مواد مورد نظر (مانند شیشه) که از غربال‌ها می‌گذرند (پوند)

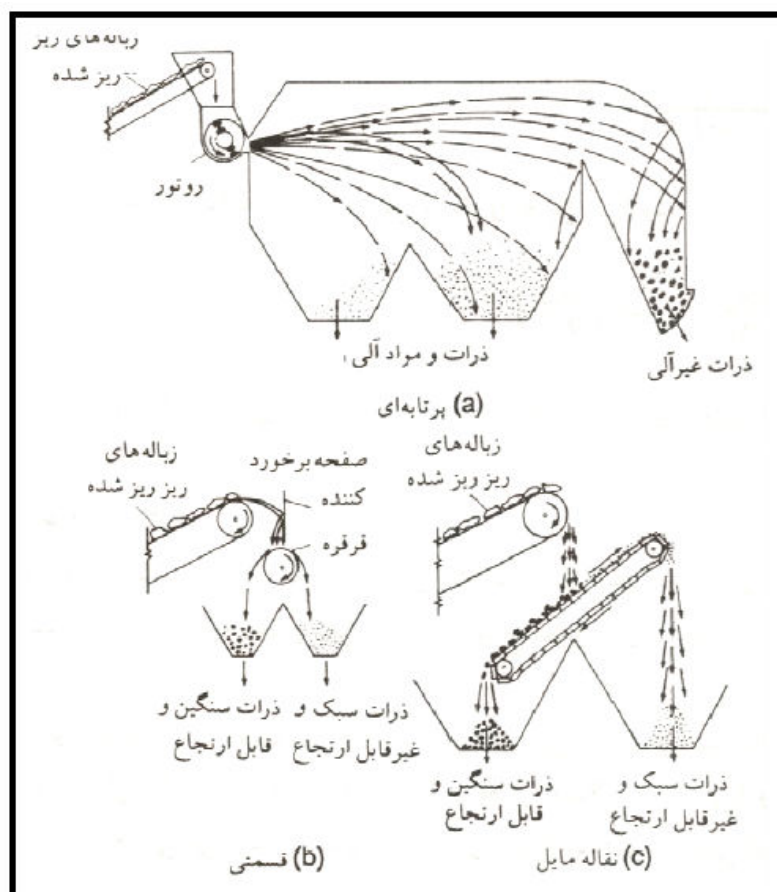
W_f: وزن مواد مورد نظر که وارد غربال می‌شوند (پوند)

کارایی عملکرد غربال به صورت ذیل تعیین می‌شود.

آنچه که قبول نشده است * بازیافت = کارایی

۲-۵-۵-۵- دیگر روشهای جداسازی

جداسازی جرمی: روشهای جداسازی اینرسی و جرمی بر پایه اصول جداسازی ثقلی یا پرتابی مواد بوده و جداسازی در آنها در دو بخش سبک (مواد آلی) و سنگین (مواد معدنی) انجام می‌شود. شمای سه نوع از جداکننده‌های اینرسی که بیشتر در اروپا مورد استفاده می‌باشد، در شکل (۲-۷۱) نشان داده شده است.



شکل (۷۱-۲) انواع جداکننده‌های جرمی

جداسازی شناوری: معمولاً فرآیند شناوری پس از جداسازی اجسام سنگین، در روش طبقه بندی هوایی و تفکیک آهن از مواد انجام می گیرد. روش کار بدین صورت است که مواد زاید وارد حوضچه مناسبی می شود. اجسام سنگین مثل شیشه، سنگ، آجر، استخوان و پلاستیکهای سنگین به قسمت تختانی حوضچه سقوط کرده و توسط تسمه نقاله ای به قسمت‌های دیگر برده می شوند. اجسام آلی سبک و سایر اجسام بر روی آب شناور می شوند که با عمل کف روبی (Skimming) آنها را می توان از آب جدا نمود. این مواد معمولاً بعد از جدا شدن به محل دفن برده می شود. برای پیشبرد کار در جداسازی به طریق شناوری از مواد شیمیایی جهت گرفتن مواد آلی سبک و مواد معدنی ریز می توان استفاده نمود.

جداسازی نوری: با استفاده از خاصیت شفاف بودن شیشه آن را می توان از اجسام تیره مثل سنگ، سرامیک و سربطری جدا نمود. با جداسازی نوری، شیشه های بلوری (بدون رنگ) را می توان از مخلوطی از شیشه های رنگی جدا نمود. شکل (۷۲-۲) یک نوع جدا کننده نوری را نشان می دهد.



شکل (۷۲-۲) دستگاه جدا کردن شیشه

- جداسازی نوری معمولاً شامل مراحل ذیل می باشد:
- ذرات به طور مکانیکی وارد دستگاه می شوند.
 - ذرات از طریق نوری واریسی می شوند.
 - نتایج واریسی نوری به طور الکترونیکی ارزیابی می شود.
 - انواع ذرات که قبلاً مشخص شده اند به وسیله وزش باد با تنظیم زمانی دقیق حذف می گردند.

مکانیسم انواع دیگری از این دستگاهها بدین صورت است که ذرات شیشه توسط تغذیه وارد سینی ارتعاشی می شود و میزان شیشه ورودی به کانال دستگاه در این قسمت کنترل می گردد. کانال دستگاه ذرات را مستقیماً جهت ارزشیابی به واحد بازرسی هدایت می کنند. واحد واریسی شامل یک منبع فورانی و یک مرکز حساس می باشد ذراتی که آزادند، سقوط می کنند. وقتی یک ذره ناخواسته آشکار می شود، علامتی ایجاد می نماید که به صورت الکترونیکی جریانی از هوایی فشرده با زمانی معین موجب جدا شدن آن ذره از جریان اصلی می گردد. معمولاً میزان جداسازی این نوع دستگاهها تابعی از میزان مواد ورودی می باشد.

جداسازی الکترواستاتیکی: میدانهای الکترواستاتیکی قوی برای جداسازی شیشه از قسمت سنگین مواد زائد که توسط روش دسته بندی هوایی بدست آمده و فاقد قراضه های آهن و آلومینیوم می باشد، به طریق زیر به کار می رود.

یک تغذیه کننده ارتعاشی توسط بشکه دواری مواد زائد را به طور منفی باردار می نماید و یک الکتروود مثبت در نزدیکی قسمت دوار و تغذیه کننده، جریان را در ذرات کوچک القا می نماید. غیرهادی ها نظیر شیشه و رس بار را نگه می دارند، فلزات و مواد بلوری نظیر سنگ آن را به سرعت از دست می دهد. بشکه، غیرهادی ها را نگه می دارد و مواد باقی مانده می افتد.

جداسازی در محیطی سنگین: اگر چه برای جداسازی آلومینیوم روشهای گوناگونی وجود دارد، روش جداسازی در محیطی سنگین فرآیندی است که اغلب در کارخانجات صنایع سنگین نظیر کارخانجات بازیافت ضایعات اتومبیل مورد استفاده قرار می گیرد. در این فرآیند مواد ریزش شده حاصل از تکنیک دسته بندی هوایی که فاقد ذرات آهن و شیشه است ولی آلومینیوم زیادی دارد، وارد جریانی از مایع با وزن مخصوص بالا می شوند. وزن مخصوص مایع در حدی باید باشد که اجازه دهد تا ذرات آلومینیوم در مایع شناور بوده و سایر ذرات غوطه ور باشد. بزرگترین نقص

سیستم این است که در اندازه مناسب دستگاه روزانه به ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ تن مواد ریزش شده نیاز می باشد.

جداسازی با القای خطی: یک نوع دستگاه جدید مغناطیسی است که آلومینیوم را در مقادیر کم مواد زایدشهری (۲۵۰ تن در روز یا بیشتر) جدا و عرضه می نماید. طرح این سیستمها بر اساس اصول الکتریکی می باشد و آن بدین صورت است که یک میدان مغناطیسی متحرک از هادی فلزی مغناطیس نشده می گذرد، میدان در فلز جریان ادی (Eddy Current) را القا می نماید. این پدیده برای راندن موتورهای القایی به کار می رود. اگر یک موتور استاتور القا خطی که جریان آن بریده و مستقیم گردیده است در زیر تسمه متحرک غیر مغناطیس قرار داده شود، میدان لازم برای حرکت هادی های غیر مغناطیس را می تواند ایجاد نماید.

۲-۵-۶- روشهای بیولوژیکی

۲-۵-۶-۱- کمپوست

با تولید روزانه میلیون ها تن انواع زباله در جهان در صورتیکه به امر پردازش و دفع بهداشتی اینگونه مواد پرداخته نشود پیامدی جز تخریب محیط زیست و پایین آمدن بهداشت عمومی ندارد و افزایش تولید اینگونه مواد، ساکنان کره زمین را روز به روز بیشتر در احاطه انبوه زباله های خطرناک و بیماری زا قرار می دهد.

اثرات و پیامدهای تخریبی زباله در جهان موجب گردیده است که تلاش های گسترده ای در جهت کاهش تولید زباله و بازیافت و تبدیل مواد قابل استفاده در زباله صورت گیرد. مزایای اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی، بهداشتی بازیافت و تبدیل مواد سبب توسعه دانش فنی و روش های پردازش و دفع آن شده است.

۲-۵-۶-۱-۱- کمپوست در مدیریت پسماند

جوامعی که با انتخاب یکی از گزینه‌های مدیریت پسماندهای جامد مواجه هستند، باید علاوه بر فاکتورهای مالی، فاکتورهای ناملموس زیست محیطی را برای ارزیابی گزینه‌های مختلف مدیریت پسماند موجود، مورد توجه قرار دهند. اغلب در مورد انتخاب بهترین گزینه برای جامعه، بین شهروندان، مجریان و تصمیم گیران اختلاف نظر وجود دارد.

بر اساس اصول مدیریت یکپارچه پسماند هیچ گزینه‌ای به تنهایی قادر به حل مشکل پسماندهای یک جامعه نخواهد بود. جهت دستیابی به اهداف ویژه مدیریت یکپارچه پسماند، جوامع اغلب چندین گزینه و روش را با همدیگر ترکیب می‌نمایند. گزینه‌هایی که در یک جامعه انتخاب می‌شود باید مکمل یکدیگر باشند و دلایل انتخاب متغیرها نه تنها در زمان برنامه‌ریزی، بلکه باید در زمان اجرا و دوره‌های عملکرد هر یک از گزینه‌های منتخب نیز قابل دفاع باشند.

انتخاب بهترین گزینه مدیریت پسماند باید بر اساس اهداف و ضوابط ارزیابی باشد که جامعه در فرآیند برنامه‌ریزی اتخاذ می‌نماید. هر گزینه و همچنین کل گزینه‌ها باید در ابتدا به طور مساوی مورد توجه قرار گیرند. به علت قابل کمپوست بودن قسمت اعظمی از پسماندهای جامد مسکونی و تجاری در ایران، برنامه‌های تولید کمپوست از پسماند شهری می‌تواند بخش قابل توجهی از جریان پسماندهای یک جامعه را از مسیر دفن در زمین منحرف نماید. کمپوست که نیاز به تکنولوژی پیچیده و تأسیسات طراحی شده خاص دارد، در تعدادی از جوامع به طور موفقیت‌آمیزی اجرا شده است ولی در موارد بسیاری با شکست مواجه شده و خسارات مالی قابل توجهی به جای گذاشته است.

سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA)، کمپوست یکی از سلسله مراتب مدیریت پسماند جامد به حساب می‌آید. کاهش در مبدأ بالاترین گزینه سلسله مراتب مدیریت پسماند است و

بازیافت به عنوان گزینه بعدی پیشنهاد شده است. بازیافت پسماندهای گیاهی (علوفه‌ای) و کمپوست خانگی نمونه‌هایی از گزینه کاهش در مبدأ یا کاهش تولید می‌باشند زیرا این مواد از مسیر ورود به تأسیسات دفن منحرف شده و دیگر نیازی به مدیریت یا حمل و نقل ندارند. برنامه‌های کمپوست پسماندهای باغبانی جوامع، کمپوست پسماندهای آلی تفکیک شده در مبدأ و کمپوست پسماندهای جامد شهری مخلوط به عنوان نمونه‌هایی از بازیافت در نظر گرفته می‌شوند.

۷۰٪ وزنی پسماندهای جامد شهری را مواد آلی تشکیل می‌دهد. پسماندهای باغبانی که ۲۰٪ جریان پسماند شهری را شامل می‌شود و ممکن است حاوی درصد بالاتری از مواد آلی باشد. علاوه بر این، محصولات جانبی برخی صنایع معین (ناشی از فرآیندهای تولید مواد غذایی، فرآیندهای کشاورزی و صنایع کاغذ)، نیز حاوی مقادیر زیادی از مواد آلی می‌باشند و بنابراین کمپوست مواد آلی می‌تواند باعث کاهش چشمگیری در حجم جریان پسماند هر جامعه داشته باشد. تغییر مسیر این مواد از جریان پسماند، باعث ذخیره شدن فضای دفن مورد نیاز برای سایر پسماندهای غیرقابل کمپوست می‌گردد. در حال حاضر کمپوست به دلایل ذیل دارای مقبولیت عمومی است:

- افزایش قیمت زمین مورد نیاز برای دفن،
- کاهش ظرفیت محل‌های دفن موجود،
- تشدید اقدامات محدود کننده که توسط مراکز قانون‌گذار اعمال می‌شود.

کمپوست همچنین ممکن است دارای یک مزیت اقتصادی مطلوب برای جوامعی باشد که کاربرد سایر گزینه‌ها هزینه‌بر می‌باشد. کود کمپوست تولیدی، به علت بالا بودن مقادیر مواد آلی به عنوان ماده‌ای با ارزش برای اصلاح خاک و تامین کننده مواد مغذی گیاهان قلمداد می‌شود. زمانی که

کمپوست با خاک مخلوط شود، باعث ایجاد تعادل مناسبی بین هوا و آب موجود در خاک می‌گردد، به کاهش فرسایش خاک کمک می‌کند و موجب آزاد شدن تدریجی مواد مغذی در خاک می‌شود.

۲-۵-۶-۱-۲- تعریف کمپوست

کمپوست که کلمه لاتین (Compositus) به معنای مخلوط و یا مرکب اقتباس شده است و به صورت عبارات زیر تعریف شده است:

تجزیه مواد آلی نامتجانس که بوسیله میکروارگانیسم‌های مختلف در حضور رطوبت و گرما، در محیط هوازی صورت گیرد.

یک فاز بیولوژیکی و تغییر فرم است که توسط میکروارگانیسم‌های هوازی در داخل توده انجام گرفته و حرارتی حدود ۶۵ الی ۷۵ درجه سلسیوس تولید می‌نماید.

تجزیه مواد آلی توسط دسته‌ای از میکروارگانیسم‌ها در محیط گرم، مرطوب و هوازی است. سیستم مهندسی تصفیه ضایعات جامد به روش تجزیه بیولوژیک در شرایط کنترل شده است.

یک تجزیه بیولوژیکی و پایداری مواد آلی تحت شرایطی که بر اثر افزایش دمای و ترموفیلیک که آن نیز خود ناشی از تولید حرارت بیولوژیکی است، به وجود می‌آید. محصول نهایی به اندازه کافی پایدار بوده و بدون آن که عوارض زیست‌محیطی در پی داشته باشد قابل انبار شدن و یا مصرف کردن می‌باشد.

۲-۵-۶-۱-۳- کمپوست پسماندهای جامد شهری مفلوط

در بعضی واحدهای تولید کمپوست از پسماند شهری در ایالات متحده، از جریان مختلط مواد آلی استفاده می‌شود. در این برنامه‌ها، ابتدا مواد خطرناک و قابل بازیافت و مواد غیر قابل کمپوست، از جریان ورودی حذف می‌شوند و سپس مواد باقی مانده آلی به فرآیند کمپوست وارد

می‌شوند. همانطور که در بالا ذکر شد، USEPA کمپوست پسماند شهری مخلوط را در پایین‌ترین رده سلسله مراتب مربوط به گزینه کمپوست قرار داده است. اگرچه برنامه‌های کمپوست پسماند شهری مخلوط، ممکن است دارای مزایایی نیز باشد (تجهیزات فعلی قادر به جمع‌آوری پسماندها می‌باشند و نیاز به تجهیزات اضافی نیست و شهروندان مجبور نیستند که خودشان پسماندها را جدا کنند و همچنین نیاز به چندین ظرف جداگانه در خانه نمی‌باشد)، اما برنامه‌های کمپوست پسماندهای جداسازی شده در مبدأ و پسماندهای فضاهای باز دارای مزیت‌های خیلی بیشتری بخصوص در دراز مدت می‌باشند و مورد توجه جوامع قرار گرفته‌اند.

کمپوست یک فرآیند تخریب و تجزیه است که طی آن مواد آلی بوسیله زنجیره‌ای از ارگانیسم‌های توده‌ای زنده به طور تصاعدی شکسته می‌شوند. محصولات تجزیه ارگانیسم‌های گروه اول به عنوان ماده مصرفی گروه دیگر استفاده می‌شود. این زنجیره شکست مواد آلی، از طریق شکستن مولکول‌های پیچیده موجود در مواد خام به مولکول‌های ساده‌تر و بوسیله ارگانیسم‌های بومی شروع می‌شود. کمپوست شامل سه مرحله اصلی است:

- فاز اول یا مرحله رشد مزوفیلیک، که مشخصات آن رشد باکتریایی و دمای بین 25°C تا 40°C هستند.

فاز دوم، یا مرحله ترموفیلیک که، باکتری‌ها، قارچ‌ها و اکتینومیسیت‌ها (مصرف‌کنندگان اولیه) در دمای 50°C تا 60°C حضور پیدا می‌کنند و مواد سلولزی، لیگنین و سایر مواد مقاوم را می‌شکنند. بالاترین حد دمای ترموفیلیک تا حدود 70°C می‌باشد که حفظ این دما به مدت حداقل یک روز برای اطمینان از انهدام پاتوژن‌ها و آلاینده‌های میکروبی ضروری است.

فاز سوم، مرحله رسیدن یا بالغ شدن می‌باشد و طی آن، دما ثابت می‌ماند و تا حدودی نیز تخمیر انجام می‌شود و طی واکنش نیتریفیکاسیون، مواد به کود یا هوموس تبدیل می‌شوند. در

نهایت هدف این مرحله تولید ماده تثبیت شده‌ای است که بوسیله نسبت C به N می‌توان در مورد آن قضاوت نمود. موادی که به خوبی کمپوست شده‌اند دارای C/N پایین می‌باشند. مثلاً، پسماند آلی تازه تصفیه نشده دارای C/N برابر با ۳۰ می‌باشد، در عوض مواد کمپوست شده با روش ویندرو دارای C/N برابر با ۱۵ می‌باشند.

پارامترهای فیزیکی و شیمیایی مهمی که فعالیت میکروارگانیسم‌ها را در طول فرآیند کمپوست سازی کنترل می‌نمایند، اهمیت زیادی برای مدیریت مناسب فرآیند دارند.

(a) دما، که باید از هر لحاظ مانند شرایط بیرونی، حرارت تولیدی در توده کمپوست (در نتیجه فعالیت بیولوژیکی)، انتقال حرارت و مدیریت حرارت، مورد توجه قرار گیرد؛

(b) رطوبت؛

(c) تأمین اکسیژن؛

(d) (PH)؛

(e) نسبت کربن به نیتروژن، و

(f) ویژگی‌های فیزیکی – مکانیکی موادی که قرار است کمپوست شوند.

علاوه بر این، اگر هدف شاخص و اصلی کمپوست، تولید مواد آلی اصلاح کننده خاک با داشتن استانداردهای کیفیت برای استفاده در کشاورزی مورد نظر باشد، پس ترکیب زیست توده سابسטרیت (Substrate Biomass) اولیه نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

احتمالاً درجه حرارت، مهمترین فاکتور تأثیر گذار بر متابولیسم میکروبی در طول فرآیند کمپوست می‌باشد. همچنین این فاکتور، یک پیامد و یا یک عامل مؤثر بر فعالیت میکروبی است. معمولاً، فرآیند کمپوست در مرحله اول به سمت افزایش دما و محدوده ترموفیلیک ($T > 50^{\circ}\text{C}$) هدایت

می‌شود. کمپوست پسماندهای آلی قابل تجزیه معمولاً شامل یک فرآیند ترموفیلیک می‌باشد که برای انجام این فرآیند، محدوده بسیار مطلوب دما برای تجزیه میکروبی در حدود 55°C تا 60°C نگهداشته می‌شود و ترجیحاً این دما نباید از 65°C تجاوز نماید. دماهای بالاتر از 55°C به مدت چند روز (حداکثر ۳ روز) معمولاً برای غیرفعال نمودن ارگانیسم‌های بیماری‌زا مؤثر می‌باشد، بخصوص زمانی که مواد عفونی مثل لجن فاضلاب نیز وارد فرآیند شود. دماهای بالاتر از 60°C باعث افت فعالیت‌های متابولیکی میکروارگانیسم‌ها می‌شود. رطوبت از فاکتورهای حیاتی مهم در حفظ فعالیت میکروبی در میان توده کمپوست می‌باشد. مقادیر مناسب رطوبت را می‌توان تا حداکثر مقدار آبی که انتقال و استفاده از O_2 را محدودده نکند، در نظر گرفت. در حقیقت، وجود رطوبت زیاد در توده کمپوست باعث ایجاد شرایط بی‌هوازی و به دنبال آن تولید بوهای ناخوشایند خواهد شد. از طرف دیگر، تجزیه مواد در ترکیبات حاوی رطوبت پایین‌تر از ۴۰٪ به شدت کاهش می‌یابد. در ابتدای فرآیند، درصد رطوبت مواد ورودی بایستی ۵۵٪ تا ۶۰٪ همراه با زیرورو نمودن مواد به دفعات زیاد در نظر گرفته شود. تأمین اکسیژن باعث غلبه واکنش‌های اکسیداسیون در توده کمپوست می‌گردد. مقادیر ناکافی O_2 ، باعث تکثیر یک گروه از میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی می‌شود که قادر هستند ترکیبات بودار و متابولیت‌های فتوتوکسیک تولید نمایند. مقادیر نفوذ و انتشار O_2 به میزان زیادی بستگی به ویژگی‌های فیزیکی توده از قبیل، تخلخل، اندازه مواد و مقدار رطوبت دارد. برای نگهداری متابولیسم میکروبی در فاز هوازی، غلظت‌های O_2 نزدیک به ۱۰٪ بایستی تضمین شود.

همانگونه که گفته شد، مواد حاصل از تجزیه بیولوژیکی کنترل شده ترکیبات آلی موجود در بافت پسماندهای جامد را کمپوست می‌نامند. کمپوست را می‌توان بر اساس مصرف یا عدم مصرف اکسیژن در طول فرآیند به دو دسته ذیل طبقه بندی نمود:

الف- هوازی

ب- بی هوازی

▪ تجزیه هوازی

فرآیندی که در آن یک ماده آلی در حضور اکسیژن تجزیه شود، فرآیند هوازی نامیده می شود. در تجزیه هوازی، ارگانیسم های زنده ای که اکسیژن را مصرف می کنند جهت تغذیه خود از مواد آلی استفاده می نمایند. بدین ترتیب که پروتوپلاسم سلول از نیتروژن، فسفر، کربن و سایر مواد مغذی مورد نیاز تغذیه می کند.

در نتیجه مقدار زیادی از کربن موجود به عنوان منبع انرژی برای ارگانیسم ها بکار رفته و در اثر تنفس و سوخته شدن به دی اکسید کربن تبدیل می شود. از آنجایی که کربن هم به عنوان منبع انرژی و هم به عنوان یک عنصر در پروتوپلاسم سلول مصرف می شود لذا به مقدار خیلی بیشتر از نیتروژن مورد نیاز می باشد.

بطور کلی تقریباً $\frac{2}{3}$ کربن در اثر تنفس به CO_2 تبدیل می شود و $\frac{1}{3}$ باقیمانده در سلولهای زنده یا نیتروژن ترکیب می گردد. اگر مقدار اضافی کربن نسبت به نیتروژن در مواد آلی تجزیه شده از حد مشخصی بیشتر باشد، فعالیت بیولوژیکی کم شده و ممکن است چند سیکل از ارگانیسم ها جهت سوزاندن مقدار بیشتری از کربن لازم باشد. هنگامی که تعدادی از ارگانیسم ها کشته می شوند، نیتروژن و کربن ذخیره شده در آنها برای سایر ارگانیسم ها قابل دسترس و استفاده خواهد بود. استفاده از نیتروژن موجود در سلولهای مرده توسط ارگانیسم ها، برای تشکیل سلول جدید نیاز به اکسید کردن کربن اضافی به شکل CO_2 خواهد داشت. به این ترتیب مقدار کربن کاهش یافته و مقدار محدودی از نیتروژن نیز برگشت داده می شود. نهایتاً هنگامی که نسبت به کربن به

نیتروژن موجود بیش از اندازه پایین باشد، نیتروژن اضافی باعث تولید آمونیاک خواهد شد. تحت شرایط مناسب ممکن است مقداری از آمونیاک به نیترات اکسیده شود.

فسفر، پتاسیم و انواع مختلف مواد میکرونی خنثی نیز جهت رشد بیولوژیکی اساسی هستند. این مواد در حالت عادی بیشتر از مقدار مورد نیاز در مواد قابل کمپوست وجود دارند و از این نظر مشکلی ایجاد نمی‌شود. این فرآیند که در طبیعت بسیار رایج می‌باشد بیشتر در سطح زمین مثل کف جنگلها اتفاق می‌افتد. برگ درختان و فضولات حیوانات بر روی کف جنگلها ریخته شده به تدریج به خاک برگ و کود خاکی نسبتاً پایداری تبدیل می‌شود.

مقدار زیادی انرژی در اثر تبدیل C به CO_2 به صورت گرما آزاد خواهد شد. مثلاً اگر یک مولکول گرم از گلوکز تحت شرایط هوازی تبدیل شود حدود $674 - 484$ کیلوکالری حرارت تولید خواهد شد. اگر ماده آلی مورد تحویل به صورت یک توده یا به صورتی باشد که بتوان آن را عایق بندی کرد درجه حرارت آن از $70^{\circ}C$ تجاوز خواهد کرد. با وجود این اگر درجه حرارت از $70^{\circ}C - 65$ تجاوز کند، فعالیت باکتریها کاهش خواهد یافت و عمل تجزیه آهسته خواهد شد. به علت این که در اثر درجه حرارت بالا در حین فرآیند تخمیر باکتریهای فتوزن (فعال در برابر نور) فتوزوا، تخم کرمها و میکروبیهای علفهای هرز که برای کشاورزی و سلامتی انسان مضر هستند نابود می‌شوند، لذا استفاده از کود حاصله در مزارع کاملاً بی‌خطر است.

اکسیداسیون هوازی مواد آلی بوی قابل ملاحظه‌ای ایجاد نمی‌کند، لذا اگر در محل بو ایجاد شود نتیجه گرفته می‌شود که یا فرآیند هوازی نیست و یا موادی در محیط وجود دارند که اکسیداسیون آنها تولید بو می‌کند. عمل تجزیه شدن یا کمپوست شدن هوازی، اگر اکسیژن به مقدار کافی وجود داشته باشد، می‌تواند در سیلوهای هاضم، گودالها و سطح زمین به صورت

پشته‌ای و یا کومه‌ای صورت گیرد. جهت حفظ شرایط هوازی ضروری است که مواد در فاصله های زمانی معین جابجا شوند تا اکسیژن کافی به آنها برسد.

بطور کلی در سیستم هوازی بدلیل ایجاد حرارت در طی فرآیند بیولوژیکی شاهد بالا بودن نرخ تجزیه می‌باشیم در حالیکه در سیستم بی‌هوازی بدلیل پایین بودن درجه حرارت نرخ تجزیه بسیار پایین می‌باشد. همچنین در فرآیند بی‌هوازی بدلیل عدم وجود اکسیژن و ایجاد گازهایی از جمله SH_2 شاهد انتشار بوی نامطبوع می‌باشیم در حالیکه این مهم در سیستم های استاندارد هوازی به هیچ عنوان قابل تشخیص نمی باشد. شرایط زیست محیطی مورد نیاز در تولید کمپوست :

- این سیستم تنها قادر به پردازش پسماندهای آلی غیر خطرناک می باشد.
- این سیستم در شکل هوازی نیازمند زیرو رو نمودن و هوادهی مکانیکی می باشد.
- این سیستم در شکل هوازی فرآیندی گرما زا بوده و به همین جهت می بایست از لحاظ درجه حرارت بطور مداوم در طی فرآیند هوادهی کنترل گردد چرا که :

- در حرارت بیش از ۷۰ درجه کلیه ارگانیسم ها از بین می روند.
- در حرارت ۵۵ درجه ارگانیسم های بیماری زا از بین می روند.
- حرارت بین ۵۰ تا ۶۰ درجه بهترین حالت در این فرآیند می باشد.
- در این فرآیند می بایست ارتباط منطقی مابین کربن و نیتروژن پسماندهای ورودی وجود داشته باشد بگونه ای که نسبت این دو عنصر به هم نبایستی بیش از ۳۰ تا ۳۵ باشد.
- در این فرآیند PH پسماندهای ورودی می بایست بین ۷ تا ۸ باشد.
- در این فرآیند درصد رطوبت مواد ورودی می بایست بین ۵۰ تا ۷۰ باشد چرا که :

- در رطوبت بالا سیستم به شرایط بی هوازی میل می کند .
- در رطوبت بالا فرآیند متوقف شده و عمل تجزیه انجام نمی پذیرد.
- در این فرآیند اندازه پسماندهای ورودی می بایست بین ۳۰ تا ۴۰ میلیمتر باشد.

✓ تجزیه بیهوازی

فاسد شدن مواد آلی نتیجه تجزیه آنها در شرایط بیهوازی است. ارگانیسم‌های زنده بیهوازی در سوخت و ساز مواد مغذی، ترکیبات آلی را بوسیله یک پروسه احیا تجزیه می‌کند.

همانند فرآیند هوازی، ارگانیسم‌ها از نیتروژن، فسفر و سایر مواد مغذی در رشد و تولید پروتوپلاسم سلول، استفاده و مواد آلی حاوی نیتروژن را به اسیدهای آلی و آمونیاک تبدیل می‌کنند. اتمهای کربن موجود در ترکیبات آلی که در پروتئین سلولی مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، به صورت متان آزاد شده و بخش کوچکی از کربن ممکن است در اثر تنفس به CO_2 تبدیل شود. این فرآیند در طبیعت به صورت تجزیه لجن مواد آلی در ته مرداب‌ها و مواد آلی مدفون شده که به صورت اکسیژن دسترسی ندارد، اتفاق می‌افتد. گازی که در مرداب‌ها متصاعد می‌شود عمدتاً CH_4 می‌باشد. احیای شدید (فاسد شدن) مواد آلی معمولاً توأم با ایجاد بوهای نامطبوعی از سولفید هیدروژن و ترکیبات آلی احیاء شده گوگردار (از قبیل مرکاپتانها) می‌باشد.

از آنجائی که تجزیه بیهوازی مواد آلی یک پروسه احیا می‌باشد، بخشی از محصول نهایی (کود کمپوست) هنگامی که در مزارع مورد استفاده قرار می‌گیرد، در معرض اکسیداسیون هوازی قرار خواهد گرفت. این اکسیداسیون جزئی است و به سرعت صورت می‌گیرد و در کاربرد مواد اثر سوئی ندارد.

اگر CH_4 سوزانده شود، مقدار زیادی انرژی و CO_2 بدست خواهد آمد. در بسیاری از موارد از این انرژی جهت تولید حرارت و یا تولید انرژی در موتورها استفاده می‌شود. ارگانیسم‌های

بیماری‌زای موجود در مواد آلی بخاطر پتانسیل وارد آوردن آسیب‌هایی به محیط زیست و سلامت جامعه، می‌بایست کاملاً از بین برده شوند. این انهدام به صورت آهسته انجام می‌شود و در دوره-های ۶ ماه تا یکساله کاملاً از بین می‌روند. هنگامی که مواد بطور بیهوایی به صورت توده‌های سطحی یا در واحدهای حوضچه‌ای کمپوست شوند، تصاعد بوها کاملاً شدید می‌باشد. در این حالت، سیکل نیتروژن و دورریز به حداقل خود رسیده است.

۲-۵-۶-۱-۴- تکنولوژی های فرآیند کمپوست

برای مدیریت پسماندهای جامد شهری و پسماندهای آلی خانگی جدا شده در مبدأ (SSO) (که بخشی از جریان پسماندهای جامد مناطق مسکونی می‌باشند)، چندین روش کمپوست مورد استفاده قرار می‌گیرد. تکنولوژی‌های کمپوست به چهار دسته کلی تقسیم می‌شوند:

ویندرو، توده‌های ثابت هوا دهی شده، کمپوست درون راکتوری و فرآیندهای بی‌هوایی کمپوست،

که این تکنولوژی‌ها دارای چندین تکنولوژی پشتیبانی کننده از قبیل مرتب سازی، جداسازی و عمل آوری نیز می‌باشند. در برخی از این تکنولوژی‌ها که رایج‌تر می‌باشند معمولاً عملیات پیش فرآیند و پس فرآیند همراه با هم به صورت یک مجموعه و پکیج ارائه می‌شوند. تکنولوژی‌های مختلف از لحاظ روش تامین هوا، نحوه کنترل دما، چگونگی انجام اختلاط و تلاطم مواد و زمان مورد نیاز برای فرآیند کمپوست متفاوت می‌باشند. همچنین هزینه‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری هر تکنولوژی نیز متفاوت می‌باشد. استفاده از تکنولوژی‌های درون راکتوری به همراه یکی از تکنولوژی‌های ویندرو و یا توده‌های ثابت هوادهی شده (ASP) برای مرحله عمل‌آوری از معمول‌ترین نوع تکنولوژی‌ها می‌باشد. پژوهشگران براین باور هستند که استفاده از یک‌هاضم بی

هوازی و به دنبال آن استفاده از یک هاضم هوازی باعث کمپوست شدن کل مواد قابل تجزیه بیولوژیکی توده ورودی به این فرآیند می‌گردد.

○ سیستم‌های کمپوست به روش ویندرو

▪ ویندرو در فضای باز

ویندرو، توده‌ای است که سطح مقطع آن به شکل مثلث بوده و طول آن بسیار بیشتر از عرض و ارتفاع آن می‌باشد. عرض این توده معمولاً دو برابر ارتفاع آن می‌باشد. این توده‌ها ممکن است در داخل سالن و یا خارج از فضای رو بسته تشکیل شوند. تشکیل این توده‌ها در فضاهای باز باعث ورود نزولات جوی به درون توده و تشکیل روان آب و یا شیرابه می‌گردد. کمپوست به روش ویندرو در فضای باز، متکی به هوادهی مکانیکی (معمولاً بوسیله دستگاه زیر و رو کن ویندرو) است که در نتیجه این عمل، فرآیند کمپوست سازی بهینه می‌گردد. در تأسیسات ویندرو که از دستگاه‌های زیروروکن straddle (دستگاهی که در بالای توده کمپوست حرکت می‌کند و چرخ‌های آن در دو طرف توده قرار دارند) استفاده می‌شود. ارتفاع توده با توجه به ارتفاع دستگاه زیروروکن، محدود می‌گردد. به هر حال، برای بهینه نمودن فرآیند کمپوست ارتفاع توده معمولاً به ۳ تا ۴ متر محدود می‌گردد. در روش ویندرو، کنترل دما و مقادیر اکسیژن بوسیله عملیات زیروروکردن مکانیکی، مدیریت می‌شود. زیرورو کردن توده، باعث ورود اکسیژن به توده و شکست مواد و همچنین فرصتی برای تعدیل مقدار رطوبت در حد بهینه می‌باشد. هرچه عملیات زیرورو کردن به دفعات بیشتر تکرار گردد باعث خرد شدن بیشتر مواد و ایجاد موقعیت بهینه برای فرآیند کمپوست و بنابراین تشدید آن می‌شود. این عملیات (زیرورو کردن) باعث افزایش ظرفیت کلی سالیانه تأسیسات مربوطه می‌گردد. هزینه تقریبی فرآیند کمپوست مواد آلی تفکیک شده در

مبدأ (SSO) به روش ویندروی باز حدود ۷۰ دلار برتن (Haltom Region Report, MacViro,)
۱۱/۰۴) برآورد شده است. برای مثال در ایالت کالیفرنیا، برای کمپوست SSO، جهت جلوگیری از
تماس مستقیم مواد با سطح زمین (کنترل شیرابه) و تجمع موجودات موزی، مواد ورودی، ابتدا در
یک سیستم محدود کمپوست می‌شوند. این ضرورت، باعث شده است که برای فاز مقدماتی
کمپوست مواد آلی جداسازی شده در مبدأ (SSO) و از تکنولوژی ویندروی باز استفاده نشود.
اگرچه، مرحله نهایی فرآیند کمپوست به روش ویندروی باز اتفاق می‌افتد. در شکل (۷۳-۲)
نمونه ای از آن ارائه شده است.



شکل (۷۳-۲) ویندرو در فضای باز

▪ ویندروی هواددهی شده محصور

ویندروی هوا دهی شده، ترکیب و حد وسطی از ویندروی باز و توده‌های ثابت هوا دهی شده
(Areated Static Pile) می‌باشد. در این روش هم از هوای فشرده (برای کنترل بهتر مقادیر اکسیژن

و دما) و هم از عملیات زیرورو کردن استفاده می‌شود که در نتیجه آن، شکست فیزیکی مواد تسریع می‌یابد و فرآیند کمپوست در زمان کوتاه‌تری انجام می‌شود. تأسیساتی که از این تکنولوژی استفاده می‌کنند، معمولاً در فضای بسته احداث می‌شوند که در کف این سالن‌های سرپوشیده، انشعابات مجاری هوا تعبیه شده است و بوسیله مواد حجیم و بزرگتر پوشانده شده است. تکنولوژی ویندروی هوادهی شده، معمولاً بعد از فرآیندهای مقدماتی کمپوست در استوانه‌های غلطان (با زمان ماند حدود ۳ روز) یا کانتینرهای درون راکتوری، مورد استفاده قرار می‌گیرد. نمونه ای از آن در شکل (۷۴-۲) ارائه شده است.



شکل (۷۴-۲) ویندروی هوادهی شده محصور

▪ مشخصات سیستم‌های ویندرو (Windrows)

- سیستم هوازی می‌باشد.
- به زمان تجزیه بین ۲ تا ۶ ماه نیاز دارد.

- پسماندها می بایست به شکل توده های طویل سطحی ریخته شود.
- توده ها می بایست توسط تجهیزات مکانیکی هوادهی شوند.

○ سیستم های کمپوست توده های ثابت

▪ توده های ثابت هوادهی شده

کمپوست به روش توده های ثابت هوادهی شده یک تکنولوژی ثبت شده در حوزه عمومی است که در این روش باید مخلوط مواد مورد نظر (مواد تفکیک شده یا لجن) به شکل توده های سطحی درآمد و به صورت مکانیکی مورد هوادهی قرار گیرند. توده های سطحی، بر روی شبکه ای از لوله های متصل به یک دمنده، جانمایی می شوند که وظیفه این سیستم، تأمین هوای مورد نیاز فرآیند می باشد. سیستم های کمپوست به روش توده های سطحی هوادهی شده، به صورت موفقیت آمیزی برای کمپوست پسماندهای شهری، پسماندهای فضاهای باز، لجن های تصفیه خانه و پسماندهای صنعتی استفاده شده است. با استفاده از این تکنولوژی معمولاً تولید کمپوست حدود ۶ تا ۱۲ هفته طول می کشد. در شکل (۷۵-۲) نمونه ای از آن ارائه شده است.



شکل (۷۵-۲) سیستم هوادهی ASP

کمپوست به روش توده‌های سطحی هوادهی شده شامل دمیدن (مثبت) یا مکیدن (منفی) هوا از میان توده کمپوست دوزنقه‌ای شکل می‌باشد. زیرورو کردن فقط در هنگام اختلاط مواد یا حرکت آنها به نقاط دیگر برای فرآیند عمل آوری، اتفاق می‌افتد. جهت مدیریت بهتر انتشار بو، اغلب توده‌ها را بوسیله لایه‌ای از کمپوست رسیده و یا تکه‌های چوب می‌پوشانند، که این مواد نیز در هنگام جابه‌جایی سایر مواد با همدیگر مخلوط می‌شوند. روش کمپوست توده‌های سطحی هوادهی شده در اوایل دهه ۱۹۷۰ توسعه پیدا کرد و در ابتدا برای کمپوست لجن فاضلاب‌های شهری استفاده شد. یک مزیت کمپوست سازی به روش توده‌های سطحی هوادهی شده، توانایی این روش برای در اختیار داشتن و کنترل هوای آزاد شده از فرآیند و تصفیه بوهای مربوطه (معمولاً بوسیله یک بیو فیلتر) می‌باشد. این روش بندرت برای کمپوست کردن موادی که نیاز به تخریب فیزیکی داشته باشند، به کار می‌رود که علت آن عدم وجود عملیات زیرورو کردن پی در پی در این روش (برخلاف روش ویندرو) می‌باشد. بنابراین روش توده‌های سطحی هوادهی شده، امروزه نیز در درجه اول برای کمپوست سازی لجن‌های تصفیه خانه‌ها و یا مواد مشابه آن و یا مواد یکنواخت و یک‌جور به کار می‌رود. اولین محدودیت این روش در صورت استفاده برای مواد آلی جداسازی شده در مبدأ (SSO)، فقدان عملیات زیرورو کردن می‌باشد که در نتیجه، تخریب و شکست فیزیکی مواد مورد نظر به کندی انجام می‌شود.

▪ توده‌های هوادهی شده محصور (غیر محفظه‌ای)

در این تکنولوژی، فرآیند کمپوست سازی به روش توده‌های ثابت سطحی هوا دهی شده در درون یک پوشش از جنس پلاستیک خیلی تیره (پلی اتیلن) به شکل علوفه‌های سیلو شده، انجام

می‌شود. در ایالات متحده، تعدادی از تأسیساتی که مواد آلی جداسازی شده در مبدأ (پسماندهای تجاری و اداری و همچنین SSO) را کمپوست می‌نمایند از این تکنولوژی استفاده می‌نمایند زیرا در این روش محصور سازی فرآیند، با استفاده از پوشش‌های پلاستیکی، با قیمت خیلی پایین‌تری نسبت به تأسیسات ثابت معمول (سوله و سالن) انجام می‌شود. سیستم‌های مهندسی ساز کمپوست به روش توده‌های سطحی ثابت، هوا دهی شده محصور، ابتدا در اروپا و در حدود یک دهه قبل بوجود آمده است. این سیستم می‌تواند با استفاده از روش ویندروی باز، کامل شود. پوشش پلی اتیلنی به طول حدود ۶۰ متر تشکیل می‌شود و از هر دو طرف حدود ۱/۵ متر خالی می‌ماند. هر توده پر، حدود ۱۵۰ متر مکعب یا ۷۰ تن مواد ورودی را در خود نگه می‌دارد. بزرگ‌ترین توده دارای حدود ۳ متر قطر بوده و حدود ۳۸۰ متر مکعب یا ۱۸۰ تن مواد را در خود نگه می‌دارد. این سیستم نیازمند کیسه، تجهیزات هوادهی، یک دستگاه پر کننده و برخی دیگر از تجهیزات لازم برای پیش اختلاط مواد ورودی می‌باشد. در صورت استفاده از پوشش‌های پلاستیکی و پوشش‌های غشایی، نیاز به احداث ساختمان نمی‌باشد و در نتیجه، هزینه های کلی اولیه کاهش می‌یابد. مزیت روش مزبور در این است که این روش قادر است مقادیر (حجمی و وزنی) قابل توجهی از مواد را، بدون صرف هزینه برای احداث کانتینرهای درون راکتوری چندگانه یا ساختمانهای بتنی، به کمپوست تبدیل نماید. دلیل اصلی برای اینکه چرا مقامات بهداشتی محلی و سازمانهای مسئول کنترل کیفیت هوا در ایالت واشنگتن این تکنولوژی را برای کمپوست سازی SSO قبول دارند، طراحی آن برای مدیریت انتشار ناشی از فرآیند می‌باشد. در شکل (۷۶-۲) نمونه ای از آن ارائه شده است.



شکل (۷۶-۲) ASP محصور

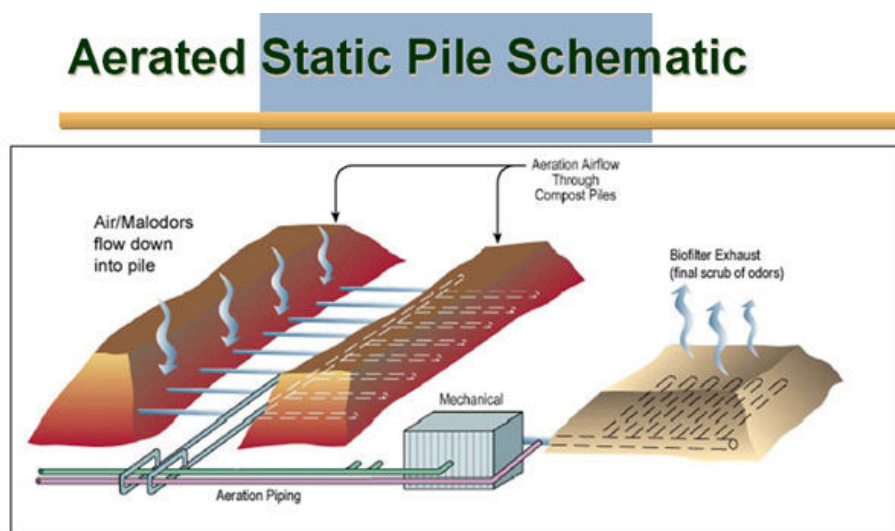
▪ مشخصات سیستم‌های محصور (Aerated Static Pile)

- سیستم هوازی می‌باشد.
- به زمان تجزیه بین ۶ تا ۱۲ ماه نیاز دارد.
- پسماندها می‌بایست به شکل توده‌های طویل سطحی ریخته شود.
- هوادهی از طریق دمش و یا مکش هوا به داخل توده صورت می‌پذیرد.

○ سیستم‌های کمپوست درون محفظه‌ای

سیستم‌های کمپوست درون محفظه‌ای، مواد ورودی را در یک محفظه اتاقی شکل و یا آوندی شکل محصور می‌نمایند که در این محفظه اختلاط مناسب، هوادهی و رطوبت نیز فراهم شده است. سیستم‌های درون محفظه‌ای با توجه به نیاز آنها، به پیش فراوری کمی نیاز دارد در حالی که برخی از آنها نیازمند پیش فراوری پسماندهای جامد شهری به مقدار زیاد می‌باشند. استوانه‌های غلطان، سیلوها، هاضم‌ها و تونل‌ها نمونه‌هایی از سیستم‌های درون محفظه‌ای می‌باشند.

این محفظه‌ها ممکن است یک قسمتی یا چند قسمتی باشند. در کلیه سیستم‌های درون محفظه‌ای، پس از تخلیه مواد از درون محفظه، باید فرآیند کمپوست همچنان ادامه پیدا کند تا کمپوست نهایی حاصل شود. مهم‌ترین مزیت سیستم‌های درون محفظه‌ای این است که کلیه شرایط محیطی را می‌توان به دقت کنترل نمود که در نتیجه آن، فرآیند کمپوست در زمان کوتاه‌تری انجام می‌شود. زمان ماند در این سیستم‌ها از کمتر از یک هفته تا حدود ۴ هفته ممکن است به طول بیانجامد. محفظه‌ها معمولاً در داخل فضاهای مسقف جانمایی می‌شوند، در صورت بهره‌برداری صحیح از سیستم‌ها، کمترین بو و شیرابه تولید می‌شود. در شکل (۷۷-۲) نمونه‌ای از آن ارائه شده است.



شکل (۷۷-۲) واحدهای درون محفظه‌ای افقی

▪ کانتینرهای درون محفظه‌ای چند قسمتی (ثابت)

سیستم‌های کمپوست کانتینری و به صورت مدولی یا بخش بخش می‌باشند و جهت افزایش حجم و ظرفیت می‌توان تعداد کانتینرها را افزایش داد. تعداد واحدها و یا مدول‌ها، تعیین کننده

مقیاس بهره‌برداری آنها می‌باشد. این گروه از سیستم‌های درون محفظه‌ای از روش کمپوست ثابت (استاتیکی) استفاده می‌نمایند. مثلاً وقتی که مواد به درون کانتینرها یا تونل‌ها هدایت شدند، هیچگونه عملیات زیرورو کردن مکانیکی انجام نمی‌شود، در عوض عملیات زیرورو کردن در هنگام تخلیه مواد انجام می‌شود. سیستم‌های کانتینری تجاری متعددی برای فرآوری پسماند شهری وجود دارد که تفاوت آنها در نوع کانتینر، اندازه و جزئیاتی از قبیل وسایل کنترلی، تجهیزات بارگذاری و مدیریت شیرابه می‌باشد. برخی از سیستم‌ها به صورت قسمت به قسمت و قابل حمل و نقل می‌باشند. زمانی که کانتینرها پر شدند، به شاه لوله اصلی ورودی هوا متصل می‌شوند. مواد با روش پر و خالی شدن (batch) کمپوست می‌شوند.

در هنگام بهره‌برداری معمولی، پس از اینکه کانتینرها پر شدند، بسته می‌شوند و پس از گذشت زمان ۱۰ روز تا ۲ هفته، مواد از درون کانتینرها تخلیه می‌شوند و در صورت لزوم مواد با یکدیگر مخلوط شده و مقدار رطوبت نیز تنظیم می‌شود.

در تأسیسات معمولی، مواد به مدت ۳/۵ هفته در کانتینرها باقی می‌مانند و پس از آن جهت تکمیل فرآیند کمپوست عمل آوری نهایی به شکل ویندرو و یا توده‌های سطحی هوا دهی شده ثابت، در می‌آیند.

اگر کانتینرها و به صورت مدولی (بخش بخش) در فضای باز جانمایی شوند، به احداث ساختمان برای کنترل بوهای ناشی از فرآیند نیاز نخواهد داشت. به هر حال، اکثر سایت‌های کمپوست که از این تکنولوژی استفاده می‌کنند، هم برای فاز عمل آوری نهایی و هم برای تخلیه و بارگیری کانتینرها (برای جلوگیری از انتشار بو و امکان بهره‌برداری در شرایط جوی مختلف) این مدول‌ها را در فضاهای مسقف احداث می‌نمایند. بیش از ۲۰ کانتینر می‌تواند تنها بوسیله یک سیستم هوا دهی و بیو فیلتراسیون پشتیبانی شود. در این روش نیز شبیه روش‌های توده‌های

سطحی ثابت هوا دهی شده (ASP)، در طول فازهای نهایی کمپوست، از عملیات زیررو کردن مکانیکی استفاده می‌شود ولی در طول فرآیند، عملیات زیرورو کردن مکانیکی وجود ندارد. در شکل (۷۸-۲) نمونه ای از آن ارائه شده است.



شکل (۷۸-۲) کانتینر درون محفظه‌ای قابل حمل

تونل‌های درون محفظه‌ای بخش بخش (ثابت)

سیستم‌های کمپوست تونلی، اساساً شامل کانتینرهای هوادهی شده‌ای هستند که هوا از میان شبکه‌های تعبیه شده در کف کانتینر، به گردش در می‌آید و معمولاً هوای خروجی به یک بیو فیلتر متصل می‌شود. این تونل‌ها ابتدا از یک طرف، بارگذاری می‌شوند و به صورت یکجا و batch بهره برداری می‌گردند. جهت بهره برداری فرآیند در شرایط نزدیک به شرایط پیوسته (continuous)، می‌توان از اتصال چندین تونل با یکدیگر، بهره برد. ابعاد تونل‌ها به طور چشمگیری با یکدیگر متفاوت است. در چندین مورد تأسیساتی که در آمریکای شمالی از تکنولوژی تونل برای فراوری پسماند شهری و یا لجن تصفیه خانه استفاده می‌شود، بارگذاری و تخلیه مواد از درون تونل بوسیله لودر معمولی انجام می‌شود. برای تسریع در زمان کلی فرآیند کمپوست (و افزایش ظرفیت کلی تأسیسات)، در فاز نهایی فرآیند از عملیات زیرورو کردن مکانیکی استفاده می‌شود. این تونل‌ها قادر به تولید محصول کمپوست نهایی نمی‌باشند و مواد

خروجی از آنها هنوز نیازمند گذراندن مرحله عمل‌آوری نهایی (curing) می‌باشد که معمولاً این مرحله در یک تأسیسات کمپوست به روش ویندرو و به صورت جداگانه انجام می‌شود. در شکل (۷۹-۲) نمونه ای از آن ارائه شده است.



شکل (۷۹-۲) تونل‌های درون محفظه ای تفکیک شده

▪ محفظه‌های کانالی شکل (همراه با زیر و رو کردن مکانیکی)

بسترهای زیر و رو شونده، مواد ورودی را در درون بسترهایی که بوسیله کانال‌های طویل و دیواره بتنی محصور شده‌اند، به کمپوست تبدیل می‌نمایند. دستگاه همزن، از روی دیواره کانال‌ها حرکت می‌کند و در طول حرکت خود به سمت انتهای کانال، مواد درون کانال را زیرورو می‌نماید. هوادهی مثبت (دمیدن) از سرتاسر کف کانال، به درون مواد وارد می‌شود. قسمت بالایی این کانال‌ها باز می‌باشد.

بهره برداری از این بسترها در مدل‌های مختلف، مشابه به هم می‌باشد. مواد ورودی با همدیگر مخلوط شده و از ابتدای کانال بارگذاری می‌شوند. همزمان با انجام عملیات تخلیه از انتهای کانال، دستگاه همزن به سمت ابتدای کانال حرکت می‌کند و در هر نوبت که دستگاه از یک سوی کانال عبور می‌کند، هر بار مواد درون کانال را به فاصله مشخصی به سمت انتهای کانال جابه‌جا

می‌نماید تا مواد قبل از تبدیل به کمپوست نهایی، زمان و دمای لازم برای کاهش موثر تعداد پاتوژن‌ها و ناقلین را داشته باشند. طول کانال و دفعات زیرورو کردن زمان و دوره کمپوست سازی را تعیین می‌نماید (معمولاً ۱۰ تا ۲۸ روز). ابعاد کانال‌های اختصاصی، در میان سیستم‌های تجاری با یکدیگر متفاوت است اما عمق‌ها از ۱ متر تا ۲/۴ متر و عرض‌ها از ۱/۹ متر تا ۳/۸ متر متغیر می‌باشد. در اکثر موارد، از چندین کانال و یک دستگاه زیروروکن استفاده می‌شود. کلیه تأسیساتی که مواد آلی جداسازی شده در مبدأ را فرآوری می‌نمایند، هوای خروجی از فرآیند را بوسیله یک بیو- فیلتر تصفیه می‌نمایند. در شکل (۲-۸۰) نمونه ای از آن ارائه شده است.



شکل (۲-۸۰) محفظه‌های برجسته

▪ محفظه‌های سیلویی شکل عمودی

سیلوهای عمودی در هنگام بهره‌برداری برای کمپوست سازی مواد آلی، معمولاً به صورت خودبخودی هوا دهی می‌شوند. یعنی از هوادهی اجباری (مثبت یا منفی) استفاده نمی‌شود. تکنولوژی‌های محفظه‌های سیلویی شکل عمودی، در دهه ۱۹۸۰ برای کمپوست سازی لجن‌های

فاضلاب به فروش رسیدند. محفظه‌هایی از جنس استیل وجود دارند که بوسیله دستگاه نوار نقاله از قسمت بالایی، بارگذاری می‌شوند. در اکثر موارد، از دو سیلوی متوالی استفاده می‌شود که سیلوی اول برای فاز فعال و سیلوی دوم برای فاز عمل آوری مورد استفاده قرار می‌گیرد. مواد از طریق تسمه نقاله از یک واحد به واحد دیگر منتقل می‌شوند. عدم توانایی مدیریت و نگهداری هوای آزاد شده از فرآیند و عدم تصفیه آن، (اگر سیلو در فضای باز به جهت وجود جریان هوا، احداث شده باشند) یکی از چالش‌هایی است که در سایت‌هایی که از این تکنولوژی استفاده می‌کنند، وجود دارد. بخصوص اگر همسایگان در نزدیکی این تأسیسات و در فضای بسته واقع شده باشند.

▪ استوانه‌های غلطان

تعدادی از سیستم‌های کمپوست سازی پسماندهای جامد از این استوانه‌ها به عنوان اولین مرحله کمپوست استفاده می‌نمایند. استوانه‌های غلطان به تنهایی جزء تکنولوژی‌های کامل کمپوست به حساب نمی‌آیند، لذا این تکنولوژی‌ها باید با سایر تکنولوژی‌های کمپوست، به صورت همزمان استفاده شوند. استوانه‌های غلطان به چندین دلیل به صورت تکنولوژی عمومی در آمده‌اند، انجام عملیات زیرورو کردن و اختلاط، کاهش اندازه مواد بدون خرد کردن و جداسازی مواد از جمله این دلایل است. هوا جهت هوادهی مواد به درون استوانه تغذیه می‌شود و هوای خارج شده از فرآیند معمولاً به وسیله بیو فیلتر تصفیه می‌شود. هنگامی که مواد از درون استوانه تخلیه می‌شوند به درون یک سرند وارد شده و آلاینده‌های آنها جدا می‌شود. پشتیبانی استوانه‌ها بوسیله عملیات خردکردن مکانیکی مواد ورودی باعث فراهم نمودن شرایط بهتر برای جداسازی آلاینده‌ها می‌شود. یک تفاوت مهم بین تکنولوژی استوانه‌های غلطان و محفظه‌های کانتینری در این است

که تکنولوژی محفظه‌های کانتینری را می‌توان به عنوان یک تکنولوژی کامل کمپوست (هم فاز فعال و هم فاز عمل‌آوری) قلمداد نمود ولی تکنولوژی استوانه‌های غلطان را فقط می‌توان به عنوان مرحله مقدماتی فرآیند کمپوست به کار برد. در شکل (۸۱-۲) نمونه ای از آن ارائه شده است.



شکل (۸۱-۲) استوانه‌های غلطان

▪ راکتورهای فیرفیلد (Fairfield)

راکتور فیرفیلد یک راکتور درون محفظه‌ای است که با استفاده از یک عامل زیرو رو کننده مواد و همچنین تزریق هوای تحت فشار، هوادهی به مواد ورودی انجام می‌شود. این راکتور شامل یک مخزن سیلندری روباز می‌باشد که در آن دسته‌ای از زیرو رو کن‌های مارپیچی شکل (مته ای یا دریلی شکل) نصب شده‌اند. این مته‌های مارپیچی به شکل توخالی و سوراخ شده می‌باشند. کل این مته‌ها بوسیله یک پایه یا بازو به قسمت وسط مخزن متصل و محکم شده‌اند. راکتور در شکل

(۸۲-۲) نشان داده شده است. پل متحرک همراه با مجموع مته‌های تعبیه شده بر روی آن به آرامی حول این مخزن به دوران در می‌آید. هوا از درون سوراخ‌ها به مواد تخلیه می‌شود و مته‌ها نیز در درون مواد، آنها را زیرورو می‌نمایند. زمانهای ماند متفاوت است و اگر این زمان کمتر از ۲ تا ۳ هفته باشد باید مواد را به روش ویندرو برای تثبیت کامل، فرآوری نمود.



شکل (۸۲-۲) راکتور فیرفیلد

▪ مشخصات سیستم‌های درون محفظه‌ای

- سیستم هوازی و بی هوازی می باشد.
- در سیستم هوازی به زمان تجزیه کمتر از یک هفته نیاز دارد.
- هوادهی از طریق انتشار هوا به داخل توده و هم زدن مکانیکی صورت می پذیرد.
- پسماندها می بایست در داخل محفظه و یا راکتور بسته ریخته شود.
- هزینه سرمایه گذاری و بهره برداری بالا می باشد.
- در جدول (۱۴-۲) چهار روش مهم با هم مقایسه شده اند.

جدول (۲-۱۴) مقایسه ۴ روش پرکاربرد تولید کمپوست

سیستم فاکتور	پسیو ویندرو	ویندرو همزن و هواده	پایل استاتیکی هواده	کانال بسته
عمومی	تکنولوژی پائین، مشکلات کیفیتی	اغلب برای پسماندهای کشاورزی استفاده می شود	کارآمد برای کاربری کشاورزی و شهری	سیستم های بزرگ برای کاربردهای تجاری
نیروی انسانی	نیروی انسانی کم	بسته به تعداد دفعات هوادهی و برنامه ریزی ضعیف افزایش پیدا می کند	طراحی سیستم و برنامه ریزی در آن اهمیت دارد. وجود نظارت لازم است.	برای ایجاد صرفه اقتصادی نیاز به مدیریت و جریان مستمر مواد دارد
زمین	نیاز به فضای وسیع دارد	می تواند به فضای وسیع نیاز داشته باشد	سرعت بیشتر نیاز به فضا را کاهش می دهد	نیاز به فضای محدود به دلیل سرعت بالا و بهره برداری مستمر
منابع کربن	مواد حتماً باید متخلخل باشد	انعطاف پذیر	مواد حتماً باید متخلخل باشد	انعطاف پذیر
دوره فعال	۵ تا ۲۴ ماه	۲۱ تا ۴۰ روز	۲۱ تا ۴۰ روز	۲۱ تا ۳۵ روز
دوره تثبیت	غیرقابل اجرا	۳۰+ روز	۳۰+ روز	۳۰+ روز
اندازه: ارتفاع	۱-۴ متر	۱-۲٫۸ متر	۳-۴٫۵ متر	بسته به طرح
عرض	۳-۷ متر	۳-۶ متر	متغیر	متغیر
طول	متغیر	متغیر	متغیر	متغیر
سیستم هوادهی	فقط انتقال طبیعی	همزدن مکانیکی و انتقال طبیعی	ایجاد جریان هوا بصورت مثبت و منفی	ماشین های مکانیکی همزن و هواده مختلف
کنترل پروسه	فقط میکس اولیه	میکس اولیه و همزدن	میکس اولیه، هوادهی، کنترل درجه حرارت و زمان	میکس اولیه، هوادهی، کنترل درجه حرارت و زمان همزدن
فاکتورهای بو	افزایش بو با بزرگتر شدن سایز	انتشار بو از سطح ویندرو رخ می دهد	کنترل بو از طریق لایه محافظ و فیلتر	بو به دلیل نقص موجود در تجهیزات

۲-۵-۴-۱-۵- تکنولوژی های قابل کاربرد کمپوست پسماندهای جامد شهری مخلوط

معمولاً برای کمپوست پسماندهای جامد شهری مخلوط از فرآیندهای دو مرحله ای استفاده می شود، که مرحله اول شامل مرحله فعال کمپوست و تثبیت سریع مواد ورودی است و در

مرحله دوم، عمل‌آوری محصول نهایی انجام می‌شود. تکنولوژی‌های توده‌های سطحی هوا دهی شده ثابت (ASP)، سیستم‌های درون محفظه‌ای و یا هضم بی‌هوازی معمولاً برای مرحله اول کمپوست به کار می‌روند و برای مرحله دوم فرآیند کمپوست معمولاً از روش ویندرو و توده‌های سطحی هوا دهی شده ثابت (ASP) به عنوان تکنولوژی‌های عمل‌آوری نهایی، استفاده می‌شود. تلفیق این تکنولوژی‌ها با یکدیگر به فرآیند اختصاصی انتخاب شده، الزامات فضا و مکان و الویت‌های بهره برداری بستگی دارد. هیچ تکنولوژی به تنهایی بر دیگر تکنولوژی‌ها برتری ندارد. تعدادی تأسیسات کمپوست پسماندهای جامد شهری مخلوط در مقیاس بزرگ وجود داشته است که به دلیل مشکلات بهره برداری بخصوص مشکلات بو، تعطیل شده‌اند.

در صورت در دسترس بودن زمین مورد نیاز و فضای مناسب، تکنولوژی توده‌های سطحی هوا دهی شده (ASP) از بهترین گزینه‌ها می‌باشد. پس از ۶ تا ۱۲ هفته کمپوست برای ورود به مرحله عمل‌آوری آماده می‌شود. این مرحله که ادامه فرآیند کمپوست است، شامل انجام فرآیند تثبیت بیولوژیکی با سرعت پایین است که نیاز به تجهیزات و هزینه کمی دارد. روش ویندرو که به صورت متوالی زیرورو شده باشد، توده‌های سطحی هوا دهی شده ثابت و یا ترکیبی از این دو، معمول‌ترین روش‌ها برای مرحله عمل‌آوری نهایی می‌باشند. مرحله عمل‌آوری نهایی حدود ۳ تا ۹ ماه طول می‌کشد.

از لحاظ قدمت، کمپوست سازی به روش ویندرو و توده‌های سطحی جزء ساده‌ترین و ارزان‌ترین گزینه‌ها برای فرآوری مواد آلی پسماندهای جامد شهری می‌باشند. سیستم ویندرو ممکن است هزینه پائینی برای سرمایه گذاری اولیه، تجهیزات و احداث داشته باشد اما برای کنترل اثرات زیست محیطی و الزامات رضایت‌مندی عمومی، این روش نیاز به صرف هزینه زیاد مدیریتی و

بهره برداری دارد. محدوده هزینه‌های کلی این تکنولوژی‌ها براساس ظرفیت کلی سالیانه حدود ۵۰۰۰۰ تن در سال در ذیل آورده شده است:

چندین نوع آرایش و چیدمان برای کمپوست سازی از پسماندهای شهری مخلوط وجود دارد. در هر طراحی بایستی به دقت تجهیزات انتخاب شده را مورد ارزیابی قرار داد. در حال حاضر معمول‌ترین سیستم درون محفظه‌ای، همان استوانه غلطان سیلندری شکل می‌باشد که مواد ورودی در زمان چندین دقیقه تا چندین ساعت در آن بارگذاری می‌شوند. بسته به نوع فرآیند ویژه‌ای که در طراحی مد نظر قرار داده شده، ممکن است پسماند شهری ورودی به فرآیند در مرحله مقدماتی شکسته و خرد شوند. زمان ماند مواد در درون محفظه استوانه‌ای، از ۳ تا ۱۵ روز متغیر می‌باشد. پس از طی این زمان مواد از استوانه غلطان خارج می‌شوند و ممکن است، برای جداسازی مواد بزرگ و موادی که قابل تجزیه بیولوژیکی نمی‌باشند و یا موادی که در درون استوانه نیز شکسته نشده‌اند، وارد یک سرند شوند. موادی که از زیر سرند عبور می‌کنند آمادگی لازم را برای گذراندن مرحله عمل آوری نهایی خواهند داشت، البته این به شرطی مقدور است که زمان ماند در درون استوانه طولانی باشد.

بطور کلی سیستم‌های تولید کمپوست نیازمند پردازش پسماندهای ورودی (اولیه) و پردازش محصول تولیدی (ثانویه) از آنجمله :

- انواع سرند
- انواع خردکن
- سیستم های جداسازی دستی و مکانیکی، می باشند.

۲-۵-۶-۱-۶- فصوصیات کمپوست

کمپوست حاصل از زباله‌های خانگی، حاوی مقدار متنابهی از عناصر معدنی است که اغلب برای رشد گیاهان ضروری می‌باشند. مهمترین این عناصر که Obligoelements نامیده می‌شوند، عبارتند از: بور، روی، مس، منگنز، مولیبدن و کبالت و سایر عناصر عمده عبارتند از: نیتروژن، فسفر، پتاسیم، گوگرد، کلسیم، منیزیم و سدیم.

البته ترکیب کمپوست بستگی به تغییرات زباله مورد مصرف دارد. همچنانکه قبلاً اشاره شد، استانداردهای متفاوتی برای تولید و مصرف این کود وجود دارد، از جمله استانداردهای سوئیس، آلمان، فرانسه و ... اما متأسفانه هنوز در ایران، استاندارد مشخصی در این زمینه تدوین نشده است. جداول (۲-۱۵) و (۲-۱۶)، استانداردهای مربوطه را در کشورهای آلمان و سوئیس نشان می‌دهد:

جدول (۲-۱۵) عناصر تشکیل دهنده کمپوست برابر استانداردهای کشور آلمان

عناصر موجود در آلی	مقدار درصد عناصر
نیتروژن	۰/۴-۱/۵
فسفر	۰/۲-۰/۸
پتاسیم	۰/۴-۱/۲
گوگرد	۰/۱-۰/۵
کلسیم	۲-۵
منیزیم	۰/۲-۰/۸
سدیم	۰/۲-۰/۵
آهن	۰/۲-۰/۸
مس	۰/۰۰۱-۰/۰۸
منگنز	۰/۰۰۲-۰/۰۵
روی	۰/۰۰۱-۰/۰۴
بر	۰/۰۰۱-۰/۰۵
مولیبدن	۰/۰۰۰۱-۰/۰۰۵
کبالت	۰/۰۰۰۱-۰/۰۰۲

جدول (۲-۱۶) عناصر تشکیل دهنده کمپوست برابر استانداردهای کشور سوئیس

عناصر موجود در آلی	مقدار درصد عناصر
کربن	۳۵-۳۲
هیدروژن	۵-۳
اکسیژن	۱۳-۱۱
ازت	۰/۸-۱/۲
فسفر	۰/۳۵-۰/۴
پتاسیم	۰/۳-۰/۶
گوگرد	۰/۲۵-۰/۳۰
کلر	۰/۳۵-۱/۴۵
منیزیم	۰/۳-۰/۹
کلسیم	۰/۶-۶
سدیم	۰/۲-۰/۵
آهن	۰/۲-۱
مس	۰/۰۰۱-۰/۰۸
منگنز	۰/۰۰۲-۰/۰۵
روی	۰/۰۰۱-۰/۰۴
بر	۰/۰۰۱-۰/۰۵
مولیبدن	۰/۰۰۰۱-۰/۰۰۵
کبالت	۰/۰۰۰۱-۰/۰۰۲
خاکستر، هوموس، پروتئین، اسیدهای آمینه، آنزیمها، آنتی بیوتیکها و ...	۵۰-۳۴

اکثر تولیدکنندگان، یک کمپوست مرغوب را از روی ظاهر مواد تجزیه شده می شناسند و بطور کلی می توان زمان عمل آمدن (رسیدن) کمپوست را از نظر کمیت و کیفیت توسط یک کنترل کننده تجربی به خوبی تخمین زد. در تعیین خصوصیات فیزیکی کمپوست باید اندازه ذرات، پیشرفت عمل تخمیر، مقدار درصد مواد غیر مفید پلاستیک، شیشه، کاغذ و ... متناسب با نوع مصرف بررسی شوند.

کمپوست را بر حسب اندازه ذرات و با توجه به کاربرد مربوطه به صورت ذیل تقسیم بندی می کنند:

- کمپوست نرم با قطر ذرات کمتر از ۱۰ میلیمتر
- کمپوست متوسط با قطر ذرات بین ۱۰-۲۰ میلیمتر
- کمپوست درشت با قطر ذرات بین ۲۰-۴۵ میلیمتر

تأثیر کلی کمپوست، بیشتر مربوط به تغییر فرم آن در خاک است. این تأثیر هنگامی می تواند به حداکثر مقدار خود برسد که میزان مواد آلی موجود در کمپوست حداقل بالغ بر ۱۵ الی ۲۰ درصد از کل مواد باشد. به این ترتیب تجزیه زباله نه فقط بایستی در زمان تهیه کمپوست انجام گیرد، بلکه بیشتر باید در محل مصرف یعنی خاک انجام پذیرد.

مطالعات محققین نشان داده است که مصرف کمپوست نسبتاً درشت در باغات میوه و تاکستان ها مناسب تر است ولی در سبزی کاری و صیفی کاری می باید کمپوست در زمان تهیه، حداکثر میزان تخمیر و تغییر فرم را یافته باشد، زیرا در غیر این صورت فعالیت میکروارگانیسم ها موجب افزایش CO₂ و کمبود اکسیژن خاک گشته، در نتیجه فعالیت ریشه ها محدود می گردد.

وجود موادی از قبیل شیشه، پلاستیک، و ... که وجود هر کدام از آنها در کمپوست مضراتی به همراه دارد (خصوصاً پلاستیک که پس از مدتی موجب نفوذ ناپذیری خاک و تبدیل آن به باتلاق می شود) باید به حداقل ممکن رسانیده شود. در کمپوست نرم این مواد نباید بیش از ۶ درصد و در کمپوست متوسط بیش از ۱۲٪ باشد.

۲-۵-۶-۱-۷- بخش های اصلی فرآیند کمپوست

مراحل مختلف فرآیندی در یک کارخانه تبدیل زباله به کمپوست را می توان به صورت زیر برشمرد:

- توزین
- دریافت
- تغذیه
- جداسازی، دسته بندی و آماده کردن مواد بازیافتی قابل مصرف جهت فروش
- خرد کردن
- سرند کردن
- تخمیر
- مرغوب کردن

۲-۵-۶-۱-۸- مقایسه اقتصادی انواع روشهای موجود

در انتخاب سیستم تولید کمپوست مناسب برای یک منطقه باید به فاکتورهایی توجه شود تا بهترین سیستم انتخاب گردد که اولین و اساسیترین فاکتور، فاکتور اقتصادی است. در بین سیستم های یاد شده سیستم رآکتوری از نقطه نظر اقتصادی دارای بالاترین هزینه های نصب و بکارگیری می باشد ولی این سیستم علی رغم هزینه های اولیه بالاتر اگر به صورت صحیح استفاده گردد می تواند بسیاری از هزینه ها را جبران کند، مثلاً همانطور که بیان گردید نیروی کارگری کمتری لازم دارد و از طرف دیگر به علت استفاده از بیوفیلتر در این روش و کاهش تولید بوی نامطبوع در این روش می توان رآکتورها را نزدیک تر به مناطق شهری نصب کرد و بنابراین از هزینه های حمل و نقل به طور چشمگیری کاست، از طرف دیگر عامل اساسی دیگری که باید مدنظر قرار گیرد میزان یکنواختی و همگن بودن مواد است، در بین این سیستم ها، روش رآکتوری حساسیت بالایی به تغییر در یکنواختی مواد دارد که علت آن حساسیت بالای تنظیم

قطعات است بنابراین اگر مواد خام به صورت ناهمگن هستند سیستم های تولید کمپوست برگردان و هوادهی توده ثابت می توانند موثرتر عمل کنند.

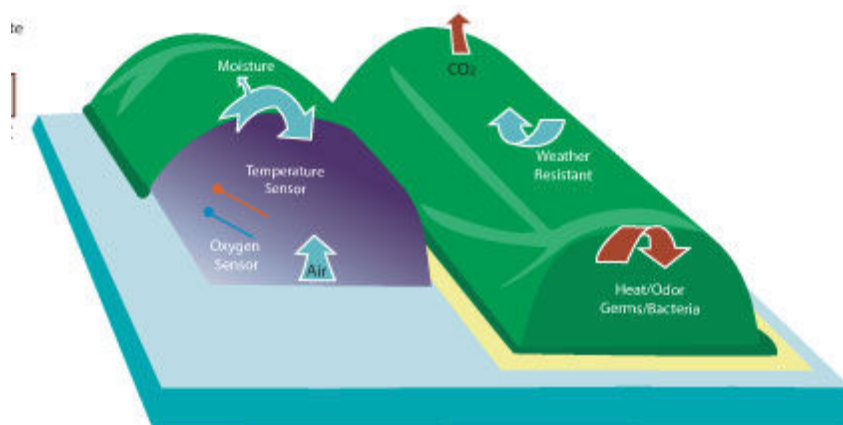
کارخانه های تولید کمپوست کوچکتر معمولاً هزینه های نصب و تجهیز پائین تری دارند ولی در عوض هزینه های جاری و هزینه های تعمیر و نگهداری در این کارخانه ها بالاتر است.

۲-۵-۶-۱-۹- فناوری های تثبیت

کلیه روشهای پردازش زباله نظیر کمپوست، هضم بیهوازی و ... به نوعی روش تثبیت نیز هستند. بعنوان نمونه اگر کمپوست قبل از مراحل نهایی جمع آوری شود، یا مواد هضم شده خروجی از هاضم مراحل بعدی را طی نکند و روشهایی مانند فوکوکا و بیومکانیکال جزو فناوری های تثبیت هستند.

○ روش اجرای کار تولید کمپوست به شیوه بیومکانیکال

روش بیو مکانیکال یکی از روشهای پردازش مکانیکی- بیولوژیکی بوده و اساس کار آن بر مبنای تجزیه بیوشیمیایی مواد آلی می باشد. در این روش زباله ها ابتدا بر روی بستری به ارتفاع ۴۰ تا ۶۰ سانتی متر از کمپوست درشد دانه (Corse) تخلیه شده و پس از رسیدن به ارتفاع ۱/۵ تا ۲ متر توسط لایه ای به ضخامت ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر کمپوست ریز دانه (Fine) پوشش داده می شوند. در شکل (۲-۸۳) این روش نشان داده شده است.



شکل (۲-۸۳) ارتباط بخش های اصلی کمپوست

این پشته ها معمولاً در ابعاد ۱۰۰ متر طول ، ۳۰ تا ۵۰ متر عرض ساخته شده و ارتفاع آنها حداکثر ۳ متر می باشد. بمنظور انتقال هوا به درون لایه ها و تبادل بخارات و گازهای حاصل از تجزیه بیولوژیکی زایدات جامد در این پشته های لوله های جهت هوادهی و زهکشی سیستم بصورت موازی درامتداد طول پشته ها و عمودی متصل به لوله های موازی نصب می گردد. بطورکلی در این روش نقش بستر درشت دانه کف جمع آوری و نگهداری شیرابه تولیدی و جلوگیری از روان شدن آن، و نقش پوشش ریز دانه، کاهش انتشار بو و جلوگیری از تجمع حشرات می باشد.

معمولاً بعد از گذشت ۶ ماه، تقریباً تمامی مواد آلی موجود در بافت زباله با کمک میکرو ارگانیسمها تجزیه گردیده و پشته ها جهت سرنده و پردازش نهایی جمع آوری می گردند. بعد از سرنده کردن دو بخش به دست می آید:

- ۱- بخش کمتر از ۲۰ میلی متر (کمپوست)
- ۲- بخش بزرگتر از ۲۰ میلی متر (مخلوطی خشکی از پلاستیک، چوب و دیگر مواد باقی مانده).

بخش کمتر از ۲۰ میلی متر کمپوست را می توان بسته به کیفیت آن به عنوان کود آلی بسته بندی و جهت احیا زمین های کشاورزی مورد استفاده قرار داد. همچنین مقدار کمی از این بخش نیز جهت پوشش دهی پشته های جدید به سایت فرآیند برگشت داده می شود.

بخش بزرگتر از ۲۰ میلی متر (درشت دانه) تقریباً کاملاً دوباره برای بستر سازی پشته های جدید به مصرف رسیده و تقریباً مقدار بسیار کمی از آن بعنوان باقی مانده جهت دفع به مرکز دفن رهسپار می گردد. باقی مانده ارسال شده به مرکز دفن نیز غالباً به دلیل تثبیت بیولوژیکی، فاقد گاز و شیرابه می باشد.

• سیستم هوادهی در روش بیومکانیکال

به منظور تامین اکسیژن مورد نیاز جهت فعالیت میکروارگانیسم های هوازی که نقش تجزیه مواد آلی را بر عهده دارند. از لوله های زهکشی PVC با قطر ۱۲۵ میلی متر در عرض پشته های ساخته شده، استفاده می گردد. دو نوع سیستم هوادهی فعال و غیرفعال در پروژه تحقیقاتی بیومکانیکال مورد استفاده قرار گرفت. در شکل (۲-۸۴) این روش نشان داده شده است.



شکل (۲-۸۴) سیستم هوادهی در روش بیومکانیکال

۷ سیستم هوادهی غیرفعال

هوادهی در این سیستم به علت اینکه توسط جابجایی طبیعی هوا در داخل لایه‌ها (Convection) صورت پذیرفته که با توجه به نوع لوله گذاری خود به دو روش بشرح ذیل تقسیم بندی می گردد :

۱- روش اصلی (Original Method) : دراین روش لوله گذاری، انتهای دو سر لوله زهکشی pvc جهت ورود هوا از پشته خارج می شود و لوله آگزوز در وسط از سطح بالای پشته خارج می شود. این لوله آگزوز جهت خروج گازهای حاصل از فرآیند ($O_2-CH_4-CO_2$) می باشد. سیستم غیرفعال نام دارد.

۲- روش تهران (Tehran Method) : نام آلمانی این روش Breuer می باشد. در این سیستم لوله گذاری به صورتی انجام می گیرد که ابتدا یک لوله سراسری بدون آگزوز که در دو سر آن از پشته خارج گردیده است در عرض پشته کار گذاشته می شود و لوله بعدی به فاصله ۳ متری از لوله اول با آگزوز بطوریکه دو سر لوله در داخل پشته باقی مانده قرار می گیرد. این لوله گذاری بصورت یک در میان با فواصل ۳ متری تا انتهای پشته ادامه داده می شود. در شکل (۸۵-۲) این روش نشان داده شده است.



شکل (۸۵-۲) روش اصلی و روش تهران

✓ سیستم هوادهی فعال:

در این سیستم هوادهی به صورت فعال توسط سیستم های الکترومکانیکی می باشد که این نیز به دو روش انجام می شود.

۱- هوادهی توسط فن :

در این سیستم، لوله گذاری مانند روش تهران متد می باشد و لیکن هوادهی توسط سه دستگاه هواکش بصورت دمش هوا به درون پشته انجام می گیرد. . در شکل (۸۶-۲) این روش نشان داده شده است.



شکل (۸۶-۲) هوادهی توسط هواکش

۲- هوادهی توسط کمپرسور:

در این سیستم نیز لوله گذاری مانند روش تهران می باشد. لیکن هوادهی توسط کمپرسور به صورت فعال انجام می گیرد. در شکل (۸۷-۲) این روش نشان داده شده است.



شکل (۸۷-۲) هوادهی توسط کمپرسور

۲-۵-۴-۱-۱۰- کارخانه کمپوست

○ مرحله جداسازی و آماده سازی

در ابتدای سالن جداسازی و آماده سازی، واحد دریافت بصورت دو مخزن بتنی با گنجایش ۱۰۰۰ تن زباله قرار دارد. زباله‌های هر مخزن توسط یک دستگاه جرثقیل چنگکی (با ظرفیت ۳ تن) داخل قیف تغذیه انتقال داده می‌شوند. هدایت جرثقیل توسط یک سیستم مدار بسته از اتاق کنترل صورت می‌پذیرد. در شکل (۸۸-۲) نمونه ای از آن نشان داده شده است.



شکل (۸۸-۲) مرحله جداسازی و آماده سازی

زباله توسط نوار نقاله فلزی (اسلت) داخل سرندهای دوار ریخته می شود. زباله‌های زیر ۵۰ میلیمتر از شبکه های سرند عبور کرده (زباله قابل کمپوست) و برروی نوارهای نقاله هدایت قرار می گیرد. زباله های درشت تر از ۵۰ میلیمتر که روگذر سرند هستند وارد تسمه نقاله جداسازی می شوند که در این مرحله جداسازی ثانویه مواد قابل بازیافت انجام می گیرد و مابقی زباله از سالن جداسازی خارج و توسط سمی تریلر به محل دفن انتقال داده می شود. در ادامه زباله زیرسرنندی از آهنربای مغناطیسی (مگنت) عبور داده می شود تا مقداری از فلزات کوچک تر از ۵۰ میلیمتر جذب و از چرخه فرآیند خارج گردند . در شکل (۲-۸۹) نمونه ای از آن نشان داده شده است.



شکل (۲-۸۹) نوار نقاله فلزی

○ سالن تخمیر اولیه

دو سالن تخمیر که هر کدام از این سالن ها دارای کانال های مخصوصی برای تخمیر زباله می باشد. زباله های جداسازی شده برای تخمیر توسط یک نوار نقاله از بالا و بصورت یکنواخت در اولین کانال تخلیه قرار می گیرند و پس از پنج روز بوسیله

دستگاه زیر و روکن (ویندرو) به کانال بعدی منتقل می گردد. . در شکل (۹۰-۲) نمونه ای از آن نشان داده شده است.



شکل (۹۰-۲) سالن تخمیر اولیه

○ هوادهی

هوای مورد نیاز بوسیله فن‌های هوادهی و از طریق مجاری هوا که در بستر کانال تعبیه شده تامین می شود. بطور تقریبی ۸۰۰۰ مترمکعب هوا در ساعت وارد کانال های تخمیر می گردد. . در شکل (۹۱-۲) نمونه ای از آن نشان داده شده است.



شکل (۹۱-۲) هوادهی

○ بیوفیلتر

الکتروموتورها در بین سالن‌های تخمیر اولیه بصورتی تعبیه می شوند که توسط کانالهایی که در سقف این سالن‌ها قرار دارد، گازهای متصاعد شده را جمع آوری و به قسمت بیوفیلتر هدایت می کنند. که در این قسمت از شاخه درختان و کود رسیده کمپوست برای جذب گازها استفاده می شود. . در شکل (۹۲-۲) نمونه ای از آن نشان داده شده است.



شکل (۹۲-۲) بیوفیلتر

○ سالن تخمیر ثانویه

این سالن بصورت انبار کمپوست درشت (coarse compost) بوده و کمپوست نهایی بعد از عمل آوری در این قسمت وارد بازار می شود در این سالن مواد مدت ۲۱ روز ماندگاری داشته تا درجه پختگی کمپوست بالا برود. . در شکل (۹۳-۲) نمونه ای از آن نشان داده شده است.



شکل (۹۳-۲) سالن تخمیر ثانویه

○ سالن کود آماده (fine compost)

در این سالن که در حقیقت آخرین مرحله فرآیند تولید کمپوست می باشد. کمپوست درشت coarse compost وارد سرنده با مش ۲۰ میلیمتر می گردد و پس از سرنده، نهایی شده و مواد ناخالص دیگر از جمله شیشه و پلاستیک از کمپوست درشت جدا شده و کمپوست آماده (fine compost) در سایزهای ۱۰ و ۱۰ تا ۲۰ میلی متر برای فروش بدست می آید. . در شکل (۹۴-۲) نمونه ای از آن نشان داده شده است.



شکل (۹۴-۲) سالن کود آماده

- ویژگی ها:

- دارای قابلیت امحای زباله های آلی شهری و لجن های فاضلاب و هر نوع پسماند و پساب محتوی مواد آلی
- دوستدار محیط زیست
- قابلیت تولید برق و حرارت و سرما که از حرارت آن می توان در محیط های نیاز گرمایش (نظیر اداری و مسکونی)، تامین آبگرم یا بخار، تامین نیازهای حرارتی هاضم ها، خشک کردن شیرابه و یا خشک کردن زباله تر ورودی به زباله سوز(در صورت وجود) استفاده نمود. از این حرارت می توان برای تولید سرما در چیلرهای جذبی نیز استفاده نمود.
- فضای لازم جهت احداث یکواحد ۵۰۰ تنی حدود ۳ هکتار با فضای سبز می باشد.
- خروجی هاضم ها پس از طی دوران هضم، کودآلی مفید جایگزین کودهای آلی شیمیائی
- تفکیک زباله و خرد کردن آن ضروری و حساس می باشد. البته با غوطه وری در آب امکان تفکیک ارزانتر و بهتری فراهم می شود.
- ترکیب این سیستم با دفنگاه های قدیمی برقی پایدار و ثابتی را ارائه می دهد.
- هزینه سرمایه گذاری اولیه و تعمیر و نگهداری آن بسته به فناوری از ۷۰ تا ۱۰۰ دلار بر تن در سال می باشد.

- سابقه نصب:

- این سیستم ها در اروپا برای انواع پسماندها و فضولات و زائدات کشاورزی و صنایع و در آمریکا عمدتاً برای فضولات دامی توسعه داده شده اند.
- نصب این سیستم ها پس از ممنوعیت دفن مواد قابل پردازش بشدت در حال توسعه است.

۲-۵-۶-۱- بیهواز زباله در هاضم‌های بزرگ

در این روش زباله قبل یا پس از تفکیک، خرد شده و با شیرابه، لجن فاضلاب و ... (در صورت وجود) مخلوط شده و در مخازنی در دمای بالاتر از محیط بصورت بیهوازی هضم شده و گاز تولیدی پس از پالایش به سیستم Gas Engine منتقل گردیده و برق و در صورت تعبیه مبدل حرارتی، حرارت نیز تولید می‌شود که در شکل (۲-۴۱) نمونه ای از آن ارائه شده است.



شکل (۲-۹۵) نمونه ای از هاضم بیهوازی زباله های شهری

۲-۵-۶-۲- انواع فرآیندهای هضم بیهوازی زباله های شهری

فرآیند هضم بیهوازی برای تصفیه زباله های شهری را می‌توان به چند دسته تقسیم نمود :

- فرآیند تک مرحله ای
- فرآیند چند مرحله ای
- فرآیند غیر پیوسته

این دسته‌بندی می‌تواند بر اساس میزان درصد جامدات موجود در راکتور به گروه‌های زیر تقسیم بندی شود :

❖ با محتویات جامد کم (جامدات کل کمتر از ۱۰ درصد)

❖ محدوده غلظت میانی (جامدات کل بین ۱۵ - ۱۲ درصد)

❖ فرآیندهای غلظت بالا (جامدات کل ۴۰ - ۲۲ درصد)

حال با ترکیب دسته و گروه‌های بالا، فرآیندهای یک مرحله‌ای و چند مرحله‌ای براساس محتویات راکتور به دسته‌بندی جدید زیر منجر می‌شود:

❖ تک مرحله ای غلظت پایین (S.S.L.S) Sinlge-Stage-Low-Solid

❖ تک مرحله ای غلظت متوسط (S.S.M.S) Sinlge-Stage-Medium-Solid

❖ تک مرحله ای غلظت بالا (S.S.H.S) Sinlge-Stage-High-Solid

❖ چند مرحله ای غلظت پایین (M.S.L.S) Multiple-Stage-Low-Solid

❖ چند مرحله ای غلظت متوسط (M.S.M.S) Multiple -Stage- Medium -Solid

❖ چند مرحله ای غلظت بالا (M.S.H.S) Multiple -Stage- High -Solid

باید توجه شود که فرآیندهای غلظت پایین نیاز به حجم بالایی از آب دارند که باعث افزایش حجم راکتور و در نهایت افزایش قیمت تکنولوژی تصفیه می‌شود. علاوه بر این، فرآیند حذف آب از محصول نهایی هزینه بر بوده و به هزینه های قبلی اضافه می گردد.

فرآیندهای غلظت بالا نیاز به حجم کمتری از راکتور برای میزان مشخصی از تولیدات خواهند داشت. اما تجهیزات مورد نیاز در فرآیندهای غلظت بالا نظیر پمپ ها و ... دارای قیمت بالاتری نسبت به تجهیزات مشابه در راکتورهای غلظت پایین می‌باشند. از نظر فنی راکتورهای غلظت بالا خیلی ضخیم تر و محکم تر از راکتورهای غلظت پایین هستند .

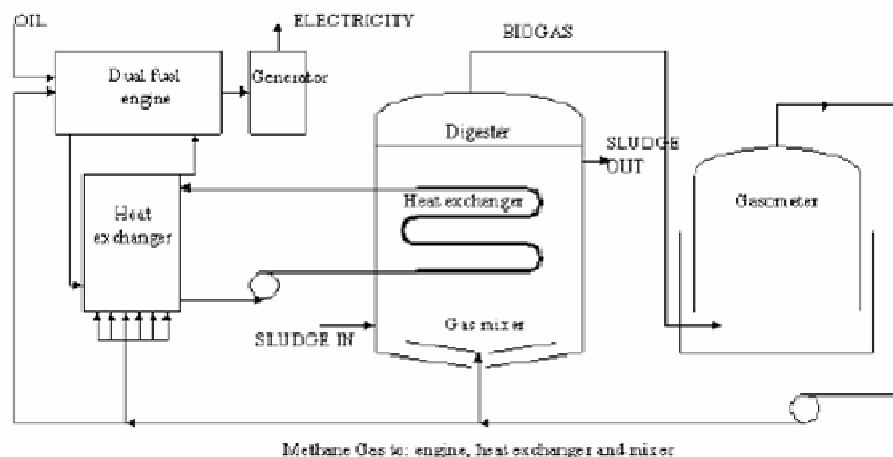
سرعت بارگیری مواد آلی در راکتورهای غلظت بالا بیشتر است. اغلب راکتورهای ساخته شده در دهه ۸۰ راکتورهای غلظت پایین بودند، در حالی که در سالیان اخیر احداث راکتورهای غلظت بالا فزونی یافته است.

○ فرآیند تک مرحله ای

در راکتورهای تک مرحله ای تمام فرآیند هضم بیهوای شامل اسیدوژن و متانوژن در یک راکتور انجام می شود. این راکتورها بسته به غلظت جامدات کل محتویات راکتور می توانند غلظت پایین یا غلظت بالا باشند.

○ فرآیندهای تک مرحله ای غلظت پایین (S.S.L.S)

فرآیندهای تک مرحله ای غلظت پایین به خاطر سادگی خیلی جذاب هستند، همچنین این نوع راکتورها برای تصفیه لجن تصفیه خانه های فاضلاب چندین دهه کار کرده اند. معمولترین راکتور در این روش، راکتور اختلاط کامل (CSTR) می باشد . نمونه ای از آن در شکل (۲-۹۶) نشان داده شده است.



شکل (۲-۹۶) فلودیگرام هاضم بیهوای غلظت پایین

در این راکتورها مواد به طور دائمی و کامل به هم زده می‌شود و سرعت ورود مواد متناسب با سرعت خروج آن می‌باشد. عموماً زمان ماند در این راکتورها بین ۲۸ - ۱۴ روز بسته به نوع خوراک ورودی و دمای عملیاتی متغیر می‌باشد.

از چند نمونه معروف راکتورهای تک مرحله ای غلظت پایین (S.S.L.S) می‌توان به فرآیند WASA در فنلاند، ECOTEC در آلمان، SOLCON در مجتمع دیزنی فلوریدا اشاره کرد.

واحد WASA با جزئیات کاملتری آزمایش شده است. غلظت جامدات در این واحد ۱۵ - ۱۰ درصد بوده که در سال ۱۹۸۹ در WASA فنلاند راه اندازی شده است. سه واحد WASA در فنلاند با ورودی‌های ۸۵۰۰۰ - ۳۰۰۰ تن در سال در حال کار می‌باشند. این راکتورها در شرایط مزوفیلیک و ترموفیلیک فعالیت می‌کنند. زمان ماند در فرآیندهای مزوفیلیک حدود ۲۰ روز است، در حالی که در شرایط ترموفیلیک این زمان تا ۱۰ روز هم کاهش می‌یابد. مواد ورودی به این واحد ابتدا به صورت مکانیکی جداسازی شده، سپس با لجن فاضلاب مخلوط می‌گردد. سرعت تغذیه مواد به راکتور بسته به نوع ضایعات متفاوت است.

میزان تولید بیوگاز از ۱۷۰ تا ۳۲۰ مترمکعب به ازاء هر تن جامدات فرار ورودی (VS) متفاوت است. به ازاء هر متر مکعب حجم راکتور ۹/۷ - ۶ کیلوگرم در روز مواد آلی می‌تواند تغذیه شود. در این فرآیندها بین ۴۰ تا ۷۵ درصد کاهش در مقدار VS ورودی به راکتور مشاهده شده است.

• مزایای سیستم های تک مرحله ای غلظت پایین

❖ بهره برداری آسان و توسعه تکنولوژی آن نسبت به سیستم های غلظت بالا

❖ این سیستم ها نیاز به تجهیزات ارزانتری برای راه اندازی دارند

* معایب سیستم های تک مرحله ای غلظت پایین

❖ در این سیستم‌ها در فرآیندهای پیش تصفیه، اجزاء سنگین از زباله جدا می‌شوند. این عمل باعث کاهش ۲۵ - ۱۵ درصدی در میزان VS ورودی به سیستم شده و به همین نسبت، این کاهش را در مقدار بیوگاز تولیدی منجر می‌شود.

❖ از دیگر مشکلات این سیستم می‌توان به تشکیل یک لایه سنگین در ته راکتور و ایجاد یک لایه سخت شناور در سطح راکتور (اسکام) اشاره کرد که باعث ناهمگونی در توزیع یکنواخت جرم در کل راکتور می‌شود. لایه پایین در این راکتورها به پروانه‌های همزن آسیب می‌رساند، لایه‌های بالایی نیز مانع همزدن مؤثر راکتور می‌شود. از این رو باید هر چند وقت یکبار نسبت به تخلیه این لایه‌ها از راکتور اقدام نمود.

❖ در این سیستم‌ها برای رساندن غلظت به کمتر از ۱۵ درصد، مقدار زیادی آب به راکتور اضافه می‌شود. این عمل باعث افزایش حجم راکتور شده و به همین سبب باعث افزایش قیمت تمام شده راکتور می‌گردد. از طرفی این کار میزان انرژی مورد نیاز برای تأمین گرمایش راکتور را نیز زیاد می‌کند.

❖ علاوه بر موارد فوق مقداری انرژی و تجهیزات اضافی برای حذف آب از محتویات خروجی راکتور مورد نیاز است.

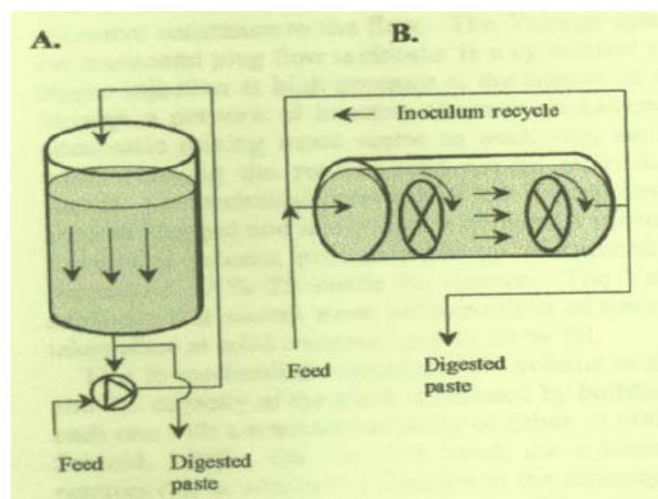
❖ افزایش قیمت ناشی از بزرگ بودن حجم راکتور در کنار مرحله پیچیده پیش تصفیه، با قیمت پایین تجهیزات به کار رفته در راه اندازی و بهره برداری سیستم قابل جبران است.

○ فرآیندهای تک مرحله‌ای غلظت بالا (S.S.H.S)

پیشرفت‌های ایجاد شده در تکنولوژی غلظت بالا، نتیجه تحقیقات انجام شده در دهه ۸۰ برای تولید حداکثر بیوگاز از ضایعات غیر رقیق (خشک) می‌باشد. از جمله فرآیندهای S.S.H.S می‌-

توان به Dranko، Kompo gas و Valorga اشاره کرد. تمامی این سه فرآیند از راکتورهای ترموفیلیک تک مرحله‌ای با زمان ماند ۲۰ - ۱۴ روز تشکیل شده‌اند (بعضی از واحدهای Valorga در شرایط مزوفیلیک هم کار می‌کنند). فرآیندهای Dranko و Valorga با جزئیات بیشتری در زیر می‌آید:

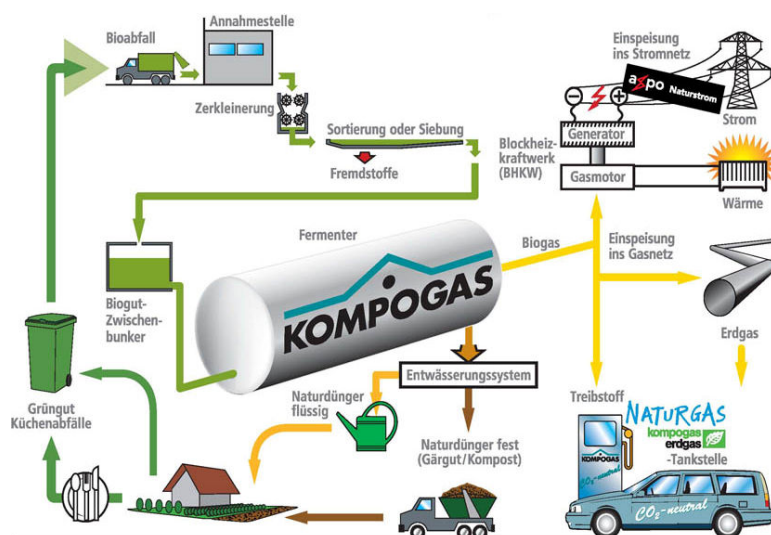
در راکتورهای Dranko راکتور از بالا تغذیه و مواد هضم شده از پایین خارج می‌شوند. با توجه به شکل (۲-۹۷) این فرآیند همزن ندارد و قسمتی از مواد خروجی با مواد ورودی مخلوط شده و دوباره به داخل راکتور فرستاده می‌شود، باقیمانده مواد خروجی آبیگری شده و تبدیل به کود آلی می‌گردد.



شکل (۲-۹۷) (A) هاضم Dranko (B) هاضم Kompogas

سیستم Kompo gas همانند سیستم‌های Dranko کار می‌کند، با این تفاوت که جریان مواد Plug flow به صورت افقی در راکتور استوانه‌ای است، در حالی که در سیستم‌های Dranko راکتورها به صورت عمودی می‌باشند. در این سیستم‌ها برای اختلاط از یک همزن مناسب استفاده می‌شود.

غلظت جامدات کل در این راکتور حدود ۲۳ درصد می‌باشد. غلظت بالای محتویات مانع جریان مواد می‌شود. در غلظت‌های کمتر از ۲۳ درصد اجزاء سنگین مانند شن و شیشه در ته راکتور ته نشین می‌شود. در شکل (۲-۹۸) نمونه‌ای از آن ارائه شده است.



شکل (۲-۹۸) سیستم هضم Kompostogas

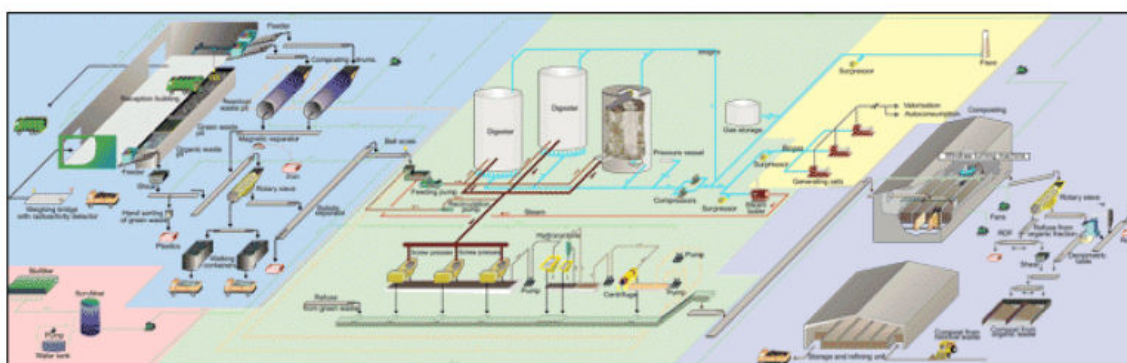
○ فرآیند Valorga

کمپانی بین‌المللی Valorga در سال ۲۰۰۲ بوسیله Stainmuller Valorga در فرانسه تشکیل شد، این کمپانی ابتدا در سال ۱۹۸۱ در خصوص پردازش زباله تشکیل شده بود. واحد اولیه Valorga در سال ۱۹۸۲ در محل کمپانی در شهر Montpellier فرانسه ساخته شد. در سال ۱۹۸۸ کمپانی فعالیت‌های خود را برای ساخت اولین کارخانه، جهت تثبیت ضایعات خانگی بوسیله هضم بی هوازی در غلظت بالا در شهر Amiens فرانسه آغاز کرد.

در پروسه Valorga با استفاده از یک جداکننده اتوماتیک پیش تصفیه انجام می‌شود و زباله به دو جزء آلی و غیر آلی تقسیم می‌شود. فاز آلی شامل مواد هضم پذیر، کاغذ و مقوا است. ماده جدا

شده برای هضم از یک لجن غلیظ با ۲۰ تا ۳۵ درصد TS تشکیل شده است. این لجن در یک هاضم مزوفیلیک یا ترموفیلیک، هضم می‌شود.

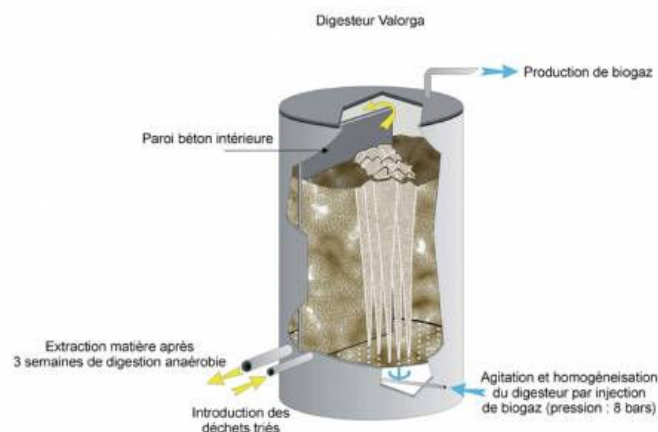
طراحی سیستم‌های Valorga منحصر به فرد است. در این سیستم ها راکتور یک سیلندر عمودی است و راکتور توسط دیوارک‌های عمودی در مرکز به چند قسمت تقسیم بندی می‌شود. در سیستم‌های Valorga خوراک از طریق لوله‌های ورودی از پایین به راکتور وارد می‌شود. این وضعیت هندسی سبب می‌شود که مواد قبل از اینکه از انتهای هاضم خارج شوند، به اطراف فرستاده شده و برای مدت زمان ۳ هفته در هاضم باقی مانده و به طور کامل هضم شوند. شکل (۲-۹۹) نمونه ای از آن ارائه شده است.



شکل (۲-۹۹) پروسه هضم Valorga

در هاضم Valorga همزن مکانیکی وجود ندارد و از یک پمپ پنوماتیک برای سیرکولاسیون بیوگاز از انتهای هاضم جهت همزدن محتویات استفاده می‌شود. ماده هضم شده خروجی از هاضم با استفاده از ته‌نشینی و فیلترپرس آگیری می‌شود. مایع جدا شده جهت رقیق سازی خوراک ورودی به سیستم برگشت داده می‌شود و مازاد آن به سیستم فاضلاب شهری دفع می‌-

گردد. قسمت جامد مواد هضم شده با TS حدود ۴۰ درصد جهت تثبیت نهایی به مدت ۲ هفته مورد هضم هوازی قرار می‌گیرد. سپس با استفاده از یک الک چرخان مواد خشتی از کمپوست تولیدی جدا می‌شود. در شکل (۲-۱۰۰) نمونه ای از آن ارائه شده است.



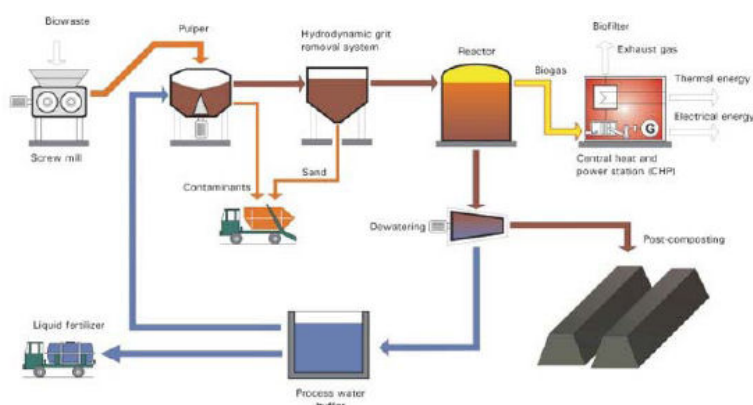
شکل (۲-۱۰۰) هاضم Valorga

از بیوگاز تولیدی جهت استحصال حرارت، برق یا تزریق به شبکه گاز رسانی بعد از تخلیص استفاده می‌شود. با استفاده از یک بیوفیلتر مناسب بوی نامطبوع بیوگاز تولیدی حذف می‌شود (Valorga ۲۰۰۴). باید توجه داشت که پروسه « هضم مرطوب » Valorga برای جامدات با غلظت پایین مناسب است و قطعات سنگین داخل هاضم ته نشین می‌شود. مقدار TS مناسب در این حالت باید کمتر از ۲۰ درصد باشد (Valorga ۲۰۰۴).

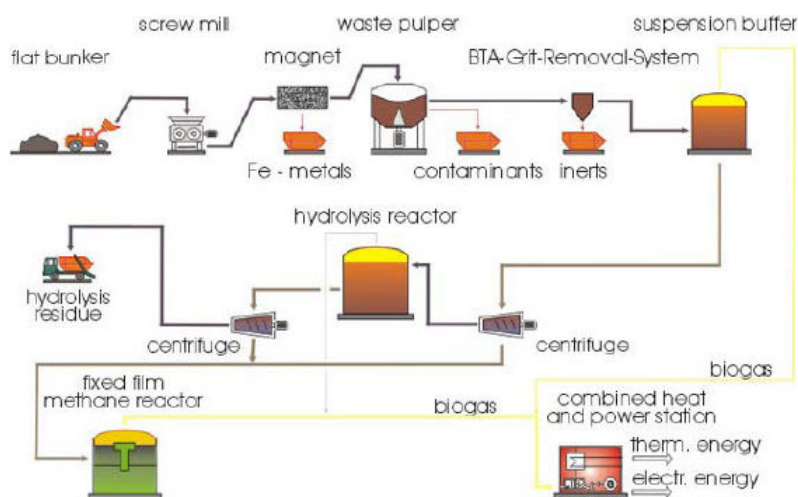
○ فرآیند BTA

این فرآیند ابتدا در سال ۱۹۸۶ برای تصفیه مواد آلی پسماندهای جامد شهری خانگی و بخش آلی پسماندهای تجاری و کشاورزی توسعه پیدا کرد. اولین واحد صنعتی در سال ۱۹۹۰ با ظرفیت ۲۰ هزار تن در سال در هلند ساخته شد. در حال حاضر ۲۲ واحد BTA در حال بهره برداری و ۴ واحد در حال ساخت وجود دارد.

فرآیند BTA با انحلال مواد آلی توسط آب بازچرخش شده از راکتور شروع می‌شود. در این مرحله مواد در داخل یک مخزن به حالت خمیری در می‌آیند. در این حالت مواد سنگین‌تر و مخلوط نشده توسط یک جدا کننده مکانیکی، جدا شده و دوغابی خمیری شکل حاصل می‌گردد. این دوغاب سپس وارد یک سیستم هیدروسیکلون شده و در این مرحله، دانه‌های شن، ماسه، سنگریزه و خرده شیشه‌ها حذف می‌شوند. در نتیجه یک سوسپانسیون تقریباً یکنواخت و غلیظ حاصل می‌شود. این سوسپانسیون توسط پمپ‌های مخصوص به هاضم اصلی وارد می‌گردد. در شکل‌های (۲-۱۰۱) و (۲-۱۰۲) نمونه‌های تک مرحله و چند مرحله ارائه شده است.



شکل (۲-۱۰۱) راکتور تک مرحله‌ای BTA



شکل (۲-۱۰۲) راکتور چند مرحله‌ای BTA

با توجه به ظرفیت واحدها و نحوه استفاده از بیوگاز و کمپوست تولیدی، BTA چندین طرح متفاوت را برای هضم بیهوازی ارائه نموده است. برای واحدهای کوچک و غیر متمرکز، مکانیسم شامل یک راکتور تک مرحله‌ای است که ماده خمیری شکل توضیح داده شده را هضم می نماید

برای واحدهای بزرگتر، با ظرفیت سالانه بیش از ۵۰ هزار تن، استفاده از هاضم‌های چند مرحله-ای توسعه یافته است. در این حالت ابتدا مواد آبدار گرفته شده و به دو فاز جامد و مایع جداسازی می‌شوند. فاز جامد با آب رقیق شده و وارد یک هاضم، جهت انجام واکنش هیدرولیز می‌گردد. انجام واکنش هیدرولیز زمان ماندی حدود ۴ روز نیاز دارد. این مواد بعد از انجام عمل هیدرولیز، همراه با فاز مایع جدا شده در مرحله قبل به یک هاضم دیگر وارد می‌شوند. در این هاضم باکتریهای متانوژن فعال بوده و بیوگاز تولید خواهد شد. زمان ماند در این مرحله حدود ۲ روز است. سپس مواد از راکتور متانوژن خارج شده و عمل آبدارگیری آنها انجام می‌شود، آب جدا شده جهت خمیر سازی به سیستم برگشت داده شده و مواد جامد باقیمانده به مدت ۱ الی ۳ هفته به

صورت هوازی تثبیت می‌شوند. بیوگاز تولیدی در واحدهای BTA حدود ۶۰ تا ۶۵ درصد متان دارد.

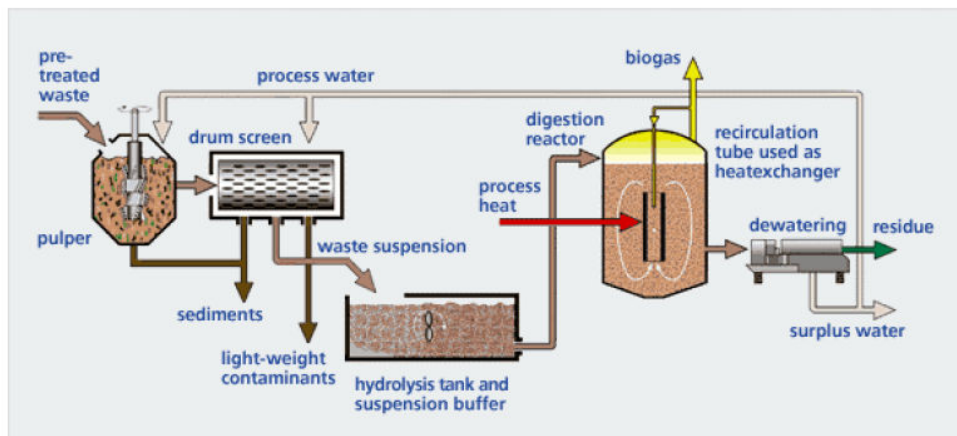
○ فرآیند Linde - KCA/BRV

در شرکت Linde AG Wies – baden آلمان یک گروه مهندسی جهت تصفیه مکانیکی – بیولوژیکی پسماندها بوجود آمد. این شرکت تصفیه مکانیکی بیولوژیکی زباله های شهری را از سال ۱۹۸۰ شروع و تا به حال بیش از ۷۰ واحد را در سراسر جهان بهره برداری نموده است. این شرکت دو نوع هاضم را طراحی و عرضه می نماید. هاضم هایی با هضم در فاز خشک و هاضم هایی با هضم در فاز مرطوب.

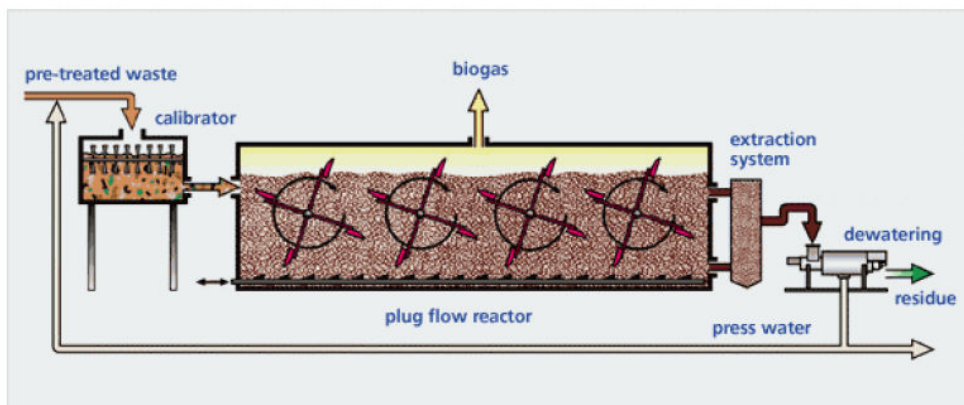
هاضم های با هضم در فاز مرطوب دو نوعند، یک مرحله ای و دو مرحله ای. این هاضم ها در شرایط مزوفیلیک و ترموفیلیک توانایی فعالیت دارند.

در این واحدها، ابتدا پسماند ورودی در آب به صورت یک محلول خمیری در می آید و سپس با استفاده از یک سرند استوانه ای، مواد مزاحم جداسازی می‌شوند. از ویژگیهای بارز این سیستم، بازگرداندن گاز تولیدی به هاضم است.

Linde برای پسماندهای با TS بین ۱۵ تا ۴۵ درصد از هاضم های فاز خشک استفاده می‌کند. در این حالت مناسب ترین راکتورها برای هضم بیهوازی MSW راکتورهای مستطیلی شکلی است که به صورت ناپیوسته بارگیری می‌شوند. از هر تن مواد ورودی تحت این شرایط حدود ۱۰۰ متر مکعب بیوگاز تولید می‌شود. مواد جامد هضم شده بوسیله یک سانتریفوژ، آبگیری شده و با استفاده از روش های کمپوست سازی تونلی، کمپوست سازی متمرکز و یا روش توده های سطحی تصفیه می شوند. در شکل های (۲-۱۰۳) و (۲-۱۰۴) نمونه های مرطوب و خشک ارائه شده است.



شکل (۲-۱۰۳) هضم *Linde* در فاز مرطوب



شکل (۲-۱۰۴) هضم *Linde* در فاز خشک

- هضم بی هوازی خشک

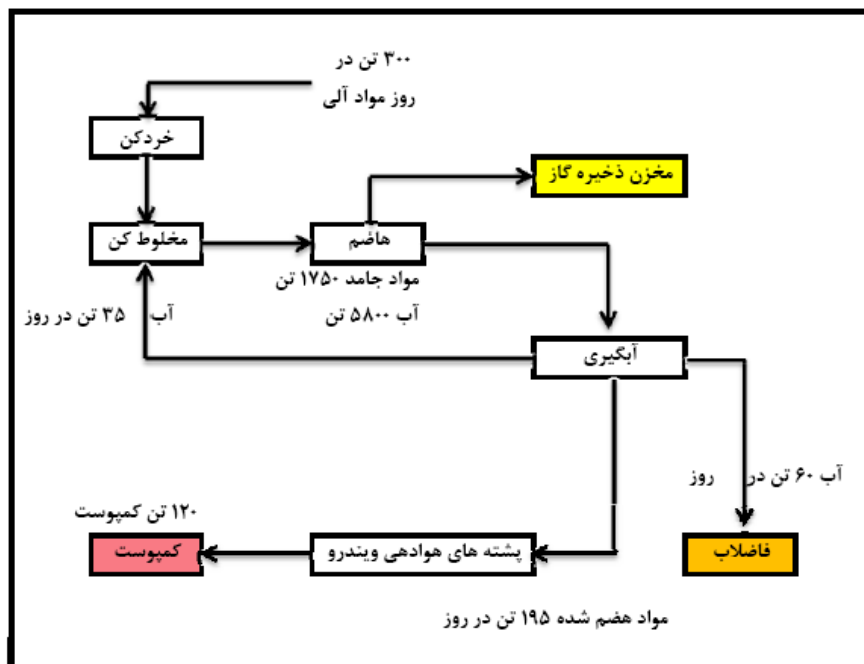
فن آوری هضم بی هوازی خشک به موردی که در آن نه تنها آب به زباله اضافه نمی شود، بلکه در مواردی آب از زباله خارج می شود. این سیستم مشخصات زیر را داراست:

زباله ورودی دارای رطوبت به مراتب کمتری نسبت به انواع دیگر سیستمهای دوغاب خور (feed slurry) می باشد. با استفاده از سیستم خشک، حجم راکتور و متعاقباً مساحت زمین مورد نیاز به حداقل مقدار خود می رسد. علاوه بر این هزینه های اضافی مربوط به آبیگری مواد هضم شده به حداقل می رسد. در عین حال، سیستمهای خشک نیازمند ماشین آلات قوی تر بوده و نرخ تعمیر و نگهداری در آنها بالاتر است.

فرآیندهای مزوفیلیک و ترموفیلیک در مقایسه با فرآیندهایی که در دمای پایین تر انجام می شوند، سریع تر بوده و به همین دلیل زمان ماند کمتر (تنها ۱۲ تا ۱۵ روز) و در نتیجه حجم راکتور کمتری مورد نیاز می باشد. از آنجاییکه فرآیندهای مزوفیلیک و ترموفیلیک نیازمند گرمایش می باشند، انرژی قابل توجهی باید برای گرمایش راکتور مصرف شود. این فرآیندها به تغییرات دمایی، حساس تر می باشند. با توجه به اینکه هدف اصلی این مطالعه تولید خالص انرژی می باشد، سیستم مزوفیلیک برای هضم بی هوازی انتخاب شده است.

فن آوریهای دو مرحله ای نیز معمولاً عرضه می شوند و اعتقاد بر آنست که این سیستم ها دارای عملکرد بهتری هستند. در عین حال این فن آوری تا حدودی جدید بوده و بهره برداری از آن کاملاً پیچیده می باشد. هنوز انجام مطالعات برای تضمین عملکرد این فن آوری در مقیاس بزرگ ضروری است. علاوه بر اینها، تنها تعداد معدودی از تولید کنندگان این فن آوری را عرضه می نمایند.

با توجه به موارد یاد شده، سیستم خشک یک مرحله ای مزوفیلیک انتخاب شده است. چیدمان واحدهای عملیاتی این سیستم در شکل (۲-۱۰۵) نشان داده شده است.



شکل (۲-۱۰۵) چیدمان واحدهای عملیاتی هضم بیهوازی

سیستم با پسماندهای غذایی که در واحد جداسازی/طبقه بندی تفکیک شده اند تغذیه می شود. این مواد عمدتاً شامل مواد آلی با رطوبت حدود ۶۰٪ تا ۷۰٪ وزنی می باشند. مواد یاد شده به کمک آسیاب چکشی (hammer mill) به ذراتی با اندازه کوچکتر از ۴۰ میلیمتر خرد می شوند. زباله خرد شده در راکتور با آب فرآیند مخلوط شده و ضمن تجزیه مخلوط حاصل گاز تولید خواهد شد. بیوگاز تولیدی در سیستم تصفیه گاز تصفیه شده و در مخزن تحت فشار ذخیره خواهد شد. ذخیره گاز به منظور متعادل سازی نرخ جریان گاز ورودی به ژنراتور و همچنین اجتناب از توقف سیستم در زمان تعمیرات اساسی (overhaul) ژنراتورها انجام می شود.

گاز تولیدی برای تولید انرژی به ژنراتور گازی منتقل می شود که مشخصات آن مشابه با سیستمی است که برای گاز محل دفن در نظر گرفته می شود، اما در این کاربرد از موتورهای گازی

با ظرفیت بیشتر و ثابت استفاده می‌شود زیرا نوسانات کمتری در تولید انرژی وجود دارد. زمین را نیز می‌توان در در نزدیکی کارخانه کمپوست موجود شهر در نظر گرفت. این امر انتقال مواد هضم شده را به کارخانه کمپوست تسهیل می‌کند و البته در نزدیکی محل دفن نیز واقع شده است. مواد هضم شده حاصل از هضم بی‌هوازی به عنوان ورودی کارخانه کمپوست به کار خواهند رفت. این مواد مرحله هوادهی را در کارخانه کمپوست طی کرده و می‌تواند به عنوان کمپوست مورد استفاده قرار گیرد. کمپوست تولید شده با استفاده از مواد هضم شده دارای کیفیت بسیار مناسب-تری در مقایسه با کمپوست‌های فعلی می‌باشد. در این فرآیند همچنین مقدار قابل توجهی آب اضافی تولید می‌شود. برای کنترل بخشی از این آب جهت تعادل نسبت مواد جامد به آب دورن راکتور و جبران آب مصرفی در تولید متان به داخل مخلوط کن اضافه می‌شود. مقدار رطوبت اولیه مواد آلی در هنگام ورود به مخلوط کن ۶۰ درصد در نظر گرفته شده است.

همانگونه که اشاره شد، مقداری انرژی بایستی در سیستم به هر دو شکل بخار و برق مصرف شود. از بخار برای حفظ دمای مورد نظر استفاده خواهد شد، در حالیکه برای پمپاژ زباله در مراحل مختلف فرآیند و تصفیه گاز مستقیماً از برق استفاده می‌شود. بخار از طریق سیستم CHP و برق از طریق منابع خارجی یا بخشی از برق تولیدی قابل تأمین خواهد بود.

نرخ زباله ورودی و تولید گاز در هر واحد AD بمیزان ۳۰۰ تن در روز در نظر گرفته شده است. حجم راکتور واحد هضم بی‌هوازی بر مبنای نرخ زباله ورودی طراحی می‌شود. برای برآورد حجم راکتور از تجربه عملی مشابه در تأسیسات فعال در دنیا به روش Valorga استفاده شده است.

با توجه به حجم‌های عملی استفاده شده در سیستم‌های مشابه ۳ عدد هاضم به حجم ۳۸۰۰ متر مکعب استوانه‌ای برای استفاده در این سیستم مورد نیاز خواهد بود. همچنین با توجه به

راندمان نوعی سیستم مقدار تولید ۱۲۵ متر مکعب به ازای هر تن مواد آلی در نظر گرفته شده است که هرچند در دامنه بالای راندمان تولید قرار دارد اما در تأسیسات مشابه قابل حصول است. بیوگاز حاصل از واحد AD حاوی ۶۰٪ متان، ۳۵٪ گاز CO₂ و ۵٪ سایر گازها و رطوبت خواهد بود در جدول (۲-۱۷) اجزای اصلی تشکیل دهنده بیوگاز ارائه شده است.. به هر حال، نسبت‌های دقیق گازهای تولیدی به ترکیب زباله ورودی و نرخ تجزیه زیستی بستگی دارد. از جمله آلاینده‌های اصلی در گاز تولیدی، گاز سولفید هیدورژن می‌باشد که به کمک کربن فعال از ترکیب گاز حذف خواهد شد.

جدول (۲-۱۷) اجزاء اصلی تشکیل دهنده بیوگازی تولیدی

اجزاء	درصد حجمی
متان	۶۰٪
دی اکسید کربن	۳۵٪
سولفید هیدورژن	۱/۶۷٪
آمونیاک	۱/۶۷٪
آب	۱/۶۷٪

با توجه به اینکه رطوبت زباله ورودی به سیستم AD بالا می‌باشد (یعنی حدود ۶۰٪) لذا افزودن مقادیر قابل ملاحظه آب در طول فرآیند ضروری به نظر نمی‌رسد. در عین حال با توجه به عدم قطعیت‌های موجود در مورد داده ها و اطلاعات و احتمال تغییر ترکیب زباله، میزان بازچرخش آب

در فرآیند می‌تواند متفاوت باشد. در طول عملیات، مقدار ۳۵ مترمکعب آب حاصل از واحد آبگیری در فرآیند مورد بازگردش قرار خواهد گرفت. در نتیجه حدود ۶۰ مترمکعب در روز آب مازاد به عنوان لیکور تولید خواهد شد. لیکور حاصله را می‌توان به صورت بالقوه به عنوان کود در فضاهای سبز مورد استفاده قرار داد. در عین حال، کاربردهایی از این دست را نمی‌توان بدون پشتوانه تحقیقاتی در مقیاس پایلوتی تضمین نمود. بنابراین پیشنهاد می‌شود لیکور حاصله تصفیه شده و به آبهای سطحی دفع شود.

بیوگاز ذخیره شده در مخزن ذخیره به تدریج به واحد تولید انرژی به بازدهی حدود ۳۵٪ منتقل شده و حدود ۳/۲ مگاوات انرژی تولید خواهد شد. از آنجا که مصارف انرژی شامل ۰/۴ مگاوات برای گرمایش هاضم (تهیه شده توسط سیستم CHP و بخار حاصل از سوزاندن گاز) و ۰/۸ مگاوات برای واحدهای عملیاتی می‌باشد، تولید خالص انرژی در این گزینه حدود حداکثر ۲/۴ مگاوات برآورد می‌شود.

۲-۵-۶-۳- زباله سوز

۲-۵-۶-۳-۱- انواع (زباله سوزها)

○ سیستم باز (Open Burning)

قدیمی‌ترین شیوه سوزاندن زباله می‌باشد. در این روش، زباله‌ها روی زمین ریخته شده یا روی هم انباشته می‌شوند. آنگاه بدون نیاز به تجهیزات تخصصی احتراق سوزانده می‌شوند. این عمل باعث انتشار دود و ذرات معلق بسیار ریز در هوا شده و خطر آتش‌سوزی را نیز به همراه دارد. این شیوه به منظور انهدام مواد منفجره مانند دینامیت یا TNT نیز مورد استفاده واقع گردیده‌است.

○ زباله سوزهای تک محفظه‌ای (Single Chamber Incinerators)

بطور کلی این نوع زباله‌سوز استانداردهای انتشار آلودگی هوا، که در خلال ۱۰ تا ۱۵ سال اخیر وضع شده‌است، را رعایت نمی‌نماید. در این سیستم، زباله روی شبکه (Grate) قرار داده‌شده و سوزانده می‌شود. زباله از مقطع فوقانی زباله‌سوز وارد و بر روی کف آن ریخته می‌شود و می‌توان آن را با شبکه یا بدون شبکه ساخت. در این واحد، زباله به صورت پنوماتیکی به سیستم تغذیه زباله منتقل شده و هوای حاصل از این جابجایی، به عنوان تنها منبع تأمین هوای زباله‌سوز محسوب می‌گردد. در این زباله‌سوز نیز به منظور کنترل آلودگی از پس‌سوز استفاده می‌گردد.

○ زباله‌سوزهای روباز (Open-pit Incinerator)

این زباله‌سوز به منظور سوزاندن کنترل‌شده مواد و زباله‌های انفجاری (زباله‌هایی که خطر انفجار یا آزادشدن گرمای زیاد را در زباله‌سوزهای رایج به همراه دارد) مورد استفاده قرار می‌گیرند. قسمت فوقانی این زباله‌سوزها باز است و به منظور دمیدن هوا به داخل محفظه زباله‌سوز، نازلی برای آن تعبیه گردیده‌است. هوا با سرعت زیاد به داخل محفظه دمیده می‌شود که در نتیجه باعث ایجاد آشفته‌گی در درون محفظه می‌گردد.

○ زباله‌سوزهای چند محفظه‌ای (Multiple-Chamber Incinerator)

این نوع زباله‌سوزها به منظور از بین بردن کامل محصولات احتراق و کاهش ذرات معلق در گاز خروجی بسط و توسعه داده شده‌اند. محفظه اولیه برای سوزاندن زباله‌های جامد مورد استفاده قرار می‌گیرد. محفظه ثانویه زمان ماند و سوخت مکمل، جهت احتراق محصولات گازی سوخته نشده و ذرات معلق جامد اشتعال‌پذیر که از محفظه اولیه تخلیه می‌شوند، را تأمین می‌نماید. این نوع زباله‌سوز به دو نوع اصلی تقسیم‌بندی می‌گردد:

① سیستم دایره‌ای (Retort System)

② سیستم خطی (In-line System)

○ زباله‌سوز با کوره‌های هوای کنترل‌شده (Air Controlled Incinerator)

پیرولیز تقطیر مواد جامد و کربن‌دار در حضور گرما و در غیاب اکسیژن استوکیومتری است. پیرولیز یک واکنش گرماگیر است، یعنی برای انجام واکنش نیاز به گرما دارد. واکنش پیرولیز مطابق رابطه زیر انجام می‌گردد:



پیرولیز یک پروسه صنعتی است که کاربرد وسیعی در انهدام زباله‌ها دارد.

○ واحدهای زباله‌سوزی لجن (Sludge Incinerator)

انواع زباله‌سوزهایی که غالباً برای سوزاندن لجنها مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از:

- زباله‌سوزهای چند طبقه‌ای (Multiple-hearth)

- بستر شناور (Fluid Bed)

- کوره نقاله‌ای (Conveyer Furnace)

- کوره سایکلون (Cyclone Furnace)

○ زباله‌سوز با تکنولوژی کوره دوار

متداولترین سیستم دفع زباله استفاده از کوره با محفظه دوار است. از این واحد برای دفع انواع زباله‌های جامد و لجنها و سوزاندن زباله‌های مایع و گازی استفاده می‌گردد. این نوع زباله‌سوز،

کاربرد خود را در سوزاندن زباله‌های صنعتی و شهری یافته‌اند و اخیراً به منظور پاکسازی زمین سایت‌های آلوده به مواد آلی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۲-۵-۶-۳-۲ ویژگی‌ها

- دارای قابلیت امحای زباله‌های شهری، زباله‌ها و زائدات صنعتی و بیمارستانی و اغلب زائدات خطرناک، برخی سیستم‌های زباله‌سوز دارای قابلیت امحای لجن‌های فاضلاب خالص و یا به‌مراه زباله را دارا هستند.
- قابلیت امحای نخاله‌های ساختمانی و مواد غیرقابل اشتعال را ندارد.
- بدلیل تولید دیوکسین و فوران و وجود فلزات سنگین برای محیط زیست مضر هستند که با نصب چندین سیستم فیلتراسیون و پالایش دودهای خروجی به سیستم‌های بسیار کم خطرتر و دوستدار محیط زیست تبدیل می‌شوند.
- قابلیت تولید برق و حرارت که از حرارت آن می‌توان در گرمایش و تولید بخار، خشک کردن شیرابه و یا خشک کردن زباله تر ورودی به زباله سوز و نیز تولید سرما استفاده نمود.
- فضای لازم جهت احداث یک واح ۵۰۰ تنی با فضای سبز حداکثر ۴ هکتار می‌باشد.
- ته مانده بسته به ورودی از ۰.۵٪ تا ۲۰٪ زباله
- نیاز به تفکیک زباله بویژه شیشه و فلزات و خرد کردن در آن بسیار جدی و حساس می‌باشد.
- انواع مختلفی زباله سوز در دنیا نصب شده‌اند که نوع توده‌سوز رتبه اول را بخود اختصاص داده است.
- هزینه سرمایه‌گذاری اولیه و تعمیر و نگهداری آن بالا و هزینه تفکیک و پردازش زباله نیز قابل توجه است.

۲-۵-۶-۳- مزایای زباله سوزی

زباله‌سوزی مزایای متعددی دارند که برخی از آنها عبارتند از:

- کاهش حجم زباله
- کاهش سریع حجم زباله
- دفع زباله‌های خطرناک
- از بین رفتن خطر آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی
- از میان رفتن بو
- کاهش میزان گازهای گلخانه‌ای
- کاهش میزان آلاینده‌های هوا
- از بین رفتن زیستگاه جانوران موذی
- کاهش زمین مورد نیاز برای دفن

۲-۵-۶-۴- نقش نیروگاه‌های زباله‌سوز در دنیا

با توجه به دستورالعمل اروپایی به شماره ۱۹۹۹/۳۱/EC مورخ ۲۶ آوریل ۱۹۹۹، دفن مواد قابل اشتعال باید در طی این دهه خاتمه پیدا کند. بعضی از کشورهای عضو اتحادیه اروپا دارای ظرفیت زباله‌سوزی پایین و برخی دیگر مثل یونان فاقد این صنعت هستند. ظرفیت زباله سوزی و انهدام زباله‌های جامد شهری کشورهای اروپایی و سهم سرانه آن در جدول (۲-۱۸) نشان داده شده است. به منظور مقایسه کشورهای مختلف، در ژاپن سرانه زباله‌سوزی برای تولید برق به ازای هر نفر معادل ۳۱۴ کیلوگرم، در سنگاپور معادل ۲۵۲ کیلوگرم، و در ایالات متحده آمریکا ۱۰۵ کیلوگرم است. چین که یک عضو جدید WTE می‌باشد در حال حاضر دارای ۷ نیروگاه

زباله‌سوز در حال بهره‌برداری است و حجم زباله‌سوزی در این کشور حدوداً ۱.۶ میلیون تن در سال می‌باشد.

جدول (۲-۱۸) ظرفیت‌های زباله‌سوزی گزارش شده در اروپا

کشور	تن در سال	کیلوگرم سرانه	حرارت تولیدی (گیگاژول)	برق تولید شده (گیگاژول)
اتریش	۴۵۰۰۰۰	۵۶	۳۰۵۳۰۰۰	۱۳۱۰۰۰
دانمارک	۲۵۶۲۰۰۰	۴۷۷	۱۰۵۴۳۰۰۰	۳۴۷۲۰۰۰
فرانسه	۱۰۹۸۴۰۰۰	۱۸۰	۳۲۳۰۳۰۰۰	۲۱۶۴۰۰۰
آلمان	۱۲۸۵۳۰۰۰	۱۵۷	۲۷۱۹۰۰۰۰	۱۲۰۴۲۰۰۰
مجارستان	۳۵۲۰۰۰	۶	۲۰۰۰	۳۹۹۰۰۰
ایتالیا	۲۱۶۹۰۰۰	۱۳۷	۳۳۵۴۰۰۰	۲۳۳۸۰۰۰
هلند	۴۸۱۸۰۰۰	۴۸۲	-	۹۱۳۰۰۰۰
نروژ	۲۲۰۰۰۰	۴۹	۱۴۰۹۰۰۰	۲۷۰۰۰
پرتغال	۳۲۲۰۰۰	۳۲	۱۰۰۰	۵۵۸۰۰۰
اسپانیا	۱۰۳۹۰۰۰	۲۶	-	۱۹۳۴۰۰۰
سوئد	۲۰۰۵۰۰۰	۲۲۵	۲۲۹۹۶۰۰۰	۴۳۶۰۰۰۰
سوئیس	۱۶۳۶۰۰۰	۱۶۴	۸۶۹۸۰۰۰	۲۳۱۱۰۰۰
انگلستان	۱۰۷۴۰۰۰	۱۸	۱۰۰۰	۱۸۹۵۰۰۰
مجموع	۴۰.۴۸۴.۰۰۰	۱۵۴/۵ (متوسط)	۱۰۹.۵۵۰.۰۰۰	۴۰.۷۶۱.۰۰۰ (معادل ۲۵۰۰ مگاوات نیروگاه)

آخرین مطالعاتی که توسط انجمن بین‌المللی زباله‌های جامد شهری در مورد زباله‌سوزی در اروپا انجام شد، نشان می‌دهد که مجموع ظرفیت نیروگاه‌های زباله‌سوز احداث شده بیش از ۴۰ میلیون تن و تولید برق و انرژی حرارتی به ترتیب ۴۱ میلیون گیگاژول و ۱۱۰ میلیون گیگاژول بوده است. باید توجه داشت که در مقایسه با اروپا، ایالات متحده آمریکا استفاده بسیار کمی از حرارت موجود در گازهای خروجی واحدهای تولید برق به منظور گرمایش ناحیه‌ای و یا مصارف صنعتی انجام می‌دهد. یک مثال خوب از تولید همزمان برق و انرژی حرارتی، نیروگاه زباله‌سوز برشا

واقع در ایتالیا است که تقریباً از هر تن زباله جامد شهری ۶۵۰kWh برق تولید می‌کند و در فصل زمستان، قابلیت تولید انرژی حرارتی لازم برای گرمایش ناحیه‌ای منطقه را دارد. وضعیت زباله سوزی در آمریکا نیز در جدول (۱۹-۲) ارایه شده است.

جدول (۱۹-۲) عمده‌ترین استفاده‌کنندگان از WTE در آمریکا

ایالت	تعداد نیروگاهها	ظرفیت (تن آمریکایی در روز)
کانکتیکات	۶	۶۵۰۰
نیویورک	۱۰	۱۱۱۰۰
نیوجرسی	۵	۶۲۰۰
پنسیلوانیا	۶	۸۴۰۰
ویرجینا	۶	۸۳۰۰
فلوریدا	۱۳	۱۹۳۰۰
مجموع	۵۳	۶۹۶۰۰

۲-۵-۴-۳-۵- وضعیت مال حاضر تکنولوژیهای زباله‌سوزی

عمده‌ترین تکنولوژی زباله‌سوزی که در حال حاضر بیشترین استفاده را دارد، توده‌سوز است، و این به دلیل سادگی و هزینه پایین اجرای آن است. معمول‌ترین تکنولوژی شبکه نیز بوسیله مارتین (مونیک-آلمان) توسعه داده شده و هم اکنون ظرفیت زباله‌سوزی شبکه‌های نصب شده با این روش چیزی حدود ۵۹ میلیون تن می‌باشد. شبکه مارتین نصب شده در نیروگاه برشا (ایتالیا) یکی از جدیدترین تکنولوژیهای بکار رفته در اروپا است. به غیر از تکنولوژی مارتین، روش توده‌سوزی وان رول (زوریخ- سوئیس) نیز اجرا می‌شود و اکنون در دنیا ۳۲ میلیون تن زباله در سال به این روش سوزانده می‌شوند. سایر انواع توده‌سوز و RDF سوز (سوختهای مشتق شده از

زباله) نیز استفاده می‌شوند که جمعاً بیش از ۴۰ میلیون تن زباله در سال با این تکنولوژیها سوزانده می‌شوند.

۷-۵-۶-۳-۶- تولید انرژی

سوزاندن زباله آلی باعث کاهش حجم آن و تولید انرژی می‌شود که می‌توان آنرا مورد بازیابی قرار داد. شرایط احتراق بر حسب اکسیژن حاضر در فرآیند احتراق تعیین می‌شوند. در صورتیکه مقدار اکسیژن موجود به اندازه ای باشد که احتراق کامل مواد بدون هوای مازاد انجام شود، شرایط استوکیومتریک احتراق برقرار می‌باشد. شرایط احتراق پرسوخت (fuel-rich) و کم سوخت (fuel-lean) هنگامی اتفاق می‌افتد که مقدار اکسیژن به ترتیب کمتر یا بیشتر از مقدار استوکیومتریک باشد. در واقع گازسازی موقعی حاصل می‌شود که احتراق در حضور مقدار اکسیژن زیر حد استوکیومتریک باشد به طوریکه در چنین حالتی گاز قابل احتراق شامل منواکسید کربن، هیدورژن و هیدورکربنها تولید می‌شود.

حرارت آزاد شده (آنتالپی) در محفظه احتراق یا ارزش حرارتی پارامتر مهمی در فرآیند سوزاندن زباله به شمار می‌رود. انرژی تولیدی در قالب افزایش حرارت مواد ورودی و گازهای حاصل از احتراق مصرف شده و نیز به دیواره‌های در برگیرنده زباله سوز منتقل می‌شود. ارزش حرارتی یا حرارت احتراق بر اساس آزمایش بمب کالریمتری برآورد می‌شود. در این آزمایش، نمونه در محیطی بسته و در حضور اکسیژن خالص سوزانده شده و انرژی حاصله بر حسب افزایش حرارت در داخل بمب کالریمتر و اطراف آن اندازه گیری می‌شود. حرارت اندازه گیری شده ارزش حرارتی ناخالص یا حد بالایی ارزش حرارتی به شمار می‌رود، چراکه در داخل کالریمتر

میعان آب به وقوع می‌پیوندد. ارزش حرارتی حد پایین یا خالص متناظر با شرایط احتراق به گونه ایست که در آن آب در حالت بخار تولید شود

مشخصات اجزاء مواد ورودی به زباله سوز در جدول (۲-۲۰) ارائه شده است. این مواد از واحدهای مختلفی پس از انواع جداسازی‌هایی که قبلاً تشریح شده است وارد سیستم می‌گردند. چنانکه در جدول (۲-۲۰) نشان داده شده است، ارزش حرارتی معمول ۱۰۷۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم می‌تواند مبنای طراحی زباله سوز در نظر گرفته شود (ارزش حرارتی اجزاء بر اساس تجربیات به دست آمده از مطالعات شرکت‌های معتبر در در دبی، اروگوئه و آلمان و .. تعیین شده است).

جدول (۲-۲۰) اجزاء و ارزش حرارتی مواد ورودی به زباله سوز

مواد تشکیل دهنده	درصد	ارزش حرارتی ویژه	رطوبت	خاکستر	ارزش حرارتی (KJ/Kg)
پلاستیک	۳/۵۳	۲۵,۰۰۰	۱/۹	۲/۳	۸۸۲۵۰
بطری پلاستیکی	۰/۵۶	۲۵,۰۰۰	۰/۲	۰/۲	۱۴۰۰۰
شیشه	۱/۳۵	-۲۹۰	۰	۰	-۳۹۱/۵
پارچه	۲/۲۳	۱۳,۰۰۰	۰/۴	۰/۲	۲۸۹۹۰
فلزات آهنی	۰/۶۴	-۲۹۰	۰	۰	-۱۸۵/۶
فلزات غیرآهنی	۰/۰۸	-۲۹۰	۰	۰	-۲۳/۲
کاغذ	۳/۶۴	۱۲,۰۰۰	۴/۶	۲/۳	۴۳۶۸۰
مقوا	۴/۷۷	۱۲,۰۰۰	۰/۴	۰/۲	۳۱۶۸۰
زباله خطرناک	۲/۶۵	۱,۵۰۰	۰	۰	۵۷۲۴۰
مواد آلی و سبزیجات	۷۲/۹۲	۰۰۰,۳	۳۰/۷	۱/۸	۲۱۸۷۶۰
چوب و شاخه درختان	۰/۵۱	۱۵,۰۰۰	۰/۴	۰/۲	۷۶۵۰
استخوان، لاستیک چرم	۰/۸۵	۱۶,۰۰۰	۰/۱	۰/۱	۱۳۶۰۰
مواد مرکب	۶/۲۶	۱۸,۰۰۰	۰/۱	۰/۵	۱۱۲۶۸۰
کل					۶۱۵۹۳۰

انرژی حاصل از گازهای داغ خروجی از طریق بویلر بازیابی شده و به مدار داخلی بویلر وارد می‌شود. سیکل بخار در نیروگاههای تولید برق مطابق با سیکل معروف رانکین می‌باشند. بخار تولید شده در زباله سوز وارد توربین بخار شده که از این طریق برق و حرارت تولید خواهد شد. بزرگترین تجهیز در نیروگاههای بخار به لحاظ فیزیکی (به جز دودکش آنها) مولد بخار یا بویلر می‌باشد. که حرارت ناشی از گازهای حاصل از احتراق به آب داخل لوله‌های آن منتقل می‌شود. انتقال حرارت به آب ورودی در ابتدا دما را تا اندازه ای بالا می‌برد که آب به مایع اشباع تبدیل شده و از آن پس به صورت بخار اشباع در می‌آید و معمولاً دمای آن تا حدی بالا می‌رود که بخار خشک (Super heated) حاصل می‌شود.

سپس بخار خشک، با فشار و دمای بالا به سمت توربین بخار جریان یافته و در آنجا بخار منبسط شده و انرژی حرارتی آن به انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود. سپس از طریق محور توربین، ژنراتور به گردش در آمده و انرژی الکتریکی تولید می‌شود (ژنراتور مستقیماً به محور توربین متصل می‌باشد). پس از آن بخار وارد کندانسور می‌شود تا به حالت آب مایع در آید.

برای تبدیل هرچه بیشتر انرژی حرارتی به انرژی مکانیکی، بخار توربین را در دما و فشاری به مراتب پایین‌تر از دما و فشار ورودی به توربین ترک می‌کند. در این نقطه بخار می‌تواند به اتمسفر تخلیه شود ولی از آنجاییکه منابع آبی محدودتر از آن است که اجازه بیش از یک بار مصرف آب را بدهد، و نیز به دلیل آنکه تصفیه آب ورودی به سیستم هزینه بر می‌باشد، در نیروگاههای بخاری معمولاً همان آب تصفیه شده مجدداً مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر، آب مورد استفاده در فرآیند همواره مورد بازگردش قرار می‌گیرد. انرژی حرارتی بخار وارد شونده به کندانسور، به یک مدار جداگانه آب خنک کننده منتقل شده که آن هم به نوبه خود این انرژی را به یک رودخانه، دریاچه مجاور و یا هوا منتقل می‌نماید. بخار میعان یافته (کندانسه) بعد از

کندانسور وارد واحد هوازدایی (Deaerator) می‌شود که در آن غلظت اکسیژن محلول موجود در بخار میعان یافته کاسته شده و دمای آن به کمک بخار استخراجی (زیرکش شده) از توربین افزایش می‌یابد.

پمپ آب تغذیه، آب را از واحد هوازدایی (Deaerator) به اکونومایزر (Economizer) بویلر منتقل می‌نماید. در پیش گرم کن، دمای آب تغذیه با استفاده از حرارت گازهای خروجی از بویلر بالاتر رفته، پس از آن برای تولید بخار خشک و داغ (Superheated Steam) وارد درام (Drum) بویلر می‌شود که تبخیرکننده‌ها (دیواره‌های متشکل از لوله‌های آب) و فوق گرمکن‌های (Superheater) بویلر به آن متصل می‌باشند.

۲-۵-۶-۷- انواع روشهای انهدام زباله و زباله‌سوزی

○ سوزاندن زباله‌های جامد شهری

بر اساس گزارش UNEP منتشر شده در سال ۱۹۹۹ نیروگاهها و واحدهای زباله‌سوز شهری یکی از منابع تولید دیوکسین می باشند. در بسیاری از کشورها در سالهای گذشته نیروگاههای زباله‌سوز به روز شده و یا نیروگاههای مدرن احداث شده و شروع به کار کرده‌اند که نتیجتاً در مقادیر آلاینده‌های منتشر شده در محیط زیست کاهش قابل ملاحظه‌ای ایجاد شده است. با این حال، مشکل پسماندهای خطرناک و سمی حاصل از زباله‌سوزی هنوز حل نشده است. در حقیقت، مقادیر اکسیژن و سایر آلاینده‌ها در خاکستر خروجی از این نیروگاهها به دلیل آلاینده‌زدایی از گازهای خروجی افزایش یافته است. مطالعات انجام شده در اروپا نشان داده‌اند که در بیشتر نیروگاههای زباله‌سوز انتشار دیوکسین‌ها به میزان 0.1 ng/m^3 محدود شده است که مطابق با دستورالعمل شماره ۲۰۰۰/۷۶/EC می باشد ولی در برخی از نیروگاهها هنوز مقدار تولید

و انتشار دیوکسین بالاست و در صورتیکه دستگاههای پیشرفته کنترل آلودگی در این نیروگاهها نصب نشده و ملزومات آمده در استاندارد اروپایی رعایت نشوند از سال ۲۰۰۵ به بعد از کار کردن این نیروگاهها جلوگیری خواهد شد.

○ سوزاندن زباله‌های صنعتی و خطرناک

در زمینه تست‌های آلودگی نیروگاه‌ها و واحدهای زباله‌سوز استفاده کننده از این نوع زباله‌ها مطالعات محدودی انجام و منتشر شده است. به عنوان مثال در ژاپن، مطالعات انجام شده بر روی ۹ نیروگاه زباله‌سوز مخصوص زباله‌های صنعتی نشان می‌دهد که تولید و انتشار دیوکسین‌ها در دو نیروگاه کمتر از مقدار مجاز 0.1 ng/m^3 (از نظر استاندارد اروپایی) و در سایر نیروگاه‌ها بیشتر از این مقدار است (بین 0.13 تا 4.2 ng/m^3).

○ زباله‌های بیمارستانی

تنها ۱۰٪ از زباله‌های بیمارستانی حاوی عوامل بیماری‌زا و پارامترهای خاص زباله‌های بیمارستانی هستند که می‌توان آنها را بوسیله حرارت، میکروویو و یا سایر عملیات‌های غیر اشتعالی استریل کرد. سایر ترکیبات این زباله‌ها هم حاوی این‌گونه عوامل بیماری‌زا نمی‌باشند. این ترکیبات شامل کاغذها، مواد پلاستیکی، پسماندهای خوراکی و سایر مواردی هستند که زباله‌های بیمارستانی را مشابه زباله‌های تولید شده در هتل‌ها، ادارات و رستوران‌ها می‌کند.

○ طرحهای تبدیل زباله به انرژی

امروزه تولید انرژی از زباله بسیار توسعه یافته و بسیار مورد علاقه دولتها و صنایع می‌باشد و به این ترتیب اقبال عمومی نیز متوجه زباله‌سوزی شده و مخالفت‌ها با آن کاهش پیدا می‌کند. زباله‌های جامد شهری هم می‌توانند مستقیماً و بدون ایجاد تغییر در ترکیب آنها در نیروگاههای زباله‌سوز سوزانده شده و هم می‌توانند پیش از سوختن به سوخت‌های RDF (مشتق از زباله)

تبدیل شوند. همچنین زباله‌های جامد شهری را نیز می‌توان تحت عملیات پیرولیز و گازی‌کردن قرار داد و تولید انرژی را نیز بر همین اساس انجام داد.

شیوه دیگر تولید برق (انرژی) از زباله استفاده از گازهای تولید شده در دفن‌گاه‌های زباله به دلیل انجام واکنش‌های بی‌هوازی و تجزیه ترکیبات زباله می‌باشد.

○ سوخت‌های RDF

سوخت‌های RDF از باقیمانده زباله‌های جامد شهری پس از جداسازی مواد غیر قابل اشتعال مانند شیشه و سایر ترکیباتی که نمی‌سوزند، تشکیل می‌شود. این سوخت می‌تواند به صورت یک سوخت جامد در بویلرهای RDF سوز استفاده شده و یا به همراه زغال سنگ و یا نفت در بویلرهای چندسوز سوزانده شود. این سوخت می‌تواند به صورت یک سوخت جامد در بویلرهای RDF سوز استفاده شده و یا به همراه زغال سنگ و یا نفت در بویلرهای چندسوز سوزانده شود.

○ پیرولیز و گازی‌کردن

پیرولیز و گازی‌کردن روش‌هایی جهت بازیافت از زباله بوسیله دادن حرارت می‌باشند. از این بابت این روش‌ها مشابه زباله‌سوزی هستند اما نتایج و محصولات تولید شده در این روش‌ها با زباله‌سوزی متفاوت است. در حالیکه در روش زباله‌سوزی تمام زباله ورودی به انرژی و خاکستر تبدیل می‌شود، در این روش‌ها احتراق بطور کامل انجام نمی‌شود و بجای آن زباله به محصولات میانی تبدیل می‌شود که بعدها در سایر فرآیندها استفاده می‌شوند.

❖ پیرولیز

عبارتست از تجزیه زباله با استفاده از حرارت و بدون حضور هوا به منظور تولید زغال، مواد نفتی و گاز سنتز شده.

❖ گازی سازی

عبارتست از شکستن هیدروکربن‌های گاز سنتز شده با کنترل دقیق میزان اکسیژن مورد استفاده در عملیات. ازدیاد روزافزون جمعیت، ارتقاء سطح زندگی بشر، شکل‌گیری شهرهای بزرگ و ابرشهرها سبب تولید انبوه پسماند و زباله‌های گوناگون می‌شود که دفع آنها بسادگی میسر نمی‌باشد. دفن زباله‌ها در زیر زمین بدلیل نیاز به مساحت زیاد زمین و در نتیجه بالارفتن هزینه‌های اقتصادی دفع زباله‌ها، مهندسان را به فکر یافتن راه‌حلهای جدیدی برای دفع زباله‌ها نموده‌است. این مسأله در جاهایی که با کمبود زمین مواجه بوده و یا دارای سطح آبهای زیرزمینی بالایی بوده از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد. زباله‌سوزی سالهاست که در کشورهای پیشرفته صنعتی و اروپایی رایج است. این فناوری علاوه بر دفع بهداشتی زباله‌ها مقداری انرژی نیز بازیافت می‌نماید که سبب بازگشت سرمایه اولیه و صرفه‌جویی ناشی از عدم مصرف سوخت و کاهش پیامدهای زیست‌محیطی و اقتصادی ناشی از استخراج و مصرف سوخته‌های فسیلی برای تولید انرژی می‌شود. عیب عمده نیروگاههای زباله‌سوز، به ظاهر نیاز به هزینه سرمایه‌گذاری بالاتر نسبت به نیروگاههای متعارف می‌باشد. اما اگر صرفه‌جوییهای حاصل از نپرداختن هزینه‌های دفع زباله، کاهش مصرف سوخت و سایر هزینه‌های زیست‌محیطی در نظر گرفته‌شود، این روش می‌تواند مقرون به صرفه باشد.

○ کوره‌های سیمان

امروزه در دنیا حدود ۶۰ کوره سیمان به گونه‌ای بازسازی شده‌اند که قادر به سوزاندن انواع زباله به همراه سوخته‌های مرسوم می‌باشند. اما این کوره‌ها با هدف تولید سیمان طراحی شده‌اند و نه با هدف انهدام زباله. بر اساس مطالعاتی که در آمریکا انجام شده است، تولید دیوکسین در کوره‌های

سیمانی که از زباله‌های خطرناک استفاده می‌کنند، تا ۸ برابر بیشتر از کوره‌هایی است که این نوع زباله‌ها را نمی‌سوزانند.

۷-۵-۶-۳-۸- بررسی جایگاه آینده زباله‌سوزی در ایران

○ انرژی حاصل از زباله‌سوزی

انرژی ناخالص موجود در زباله برابر با ارزش حرارتی آن است. ارزش حرارتی زباله به صورت تجربی از طریق سوزاندن آن در بمب کالریمتر اندازه‌گیری می‌شود. محدوده ارزش حرارتی زباله‌های شهری بین ۸۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم و میانگین آن 10500 kJ/kg برای زباله شهری مرطوب است. چنانچه بخش آلی زباله جدا شده و ارزش حرارتی آن به صورت خشک تعیین شود، اعداد بدست آمده در محدوده $16000 - 12000 \text{ kJ/kg}$ خواهند بود. اگر بنا باشد ارزش حرارتی زباله را به صورت دقیق‌تر محاسبه کرد باید اجزای زباله را به صورت درصد وزنی تعیین نمود، سپس درصد وزنی اجزای قابل اشتعال را در ارزش حرارتی آنها ضرب نمود و از جمع اعداد جزئی ارزش حرارتی کل زباله را بدست آورد.

نیروگاه‌های زباله‌سوز دارای جایگاه ویژه‌ای در انهدام زباله و تولید انرژی درکشورهای پیشرفته می‌باشند. حدوداً ۱۰ درصد زباله جامد شهری در کل جهان بوسیله نیروگاه‌های زباله سوز امحاء می‌گردد و این مقدار با توجه به قوانین زیست محیطی و پیشرفتهای تکنولوژی در حال رشد می‌باشد. گسترش نیروگاه‌های زباله‌سوز با توجه به توسعه چشمگیر تکنولوژی طراحی و ساخت آنها همراه بوده است. بطوریکه انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی از نیروگاه‌های زباله‌سوز مدرن دارای کاهش بسیار زیادی در مقایسه با نیروگاه‌های قدیمی می‌باشند. در حال حاضر یک نیروگاه زباله‌سوز از یک نیروگاه حرارتی معمول دارای انتشار آلاینده‌های کمتری می‌باشد.

در مقایسه با روش دفن زباله، نیروگاه‌های زباله‌سوز دارای مزایای بسیار زیادی می‌باشند. علاوه بر بازیافت انرژی در آنها بصورت انرژی حرارتی و برق این نیروگاه‌ها انتشار آلاینده‌های به مراتب کمتری دارند. بصورتیکه کشورهای اروپایی از سال ۲۰۱۰ به بعد مجاز به دفن زباله نمی‌باشند و زباله جامد شهری در صورتیکه قابل بازیافت نباشد، باید توسط نیروگاه‌های زباله سوز امحاء شود.

۲-۵-۶-۳-۹- منافع اقتصادی نیروگاه‌های زباله‌سوز

هدف اولیه از احداث نیروگاه‌های زباله‌سوز با توجه به هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری اولیه و راهبری آن، تولید انرژی از زباله نمی‌باشد، بلکه راهی برای انهدام زباله‌ها با کمترین خطرات زیست‌محیطی بشمار می‌رود. تولید انرژی از زباله‌سوزها به عنوان محصول جانبی این واحدهاست که گامی در جهت بازگشت سرمایه اولیه می‌باشد. به همین دلیل در برخی از کشورها قوانینی جهت تسهیل و ترغیب به احداث نیروگاه‌های زباله‌سوز وضع شده‌است. مزایای زباله سوزی:

○ حذف هزینه‌های دفن زباله

اصلی‌ترین محصول یک نیروگاه زباله‌سوز جدا از مسایل زیست‌محیطی، حذف هزینه‌های دفن زباله می‌باشد. هزینه صرفه‌جویی ناشی از عدم دفن زباله بایستی به عنوان یک درآمد در تحلیل اقتصادی وارد شود، چرا که یکی از توجیهات احداث زباله‌سوزها و گسترش آنها، حذف هزینه‌های دفن زباله می‌باشد. برای مثال، با افزایش هزینه‌های دفن زباله به حدود ۹۰ دلار به ازای هر تن در برخی از مناطق آمریکا و رسیدن قیمت فروش انرژی به نرخ ۰/۰۶ دلار بر کیلووات ساعت، احداث نیروگاه‌های زباله‌سوز و بازیافت انرژی از زباله در اواخر ۱۹۸۰ شتاب گرفت.

○ درآمدهای ناشی از فروش انرژی و صرفه‌جویی در سوخت

انرژی حاصل شده از نیروگاه‌های زباله‌سوز و فروش آن می‌توانند به عنوان یک درآمد، بخشی از هزینه‌های سالیانه نیروگاه زباله‌سوز را تأمین نماید. این انرژی می‌تواند به صورت انرژی الکتریکی وارد شبکه توزیع برق گردد و یا اینکه انرژی حرارتی به صورت مستقیم وارد سیستم توزیع حرارت شده و مورد استفاده قرار گیرد و یا می‌توان از آن به صورت تولید همزمان برق - حرارت استفاده نمود.

○ کاهش هزینه‌های ناشی از حمل و جمع‌آوری زباله

یکی از امتیازات زباله‌سوزها، امکان استفاده از آنها در داخل شهرها و یا حومه شهر می‌باشد، بدون آنکه آلاینده‌گی آن موجب خسارات محیطی در داخل شهر گردد. علاوه بر آن با توجه به اینکه زباله‌سوزها را می‌توان در ظرفیت‌های مختلفی نصب و راه‌اندازی نمود، لذا می‌توان از چندین زباله‌سوز در چندین نقطه شهر استفاده نمود. بدین ترتیب امکان سهولت در انتقال زباله و کاهش هزینه انتقال زباله به سبب کوتاه‌شدن مسیر فراهم گردد.

۷-۵-۶-۳-۱۰- تحلیل اقتصادی نیروگاه‌های زباله‌سوز

در تحلیل اقتصادی نیروگاه‌های زباله‌سوز فاکتورها و پارامترهای مختلفی وجود دارد که عبارتند از:

○ هزینه اولیه احداث نیروگاه زباله‌سوز

هزینه اولیه احداث نیروگاه زباله‌سوز متأثر از پارامترهای مختلفی از جمله ظرفیت، نوع کوره، تجهیزات کنترل آلودگی، تجهیزات تولید برق و ... می‌باشد. اما عموماً هزینه اولیه نیروگاه برحسب ظرفیت سوزاندن زباله در روز داده شده است. نیروگاه‌های زباله‌سوز با روش

سوزاندن توده‌ای زباله برای ظرفیتهای بالای ۵۰۰ تن در روز برای تولید بخار از ۶۰ تا ۷۰ هزار دلار بر تن در روز هزینه اولیه دارد. چنانچه برق تولید شود هزینه اولیه احداث نیروگاه به حدود ۸۰ تا ۱۰۰ هزار دلار بر تن در روز افزایش می‌یابد. جدول (۲-۲۱) لیست هزینه‌های اولیه برای ساخت نیروگاه زباله‌سوز به ظرفیت ۲۰۰ تن در روز را نشان می‌دهد:

جدول (۲-۲۱) آنالیز هزینه های یک دستگاه زباله سوز

ردیف	شرح هزینه اولیه	قیمت (\$)
۱	طراحی تأسیسات، مهندسی، ساخت و آماده‌سازی سایت	۵,۳۰۴,۰۰۰
۲	تجهیزات الکتریکی، لوله‌کشی و غیره	۹۰۰,۰۰۰
۳	سیستمهای کوره و بازیافت و تبدیل انرژی	۶,۲۱۸,۰۰۰
۴	سیستم برداشت و تخلیه خاکستر	۸۶۴,۰۰۰
۵	رسوب‌دهنده الکترواستاتیک	۹۶۱,۰۰۰
۶	کنترلرها، جرثقیل و باسکول	۱,۴۴۷,۲۰۰
	کل هزینه اولیه	۱۵,۶۰۰,۰۰۰

○ هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری

این هزینه‌ها شامل تمام هزینه‌های سالیانه به غیر از سوخت می‌باشد. مواردی همچون هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم نیروی انسانی، سرپرستی پرسنل، مواد مصرفی، تجهیزات و قطعات، خدمات حمایتی از جمله هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری می‌باشد. معمولاً هزینه بیمه نیز در هزینه‌های تعمیر و نگهداری در نظر گرفته می‌شود.

هزینه بهره‌برداری و نگهداری معمولاً به صورت درصدی از هزینه سرمایه‌گذاری اولیه مطرح می‌شود. اما در نیروگاه زباله‌سوز این هزینه بیشتر برحسب هر تن زباله ورودی به زباله‌سوز بیان می‌گردد. در جدول (۲-۲۲) لیست هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری برای یک نیروگاه زباله‌سوز

۲۰۰ تن در روز ارائه شده است. با توجه به اینکه کل زباله سوزانده شده در طول سال برای این واحد ۵۸۴۰۰ تن می‌باشد، لذا هزینه بهره‌برداری و نگهداری برای هر تن زباله ۲۱/۱۸ دلار بدست می‌آید که معادل ۷/۹۳ درصد سرمایه اولیه نیروگاه زباله‌سوز می‌باشد.

جدول (۲-۲۲) آنالیز هزینه تعمیر و نگهداری یک دستگاه زباله سوز

ردیف	شرح	هزینه (\$)
۱	هزینه پرسنلی	۵۴۳،۴۵۲
۲	تدارکات و مواد شیمیایی	۶۴،۳۷۵
۳	نگهداری و تعویض تجهیزات	۳۹۰،۰۰۰
۴	هزینه انتقال و دفن خاکسترها	۷۸،۹۰۸
۵	بیمه	۵۰،۰۰۰
۶	هزینه‌های عمومی و اداری	۱۱۰،۰۰۰
۷	کل هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری	۱،۲۳۶،۷۳۵
۸	زباله ورودی به نیروگاه در سال (تن)	۵۸۴۰۰
۹	هزینه بهره‌برداری و نگهداری به ازای هر تن زباله	۲۱.۱۸
۱۰	درصد هزینه بهره‌برداری و نگهداری از کل سرمایه اولیه	۷.۹۳٪

○ صرفه‌جویی ناشی از عدم دفن زباله

با در نظر گرفتن اینکه حجم باقیمانده از زباله‌ها پس از سوختن به ۱۵ درصد و یا کمتر، کاهش می‌یابد و با استفاده همزمان از انرژی تولیدشده، سودرسانی نیروگاه‌های زباله‌سوز بیشتر مشخص می‌شود. چرا که با سوزاندن زباله‌ها عملاً نیازی به دفن زباله برای حجم انبوه زباله‌های شهری نمی‌باشد.

عواملی همچون موقعیت سایت دفن‌گاه، دوره عمر آن، مدت زمان حفاظت طولانی مدت در محاسبه هزینه دفن زباله به ازای هر تن مؤثر می‌باشد. برای مثال یک سایت دفن زباله با دوره

عمر ۳ سال، محافظت طولانی مدت ۲۰ سال، حجم زباله ۲۵۰۰۰ تن در سال دارای هزینه‌ای در حدود ۲۰/۰۸ دلار به ازای هر تن دفن زباله می‌باشد، ولی بطور میانگین هزینه دفن بهداشتی زباله به ازای هر تن زباله \$ ۲۱/۳ فرض می‌شود.

○ هزینه سوخت کمکی

علاوه بر هزینه بهره‌برداری و نگهداری سالیانه، نیروگاه زباله‌سوز نیاز به سوخت کمکی نیز جهت ایجاد شعله، سوزاندن زباله‌های با احتراق‌پذیری کم یا رطوبت بالا و همچنین از بین بردن و سوزاندن ذرات معلق برخاسته از زباله دارد.

○ طول عمر نیروگاه زباله‌سوز

زباله‌سوزهایی که تحت مناقصه‌های رقابتی ساخته می‌شوند، بدون هیچگونه دوباره‌سازی و نوسازی قابل ملاحظه‌ای حداقل ۲۰ سال مداوم کار می‌کنند.

○ مدت زمان احداث نیروگاه

مدت زمان ساخت برای دستگاه‌های زباله‌سوز در ظرفیت‌های بالا در حدود ۳ سال می‌باشد. اما در ظرفیت‌های کوچک با توجه به پیش ساخته‌بودن برخی از اجزای آن، مدت زمان ساخت و اجرا برای یک واحد ۲۵۰ تن در روز معمولاً یک سال می‌باشد.

○ هزینه زمین

هزینه زمین با توجه به موقعیت استقرار دستگاه زباله‌سوز می‌تواند متغیر باشد. مقدار زمین لازم در یک ارزیابی برای احداث یک تأسیسات تبدیل زباله به انرژی با ظرفیت ۲۵۰ تن در روز در حدود ۰/۷ هکتار می‌باشد.

○ هزینه‌های زیست‌محیطی

با استفاده از استاندارد EPA مقادیر مجاز آلاینده‌ها بر واحد گازهای خروجی از دودکش مطابق جدول (۲-۲۳) برای یک واحد زباله‌سوز ارائه شده‌است:

جدول (۲-۲۳) مقادیر مجاز آلاینده‌ها بر واحد گازهای خروجی از دودکش زباله سوز

عنوان	واحد	Co _۲	Sox	Nox	جمع
شاخص آلاینده‌گی	Mg/m ^۳	۱۰	۵۰	۲۰۰	-
میزان آلاینده‌گی بر اساس مقادیر پیشنهادشده استاندارد EPA	Kg/Ton	۰.۰۴۰۳	۰.۲۰۱۵	۰.۸۰۶	-
هزینه زیست‌محیطی در واحد آلاینده	\$/Kg	۰.۰۲۴	۰.۸۸۰	۶.۴۲۴	-
هزینه ارزی زیست‌محیطی در واحد تن زباله	\$/Ton	۰.۰۰۱۰	۰.۱۷۷۳	۵.۱۷۷۷	۵.۳۶

جهت امکان مقایسه هزینه‌های زیست‌محیطی سوزاندن زباله با هزینه‌های زیست‌محیطی دفن زباله مقادیر و هزینه‌های زیست‌محیطی دفن زباله نیز در جدول (۲-۲۴) ارائه گردیده‌است:

جدول (۲-۲۴) هزینه‌های زیست‌محیطی دفن زباله

عنوان	واحد	CO _۲	متان	شیرابه	جمع
میزان آلاینده‌گی	M ^۳ /Ton	۱۰۰	۱۵۰	۰.۶	-
دانسیته	Kg/m ^۳	۱.۷۸	۰.۷۱۴	۱.۲۰	-
هزینه زیست‌محیطی در واحد آلاینده	\$/Kg	۰.۰۲۴	۰.۳۶۳	۰.۰۰۰۶	-
هزینه ارزی زیست‌محیطی در واحد تن زباله	\$/Ton	۴.۳۱	۳۸.۸۸	۳.۸۵	۴۷.۰۳

با مقایسه دو جدول می‌توان دریافت که هزینه‌های زیست‌محیطی دفن هر تن زباله تقریباً ۸/۵ برابر هزینه زیست‌محیطی ناشی از سوزاندن زباله می‌باشد.

○ میزان تولید برق سالیانه

برای محاسبه مقدار برق تولیدی از راندمان نیروگاه و مجموعه ارزش حرارتی زباله و سوخت کمکی استفاده می‌شود. راندمان خالص تأسیسات زباله‌سوز برای تولید برق حدود ۲۰٪ درصد می‌باشد. ارزش حرارتی زباله‌های پردازش شده عموماً بین ۷ تا ۱۱ MJ/Kg تغییر می‌کند و با افزایش سهم پلاستیک‌ها در زباله، این ارزش حرارتی نیز افزایش می‌یابد.

در جدول (۲-۲۵) تناسب بین ارزش گرمایی بالای زباله و توان خروجی از آن بدون سوخت کمکی، بر اساس یک سیکل بخار که بخار در شرایط فشار ۴۵۰۰ Kpa و دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس وارد توربین می‌شود و دمای آب تغذیه ۱۳۰ درجه سلسیوس، ارائه گردیده‌است:

جدول (۲-۲۵) تناسب بین ارزش گرمایی بالای زباله و توان خروجی

HHV(Kj/Kg)	Net Power Output(Kwh/Ton)
۶۹۷۸	۲۵۸.۵
۸۱۴۱	۳۴۱
۹۳۰۴	۴۲۹
۱۰۴۶۷	۵۱۷
۱۱۶۳۰	۵۷۲

۲-۵-۶-۳-۱۱- بازافت

امروزه بسیاری از متخصصین معتقدند که محدود بودن منابع فسیلی و همچنین سایر موادی که در دنیای پیرامون ما وجود دارند، با توجه به افزایش جمعیت که به دنبال خود تقاضا برای مصرف را بالا برده است، مجموعاً سبب این امر شده است که میزان این منابع به مقدار قابل توجهی کاهش

یابد. بر همین اساس تلاش بیشتر کشورهای جهان نیز به این نکته معطوف شده است که از ضایعات تولیدی در بخش های جامعه، بیشترین بهره برداری را داشته باشند تا از این طریق علاوه بر آنکه برداشت کمتری از ذخایر و منابع صورت پذیرد، به محصولات مصرف شده نیز حیاتی مجدد داده شود و این مواد دوباره به اشکال مختلف در چرخه تولید و مصرف وارد گردند. به بیان دیگر یکی از راههای منطقی در کاهش تخریب و آلودگی محیط زیست، استفاده مجدد و بازیافت ضایعات کشاورزی، صنعتی، معدنی و شهری است. سالانه میلیونها تن از ضایعات در کشور بوجود می آید که در صورت بازیافت آنها علاوه بر صرفه جویی قابل توجه اقتصادی، به بهسازی و حفاظت محیط زیست کمک فراوانی خواهد شد.

عمل بازیابی معمولاً دارای دو معنی است. نخست، استفاده مجدد از مواد همچون کاربرد دوباره شیشه های نوشابه که پس از شستشو دوباره پرشده و بدست مصرف کننده گان می رسد. دوم بازیافت که در آن مواد زاید طی مراحل و عملیات مختلف به محصول جدیدی تبدیل شده و به مصرف می رسد. مثلاً، قوطی های کهنه و مستعمل آلو مینیومی یا بطری های شکسته که پس از ذوب مجدداً به بطری های نوشابه و قوطی های کنسرو جدید تبدیل می شوند. در برخی از فرآیندهای بازیافت از مواد کهنه و زاید، مواد کاملاً جدیدی بوجود می آیند، مثلاً لاستیک کهنه که پس از خرد کردن و انجام پروسه های ویژه برای روکشی خیابان ها به کار برده می شود و یا قوطی های فلزی زاید که پس از طی مراحل برای ساخت اتومبیل و برخی از وسایل ساختمانی مورد استفاده قرار می گیرند. در ادامه برخی از واژه های متداول در زمینه بازیافت توضیح داده شده است.

بازیافت اولیه (Primary Recycling): به معنای به جریان انداختن یک ماده دست دوم در خط تولید است به شکلی که بتوان از آن محصولی مشابه به وجود آورد. مثل بازگرداندن ظروف شیشه شکسته به کارخانه های تولید شیشه و یا خرده های فولاد به کوره های تولید فولاد جدید.

Recovery or Salvage: عملیات بدست آوردن مواد دست دوم از طریق جمع آوری پسماندها و گردآوردن مواد جمع آوری شده آنها می باشد. به طور کلی منظور از عبارت های ریکاوری یا سلویج به کل فعالیت های بازیافت مواد و استفاده از آنها در پروسه های لازم اتلاق می شود. کلمه Salvage بر مواردی دلالت دارد که گاهی با دیگر مواد مخلوط بوده و قابل استفاده است و گاه نیز مفید نیستند. لغت Salvage همچنین به معنی موادی است که پس از یک فاجعه به دست می آید مانند غرق شدن کشتی.

پروسس مجدد (Reprocessing): عبارت است از تهیه یک ماده ثانویه که در اثر تغییر حالت مواد اولیه به وجود می آید مانند تبدیل سلولز به الکل از طریق پیرولیز.

Re-use: به استفاده مجدد یا بازگشت یک وسیله و یا محصول برای همان استفاده سابق بدون هیچ تغییر در هویت آن اطلاق می شود. مثال ظروف نوشابه قابل بازگشت که شست و شو شده و دوباره پر شده به بازار عرضه می شوند. عبارت استفاده ثانویه به استفاده از وسیله ای به شکلی دیگر اطلاق می شود.

Secondary material: موادی هستند که بطور کامل مورد استفاده واقع شده و پس از مصرف نمی توانند در همان حالت و شکل مورد استفاده قرار گیرند این مواد اصولاً از تولید و تبدیل محصولات باقی می مانند.

بازیافت ثانویه (Secondary) استفاده ثانویه عبارتست از استفاده از ماده ای به شکل دیگر به نحوی که هویت خود را حفظ کننده. مانند شستشوی لباس های نخی و قطعه قطعه کردن آنها برای تبدیل به دستمال های تظین.

عوامل موثر در بازیافت مواد

برای بازیافت یک یا تمام مواد قابل بازیافت، تصمیم گیری معمولاً بر اساس ارزیابی و ملاحظات محلی اتخاذ می گردد. مواد بازیافتی باید دارای خواهر ویژه ای باشد. مقاومت در برابر فشار، قدرت انقباض و یا انبساط از جمله مواردی است که در کیفیت مواد بازیافتی بسیار مهم است. سهولت بازیافت و تعیین ارزش نسبی کیفیت مواد تا حدود زیادی به عوامل زیر بستگی دارد:

- وجود یک تکنولوژی صحیح و مناسب

- مقایسه شرایط دفع مواد و ارزشیابی روش های در مقایسه با عملیات بازیافت

- توجه خاص به سیستم جمع آوری زباله و عدم تداخل مواد بازیافتی با دیگر زایدات بمنظور کنترل کیفیت و کاهش آلودگی

- گنجایش و توانایی کارخانه ها در مصرف به موقع مواد بازیافتی و ارائه کیفیت مطلوب

- انتخاب روش صحیح بازیافت با توجه به مسئله آلودگی و خطرات ثانوی آن

- قابلیت اقتصادی بودن بازیافت که تاثیر بسیار مهمی در جدا سازی، ساخت و تولید وسایل جدید از مواد بازیافت شده دارد.

در ادامه به برخی از عواملی که به طور کلی در فرآیند بازیافت موثر می باشد، اشاره شده است.

۲-۵-۴- عوامل اقتصادی

یکی از عوامل موثر و غالب در بازیافت، همچون سایر مشاغل، عامل اقتصادی است. اقتصاد در عملیات بازیافت تنها قیمت مواد را در نظر نمی گیرد بلکه هزینه تهیه مواد، هزینه استهلاک و

ارزش کیفی و جنس تازه تهیه شده از مواد بازیافتی نیز از جمله موارد اساسی در این مبحث است.

افزایش چشمگیر و موثر قیمت نفت و محصولات نفتی از سال ۱۹۷۳، محرکی است تا تمامی کشورهای صنعتی نسبت به کشف امکانات بازیافت مواد به عنوان جلوگیری از افزایش قیمت نفت اقدام کنند. این کشورها در جستجوی راه هایی برای کاهش وابستگی و رزافزون خود به افزایش حجم نفت وارداتی و محصولات نفتی هستند. بررسی امکانات بازیافت مواد و استفاده مجدد از آنها پاسخ قاطعی در این زمینه است که به نوعی وابستگی به مواد اولیه را کاهش داده و از مصرف بی رویه مواد بویژه اسراف و تبذیر در آنها جلوگیری می کنند. لذا ماده زایدی که برای بازیافت مورد توجه است بایستی به خوبی قابل استفاده باشد. (مانند تمامی قوطی های قطعی یا آلو مینیومی یا شیشه های مونوکر و میتیک).

اگر عملیات جداسازی پیچیده باشد، بازیافت از نظر اقتصادی سود چندانی نخواهد داشت. در صنعت بازیافت تمامی زواید به شکلی جمع آوری می شوند که تا آنجا که امکان داشته باشد، با سایر مواد زاید مخلوط نکردند. بدیهی است اختلاط اولیه مواد چه سنجیده و چه طبق برنامه یا خود به خود موجب بالا رفتن هزینه بازیافت می شود. لذا در یک محدوده شهری تکنیک های جداسازی از مبدا الزامی است، زیرا مواد زاید جامد بسیار متنوع بوده و ضروری است تا مسولان شهری در زمینه بازیافت از مراکز تولید اقدامات لازم را به عمل آورند. به علت تورم و افزایش قیمت کالاها افراد جامعه در جستجوی راه حل هایی برای استفاده بهتر از مایملک خود هستند تا حدودی که برخی از آنها نیز بسیار غیرمتعارف است. مثل استفاده از لاستیک های مستعمل اتومبیل برای اسباب بازی یا کاربرد البسه افراد بزرگ برای کودکان.

بدیهی است برای افزایش درآمد از طریق بازیافت مواد روشهایی وجود دارد که به درآمد خالص و وضعیت مالی افراد شاغل در این حرفه، بستگی تام دارد.

عملیات بازیافت باید درآمد زا باشد و هزینه های مصرف شده را جبران کنند.

طبق یک بررسی، جمع آوری مواد قابل بازیافت برای هر تن زباله حدود ۳۵ دلار هزینه داشته، درحالی که دفن روزانه هر تن مواد زاید در آن محل حدوداً ۸۰ دلار هزینه در برداشته است. برخی از عملیات بازیابی مخارجی ندارند، زیرا فروش مواد به دست آمده، مخارج جمع آوری و سایر هزینه ها را جبران نموده، مضافاً اینکه درآمدی را نیز به وجود می آورد.

نوعی دیگر از منافع بازیافت این است که تا ۵۰ درصد یا بیشتر، حجم پسماند را کاهشی داده و هزینه های سیستم جمع آوری زباله ها را به طور موثر کاهشی می دهد.

۲-۵-۶-۵- مواد فام

مشخصات اقلام متفاوت ترکیبات پسماند شهری از جمله عوامل تاثیر گذار بر چگونگی بازیافت آنها و میزان موفقیت پروسه های بازیافت می باشد. برخی از خصوصیات مواد که در فرآید بازیافت مدنظر می باشد، در جدول (۲-۲۶) لیست شده است. با توجه به شرایط و توانایی خریدار، جزئیات ویژه مانند درجه خلوص محصول، وزن مخصوص و موقعیت حمل و نقل آن مورد توجه قرار می گیرد. در هر صورت با تقبل مخارج بیشتر، مشخصات مواد بازیافت شده را می توان بهبود بخشید. البته باید به بازار فروش این مواد نیز توجه داشت.

۲-۵-۶-۶- منبع سوخت

انرژی به دو شکل می تواند از مواد زاید بدست آید. اول به صورت استفاده مستقیم از حرارت حاصل از سوختن مواد و دوم از طریق تبدیل مواد زاید به سوختی که بتوان آن را ذخیره و استفاده منطقه ای نمود و یا اینکه بتوان آن را در بازارهای منطقه به فروش رساند. در هر صورت

ویژگی مشخصات مواد زایدی که باید به مواد سوختنی تبدیل شود، به مراتب محدودتر از مواد زایدی است که مستقیماً بعد از سوختن از گرمای آن استفاده می شود. هر چه تکنیک های انبار سازی و سوختن مواد توسعه یابد، برای استفاده مستقیم آن باید مشخصات مواد زاید دقیق تر مورد بررسی قرار گیرد.

جدول (۲-۲۶) نمونه ای از مشخصات مواد قابل بازیافت که در عملیات بازیافت تاثیر گذار می باشد

طبقه بندی مواد زائد و اجزا	نمونه ای از مشخصات اقلام
ترکیبی مواد	
مواد خام	
کاغذ و مقوا	منبع، درجه کیفیت، مجله نبودن، چسبنده نبودن، مقدار و انبارسازی و محل تحویل
لاستیک	داشتن مشخصات استاندارد برای روکش مجدد و برای سایر موارد استفاده
پلاستیک	نوع، درجه پاکیزگی
منسوجات	نوع ماده و درجه پاکیزگی
شیشه	مقدار شیشه های دستچین شده رنگی، بدون برچسب و فلز، درجه پاکیزگی، مبرا از آلودگی فلزی، مقدار، محل انبار و محل تحویل
فلزات آهنی	منبع، وزن مخصوص تمیز شده، میزان آمیختگی با قلع، آلومینیوم، سرب، حمل و نقل و محل تحویل
آلومینیوم	اندازه قطعات، درجه پاکیزگی، وزن مخصوص، مقدار، حمل و نقل و محل تحویل
فلزات غیرآهنی	با توجه به نیاز و بازار فروش مشخصات فلزات غیرآهنی متفاوت است.
منبع سوخت	
مواد آلی قابل احتراق	ترکیب، ارزش حرارتی برحسب میزان رطوبت، محدودیت های انبارسازی، مقدار فروش و توزیع انرژی و یا محصولات فرعی آن

۲-۵-۷- روش های معمول جمع آوری و بازیافت مواد از زباله در کشور

سیستم جد سازی مواد از زباله در ایران دارای نظم ویژه ای نبوده و معمولاً به روش های زیر انجام می شود:

- توسط کارگران دوره گرد و چرخ های قدیمی یا وانت خانه به خانه
 - توسط اماکن و فروشگاه های ویژه که از افراد یا مراکز تولید خریداری نموده و به فروش کلی مبادرت می کنند.
 - به روش بستن قرارداد باتولیدکنندگان در موسسات به ویژه صنایع تولید کاغذ، کارتن و پلاستیک که توسط فروشگاه ها یا مراکز خرید انجام می شود.
 - به وسیله آگهی در روزنامه
 - توسط کارگران نظافت شهری در شهرداری ها
 - فروش مواد زاید گیاهی، پس مانده های میوه ها و حتی نان خشک کپک زده به دامداران برای تغذیه دام و طیور.
- فواید بازیافت
- بازیافت زباله معمولاً بر سایر روش های دفع همچون دفن یا سوزاندن مقدم است. زیرا اضافه بر صرفه جویی در هزینه، انرژی و منابع طبیعی، آلودگی محیط زیست را نیز کاهش می دهد.
- در جدول (۲-۲۷) میزان کاهشی در آلا ینده ها و مصارف طی بازیافت برخی از ترکیبات پسماند شهری ارائه گرد یده است.

جدول (۲-۲۷) فواید بازیافت مواد و درصد کاهش های حاصله طی بازیافت آنها

شیشه	کاغذ	فولاد	آلومینیوم	
۴ تا ۳۲	۷۴ تا ۲۳	۷۴ تا ۴۷	۹۷ تا ۹۰	انرژی مصرفی
۲۰	۷۴	۸۵	۹۵	آلودگی هوا
-	۳۵	۷۶	۹۷	آلودگی آب
۸۰	-	۹۷	-	پسماندهای معدنی
۵۰	۵۸	۴۰	-	آب مصرفی

به طور کلی در این بخش می توان محاسن و معایب عملیات بازیافت را به صورت زیر دسته بندی نمود.

محاسن

- تولید کار از طریق ایجاد سیستم های جمع آوری و تکنولوژی بازیافت در جوامع مختلف
- ایجاد درآمد و استفاده از مواد بازیافتی زباله
- عدم وابستگی به خارج برای خرید مواد اولیه و خروج ارز از کشور
- کاهش حجم و وزن زباله و ایجاد تسهیلات لازم در سیستم های جمع آوری و حمل زباله
- صرفه جویی در هزینه های جمع آوری و دفع زباله
- کاهش هزینه و عملیات دفع زباله و حتی صرفه جویی در ذخیره محل دفن تا دو برابر
- احتراز از آلودگی آب، خاک و هوا به علت عدم کاربرد مواد خام در فرآیند تولید
- ملزم کردن مردم به یک نظم ویژه در زمینه کنترل زباله در منازل و اماکن تولید زباله
- ایجاد رابطه با کارگران نظافت شهری و احتمالاً حمایت مالی بیشتر آنان توسط مردم و مسولان

معایب

- غیر مطلوب بودن کیفیت وسایل و لوازمی که از بازیافت به وجود می آید

- غیر بهداشتی بودن اجناس تولیدی به علت عدم رعایت موازین بهداشتی در فرآیند تولید

- عدم استاندارد بودن اجناس تولیدی در مقایسه با مواد مشابه

- عدم کنترل سلامتی کارگران شاغل در این حرفه

۲-۵-۸- مواد قابل بازیافت

تقریباً تمام مواد زاید، قابل بازیافت و استفاده مجدد هستند. کاغذ، آلو مینیوم و شیشه رایج ترین موادی هستند که بازیابی می شوند. لاستیک و مواد پلاستیکی نیز از جمله زواید بسیار با ارزش هستند. در ادامه به پاره ای امارهای موجود در زمینه بازیافت مواد در کشورهای جهان و نتایج ناشی از آن برای روشن تر شدن اهمیت بازیافت مواد پرداخته شده است.

در بین کشورهای پیشرفته، کشور ژاپن موفق ترین برنامه بازیافت زباله در سطح جهان را به خود اختصاص داده است. حدود یک سوم زباله های تولیدی در ژاپن سوزانده شده و فقط یک ششم آن دفن می گردد. در مقایسه با آمریکایی ها که بیشتر پسماندهای خود را دفن می کنند، خانواده های ژاپنی پسماندهای خانگی خود را در هفت قسمت جداگانه جدا کرده و در روزهای جمع آوری و بازیافت می نمایند.

در آمریکا روزانه تعداد دو میلیون درخت برای تهیه روزنامه و کاغذ قطع می شود که ضرر بزرگی به جنگل ها و محیط زیست وارد می کنند. فقط با بازیافت کاغذ از نشریه نیویورک تایمز در یک روز یکشنبه می توان مانع از قطع ۷۵۰۰۰ درخت شد. با ساخت هر قطعه پلاستیک، ذخایر نفتی کاهش می یابد و با بازیابی یک تن آلو مینیوم، ۴ تن بوکسیت است معدن آلو مینیوم) و ۷۰۰ کیلوگرم زغال کک و قیر ذخیره شده و با جلوگیری از ورود ۳۵ کیلوگرم آلو مینیوم فلوراید به هوا می شود.

عمل بازیابی همچنین مصرف انرژی و آلودگی هوا را کاهش می دهد. با بازیابی بطری های پلاستیکی ۵۰ تا ۶۰ درصد انرژی مصرفی برای ساختن بطری های نو صرفه جویی می شود. ساخت فولاد از ماشین آلات اوراق شده ، انرژی لازم را تا ۷۵ درصد و تهیه آلومینیوم از تکه های آلومینیوم که به جای سنگ معدن بوکسیت، مصرف انرژی را به میزان ۹۵ درصد کاهش می دهد. در آمریکا سالانه بیش از یک میلیون تن آلومینیوم دور ریخته می شود. بر اساس یک برآورد اگر استفاده از روشهای بازیافت آلومینیوم در دنیا دو برابر شود، سالانه بیش از یک میلیون تن از آلوده کننده های هوا از بین خواهند رفت. در ایران طبق یک بررسی، فقط بهای کاغذ و کارتن و پلاستیک جدا شده از زباله که به ترتیب ۸/۲۷ درصد ، ۴/۱۱ درصد کل زباله های پنج شهر بزرگ کشور را تشکیل می دهد، در حدی است که با بازیافت این مواد بسیاری از نارسایی ها نظیر هزینه های گراف شهرداری ها را جبران خواهد کرد.

علاوه بر اینکه درآمدهای تولیدی از کود و کود سازی، بازیافت انرژی و صرفه جویی در هزینه های جمع آوری و عملیات دفن به خوبی راه گشای بسیاری از مشکلات بهداشتی و مدرنیزه کردن ماشین آلات و لوازم حمل و نقل زباله خواهد شد. بررسی هایی که در شهر های مختلف کشور انجام شده است نشان می دهد که مواد آلی ۳۵ تا ۷۶/۶ درصد، کاغذ و کارتن از ۲/۹ تا ۴/۷ درصد و پلاستیک از ۲/۱ تا ۶/۳ درصد، مهمترین اجزای قابل بازیافت زباله کشور را تشکیل می دهد. لیکن علیرغم اینکه فرهنگ بازیافت مواد از قدیم در ایران مرسوم بوده است، در سالهای اخیر بازیافت بی رویه مواد به علت تنوع خاصی و عدم مدیریت صحیح و نیز محدودیت ورود مواد اولیه چنان شدت یافته است که بازتاب آن خطرات و بحرانهای بهداشتی خاصی در کشور بوجود آورده است. با توجه به تکنولوژی جداسازی و فرآیند متفاوت بازیافت مواد ، در ادامه هر کدام به طور جداگانه مورد بررسی قرار می گیرد.

۲-۵-۸-۱- بازیافت لاستیک

لاستیک ها از انواع مواد زائد جامد پلیمری هستند که حدود ۱٪ کل مواد زائد جامد تولید شده در کشورهای صنعتی را تشکیل می دهند. لاستیک ها به طور معمول توسط شهرداریها و در میان مواد زائد جامد شهری جمع آوری نمی شوند و به علت هندسه و جنس خاص توانایی بالقوه استفاده مجدد اقتصادی را دارا می باشند. لاستیکها به علت نسبت جرم به حجم بسیار کم فضای با ارزش حمل دفن را به طور غیراقتصادی اشغال می کنند، لذا دفن آنها بدون هیچگونه فرآیند اولیه مناسب نمی باشد. شکل (۲-۱۰۶) نمایی از تلبار لاستیک های ضایعاتی را نشان می دهد.



شکل (۲-۱۰۶) نمایی از تلبار لاستیک های ضایعاتی

۲-۵-۸-۱- نمونه برزفورد با لاستیک های ضایعاتی

به روشهای متفاوتی می توان لاستیک ضایعاتی را مورد استفاده قرار داد و در برخی موارد با انجام پروسه های شیمیایی آنها را بکار گرفت. نمودار (۲-۲۲) موارد عمده بکارگیری لاستیک های ضایعاتی را نشان می دهد. در زیر مهمترین موارد این پروسه شرح داده شده اند.

۲-۵-۸-۱-۲- سوزاندن لاستیک‌ها

سوخت لاستیک‌ها موجب کاهش شدید اکسیژن هوا می‌شود و باعث آلودگی هوا به دلیل ورود مقادیر زیاد گاز سولفید هیدروژن و اکسید گوگرد و همچنین ذرات ریز دوده، حاصل از احتراق که موجب خوردگی تدریجی دستگاه‌های زباله سوز می‌شود، می‌گردد.

۲-۵-۸-۱-۳- دفن لاستیک‌ها

لاستیک‌ها در طبیعت تجزیه نمی‌شوند به همین دلیل پس از دفن سالها بدون هیچ تخریبی باقی می‌مانند و موجب رشد انواع میکروبها می‌شوند.

۲-۵-۸-۱-۴- استمصال انرژی

این روش بسیار هزینه‌زا می‌باشد، برای این عمل نیاز به کوره‌های مخصوص می‌باشد که در نتیجه استفاده از این سوخت و خاکستر از هم جدا می‌شود و مشکل آلودگی هوا با دوده و گوگرد وجود دارد.

۲-۵-۸-۱-۵- تجزیه حرارتی و استمصال مواد اولیه

در این روش لاستیک‌ها به عناصری چون کائوچو، روغن، دوده و مواد شیمیایی تبدیل می‌شود. که این روش هزینه بالایی دارد. لیکن تنها در صورت توجه به مسائل زیست محیطی می‌توان به این نکته دست یافت که غیراقتصادی است.

۲-۵-۸-۱-۶- تولید پودر لاستیک

لاستیک‌های غیر روکش‌دار را پس از جدا کردن سیمهای فولادی خرد کرده و به شکل پودر لاستیک درآورده و پودرهایی بدست آمده برحسب اندازه دانه‌ها استفاده متنوعی دارد. دانه‌های ریز در قطعات خشن‌تر و ضربه پذیرتر و ذرات درشت‌تر در قطعات ظریفتر و محکمتر کاربرد دارند. موارد استفاده متفاوتی از لاستیک وجود دارد. از جمله موارد استفاده آن تولید تایر، تیوپ، کفپوش، صداگیرها، زمین ورزشی، روکش پله‌ها، آسفالت خیابان‌ها، تسمه نقاله، تولید کفش

لاستیکی، ترمز ماشین‌ها و لوله‌ها و غیره می‌باشد و حدود ۷۰ نوع محصول که در آنها از لاستیک بازیافتی استفاده می‌شود.

۲-۵-۸-۱-۷- روش تولید کائوچوی امیا شده (ریکلیم رابر)

بعد از جداسازی تایرها از طوقه به صورت پودر درآمده و سپس دیپلمریزه می‌شوند. کائوچوی بازیافت شده که درصدی روغن و پتایرز هم در ضمن فرآیند به آن اضافه شده مقداری دوده به همراه دارد و به صورت درصدی در اغلب آمیزه‌های درجه یک لاستیکی مصرف می‌شود. این محصول دارای مزایای فراوانی است و به عنوان جانشینی مناسب برای کائوچوی طبیعی و مصنوعی محسوب می‌شود و همچنین در ساخت و تولید انواع محصولات دخالت دارد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

انواع تایرهای سواری، دوچرخه و غیره

انواع تیوپ

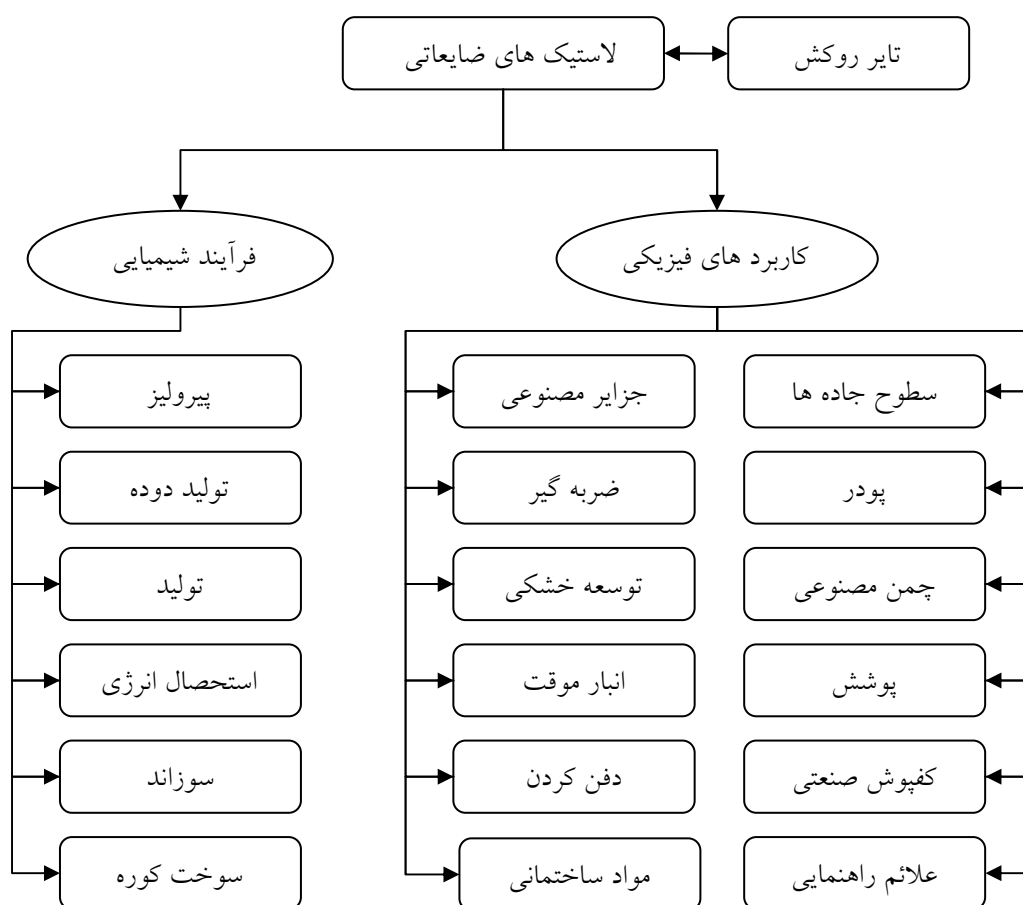
لاستیک توپر کالسکه بچه، ماشینهای چمن زنی و غیره

تسمه نقاله

انواع محصولات تزریقی مانند شلنگ آب و غیره

انواع کفشها، کفشهای اتومبیل

انواع قطعات لاستیکی صنعتی مانند واشرها و غیره



نمودار (۲-۲۲) چگونگی برخورد با لاستیک های ضایعاتی

۲-۵-۸-۱-۸- نمونه بازیافت لاستیک های فرسوده

یکی از مهمترین مسائل دنیای صنعتی امروز حفاظت از محیط زیست بشری است. و در این راستا مهمترین موضوع حساسی که در مجامع تحقیقاتی و انیستیتوهای علمی و ذیربط، سالها بر روی آن تحقیق و بررسی صورت گرفته، موضوع بازیافت لاستیکهای فرسوده می باشد که به دلیل آثار مخرب و شیمیایی بر اکوسیستم انسانی و طبیعت و همچنین معضلات و آثار اقتصادی و مالی

که در راه دفن موقتی آنها بر توان اقتصادی و مدیریت شهری و دولت‌ها به همراه دارد بایستی مورد توجه بیشتر مسئولین امر قرار گیرد.

امروزه نتیجه تحقیقات و بررسی‌ها نشان می‌دهد که امر بازیافت لاستیک‌های فرسوده، نه تنها آثار مخرب بر محیط زیست و مشکلات مدیریتی این بخش را حل می‌کند، بلکه منشا، توسعه صنعتی و سودآوری اقتصادی و فرآوری و تولید محصولات دیگری نیز می‌باشد.

در این فرآیند مواد زائد طی مراحل متفاوت به محصول جدید تبدیل می‌شود پس از جمع‌آوری لاستیک‌های مستعمل توسط کارگران شهرداری آنها را تفکیک می‌نمایند. باید این ضایعات را برحسب لاستیک‌های قابل روکش و لاستیک‌های غیرقابل روکش تقسیم نمایند.

لاستیک‌های مستعمل قابل روکش شدن را به کارخانه‌های تولید لاستیک‌های روکش به فروش می‌رسانند و لاستیک‌هایی که غیرقابل روکش باشند، جهت تولید پودر لاستیک و احیا، کائوچوی موجود در آن، به صنایع و کارخانه‌ها داده می‌شوند. در این راستا لاستیک‌های مستعمل توسط ماشین آلات و دستگاه‌هایی که سیم را جدا نموده و لاستیک را خرد می‌نمایند، پس از کم حجم شدن به کارخانه‌ها ارسال می‌شوند.

بازیافت لاستیک دارای مراحل سختی است، دلایل زیادی وجود دارد که لاستیک باید بازیافت شود که به قرار زیر می‌باشند:

- قیمت لاستیک بازیافت شده نصف کائوچوی طبیعی یا مصنوعی است.
- تعدادی از خواص لاستیک بازیافت شده بهتر از لاستیک تازه (دست نخورده) است.
- یک راه خوب برای دفع محصولات ناخواسته لاستیکی است.
- نگهداری و حفاظت از محصولاتی که در آنها از نفت استفاده شده به عنوان منبع غیرقابل تجدید شدنی مثل مواد نفتی استفاده شده در تهیه و تولید لاستیک مصنوعی.

- فعالیتهای بازیافتی می‌تواند برای کشورهای در حال توسعه ایجاد کار کند.
- بسیاری از محصولات مفید مستقیماً از بازیافت لاستیک در محصولات لاستیکی بدست می‌آید.

۲-۵-۸-۱-۹- مفصلی از روشهای بازیافت

راه‌های زیادی برای بازیافت و استفاده مجدد از تویپ‌های داخلی و لاستیکها وجود دارد، سلسله مراتب مدیریت مواد زائد به بازیافت و احیا، انرژی می‌کند و این روش را به دفع ترجیح می‌دهد. در جدول (۲-۲۸) عمده روشهای بازیافت لاستیک ارائه شده است. در شکل (۲-۱۰۷) موارد کاربرد لاستیک های ضایعاتی نمایش داده شده است.

جدول (۲-۲۸) عمده روشهای بازیافت لاستیک و مسیر فرآیندهای آن

مراحل بازیافت	نوع بازیافت	انواع استفاده‌ها از بازیافت
روکش کردن دوباره شیارزنی	تعمیر	محصولات بازیافتی
استفاده از وزن استفاده از خواص استفاده شکل دهی استفاده از صدا	بازیافت فیزیکی	محصولات بازیافتی
بریدن خرد کردن	فیزیکی	مواد بازیافتی
ریکلیم کردن	شیمیایی	مواد بازیافتی
پرولیز قابلیت احتراق	گرماپی	مواد بازیافتی
سوزاندن در کوره‌ها	گرماپی	انرژی بازیافتی



شکل (۲-۱۰۷) موارد کاربرد لاستیک های ضایعاتی

۵-۸-۱-۱۰- فرآیند بازیافت محصولات لاستیکی

بازیافت مواد لاستیکی بهترین روش حل مشکل زباله های لاستیکی می باشد. این فرآیند شامل تهیه یک ترموپلاستیک نرم، انعطاف پذیر، ظریف، واکنش پذیر و قابل ولکانیزه شدن از ترموستهای سنگین با پیوندهای سنگین و قوی می باشد. این ترموپلاستیک تهیه شده بسیار شبیه به لاستیک خام خواهد بود. عمل بازیافت به غیر از حل مشکلات زباله های لاستیکی به حل مشکل کمبود سوخت نیز بسیار کمک می کند. لاستیکهای اضافی می توانند در سایزهای مختلفی پردازش شود که از آنها به همراه لاستیک خام می توان استفاده نمود.

فرآیند بازیافت به سه گروه اصلی تقسیم می شود:

۱- بازیافت فیزیکی

۲- بازیافت شیمیایی

۳- بازیافت بیوتکنولوژی

بازیافت فیزیکی

در یک فرآیند بازیافت فیزیکی لاستیکهای اضافه با حرارت‌های خارجی گرم و بازیافت می‌شوند. در فرآیند فیزیکی یک شبکه سه بعدی از اتصالات عرضی در جدار انرژی می‌شکند و مولکولهای پلیمر به ملکولهای کوچکتری تقسیم می‌شوند که این ملکولهای کوچک به راحتی با لاستیک خام به عنوان یک پرکننده تقویتی مخلوط شده و لاستیک بازیافت شده را می‌سازند. اگر انرژی لازم برای شکستن پیوندهای عرضی کافی باشند بعد از بازیافت، لاستیک بازیافت شده مرغوبی بدست می‌آید که ترموپلاست و قابل مقایسه با لاستیک خام است. روشهای مختلف بازیافت فیزیکی عبارت است از:

بازیافت مکانیکی ۲- بازیافت ترمومکانیکی ۳- بازیافت کرایو مکانیکی ۴- میکروویو ۵- اولتراسونیک (فرای صوت)

• فرآیند بازیافت مکانیکی

در روش بازیافت مکانیکی لاستیکهای مورد نظر در یک میل دو غلتکی در دماهای بالا قرار می‌گیرد و در این مرحله شکستن ملکولهای سنگین رخ می‌دهد. در این روش لاستیکهای ولکانیزه با مواد بازیافتی در بین یک غلتک صاف قرار گرفته و مخلوط می‌شود. و دمای لازم برای واکنش دادن مواد بازیافتی با لاستیک ولکانیزه ۸۰ درجه سانتیگراد می‌باشد و بعد از این مرحله این لاستیکها با لاستیکهای دیگر مخلوط می‌شوند.

• فرآیند بازیافتی ترمومکانیکی

این فرآیند شامل مراحل ترمومکانیکی برای لاستیکهای ولکانیزه می‌باشد. این مواد ولکانیزه ابتدا به خوبی برش زده شده و بعد به درون یک آسیاب ریخته می‌شوند تا به حالت پودر درآیند این پودر با مواد دیگری مخلوط می‌شود و این مواد خاصیت مواد ولکانیزه اولیه را دارا می‌باشند.

• فرآیند بازیافت کرایو مکانیکی

در اواسط سال ۱۹۶۰ تکنیک خرد کردن لاستیک در فرآیند کرایو مکانیکی به وجود آمد. این روش اینگونه است که تکه‌های کوچک لاستیک ولکانیزه را در نیتروژن مایع قرار می‌دهند و سپس آنها را داغ نموده برای بهتر پودر شدن با نیتروژن مخلوط می‌کنند.

• فرآیند خرد کردن خشک و تر (کریوژنیک)

دو روش خرد کردن لاستیک فرآیند خرد کردن خشک و فرآیند خرد کردن خیس نام دارد. اولین مرحله آماده کردن لاستیک برای بازیافت خرد کردن می‌باشد زیرا با یان کار سطح لاستیک افزایش می‌یابد. که افزایش سطح باعث افزایش سرعت واکنشهای شیمیایی و باعث با کیفیت شدن این واکنشها می‌شود و همچنین محصول با کیفیت تر می‌شود. از آزمایشات این طور نتیجه گرفته می‌شود که خرده لاستیکهای ولکانیزه با ابعاد کوچک می‌توانند به لاستیک خام اضافه می‌شود تا در قیمت صرفه جویی شود، خرده لاستیک‌ها در مخلوطهای ۱۰-۱۰۰ مش استفاده می‌شود. در شکل (۲-۱۰۸) نمونه از دستگاه خرد کن لاستیک نشان داده شده است.



شکل (۲-۱۰۸) نمونه از دستگاه لاستیک خرد کن

• دی ولکانیزاسیون

یکی از ساده‌ترین و قدیمی‌ترین متدهای دی ولکانیزاسیون در صنعت بازسازی لاستیک با نام “Pan process” است. در این عملیات نهایت امر، پودر لاستیک بدست آمده با روغن‌ها و عوامل دی ولکانیزاسیون به وسیله بخار در فشار ظرف در حرارت ۲۰۰ درجه سانتیگراد در مدت زمان بیش از ۵ ساعت حرارت داده می‌شود. البته چند نوع دیگر دی ولکانیزاسیون وجود دارد که از طریق میکروویو یا امواج فراصوتی انجام می‌گیرد.

• روش ماکروویو

در روش ماکروویو دوز تعیین شده‌ای از انرژی با بسامد و انرژی لازم برای شکستن پیوند کربن-کربن لازم است. در این فرآیند اضافه لاستیک‌ها بدون پلیمرزاسیون دوباره می‌توانند بازیافت شده و تبدیل به لاستیک ولکانیزه شده و خصوصیات لاستیک دست اول را داشته باشند. این روش بسیار مفید است زیرا از نظر اقتصادی و زیست محیطی بسیار به صرفه است. لاستیک ولکانیزه شده بعد از بازیافت ارزش چندانی ندارد و در تجارت از آن استفاده می‌شود.

• روش فراصوت

بعد از روش ماکروویو روش اولتراسونیک یا فراصوت برای دی ولکانیزه کردن پلی مر با اتصالات عرضی استفاده می‌شود. اولین کار با روش اولتراسونیک به وسیله پلونسکی در سال ۱۹۷۳ انجام می‌شود. در این روش لاستیک جامد مانند تایرها به یک مایع اضافه می‌شوند و سپس انرژی اولتراسونیک به آنها داده می‌شود و لاستیکهای در مجاور آب ذوب شده و به مایع تبدیل می‌شوند در این روش پرتوهای اولتراسونیک در محدوده ۲۰ کیلوهرتز و با قدرتی حدود ۱۰۰ وات قرار دارند.

بازیافت لاستیک از طریق مواد شیمیایی

بیشتر صنایع بازیافت لاستیک از مواد شیمیایی استفاده می‌کنند تا لاستیکها را بازیافت کنند. این مواد معمولاً دی سولفید یا مرکاپتان هستند که در حرارت‌های مشخصی به کار گرفته می‌شوند. جدا از این، مخلوط‌های غیرآلی نیز به عنوان مواد شیمیایی استفاده می‌شوند.

• بازیافت به وسیله دی سولفیدهای غیرآلی و مرکاپتان

از سال ۱۹۱۰ تاکنون اقدامات زیادی برای بازیافت لاستیکهای اضافه صورت گرفته است. برای این منظور مواد دیگری نیز مثل دفنیل، دی سولفید، دیامیل دی سولفید، بوتیل مرکپتان و تیوفنولفس و مرکاپتانهای دیگر برای بازیافت لاستیک استفاده می‌شود. البته از این نوع مواد برای انواع خاص از لاستیکها استفاده می‌شود. با توجه به کلفتی و نازکی این لاستیکها بازیافت در دمای ۱۸۸ درجه سانتیگراد انجام می‌شود. مدت زمان لازم برای این فعالیتها ۴ ساعت است و مش این لاستیک باید حدود ۵ باشد. یکی از مهمترین مواد برای ولکانیزه کردن و بازیافت لاستیک "N دی آلکیل آریل آمین" و "سولفیدهای" آن می‌باشد. در مراحل اولیه آزمایش لاستیکها به خوبی خرد شده‌اند در معرض حرارت و بخار آب با دمای بسیار بالا (حدود ۱۵۰- ۱۸۰ درجه سانتیگراد) قرار می‌گیرند. و به آنها روغن بازیافت و آکتی پلاست ۶ اضافه می‌شود.

لاستیکها به خوبی خرد شده‌اند با روغن و مواد شیمیایی دیگر مخلوط می‌شوند و برای حداقل ۱۲ ساعت در این محلول می‌مانند.

• بازیافت با محلولهای غیرآلی

لاستیکهای به درد نخور و اضافه کارخانه‌ها به وسیله دی سولفوراسیون دی ولکانیزه می‌شود و در این فرآیند از مواد دیگری نیز استفاده می‌شود. از جمله سدیم، تولوئن، نفتالین، بنزنو سیکلوهگزان، اینگونه مواد برای بازیافت لاستیک به حرارتی حدود ۳۰ درجه سانتیگراد نیاز دارند.

(بدون حضور اکسیژن) کربن سیاهی که در این واکنشها بدست می‌آید در نبود اکسیژن به این حالت درآمده و می‌تواند دوباره استفاده شود. این فرآیند اصلاً به صرفه و اقتصادی نیست زیرا هم مواد شیمیایی مصرفی گران قیمت هستند و هم درجه حرارت لازم بالاست و بنابراین انرژی زیادی برای تولید آن احتیاج است. در این فرآیند به لاستیکها فنیل هیدرازین و کلرید آهن ۱ داده شده و از آب اکسیژنه استفاده می‌کنند تا این مواد خاصیت حالت‌گیری بهتری نیز داشته باشند. این گونه بازیافتها در محیط جامد انجام می‌شود و با توجه به ضخامت لاستیک حدود ۳۰ دقیقه با درجه حرارت ۱۰۰ درجه سانتیگراد واکنش می‌دهد.

• پیرولیز لاستیکهای اضافه

این تکنولوژی اصلاً جدید نیست و در اروپا از سال ۱۸۰۰ رایج است. پیرولیز برای شکستن و تجزیه تایرها برای تشکیل چندین محصول استفاده می‌شود. این فرآیند با حرارت ارتباط داشته و به ۲ روش انجام می‌شود. پیرولیز کردن لاستیک برای درست کردن و بدست آوردن سوخت و روغن می‌باشد که این مواد به عنوان سوخت استفاده می‌شوند. در این فرآیند لاستیک اضافی طوری پیرولیز شده که بیشترین مقدار کربن سیاه بدست می‌آید.

پیشرفتهای اخیر در بازیافت لاستیک شامل فرآیند بیوتکنولوژی

البته طبیعت می‌تواند مشکلات و مواد اضافی خود را دفع کند اما زمانی که انسان وارد سیستم طبیعت شد و مواد اضافی و پلیمرها را وارد طبیعت کرد دیگر طبیعت از عهده دفع مواد برنمی‌آید. یک فرآیند بیوتکنولوژی برای بازیافت لاستیک این است که آنها را در محیطی باکتریایی و بدون هوا نگهداری می‌کنیم تا سولفورها و سولفوریک اسیدهای آن بیرون بیایند. از این طریق به راحتی می‌توان هم سولفور و هم لاستیک بازیافت شده داشت.

۵-۸-۱۱- مزایای استفاده از لاستیکهای بازیافتی

درست است که لاستیک‌های بازیافتی لاستیکهای دور ریخته شده هستند و هنگامی که به یک نوع لاستیک خام اضافه می‌شوند خاصیت‌هایی مانند کشش و ازدیاد طولی و سختی را کم می‌کنند ولی نکات مثبت نیز در استفاده از این مواد وجود دارد.

✓ ذوب شدن سریع و زمان کمتر مخلوط شدن

لاستیک‌های بازیافت شده نسبت به لاستیکهای دست اول نقطه ذوب کمتری دارند و به دلیل عملیات بسیار زیادی که بر روی آنها انجام گرفته است بسیار راحت‌تر ذوب می‌شوند و مخلوط شدن آنها به دلیل از خاصیت‌ها و تاثیرات مواد دیگر ۳۰ تا ۴۰٪ بیشتر می‌شود.

✓ انرژی کمتر برای مخلوط شدن

لاستیکها بازیافت شده نسبت به لاستیکهای خام انرژی کمتری برای مخلوط شدن، پخته شدن، و ذوب شدن دارند. در هنگام مقایسه این دو نوع به نظر می‌رسد که کارهای انجام شده بر روی لاستیک‌های بازیافتی سریعتر و راحت‌تر نیز انجام شده است.

✓ نکات مثبتی در مورد پخت و قالب‌گیری

زمان پخت برای لاستیکهای بازیافتی بسیار کمتر است. حالت‌گیری و صاف شدن لاستیکهای بازیافتی نیز بسیار بیشتر است و حالت عوض کردن آنها بسیار دیرتر از لاستیکهای خام است.

✓ نکات مثبتی در مورد پخت و قالب‌برداری

همان طور که گفته شده لاستیکهای بازیافتی زودتر می‌پزند پس در مصرف انرژی صرفه‌جویی می‌کنند و به دلیل حالت‌گیری و نرمی بهتر از قالب جدا می‌شوند.

✓ نکات مثبت در مورد صرفه‌جویی در انرژی

بازیافت لاستیکها باعث می‌شود که قیمت نهایی لاستیکها بسیار پایین‌تر از قیمت لاستیکهای نو شود. این کار بسیار به صرفه برای نگهداری از منابع سوختی و منابع طبیعی می‌باشد. این کار هم به سود مشتریان و هم به سود آیندگان بازیافت لاستیک و یکی از بهترین راه‌های محافظت از طبیعت نیز می‌باشد.

۲-۵-۸-۱-۱۲- بازیافت لاستیک در ایران

نمایندگان اتحادیه اروپا اعلام آمادگی کرده‌اند تا برای سرمایه‌گذاری در زمینه بازیافت تایر در ایران اقدام کنند، سازمان حفاظت محیط زیست هنوز هیچ برآورد دقیقی از مقدار تایرهای مستعمل در سطح کشور و سرنوشت همه آنها ندارد، حتی اطلاعات این سازمان درباره مکانهایی که این تایرها ممکن است انباشت شوند فعلاً در حد مطالعات اولیه و در حال بررسی است. براساس آخرین آمار در ایران سالانه بین ۱۸۰ تا ۲۰۰ هزارتن لاستیک توسط کارخانه‌های لاستیک سازی تولید می‌شود که این عدد بیانگر فرسوده شدن حدود ۱۰ میلیون حلقه لاستیک در سال است.

تهیه زیرپایی لاستیک، روکش گذاری مجدد لاستیکهای مستعمل و استعمال در باطری سازی ها به شکل پودر لاستیک از کاربردهای فعلی تایر بازیافتی در کشور است. در حالی که این مصارف به علت های گوناگون تنها توانسته یک دهم از کل تایرهای مستعمل را در بگیرد.

چندی پیش "هانسن" عضو هیات مدیره اتحادیه بازیافت تایر در اروپا که از ایران دیدار کرده بود. میزان تایرهای فرسوده تولیدی در ایران را ۱۵۰ هزارتن در سال اعلام کرده و گفته بود: ایران توانایی احداث صنعت بازیافت تایر و تولید محصول از آن را به شکل گسترده و بالقوه در خود دارد. گرچه مدیران تنها شرکتی که امروزه بازیافت تایر را به شکل محصول اولیه و پودر انجام می دهد معتقدند سرمایه گذاری در این صنعت و رشد آن به عواملی گوناگونی همچون کاهش هزینه های خرید و حمل تایرها را به صورت رایگان در اختیار صنایع مربوط قرار دهد، الزامی است. از طرف دیگر باید بازار مصرف هم وجود داشته باشد. معضل کنونی تایرهای انبار شده در ایران به گونه ای است که چندی قبل لاستیکهای انبار شده شهرداری شهر زیبا به علت حجم زیاد، انباشتگی و گرمایی مشتعل شدند..

۲-۵-۸-۱۳- آینده بازیافت لاستیک در ایران

نمایندگان ۳ شرکت آلمان «گام تک، اشلیمت و گراتک» به دعوت شهرداری ناحیه سبز تهران به ایران آمدند و اعلام کردند ایران قابلیت تأسیس ۱۰ کارخانه بازیافت تایر را با بیش از ۷۰ نوع محصول دارد. آنان گفتند: ایران می تواند با این صنعت از ورود مواد لاستیکی به داخل کشور و مواد و مصالح کم دوام جلوگیری کند.

در حال حاضر شهرداری تهران (ناحیه سبز) و چند شرکت خصوصی آمادگی خود را برای تولید مواد بازیافتی تایر اعلام کرده اند. نماینده این ۳ شرکت در ایران معتقد است تکنولوژی وارداتی

۱۰۰ درصد مکانیکی، بدون استفاده از هیچ ماده شیمیایی و آلودگی زیست محیطی است، مصرف آب آن بسیار کم و با هزینه اندک است.

نماینده ایرانی یکی از این ۳ شرکت معتقد است در اروپا به علت گرانی انرژی و کارگر هزینه تولید بسیار بالاتر است، در حالی که در اروپا تهیه هر تن مواد بازیافت شده تولیدی ۱۰۰ تا ۱۲۵ دلار هزینه دارد. این رقم در ایران به دلیل ارزانی کارگر، آب، انرژی به زیر ۹۵ دلار می‌رسد و هر ۱۵ هزار تن مواد تولید شده بازیافتی بیشتر از ۱۰۰ درصد سود خواهد داشت. از سویی وجود کشورهای حوزه خلیج فارس، هند و غیره که به نوسازی علاقمند هستند و سالانه مقدار زیادی از واردات خود را به محصولات بازیافتی تایر مخصوصاً انواع کف پوشها اختصاص می‌دهند می‌تواند بازار مصرف پرسودی برای صادرات باشد.

البته سرمایه‌گذاری خارجی در صنعت بازیافت تایر نیازمند تأمین زیرساختها و امکانات اولیه است. اگر چه گفته می‌شود برای حضور این شرکتها در بازار ایران قول مساعدی نیز داده شده است.

هر چند فرآیندهایی برای تبدیل لاستیک آسیایی به ماده اولیه تولید لاستیک وجود دارد اما این فرآیندها به دو دلیل همه گیر نشده‌اند:

✓ مواد اولیه تولید لاستیک ارزان و فراوان هستند.

✓ کیفیت لاستیکهای حاصله از مواد بازیافتی به علت از دست رفتن خواص کشسانی پایین است.

از این مواد می‌توان با بیرون کشیدن اجزای فلزی و سایش آج، در تسمه‌های نقاله، کف سازی و ضربه گیر اسکله استفاده کرد. استفاده از نوارهای لاستیکی بسیار اقتصادی است اما تقاضای آن محدود است.

می‌توان لاستیکها را تا حدود قطر پنج سانتیمتر خرد کرد و از آنها به عنوان سوخت استفاده کرد اما حرارت بالای شعله لاستیک و آلاینده‌های منتشر شده وجود یک سیستم کنترل آلودگی هوا (در بعضی موارد قوی‌تر و پیشرفته‌تر از زباله‌سوزها) را الزامی می‌کند. سیستم‌های پیرولیز لاستیک نیز علیرغم عملکرد پایلوتی مناسب هرگز اقتصادی نشان نداده‌اند.

در فرآیند کمپوست لجن می‌توان از خرده لاستیک‌های با قطر پنج سانتی‌متر به عنوان افزایشده حجم استفاده کرد. هر چند که خرده لاستیکها در حین فرآیند تجزیه نشده و نیاز به الک کردن برای استفاده مجدد دارند.

از لاستیکها چه به صورت خرده و چه به صورت کامل در پروژه‌های عمرانی استفاده‌های متفاوتی می‌شود. این کاربردها شامل استفاده از دیوارهای حائل ژئوسنتتیک، استفاده در کف‌سازی‌های استفاده در محلهای دفن و غیره می‌باشند.

۲-۵-۸-۱-۱۴- نتیجه گیری

استفاده از لاستیک به طور کامل به علت هزینه حمل زیاد این محصول حجیم به لحاظ اقتصادی دارای محدودیت است، هر چند که به علت عدم انجام فرآیند پیچیده می‌تواند مدنظر قرار گیرد. از لاستیک کامل می‌توان در ساخت موج شکن‌ها استفاده کرد. همینطور در مسابقات اتومبیل رانی به عنوان ضربه‌گیر از آنها استفاده می‌شود. همینطور می‌توان لاستیک را مستقیماً سوزاند که به دلایل پیش گفته توصیه نمی‌شود. اما استفاده از لاستیک یا سوخت مشتق شده از آنها مخلوط با دیگر مواد زائد جامد یا سوخته‌های دیگر برای تولید انرژی رایج است. همینطور لاستیکهای ماشین‌آلات بزرگ استفاده‌های مختلفی در کشاورزی به عنوان گلدان، حصار و غیره دارند. مهمترین استفاده از لاستیکهای کامل روکش دوباره است. این روش در مورد لاستیکهای به شدت

فرسوده کاربرد ندارد و در محل روکش با بازدید چشمی مشخص می‌شود که آیا لاستیک برای روکش مجدد مناسب است یا خیر پس از تایید کیفیت لاستیک آج موجود بر لاستیک تراشیده می‌شود و در صورت لزوم تعمیر لازم در بعضی قسمتهای لاستیک صورت می‌گیرد. سپس لاستیک تعمیر شده در قالب قرارداده و آج‌ها را با مواد اولیه دور لاستیک قالبگیری می‌کنند تا پس از سرد شدن لاستیک روکش شده حاصل شود. بیشتر لاستیکهای که روکش مجدد می‌شوند، لاستیکهای بزرگ کامیونها را تشکیل می‌دهند. لاستیکهای بزرگ تا پنج مرتبه و لاستیکهای کوچک با رشته‌های آهن تا سه مرتبه قابلیت روکش مجدد را دارند.

۲-۵-۸-۲-

۲-۵-۸-۳- باز یافت پلاستیک

پلاستیک برای اولین بار در اوایل قرن نوزدهم تولید شد. وزن سبک، مقاومت بالا و قابل حمل بودن مواد پلاستیکی، این مواد را برای بسته بندی محصولات، ایده آل ساخته است. امروزه استفاده از پلاستیک به قدری در زندگی روزمره نفوذ کرده است که اغلب مردم زندگی را بدون آنها غیرقابل تصور می‌دانند. هر مولکول پلاستیک از زنجیره های بلندی که شامل اتم هیدروژن و کربن بوده و به پلیمر معروف است، ساخته شده اند. پلیمرها به قدری به هم فشرده شده اند که باکتری ها و قارچ ها نمی توانند در زنجیره آنها نفوذ کنند. این خاصیت باعث می شود که پلاستیک غیرقابل تجزیه باشد.

پلیمرهای پلاستیکی بخش قابل توجهی از زباله را تشکیل می‌دهند میزان آنها در زباله‌ها با گذشت زمان به صورت قابل توجهی افزایش یافته است. از سوی دیگر مواد پلاستیکی از اجزایی هستند که تجزیه پذیری و فساد آنها به کندی صورت می‌گیرد و برای مدت طولانی منبع آلودگی محیط زیست می‌باشند. مواد اولیه این گونه زباله عموماً از مشتقات نفتی است که به نوبه خود منبعی

غیرقابل جایگزینی به شمار می‌آید. عوامل فوق اهمیت بازیافت مواد پلاستیکی را نشان می‌دهد. شکل (۲-۱۰۹) پلاستیک های بازیافتی را نشان می‌دهد.



شکل (۲-۱۰۹) انواع پلاستیک قابل بازیافت

۲-۵-۸-۳-۱- طبقه‌بندی کلی مواد پلاستیکی

انواع پلاستیک‌ها و به طور کلی انواع پلیمرها را به دو گروه اصلی تقسیم می‌کنند. هر گروه آنها دارای خواص مخصوص به خود بوده و موارد مصرف متفاوتی دارند. دو گونه اصلی به قرار زیر می‌باشند:

ترموپلاستیک‌ها (گرم نرم): پلاستیک‌هایی که دارای فرمول و یا ترکیبات شیمیایی با زنجیره گسترده و یا زنجیری گسترده و با شاخه‌های فرعی می‌باشند از گروه ترموپلاستیک‌ها (گرم‌نرم‌ها) هستند. مواد گروه ترموپلاستیک به دلیل شکل و ساختمان خود، ماکروملکول یا آمورف هستند و یا قسمتی کریستالی است، تولیدکنندگان، مواد مذکور را در شکلهای مختلف نظیر دانه‌ای، عدسی شکل، مکعب و استوانه و یا بصورت پودر تولید و عرضه می‌کنند.

خصوصیت بارز مواد گرم نرم این است که می‌توان آنها را در دفعات تغییرات فرم داد. این مواد با حرارت دادن، نرم و ذوب می‌شوند و با خنک کردن دوباره سرد شده و منجمد می‌شوند.

آن دسته از پلاستیکها که چرخه یاد شده را بیش از یک مرتبه طی نمایند و به عنوان مواد «ضایعاتی/آسیایی» محسوب می‌شود، و هر بار که حرارت ببینند و مجدداً شکل بگیرند، مقداری از خواص مکانیکی خود را از دست می‌دهند.

ترموست‌ها (گرما سخت): که پس از اعمال پردازش حرارتی اولیه سخت شده و دیگر قابلیت شکل پذیری ندارند. مواد ترموست که معمولاً در حالت مونومر در اختیار تولیدکنندگان قرار می‌گیرند، دارای شکل ویژه‌ای در زنجیر ماکرومولکولی خود هستند و به هنگام ساخت قطعه، پلیمریزه می‌شوند. این گونه مواد به کمک ماشین‌های پرس و توسط قالبهایی حرارت داده می‌شوند که البته این جالت، کاملاً عکس مواد گرمانرم است، زیرا مواد مزبور به شکل مذاب به داخل یک قالب سرد تزریق می‌گردند و قالب سرد آن را منجمد کرده و سخت می‌نماید. در صورتی که مواد گرما سخت بصورت پودر سرد داخل قالب ریخته می‌شوند و قالب گرم آن را پخت داده و سرد می‌کند.

در حدود ۸۰٪ از پلاستیکهای مورد استفاده روزمره ترموپلاستیک هستند. کاربردهای اصلی انواع مختلف پلاستیک در جدول (۲-۲۹) آمده است.

پلاستیکها با توجه به اینکه قابلیت اکسید کننده دارند می‌توانند در فرآیند سوزانده شدن و تولید انرژی به کار روند، هر چند می‌باید با انجام آزمایشهای عملی امکان لزوم ایجاد سیستم تصفیه هوا مورد بررسی قرار گیرد. پلاستیکهای بازیافتی را نیز تنها در تولید پلاستیکهایی با مرغوبیت کمتر می‌توان بکار برد.

به طور معمول شش نوع پلاستیک زیر در زباله خانگی وجود دارند:

HDPE (High Density Poly Ethylene)

LDPE (Low Density Poly Ethylene)

PET (Polyethylene terephthalate)

PP (Poly propylene)

PS (Poly styrene)

PVC (Polyvinyl chloride)

جدول (۲-۲۹) انواع پلاستیکهای مصرفی

ترموپلاستیکها	
بطری‌های مواد شیمیایی خانگی، در بطری، اسباب بازی و وسایل خانگی	HDPE(High Density Poly Ethylene)
پاکت‌ها، ظروف، بطری‌ها، پوشش سطوح زباله، کیسه‌ها	LDPE(Low Density Poly Ethylene)
ظروف غذا، بطری‌ها، اسباب‌بازیها، کاغذ دیواری، کف‌سازی، چسب نواری، چسب زخم	PVC (Polyvinyl chloride)
جعبه تخم‌مرغ، جعبه‌های لبنیات، فنجان فنجان‌های پلاستیکی، نوار کاست	PS (Polystyrene)
ظروف یکبار مصرف مایعات، بسته‌بندی‌های غذایی	PET (Polyethylene terephthalate)
کاغذ کادو، بسته‌بندی چیپس‌ها	PP(Poly propylene)
ترموست‌ها	
اجزای ماشین‌آلات، وسایل الکتریکی، ماده افزودنی، چسباننده	Epoxy Resin
ماده مضاف، اجزای ماشین‌آلات، وسایل الکتریکی، ابزارآلات	Phonemics
پوشش‌ها، لایه‌های محافظ، صندلی ماشین، فوم‌ها	Polyurethane
کاغذ کادو	Polyamide
عایق‌های شفاف الکتریکی و حرارتی	Polymethylmethacrylate
قالب‌سازی	Styrene Copolymer

۲-۵-۸-۳-۲- پلاستیک های مناسب برای بازیافت

مواد پلاستیکی به جهت ویژگیهای بسیار متنوعی که دارند، واکنشهای متفاوتی را نسبت به عوامل خارجی، بویژه نسبت به گرما و حرارت از خود نشان می‌دهند. با توجه به اینکه هدف نهایی بازیابی ضایعات پلاستیکی آلوده، دستیابی به مواد آسیابی است که بتوان با حرارت دادن و قالبگیری آنها به محصولات جدید برسیم، به همین منظور پلاستیک‌های مختلف از جهت قابلیت بازیابی آنها مورد بررسی قرار می‌گیرد:

مواد ترموست (گرماسخت) به سبب داشتن شاخه‌های فرعی متعدد در زنجیره اصلی ساختمان خود، در اثر مجاورت با گرما سخت‌تر و محکم‌تر می‌شوند، زیرا حرارت باعث در هم فرو رفتن این شاخه‌ها شده و تشکیل شاخه‌ها بلندتر می‌گردد. به همین دلیل امکان بازیابی مکانیکی از آنها بسیار کم بوده و صاحبان صنایع نیز تمایلی به این کار نشان نمی‌دهند.

همانگونه که در قسمتهای قبلی بیان شد، تنها مواد ترموپلاستیک (گرمانرم‌ها) هستند که در اثر مجاورت با گرما، تغییر قابل ملاحظه‌ای در ساختمان ملکولی خود پیدا نمی‌کنند و به همین سبب می‌توان از آنها برای تولید مواد جدید پلاستیکی استفاده نمود. در میان پلاستیکهای گرما نرم، می‌توان مواد ساخته شده از پلی‌اتیلن تری فنالات (با کد P.E.T) را بازیافت شونده‌ترین نوع پلاستیک تلقی نمود. براساس تحقیقات اتحادیه صنایع پلاستیک اروپا (A.P.M.E)، مشخص گردید که تقریباً بیش از ۹۰٪ بطری‌های ساخته شده از P.E.T، قابلیت بازیافت با راندمان بالا را دارا هستند.

پلی اتیلن با تراکم پائین (L.D.P.E) دومین رتبه را در میان مواد گرمانرم به خود اختصاص می‌دهد و ردیف‌های بعدی متعلق به پلی‌پروپیلن (P.P)، پلی اتیلن بالا (H.D.P.E)، پلی وینیل کلراید (P.V.C) و پلی استایرین (P.S) است.

۲-۵-۸-۳-۳- جنبه‌های تکنیکی استفاده مجدد از پلاستیک‌های ضایعاتی

برای بازیابی از پلاستیک‌ها سه روش امکان‌پذیر می‌باشد:

شیمیایی: شکستن مواد به یک شکلی از نفت، برای استفاده به عنوان یک سوخت، یا به اجزاء شیمیایی خود و تجدید فرمول آنها.

مکانیکی: مواد مستقیماً به عنوان مواد یا محصولات جدید تحت فرآیند مجدد قرار می‌گیرند.

حرارتی: سوزاندن ضایعات در یک کارخانه، برای استفاده از ارزش گرمایی آنها.

بازیابی شیمیایی

در بازیابی شیمیایی می‌توان حجم‌های زیادی از مخلوط پلاستیک‌ها را که تا حدی کثیف شده‌اند نیز مورد بازیابی قرار داد، اما این کار هنوز در مرحله آزمایشی و محاسبات است و چنین به نظر می‌رسد که هزینه مواد خام بدست آمده از این راه حدوداً ۲ تا ۳ برابر بیشتر استحصال آنها از نفت است. با این وجود بعضی از کشورهای صنعتی و پیشرفته نظیر ژاپن و آلمان، بازیابی شیمیایی پلاستیک‌ها را در دستور کار خود قرار داده احتمالاً در آینده نزدیک شاهد ظهور این بخش از تکنولوژی خواهیم بود.

ماده حاصل از بازیافت شیمیایی پلاستیک‌ها که نفت نام دارد، علاوه بر آنکه می‌تواند به عنوان یک سوخت خوب و مناسب جایگزین نفت و زغال سنگ گردد، امکان آن را نیز دارد که در صورت ادامه واکنش به اجزاء خود تفکیک شده و در صورت تجدید فرمول به عنوان یک ماده نو در چرخه تولید قرار گیرد.

بازیابی مکانیکی

تجربه نشان می‌دهد که بازیابی مکانیکی برای جبران مخارج جمع‌آوری پلاستیک‌ها، دسته‌بندی و پاک کردن آنها، نسبت به سایر روشها بیشتر مقرون به صرفه بوده و بستگی به تعداد و محل مراکز

جمع‌آوری، مخلوط پلاستیک‌ها و میزان کثیفی آنها دارد. در مورد مواد زائد جامد شهری، طرح‌هایی که به واسطه آنها پلاستیک‌های مشابه را در یک مکان جمع‌آوری می‌کنند، شرایط اقتصادی نسبتاً بهتری را ارائه می‌نمایند. متأسفانه این سیستم هنوز به شکل مطلوب در کشور ما رایج نگردیده است.

در این روش پلاستیک‌های مصرف شده را پس از جمع‌آوری، از نظر جنس و رنگ نیز تفکیک نموده و آنها را مورد آسیاب قرار می‌دهند. با توجه به اطلاعات موجود می‌توان اینگونه بیان نمود که قسمت عمده بازیابی پلاستیک‌ها از همین طریق بوده و مواد مصرف شده پس از طی نمودن یک چرخه کوتاه مجدداً در جریان تولید وارد می‌شوند.

بازیابی حرارتی

در روش سوزاندن که انرژی حرارتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (البته در سیستم‌های مدرنیزه از انتشار گازهای مضر نیز جلوگیری می‌شود)، می‌توان پلاستیک‌های مخلوط و کثیف شده را مورد بازیابی قرار داد. همانگونه که جدول (۲-۳۰) نشان می‌دهد. پلاستیک‌ها از ارزش گرمایی زیادی برخوردار هستند به نحوی که ارزش سوختی پلاستیک‌ها در اکثر موارد در حد معادل و یا بیشتر زغال سنگ بوده و با صرفه بودن آنها در مقایسه با سوخت نفتی نیز ثابت شده است، لیکن در بسیاری از موارد این کار نیاز به سرمایه‌گذاری جدید در کارخانجات دارد.

جدول (۲-۳۰) ارزش گرمایی پلاستیک‌ها و سوخت‌ها در مقایسه با یکدیگر

انرژی گرمایی کیلوگرم/مگاژول	پلاستیک/ سوخت
۴۳/۳	۱- پلی اتیلن
۴۴/۰	۲- پلی پروپیلن
۴۰/۰	۳- پلی استایرین
۲۶/۰-۲۸/۰	۴- پی وی سی
۲۰/۰	۵- پلاستیک‌های گرماسخت
۴۲/۰	۶- نفت / مازون
۲۹/۰	۷- زغال سنگ
۱۷/۰ تا ۱۵/۰	۸- چوب
۱۵/۰ تا ۱۳/۰	۹- کاغذ

منبع: مجله صنایع پلاستیک

هر یک از انواع مختلف پلاستیک‌ها در صورت سوختن و احتراق، مقداری انرژی گرمایی آزادی می‌سازند که این میزان گرما را ارزش انرژی‌زایی (calorific value) آن نوع پلیمر محسوب می‌کنند. انواع مختلف پلاستیک‌ها از ارزش انرژی‌زایی متفاوتی نیز برخوردارند. در یک دسته‌بندی کلی می‌توان گفت که پلاستیک‌های گرمانرم (ترموپلاستیک‌ها) در مقایسه با پلاستیک‌های گرماسخت (ترموست‌ها) از ارزش انرژی‌زایی بالاتری برخوردار می‌باشند. مثلاً پلی پروپیلن بیشترین مقدار و پلی وینیل کلراید کمترین میزان انرژی را دارا هستند.

پیرولیز (آتشکافت) را می‌توان یکی از راههای موجود در زمینه بازیافت حرارتی پلاستیک‌ها تلقی نمود. آتشکافت در تعریف عبارت است از عمل تجزیه مواد مرکب بوسیله حرارت‌های بالا که اینکار در غیاب اکسیژن صورت می‌پذیرد. در این روش، انرژی شیمیایی نهفته شده در بین ملکولهای غول پیکر پلاستیک‌ها به صورت انرژی گرمایی آزاد می‌گردد، که اینکار را با ارزش

کردن گرمایشی می‌گویند. انرژی گرمایی بدست آمده را می‌توان در کاربری‌های متنوع و گوناگون صنعتی، کشاورزی و شهری مورد استفاده قرار داد. مثالی که ارائه می‌گردد به عنوان نمونه‌ای از این کاربری‌ها است؛

همانگونه که مطالعات نشان می‌دهند، پلاستیک‌ها می‌توانند در زمره سوخت‌های پراثری به شمار بیایند. انرژی موجود در پلاستیک‌ها را می‌توان از طریق سوزاندن آنها با ضایعاتی که برای محیط زیست خطراتی به همراه دارند، مورد استفاده قرار داد. به عنوان مثال سوزاندن لجن فاضلاب، همراه با پلاستیک، شیوه‌ای مناسب جهت دفن لجن است که با محیط زیست نیز هماهنگی دارد. در گذشته چنین مرسوم بود که لجن ناشی از تصفیه آب را بر سطح خاک‌های مزروعی پخش می‌کردند تا به تدریج در خاک فرو رود. این شیوه دفع لجن مشکلات زیست محیطی در برداشت، زیرا لجن حاوی فلزات سنگینی است که از منابع مختلف به درون آن راه یافته‌اند. چنانچه لجن سوزانده شود، فلزات سنگین موجود در آن به خاکستر تبدیل شده، که در آن صورت می‌توان با شیشه‌ای نمودن یا بکارگیری آن در بتن، فلزات سنگین را بنحوی کارآمد دفع نمود.

در طی عمل پیرولیز (آتشکافت)، پلاستیک‌های کثیف و مخلوط شده را در داخل یک کوره با سیستم کاملاً بسته وارد می‌کنند، سپس با افزودن حرارت پلاستیکها ذوب گردیده و به همراه آنها گازهایی نیز متصاعد می‌شوند. در مرحله بعدی گازهای تولید شده را در مجاورت اکسیژن و یا سایر گازهای با بار منفی نظیر کلرین و یا اکسیدهای ازت قرار می‌دهند. این کار سبب احتراق و سوختن می‌گردد و در کنار آن گرمای مطلوب نیز تولید خواهد شد.

نکته‌ای که می‌بایست بدان توجه نمود این است که گرمای تولید شده همواره باید بیشتر از گرمای افزوده شده باشد تا شرایط سوختن همچنان ادامه داشته باشد.

با انجام عمل پیرولیز می‌توان به نتایج مطلوبی نیز دست یافت که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

«در حجم زباله‌های شهر کاهش قابل توجهی خواهیم داشت.

«از مواد زائد جامد به موادی خواهیم رسید که ارزش استفاده مجدد را در صنایع و یا دستگاهها، به عنوان مواد مصرفی و سوختی داشته باشد. (نظیر دوره، زغال و روغن‌های پلاستیکی).

«از فروش مواد تولیدی بهره اقتصادی ببریم.

«با تثبیت و اجرای این طرح کمک شایانی به حفظ محیط زیست و رفع آلودگی خواهد شد.

۲-۵-۸-۳-۴- فرآیند بازیافت پلاستیک

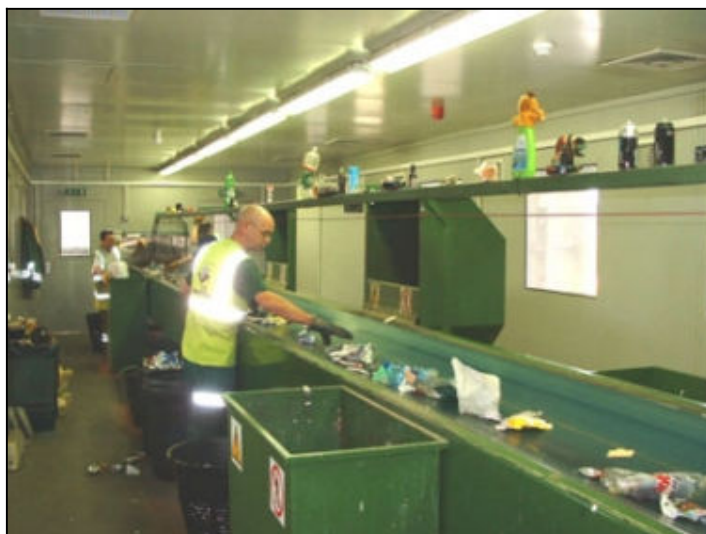
جداسازی پلاستیک‌ها از زباله غالباً بوسیله دست صورت می‌گیرد و این بر مبنای تفکیک از مبدا و درخانه‌ها و یا پس از جمع‌آوری صورت خواهد گرفت. اما تحقیقات در مورد استفاده از روشهای اشعه ایکس، شناورسازی و حس گرهای حساس به رنگ ادامه دارد.

روشهای موجود بازیافت پلاستیک عموماً متمرکز بر ظروف پلاستیکی هستند و اجزای بزرگ پلاستیکی را در بر نمی‌گیرند. همین‌طور روش معتبری برای بازیافت پلاستیک‌های بسیار نازک (کیسه‌ها) به علت عدم امکان جداسازی مناسب آنها از مواد وجود ندارد.

مراحل بازیافت مواد پلاستیکی به شرح زیر هستند:

۱- جداسازی اولیه: همانگونه که توضیح داده شد مواد پلاستیکی ابتدا به صورت دستی در محل تولید یا محل بازیافت از بدنه زباله جدا شوند.

۲- تفکیک: پلاستیکها به صورت دستی به سه نوع اچ دی پی ای، پی وی سی و پت تقسیم می‌شوند. در شکل (۱۱۰-۲) تفکیک پلاستیک از روی تسمه نشان داده شده است.



شکل (۱۱۰-۲) تفکیک پلاستیک بوسیله نوار نقاله

۳- فشرده‌سازی و بسته‌بندی: مواد جدا شده فشرده سازی و بصورت عدلهای یک مترمکعبی با وزن بین ۱۵۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم در می‌آیند. در شکل (۱۱۱-۲) نمونه ای از اینگونه بسته بندی نشان داده شده است.



شکل (۱۱۱-۲) بسته بندی پلاستیک بازیافتی

۴- خردسازی: عدل‌های ساخته شده توسط خردکن‌های مخصوص ریزریز می‌شوند.

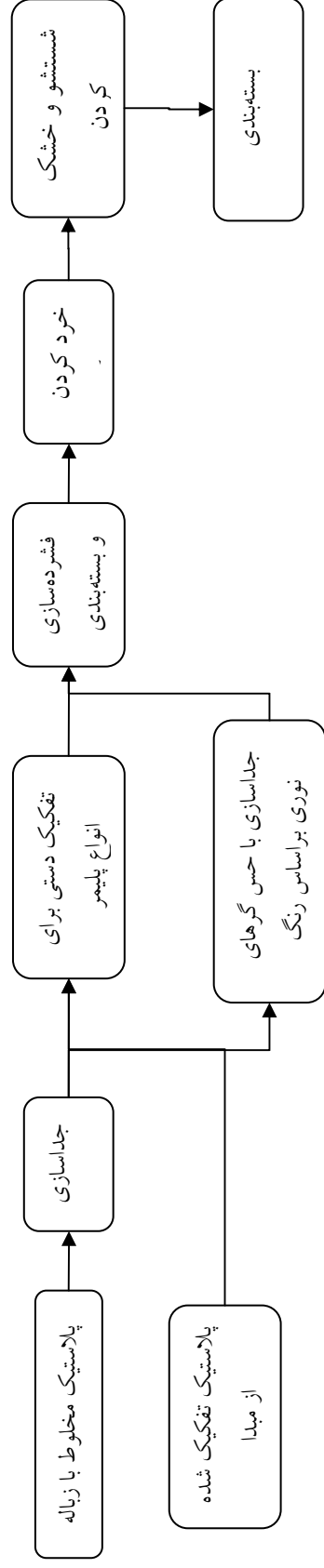
۵- شستشو و خشک کردن: موارد خرد شده با آب شسته شده و با حرارت معتدل خشک می‌شوند.

۶- بسته‌بندی: خرده‌های پلاستیک حاصله سپس در پاکت‌های مخصوص قرار می‌گیرند تا به فرآیند صنعتی تحویل شوند.

در فرآیندهای صنعتی بسته به نوع فرآیند صنعتی ذوب، خرد، نیمه ذوب شده و به صورت گرانول درمی‌آیند. بسته به کیفیت و نوع استفاده محصول می‌توان پلاستیک بازیافتی را با مواد اولیه تولید پلاستیک مخلوط کرد یا از مواد بازیافتی به تنهایی استفاده کرد. به عنوان مثال می‌توان از اچ دی پی ای برای تولید کیسه زباله، لوله‌ها و مبلمان شهری، از پی وی سی می‌توان برای لوله‌های فاضلاب، پوشش افزارهای الکتریکی و کف سازی و از پت به عنوان جعبه‌های تخم‌مرغ، موکت، مواد پرکننده و نوارهای صوتی استفاده کرد. از ترکیبات مختلف آنها نیز می‌توان برای ساخت پاکت‌های صنعتی، علائم ترافیکی و تاسیسات زمین ورزش استفاده نمود.

علاوه بر صنایع مرسوم، تحقیقات در مورد بازیافت نهایی پلاستیک به صورت عوامل اولیه پتروشیمیایی ادامه دارد. مواد حاصل از اینگونه فرآورده‌ها کاملاً مانند مواد اولیه طبیعی هستند و بازدهی بازیافت در اینگونه فرآورده‌ها بالا می‌باشد. این نوع فرآیند شامل هیدروژناسیون در دما و فشار بالا و یا پیرولیز در یک محیط بسته در فشار عادی و تجزیه حرارتی آنها می‌باشد.

در نمودار (۲-۲۳) شمای کلی فرآیند بازیافت پلاستیک و پت نشان داده شده است.



نمودار (۲-۲۳) شمای کلی فرآیند بازیافت پلاستیک و پت

محصولات فرآورده‌های بالا شامل هیدروکربنهای پایه می‌باشند که بخشی قابل سوزاندن بوده و بخشی می‌توانند به عنوان ورودی برای پالایشگاهها به کار روند تا در تولید پلیمرهای پیچیده‌تری استفاده شوند.

تاکنون پایلوت‌هایی از روش‌های فوق در مراکز مختلف ساخته شده‌اند ولی تاکنون به صورت صنعتی و در مقیاس بزرگ بکار گرفته نشده‌اند. در ایران در حال حاضر زایدات پلاستیکی به صورت مخلوط بازیافت می‌شوند، در حالیکه امروزه در دنیا، فناوری‌های جداسازی زباله‌های پلاستیکی توسعه پیدا کرده‌اند.

بازچرخش زباله‌های پلاستیکی مخلوط در برخی موارد شامل تولید گرانول نیز می‌باشد. بطوریکه پس از جمع‌آوری پلاستیک‌های ضایعاتی که بیشتر توسط افراد دوره گرد انجام می‌شود، توسط کارگرانی که مسئول تفکیک پلاستیک‌ها بر مبنای رنگ هستند، جداسازی انجام می‌شود. در مرحله بعدی پلاستیک‌ها توسط آسیای بزرگ خرد شده و به سمت کارخانه‌های بازیافت می‌روند. در کارخانه در نخستین مرحله پلاستیک‌های خرد و ریز در یک ظرف شستشو قرار می‌گیرند و پس از شست و شو در یک سبد خشک کن پخش می‌شوند. پس از اینکه پلاستیک‌ها خشک شدند در دستگاه اکسترودر قرار می‌گیرند. حرارتی که این سیستم ایجاد می‌کند به طور متوسط بین ۱۵۰ تا ۲۵۰ درجه سانتی گراد است. به کمک حرارت پلاستیک به صورت خمیر درآمده که خمیر خارج شده از دستگاه پس از سرد شدن توسط آسیاب به گلوله‌های نسبتاً ریز و خرد به نام گرانول تبدیل می‌شود. گرانول را می‌توان به عنوان ماده خام ثانویه تلقی کرد. گرانول‌ها به کارخانه‌ها برای تولید محصولات جدید می‌رود.

۲-۵-۸-۳-۵- بطری های پلاستیکی

یکی از معضلات زیست محیطی که در اکثر نقاط کشور مشاهده می شود، وجود تعداد بیشمار بطریهای نوشابه، روغن، ظروف یکبار مصرف، ظروف شامپو و شوینده ها است، که مصرف آن به تازگی در حال گسترش می باشد. این ظروف از پلاستیک پت ساخته شده اند و بخاطر ساختار پلیمری آن، روش بازیافت آن کاملاً با پلی اتیلن و پی وی سی متفاوت و به همین جهت بازیافت آن در سطح بسیار محدودی انجام می گیرد.

مصرف سالانه پت در ایران حدود سی هزارتن برآورد شده است ولی براساس گزارشات بازیافت کنندگان پت، رقم واقعی بین ۶۰ تا ۷۰ هزارتن در سال می باشد.

هر بطری ۱/۵ لیتری پت ۵۲/۴ گرم و بدون درب ۴۹/۵ گرم وزن دارد و به معنایی دیگر دفن هر تن پت در مرکز دفن به حداقل ۳۰ مترمکعب فضا نیاز دارد که اگر هزینه آماده سازی هر مترمکعب ترانше حدود ۱۰۰۰ تومان فرض شود، هزینه دفن هر تن پت حدود ۳۰۰/۰۰۰ ریال معادل سی هزارتومان است.

اهداف اصلی طرح بازیافت پت به شرح زیر می باشد:

- « توانایی مجتمع در جمع آوری پت
- « شناسایی جمع آوری کنندگان پلاستیک پت
- « شناسایی فروشندگان و صادر کنندگان پت
- « بررسی و ارزیابی خط آسیاب و سیستم شستشو و خشک کن موجود و تغییرات مورد نیاز

« روش مناسب حمل پت برای متقاضیان

« افزایش آگاهی در مورد معضل پلاستیک پت

○ جمع‌آوری مواد اولیه

ظروف نوشابه پت بسیار مقاوم است و می‌تواند ۵ اتمسفر فشار را تحمل نماید. تاریخ انقضای شش ماهه بر روی بطریهای کوکاکولا گواه بر این امر می‌باشد. مشکل اصلی بطریهای پت، وجود درب و حلقه پلاستیکی از جنس پلی‌اتیلین و برچسب کاغذی بر روی آن است که هر تولید کننده‌ای از چسب مختلفی استفاده می‌نماید که باعث بروز مشکلات خاصی خود هنگام جداسازی می‌شود. پت سنگین‌تر از پلی‌اتیلین است که خود یک مزیت مهم هنگام شستشو پلاستیک آسیاب شده می‌باشد.

○ جداسازی

جداسازی درب و حلقه پلی‌اتیلینی و همچنین برحسب کاملاً دستی است. حلقه توسط تیغ بریده می‌شود. سپس بطری وارد المنت دوار شده و پس از گرم شدن بطری، برچسب کنده می‌شود. هر کارگر با اینکه بصورت پیمانی یعنی در ازای هر کیلوگرم پت آماده شده دستمزد دریافت می‌کند، بیش از ۱۲۰ کیلوگرم نمی‌تواند در روز درب، حلقه پلاستیکی و برچسب جدا نماید.

○ محصول نهایی

محصول نهایی تکه‌های پت آسیاب شده زیر ۱۲ میلیمتر است که توری آسیاب بخاطر استحکام بیش از اندازه قسمت گلو و قسمت تحتانی بطریهای نوشابه باید به ۱۵ و یا ترجیحاً ۱۸ میلیمتر افزایش یابد. آسیاب چکشی مناسب آسیاب نمودن پت بخاطر ایجاد حالت جوندگی نمی‌باشد و باید آسیاب مخصوص پت را استفاده نمود. مصرف کنندگان خارجی پت آسیاب شده ایران را مجدداً آسیاب و شستشو می‌کنند که این امر از قیمت محصول نهایی می‌کاهد.

روش پرس کردن و بسته‌بندی بطریهای پت جهت حمل نیز انجام شد که پرس موجود ۲۶۵ کیلوگرم وزن و ابعاد آن $۲۱۰ \times ۹۰ \times ۹۰$ سانتیمتر می‌باشد. نسبت کاهش حجم یک به هشت است و حدود دو ساعت پروسه پرس کردن بطول انجامید.

○ فروش و بازاریابی

قیمت پت بازیافتی (آسیاب شده) حدود ۲۰۰ هزاردلار برای هر تن می‌باشد. این قیمت براساس کیفیت تا سقف ۲/۰۰۰/۰۰۰ ریال برای هر تن افزایش می‌یابد. تمامی پت آسیاب شده برای صادرات به ترکیه، کره جنوبی، اسپانیا و ایتالیا می‌باشد و هنوز مصرف کننده پت بازیافتی در ایران موجود نمی‌باشد.

○ نتیجه‌گیری

از آنجاییکه روش سنتی جداسازی و آماده سازی بطریهای پت بسیار کند است؛ یعنی هر کارگر فقط می‌تواند در روز ۱۲۰ کیلوگرم جداسازی کند و برای آماده سازی حدود ۵ تن حداقل به ۴۰ کارگر، ۴ سرکارگر و یک سرپرست نیاز است و هزینه مدیرتی چنین مجموعه‌ای مشکلات خاص خود را دارد مثلاً کارگران ایرانی در صنایع بازیافت فعال نمی‌باشند و منحصراً نیروی کارگری این صنعت در اختیار کارگران افغانی است، لذا پیشنهاد می‌گردد که اقدامات زیر انجام گیرد:

تهیه طرح مدون جمع‌آوری و بازیافت پلاستیک پت توسط شهرداری شهرها

انتخاب سازنده مناسب خارجی

خرید تجهیزات مورد نیاز و مناسب از خارج

کپی از دستگاه‌های وارداتی یا مهندسی معکوس

راه اندازی خطوط متعدد آسیاب، شستشو و خشک کن ساخت ایران جهت شهرستانها و بخش خصوصی

۲-۵-۸-۴- باز یافت کاغذ و مقوا

در فرآیند باز یافت کاغذ سعی بر این است که جوهر و سایر مواد آلاینده کاغذ از آن حذف گردد. هر چه درصد حذف بیشتر شود، کاغذ بدست آمده سفیدتر، مرغوب تر و با کیفیت بالاتری روانه بازار می گردد. در گذشته کاغذهای باطله برای تولید لایی در وسط کارتن، مقوا و شانه های تخم مرغ مصرف می شد ولی امروزه با افزایش کیفیت کاغذ بازیافتی، کاغذهایی از قبیل کاغذ چاپ و تحریر، کاغذ روزنامه و غیره تولید می گردد.

۲-۵-۸-۱- فرآیند باز یافت کاغذ

کاغذ و مقوا در صدها نوع و کیفیت متفاوت وجود دارند اما در مجموع می توان آنها را به سه دسته زیر تقسیم کرد:

◀ روزنامه های قدیمی

◀ مقواهای استفاده شده

◀ کاغذهای با کیفیت ساخته شده از خمیر کاغذ

در کشورهای پیشرفته میزان بسیار زیادی از زباله خانگی را مواد کاغذی تشکیل می دهد و نرخ بازیافت کاغذ نیز از دیگر مواد موجود در زباله بیشتر می باشد. در یک تعریف بسیار موشکافانه کاغذ و مقوای بازیافتی شامل دو دسته می باشد. اول زائدات بوجود آمده در فرآیند تولید ناشی از قطع کردن و بسته بندی کاغذ و دوم کاغذ تولید شده، در زباله خانگی؛ به طور عمومی دسته

اول در آمارها و گزارشات مربوط به بازیافت کاغذ ذکر نمی‌شود. شکل (۲-۱۱۲) تفکیک کاغذهای بازیافتی را از روی تسمه نشان می‌دهد.



شکل (۲-۱۱۲) تفکیک کاغذ قابل بازیافت

در بازیافت کاغذ نرخي در حدود ۵۰٪، نرخي ایده آل محسوب می‌شود و به بیان دیگر هدف اکثریت کشورهای پیشرفته رسیدن به نرخ متوسط بازیافت است. در کشور ما با توجه به اینکه میزان کاغذ در زباله موجود درصد قابل توجهی در مقایسه با کشورهای اروپایی ندارد نرخهای پایین‌تر بازیافت نیز می‌تواند مورد قبول باشد.

در حدود ۷۰٪ کاغذ بازیافتی برای تولید محصولی با همان کیفیت قابل استفاده است و از ۳۰٪ باقیمانده می‌توان محصولاتی با کیفیت پایین‌تر بدست آورد.

ماده اولیه ساخت کاغذ از الیاف سلولزی تشکیل یافته که بوسیله یک ماده چسبناک به نام لیگنین به یکدیگر چسبیده‌اند. عامل کلیدی در تولید کاغذ از محصولات اولیه طبیعی و

بازیافتی جدا کردن الیاف از یکدیگر و شکل بخشیدن درباره آنهاست. برای جداسازی الیاف از یکدیگر سه روش وجود دارد:

○ روش مکانیکی که بوسیله خرد کردن کاغذ و ریزریز کردن آن عملیات انجام می‌شود.

○ روش‌های شیمیایی: با استفاده از حلالهای مخصوص که بر سلولز موجود در کاغذ موثر نیستند.

○ روش‌های مکانیکی- شیمیایی که ترکیبی از دو روش فوق هستند.

ماده حاصله از فرآیندهای فوق خمیر کاغذ را تشکیل می‌دهد. خمیر کاغذ سپس وارد سیستم تولید کاغذ می‌شود. سیستم تولید کاغذ عموماً شامل پنج مرحله زیر است:

تشکیل صفحه: مخلوط ۱٪ خمیر کاغذ و ۹۹٪ آب بر روی یک نقاله فلزی به صورت یکنواخت گسترده می‌شود.

شکل دهی: یک سیم مخصوص گذرنده از سطح بالایی الیاف آنها را به صورت ورقه در می‌آورد و ۲۰٪ از آب موجود گرفته می‌شود.

مخزن فشار: الیاف تحت فشار فشرده شده و ۲۰٪ دیگر از آب اولیه آنها گرفته می‌شود.

خشک‌سازی: ورقه‌ها خشک می‌شوند تا حدود ۹۵٪ - ۹۰٪ آنها ماده خشک باشد. در این مرحله پیوستگی بین الیاف تامین می‌شود.

تبدیل و کارهای پایانی: ورقه‌ها بین رولهای مخصوص فشرده می‌شوند تا ضخامت آنها کاهش یابد و به صورت رول‌های بسته‌بندی کاغذ در می‌آیند. در شکل (۲-۱۱۳) این موارد نمایش داده شده است.



شکل (۲-۱۱۳) تولید رول های بسته بندی کاغذ

۲-۵-۸-۴-۲- تعیین درجه بندی کاغذ باطله در ایران

پیشرفت صنایع بازیافت کاغذ و مقوا و مشخصات مورد نیاز مواد خام (کاغذ باطله) و عملیات لازم جهت تهیه آن لزوماً همکاری نزدیکی را بین خریداران و فروشندگان کاغذ باطله طلب می کند بر همین اساس در حال حاضر به دلیل پیشرفت صنایع بازیافت، در اروپا و آمریکا بیش از ۴۰ درجه مختلف از انواع کاغذ باطله که به منظور استفاده در مصارف گوناگون تعیین شده است وجود دارد. براساس تحقیقات انجام شده و با توجه به نیاز صنایع بازیافت کاغذ، پنج درجه کاغذ باطله مانند طبقه بندی زیر در ایران شناسایی گردید:

الف) پوشال سفید (تراشه های حاصل از برش کاغذ در واحدهای چاپ صحافی) این نوع کاغذ باطله از مرغوبیت نسبتاً بالایی برخوردار بوده و عمدتاً عملیات چاپ بر روی آنها صورت نگرفته است. به دلیل بالا بودن کیفیت آن در بسته بندی میوه خصوصاً میوه های

صادراتی مورد استفاده فراوان دارد. لذا در ماههای تیر الی مهر ماه با افزایش تقاضا و افزایش قیمت همراه است. در سایر ماهها این نوع کاغذ باطله دارای قیمت پایین‌تری بوده و در حال حاضر برای تولید مقواهایی که به منظور ساخت جعبه شیرینی مورد استفاده قرار می‌گیرد مصرف می‌شود و دارای بالاترین قیمت در بین سایر انواع کاغذ باطله می‌باشد.

ب) بریده‌های مقوای طوسی: این درجه از کاغذ که نسبتاً مرغوب بوده و برای ساخت مقواهایی که نیاز به استحکام داشته باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد. عمده مصارف محصول به دست آمده از این نوع باطله‌ها در مقوای صحافی، لایه وسط طاقه پارچه و غیره می‌باشد.

ج) کاغذهای باطله ادارات و منازل (دسته‌بندی شده براساس رنگ) این درجه از کاغذهای باطله از نوع چاپ و تحریر بوده که عمدتاً به صورت غیررنگی می‌باشد که عملیات چاپ بر روی آنها صورت گرفته است. این نوع کاغذ باطله با نسبت مشخصی با کاغذهای باطله نوع الف ترکیب شده و برای تولید مقواهایی که به منظور ساخت جعبه شیرینی مورد استفاده قرار می‌گیرد مصرف می‌شود و از قیمت نسبتاً پایین‌تری نسبت به سایر انواع برخوردار است.

د) ضایعات ورق و جعبه کارتن: این نوع باطله‌ها که از ضایعات حاصل از تولید ورق کارتن و یا تبدیل ورق به جعبه کارتن و همچنین کارتن‌های مستعمل حاصل می‌گردد که برای ساخت نوعی کاغذ به نام شبه کرافت که مجدداً در صنایع تولید ورق کارتن کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد مصرف می‌شود. این نوع ضایعات ترکیبی از کاغذ فلوتینگ، کاغذ کرافت و کاغذ تست لایز می‌باشد که در مواردی عملیات چاپ نیز بر روی آنها صورت گرفته است.

هـ) کاغذهای مخلوط (کاغذهای جلایی): این درجه از کاغذ باطله شامل مخلوطی از انواع کاغذ باطله می‌باشد که درجه‌بندی خاصی نداشته و از کیفیت مطلوبی برخوردار نمی‌باشد و

برای تولید مقوا به منظور ساخت جعبه کفش مورد استفاده قرار می‌گیرد و دارای کمترین قیمت نسبت به سایر کاغذهای باطله می‌باشد.

پنج درجه کاغذ باطله ذکر شده برای ساخت محصولات مختلف کاغذی مورد استفاده قرار می‌گیرند که به قرار زیر است:

۱- مقوای جعبه شیرینی: این نوع مقوا برای ساخت جعبه داخلی شیرینی مورد استفاده قرار می‌گیرد، طبق استانداردهای داخلی برای تولید آن می‌بایست تماماً کاغذهای باطله پوشال سفید استفاده گردد. این نوع مقوا از نظر ضخامت نمره ۲ می‌باشد. لازم به توضیح است که مقوای تولید داخل از نظر ضخامت بین نمرات ۱ الی ۸ تقسیم می‌شوند که بالاترین ضخامت نمره ۸ و کمترین ضخامت نمره ۱ است.

۲- مقوای ضخیم طوسی (نمره ۵ و ۶): برای ساخت این نوع مقوا اصولاً ضایعات ورق و جعبه کارتن (درجه د) استفاده نمی‌شود. ولی حداکثر ۲۰٪ کاغذهای جلانی (درجه ه) به همراه بریده‌های مقوای طولی (درجه ب) استفاده می‌گردد.

۳- مقوای جعبه کفش: برای ساخت این نوع مقوا تماماً از کاغذهای باطله جلایی (درجه ه) استفاده می‌گردد.

۴- شومیز: برای ساخت این نوع مقوا اصولاً از ضایعات کارتن (درجه د) استفاده می‌شود.

۵- شانه تخم مرغ: برای ساخت این نوع محصول محدودیتی از نظر نوع کاغذ باطله مصرفی وجود ندارد لیکن حدالمقدور در تولید آن، مقداری کاغذ باطله به منظور سبک نمودن آن استفاده می‌شود.

۶- کاغذ شبه کرافت: برای ساخت این محصول تماماً از ضایعات ورق و جعبه کارتن (درجه د) استفاده می‌گردد.

۲-۵-۸-۴-۳- بازیافت کاغذ و مقوا در ایران

تولیدات فعلی حاصل از کاغذ باطله در ایران علاوه بر کاغذ شبه کرافت و شانه تخم مرغ، نوعی مقوای ضخیم است که عمدتاً در کارگاههای کوچک جعبه سازی به صورت دستی به جعبه شیرینی تبدیل می شود و بخشی از آن نیز در ساخت جعبه های کفش و تویی مقوایی استفاده می گردد.

لازم به توضیح است که مقاومت مکانیکی نسبی (مقاومت نسبت به گراماژ) این نوع مقوا در مقایسه با انواع مطلوب آن (مقوای دو لایه و سه لایه) که با تکنیکهای نسبتاً پیشرفته ای ساخته می شوند و از دیدگاه اقتصادی از الیاف بکار گرفته شده بعلت ابتدایی بودن ماشین آلات، بهره کافی گرفته نمی شود.

۲-۵-۸-۴-۴- مدیریت بازیافت کاغذ و مقوا

امروزه سه روش و سیاست کلی جهت جمع آوری کاغذ باطله در دنیا بکار برده می شود:

○ جمع آوری زباله شهری بدون تفکیک و جداسازی، در سیستم مرکزی شهر و جداسازی مواد کاغذی به وسیله دستگاههایی که بعلت سبکی مواد کاغذی می توانند آنها را از سایر مواد جدا کنند. این روش ممکن است در مورد سایر مواد قابل بازیافت نظیر آهن و پلاستیک مفید باشد. لیکن در مورد کاغذ روش مطلوبی نیست زیرا کاغذ ماده ایست که بلافاصله پس از مخلوط شدن با سایر مواد زائد جامد ارزش خود را از دست می دهد و همانطور که قبلاً اشاره شد تمیزترین کاغذهای باطله از قیمت بیشتری برخوردار بودند.

○ جمع آوری کلیه مواد قابل بازیافت از جمله شیشه، پلاستیک، کاغذ و جداسازی هر یک از آنها در یک کارخانه مرکزی که این روش به صورت

آزمایشی صورت می گیرد. این روش اگر چه نسبت به روش قبل بهتر بوده و می توان کاغذی به کیفیت مطلوب تر تهیه نمود، لیکن به دلیل مجاورت کاغذ باطله با دیگر مواد زائد ارزش و کیفیت آن پایین می آید. از نظر اقتصادی این روش نسبت به روش قبلی با صرفه تر بوده و موفقیت آن تا حدودی همکاری مردم را طلب می کند.

○ جداسازی و انبار کردن کاغذهای باطله در منازل و ادارات (مبدأ) و یا کیوسک های جمع آوری کننده و جمع آوری آنها توسط کانتینترهای مخصوص و انتقال به مراکزی به منظور دسته بندی و درجه بندی کاغذهای باطله براساس درجات تعیین شده که این روش به دو صورت می تواند اجرا شود:

(۱) شهروندان کاغذهای باطله خود را به کیوسک های مربوطه تحویل داده و در مقابل آن وجوهی دریافت دارند.

(۲) جمع آوری کاغذهای باطله از درب منازل در کیسه های پلاستیکی رنگی که به صورت رایگان به شهروندان داده می شود.

با توجه به شرایط فرهنگی و اجتماعی روش دوم مطلوبتر می باشد. از مزایای این روش آن است که کاغذهای باطله بدون مجاورت و تماس با سایر مواد زائد در مبدأ جداسازی شده و در ظروف مخصوص در منازل یا ادارات ایفا می گردد، لذا به دلیل تمیز بودن آن نسبت به سایر روشها از کیفیت بیشتری برخوردار خواهد بود.

به دلیل استفاده کمتر از تجهیزات و ماشین آلات پیچیده و همچنین نیاز کمتری به پرسنل جهت دسته بندی و درجه بندی کاغذهای باطله، بازیافت کاغذ از نظر اقتصادی بسیار مقرون به صرفه تر از روشهای دیگر می باشد. لیکن دستیابی به موفقیت های بیشتر در این روش شناخت و

همکاری مردم را طلب می‌کند. با مقایسه این سه روش به این نتیجه می‌رسیم که روش سوم هم به واسطه دستیابی به کاغذ باطله مرغوب‌تر و کم هزینه‌تر و امکان اجرای آن با توجه به شرایط کشور ما روش قابل قبول‌تری می‌باشد. چگونگی اجرای برنامه‌های بازیافت کاغذ خصوصاً در روش پیشنهادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این زمینه عواملی وجود دارد که نقش مهمی ایفا می‌کنند و عبارتند از:

۱- تمرکز سیستم مدیریت بازیافت کاغذ: با توجه به این مطلب که بازیافت کاغذ هم دارای جنبه‌های زیست محیطی است و هم دارای جنبه‌های صنعتی، لذا سازمانی که شخصاً متولی این امر می‌گردد می‌بایست به هر دو جنبه موضوع اشراف و احاطه داشته باشد و دارای اختیارات قانونی باشد و فقط در آن صورت می‌توان روش سیستماتیک برای مدیریت بازیافت کاغذ ارائه داد، در غیر این صورت هر یک از بخشها به صورت مجزا و بدون هماهنگیهای لازم عمل خواهد نمود و در نتیجه کلیه اهدافی که از بازیافت کاغذ مورد نظر است تحقق پیدا نخواهد کرد.

۲- جنبه‌های قانونی و حقوقی: در این زمینه قانون بعنوان اهرمی است که هم برای کسانی که در زمینه‌های صنعتی و جمع‌آوری کاغذ باطله اشتغال دارند عامل تشویق و ترغیب بوده و هم می‌توانند متولیان امور را در انجام وظایف و بهبود کارآیی یاری دهد. در این مورد می‌توان به بخشودگیهای مالیاتی در مشاغلی که در زمینه بازیافت مواد، بازگرداندن ضایعات به چرخه تولید و استفاده در این مورد ضروری است به برخی از قوانینی که در چند کشور توسعه یافته به مرحله اجرا درآمده اشاره گردد. البته لازم به توضیح است که قوانینی که در یک کشور توسعه یافته اجرا شده نمی‌تواند بطور تام الگویی برای اجرا در کشوری مثل ایران باشد. در آلمان با تصویب یک قانون در این زمینه مقامات محلی موظف به استفاده از ضایعات در

چرخه تولید شدند. در هلند جایی که دارای بالاترین امتیاز بازیافت و جمع‌آوری کاغذ باطله می‌باشد دولت با پرداخت وجوهی به مردم آنها را به جمع‌آوری این ضایعات تشویق می‌کند. در دانمارک با تصویب قانونی در سال ۱۹۸۷ مقامات محلی قصبه‌ها و شهرهایی که بیش از ۲۰۰۰ نفر سکنه داشتند، موظف به جمع‌آوری کاغذهای باطله از منازل شدند. علاوه بر آن هر سازمان دولتی که ماهانه بیش از صد کیلوگرم کاغذ باطله داشته می‌بایست برای جمع‌آوری و تحویل آنها به مقامات اقدام نماید و برای کسانی که در این راه قصور می‌ورزیدند مالیاتهایی در نظر گرفته شده بود.

۳- مشارکت مردم: به منظور مشارکت مردم در خصوص بازیافت کاغذ ابتدا می‌بایست بوسیله رسانه‌های گروهی اطلاعات لازم به شهروندان داده شود تا مردم شناخت کافی نسبت به جوانب امر پیدا نمایند و کاغذ موجود در زباله را نه بعنوان یک ماده دور ریختنی بلکه بعنوان ماده اولیه یک صنعت و ماده‌ای که می‌تواند به محصولی جدید تبدیل شود در نظر بگیرند و خود را در یک کار ملی سهیم دانسته و در آن صورت با اشتیاق بیشتری به رهنمودهای مسئولین عمل می‌نمایند.

۴- جنبه‌های اقتصادی: نیروی محرک به وسیله استفاده از کاغذ باطله از قدیم‌الایام دارای شرایط اقتصادی مناسب می‌باشد. به واسطه اقتصادی بودن آن می‌توان بخشی از درآمدهای حاصل را به شهروندان به منظور تشویق و ترغیب آنان جهت مشارکت در این امر مهم اختصاص داد. در بخش صنعتی نیز توجه به این نکته ضروری است که تولیدکنندگان کاغذ و مقوای بازیافتی به راحتی می‌توانند با سازندگان کاغذ از خمیر خالص به رقابت بپردازند. ضمن آنکه با توجه به شرایط کشور ما اصولاً صناعی موفق و اقتصادی‌اند که منابع اولیه آن در داخل

کشور وجود داشته باشد و وابستگی ارزی آن حداقل باشد که صنعت بازیافت کاغذ دارای تمام شرایط فوق می‌باشد.

۲-۵-۸-۴-۵ - جنبه‌های تکنیکی استفاده مجدد از کاغذ باطله در صنعت کاغذسازی

در استفاده مجدد از کاغذ باطله توجه به این نکته ضروری است که از نظر تکنیکی فواید اندکی در استفاده از الیاف بازیافتی نسبت به استفاده از خمیر خالص در ساخت کاغذ وجود دارد. بطوری که کاهش در بیشتر خصوصیات استحکامی از قبیل مقاومت کششی، مقاومت به ترکیدن، تحمل تاخوردگی، تراکم ظاهری، درجه برآقیت و سفیدی بوجود می‌آید. همچنین جذب بیشتر آب الیاف بازیافتی، موجب می‌شود که زمان پروسه خشک کن طولانی‌تر شود که این عمل بعضاً باعث ایجاد اشکال در دستگاه کاغذسازی می‌گردد. لیکن این موارد مانعی بر استفاده از کاغذ باطله نشده و کاغذ ساخته شده از الیاف بازیافتی می‌بایست در موارد مصرف مناسب استفاده شود.

بطور کلی برحسب نوع محصول نهایی (کاغذ چاپ و تحریر، کاغذ تیشو، کاغذ کرافت، کاغذ فوتینگ و مقوا) تکنیکهای متفاوتی جهت استفاده از کاغذ باطله وجود دارد. تفاوت عمده‌ای که بین روش ساخت کاغذ از کاغذ باطله با ساخت کاغذ از خمیر کاغذ خالص وجود دارد. عمدتاً در مرحله خمیرسازی و مراحل آماده سازی آن می‌باشد و در مرحله کاغذسازی تفاوت چندانی وجود ندارد.

یکی از مشخص‌ترین بخشهایی که در ساخت کاغذ (کاغذهایی که نیاز به سفیدکنندگی دارند) از کاغذ باطله وجود دارد بخش جوهرزدائی می‌باشد که در این مرحله جوهر، مواد پرکننده و مواد افزودنی کاغذ جدا می‌گردد.

سیستم انتخابی بستگی به سه پارامتر آب قابل دسترسی، درجه تمیزی مورد نظر و بالاخره میزان سرمایه‌گذاری اولیه دارد. پنج نوع سیستم شستشوی متداول در این زمینه به قرار زیر می‌باشد:

▪ شستشوی تحت خلاء

▪ شستشوی نوع دیسک

▪ شستشوی لانکستر

▪ شستشوی سایدهیل

▪ شستشوی به روش شناورسازی

با توجه به اینکه در طرح کاغذسازی لطیف (تولید تیشو از کاغذ باطله) از روش شناورسازی استفاده می‌شود. لذا توضیحاتی در این خصوص ارائه می‌گردد. اصول این روش بدین شرح است که با تزریق هوا به تانک شستشوی حاوی محلول خمیری ذرات آلاینده همراه حباب هوا به سطح مایع منتقل می‌شوند و سپس توسط کفاب‌گیر از محلول جدا می‌گردد از مزایای این روش، کم بودن مصرف آب و بالا بودن راندمان (۹۵٪-۹۲٪) می‌باشد. مصرف انرژی در این روش قابل ملاحظه بوده و زمان توقف خمیر کاغذ ۱۵-۱۲ دقیقه و غلظت خمیری بین ۸-۷ درصد می‌باشد.

در پروسه جوهرزدایی عمل سفید کردن خمیر کاغذ به روشهای مختلف صورت می‌گیرد که روش انتخابی بستگی به نوع ماده اولیه (کاغذ باطله) و نوع محصول نهایی دارد. اگر خمیر بدست آمده از نوع مکانیکال باشد از سفیدکننده‌هایی نظیر هیدروسولفیت روی یا سدیم پراکسید استفاده می‌شود. برای خمیرهای شیمیایی از سفیدکننده‌هایی نظیر هیپوکلریت سدیم

استفاده می‌شود. لازم به توضیح است که در مراحل سفیدسازی از الیاف بازیافتی از مواد شیمیایی ضعیف‌تری نسبت به خمیر خالص، جهت سفیدسازی استفاده می‌شود.

جنس لایه‌های مقوا متفاوت بوده و می‌توان برای هر لایه رو (سطح شفاف قابل چاپ) و از خمیر کاغذ باطله و یا خمیر مکانیکی در لایه وسط و غیرسفید نشده یا مخلوطی از کاغذ باطله در لایه زیرین استفاده نمود. در صنعت جعبه‌سازی، پرمصرف‌ترین مقوا از نوع دو لایه بوده و عمدتاً به دو صورت پشت خاکستری و پشت صورتی به بازار عرضه می‌گردد.

۲-۵-۸-۵- باز یافت فلز

در باز یافت فلز، مسئله اصلی استفاده مجدد از آن است. از این ماده به عنوان ماده خام اولیه در فرآیند ذوب مجدد در کارخانه های تولید فلز استفاده می شود. فرآیند باز یافت فلزات در ایران معمولاً شامل جمع آوری و پرس کردن آن و تولید عدل است. این عدل ها به کارخانه های ذوب ارسال می شوند. البته امروزه در دنیا قوطی های کنسرو را باز یافت می کنند. هزینه های سرمایه گذاری برای باز یافت قوطی های کنسرو به ظرفیت ۲۵۰۰ تن در سال در حدود ۱۳ میلیارد ریال است. شکل (۲-۱۱۴) نمونه های فلزات باز یافتی را نشان می دهد.



شکل (۲-۱۱۴) نمونه فلزات باز یافتی

۲-۵-۸-۵-۱- فلزات آهنی

فلزات آهنی، فلزاتی است که در آنها آهن وجود دارد. فلزات آهنی ابتدا برای تولید محصولات آهنی و فولادی مقاوم و پایا مانند وسایل نقلیه، فولاد سازه ای و ملحقات آن و همینطور برای بسته بندی انواع مواد غذایی، شوینده و غیره کاربرد دارد. مواد فلزی غالباً جدا از مواد زائد

جامد شهری جمع‌آوری و بازیافت می‌شوند اما به طور عمومی بیشترین نرخ بازیافت مواد زائد را به خود اختصاص می‌دهند.

یکی از منابع اصلی فلزات آهنی بازیافتی خودروهای قراضه می‌باشد. هر چند که به مرور زمان درصد فلزات به نسبت پلاستیکها کاهش می‌یابد. منبع دیگر فلزات آهنی، تجهیزات خانگی مانند فریزرها، اجاق‌ها، ماشین‌های ظرفشویی است. این مواد به طور غالب درصد بالایی از فلزات آهنی و مقداری هم فلزات غیرآهنی مانند مس و آلومینیوم دارا هستند. در مورد این مواد بویژه یخچال‌ها و فریزرها کنترل ترکیبات پی سی بی و گازهای سی اف سی از اهمیت ویژه برخوردار است. این ترکیبات می‌باید قبل از شروع بازیافت، بازیابی شوند.

منبع دیگر ضایعات آهنی قوطی‌های کنسرو می‌باشند که به طور معمول از سرب یا قلع برای جلوگیری از زنگ زدگی پوشیده شده‌اند. اگر استفاده کننده از محصولات بازیافتی لازم بداند که تنها فولاد خالص را وارد کوره کند بوسیله یک سیستم الکترولیز می‌باید مواد از سطح فلزات جدا شود. با وجود این بخش اعظم فلزات آهنی بازیافت نشده را ظروف فلزی غذا تشکیل می‌دهند.

صنایع تولید فولاد یا از سنگ معدن اولیه استفاده می‌کنند یا ضایعات فلزی را برای تولید فولاد به کار می‌روند. سابقه استفاده از ضایعات فلزی در تولید محصولات آهنی به ۵۰۰۰ سال قبل باز می‌گردد. اما هنگامی که در اثر انقلاب صنعتی تقاضای فولاد رو به افزایش گذاشت، فرایندهای استفاده از آهن قراضه نیز مورد توجه بیشتری قرار گرفت.

برای تولید فولاد از سه نوع کوره استفاده می‌شود.

▪ کوره دهانه باز

▪ کوره قوس الکتریکی

▪ کوره اکسیژن پایه‌ای

۲۰ تا ۳۰٪ ظرفیت مواد مذاب در کوره با اکسیژن پایه‌ای می‌باید آهن قراضه باشد. ۷۰ تا ۸۰٪ مابقی می‌باید سنگ معدن آهن فرآوری شده در کوره دمنده به همراه سنگ آهک و کک باشد. معمولاً مقدار کمی از آهن قراضه نیز به مخلوط اخیر اضافه می‌شود. سنگ معدن فرآوری شده در ترکیب با قراضه‌های آهنی و آلومینیومی مواد اولیه برای تولید ورقه‌های فولادی و سیم پیچها و صنعت کنسروساز را فراهم می‌آورد.

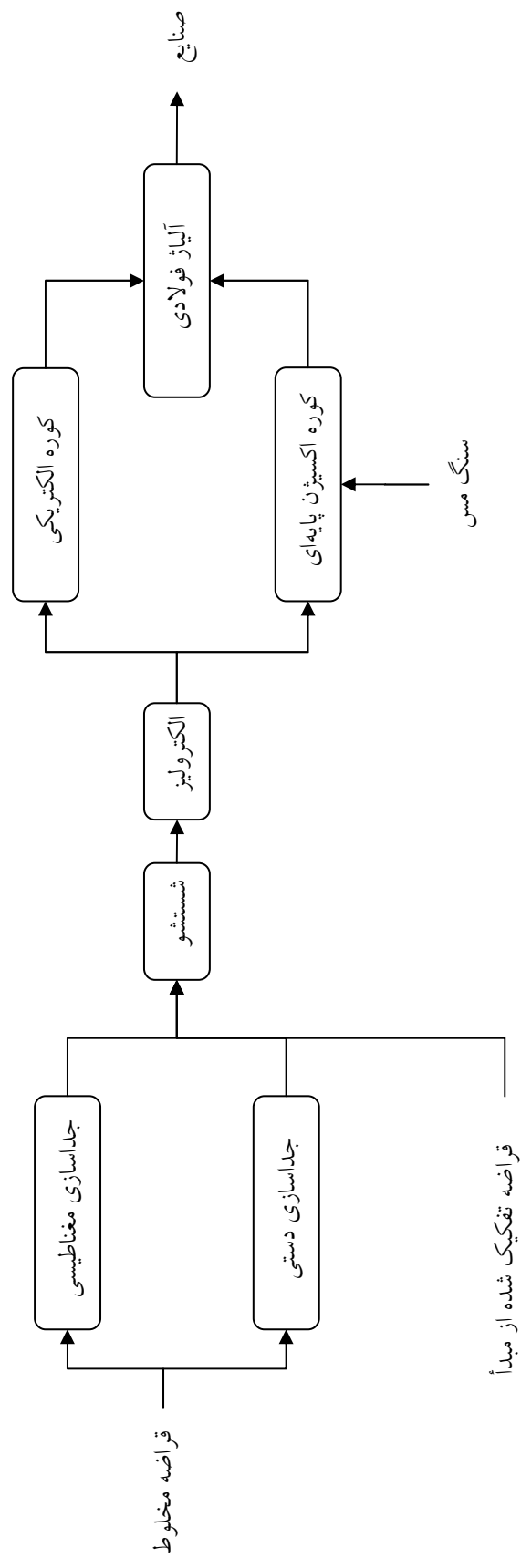
کوره قوس الکتریکی به طور ویژه برای آهن قراضه طراحی شده است. در این کوره‌ها حرارت لازم برای ذوب کردن فلزات بوسیله انتقال جریان الکتریسته اختلاف پتانسیل بالا در هوا بدست می‌آید.

استفاده از کوره‌های الکتریکی، هم زمان ذوب فلزات را کم می‌کند و هم در مصرف انرژی صرفه جویی می‌کند و گسترش بسیاری یافته است به طوری که در کشورهای پیشرفته تا حدود ۳۰٪ از کل فولاد تولید شده از کوره‌های الکتریکی بدست می‌آید. هر چند که کوره‌های الکتریکی از تکنولوژی پیچیده‌تری در فرآیند تولید فولاد استفاده می‌کنند. سهم کوره‌های دهانه باز در تولید فولاد رو به کاهش است به طوری که در سالهای اخیر درصد بسیار ناچیزی از فولاد تولیدی در کوره‌های دهانه باز تولید می‌شوند لذا به طور مشابه سهم آنها در بازیافت آهن قراضه با توجه به اینکه این کوره‌های با مخلوطی از آهن قراضه و سنگ معدن کار می‌کنند به مراتب ناچیزتر است.

۲-۵-۸-۵-۲ - فرآیند بازیافت فلزات آهنی

به طور خلاصه فرآیند بازیافت قراضه‌های آهنی را می‌توان به صورت نمودار (۲-۲۴) خلاصه کرد.

از قراضه‌های آهن می‌توان به طور مستقیم در آهنگری ها و قالب‌ریزی ها و تولید ماشین آلات استفاده کرد. نحوه استفاده از آهن قراضه به صورت ذوب کردن آنها و مخلوط کردن آنها با مواد اولیه قالب گیری و شکل دهی آنهاست. لازمه استفاده مستقیم از قراضه های آهنی در آهنگری اطلاع دقیق از جنس قراضه‌ها و تعیین درصد اختلاط مناسب از مواد اولیه و فلزات قراضه برای حصول مشخصات نهایی مورد نیاز است.



نمودار (۲-۲۴) شمای کلی بازیافت زائدات فلزی آهنی

۲-۵-۸-۳- فرآیند بازیافت فلزات غیر آهنی

فلزات غیر آهنی فلزاتی هستند حاوی آهن نیستند یا درصد میزان آهن در آنها بسیار کم می باشد. در بین فلزات غیر آهنی، آلومینیوم حضور بیشتری در فعالیتهای شهری و خانگی داشته در نتیجه درصد بیشتری از زباله خانگی را تشکیل می دهد. پس از آلومینیوم، مس، سرب، نیکل و روی فلزات دیگری هستند که به ترتیب در مواد زائد جامد شهری وجود دارند.

۲-۵-۸-۴- فرآیند بازیافت آلومینیوم

ضایعات آلومینیومی به دو دسته تقسیم می شوند:

۱- ضایعاتی که در اثر فرآیند تولید آلومینیوم در کارخانه های آلومینیوم سازی بوجود می آیند که در محل کارخانه به سیستم تولید باز می گردند.

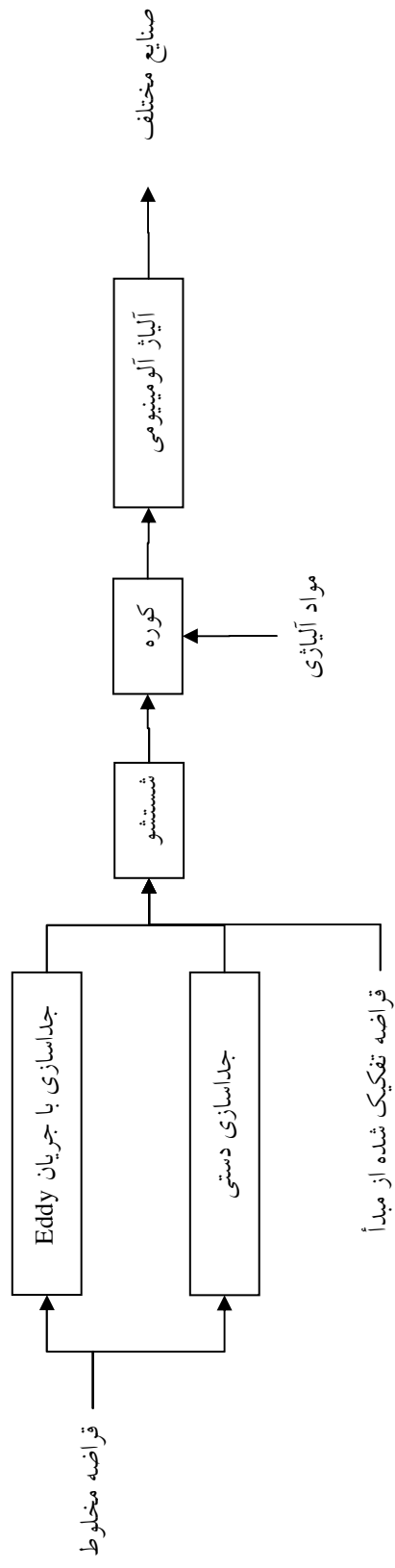
۲- آلومینیوم مورد استفاده در قوطی های مواد غذایی، کارهای ساختمانی و فویل های بسته بندی. در کشورهای پیشرفته میزان بازیافت ظروف غذایی آلومینیومی که جزء اصلی قابل بازیافت محصولات آلومینیومی است به حدود ۷۰٪ می رسد.

آلومینا، محصولی که از پالایش بوکسیت حاصل می شود که ماده اولیه تولید آلومینیوم به شمار می آید. آلومینا در اثر حل کردن پودر بوکسیت در هیدروکسید سدیم فراوری می شود. کشورهای خاصی در دنیا عمل پالایش آلومینا را انجام می دهند که از جمله این کشورها استرالیا، جامائیکا و سورینام هستند. در مرحله تولید آلومینا در حمام مذاب کریولیت (فلوئورید آلومینیوم سدیم) حل می شود. در حمام مذاب مقادیری فلوئورید آلومینیوم و فلوئورید کلسیم نیز وجود دارد. سپس حمام مذاب تحت الکترولیز قرار می گیرد تا آلومینیوم با خلوص ۹۹٪ بدست آید. پس این محصول تقریباً خالص با فلزات مختلفی آلیاژ می شود تا مواد اولیه مناسب برای صنایع مختلف بدست آید.

در سیستم بازیافت آلومینیوم، قراضه آلومینیوم در کوره ذوب شده و مواد آلیاژی به آن اضافه می‌شوند. سپس مخلوط مذاب حاصله تبدیل به شمش می‌شود و یا مستقیماً وارد چرخه تولید مواد آلومینیومی می‌گردد.

روش بازیافت دیگر محصولات غیرفلزی مشابه آلومینیوم با ذوب کردن قراضه‌ها در کوره‌ها و اضافه کردن مواد آلیاژی است. بخش اعظم قراضه این فلزات در طول فرآیند تولید حاصل شده به چرخه تولید باز می‌گردد. میزان مواد غیرفلزی دیگر به قدری ناچیز است که بطور معمول منظور کردن آنها در برنامه‌ریزی سیستم جامع مواد زائد جامد شهری دارای صرفه اقتصادی نمی‌باشد.

نمودار (۲-۲۵) بازیافت آلومینیوم را که قابل تعمیم برای بیشتر فلزات غیرآهنی می‌باشد نشان می‌دهد.



نمودار (۲-۲۵) شمای کلی فرآیند بازیافت زائدات آلومینیومی

۲-۵-۸-۶- بازیافت شیشه

شیشه حاصل تجربیات طولانی و دشوار انسان در قرن‌ها تلاش خلاق و هنرمندانه است این ماده با ارزش در روند رو به رشد صنعتی، بیوتکنولوژی، فیزیکی و نیز در عرصه‌های زندگی اجتماعی انسان نقش اساسی را بازی می‌کند.

۲-۵-۸-۶-۱- - خواص شیشه

از نظر فیزیکی شیشه جسمی است سخت و شفاف که از ذوب مواد معدنی و سرد کردن آن تحت شرایط خاص بدست می‌آید. با این وجود شیشه محتوی مقداری مواد آلی مانند تیول، کاسبرول و قند نیز می‌باشد که در کیفیت شیشه تاثیر دارد. میزان کدورت یا شفافیت یک شیشه بستگی به نوع و میزان موادی دارد که ممکن است به صورت محلول بی‌شکل یا متبلور در ترکیب شیشه وجود داشته باشد.

از نظر خواص شیمیائی شیشه از اکسیدهای معدنی غیرفرار تشکیل می‌گردد این اکسیدها از ذوب و تجزیه ترکیبات قلیائی خاکی سنگ سیلیس که به عنوان مواد اولیه مورد استفاده قرار می‌گیرد، ایجاد می‌شود. این اسکیدها تحت تاثیر حرارت زیاد متراکم گردیده و به صورت شفاف در می‌آید در اقسام مختلف شیشه و بلور ترکیبات سیلیس عبارتند از یک اتم سیلیس که چهار اتم اکسیژن به آن متصل گردیده است. در تهیه شیشه خواصی که از نظر کیفیت و خواص ظاهری آن مورد اهمیت می‌باشد عبارتند از خواص نوری، انبساط حرارتی، مقاومت حرارتی، ثبات شیمیایی، کشش سطحی، نرمی، خواص مکانیکی، الکترونیکی، غلظت، چگالی و انتقال حرارتی.

همانطور که گفتیم اسکلت شیشه از مواد معدنی درست شده و بستگی به نوع شیشه، کانیهای متنوع با درصدهای مختلف در آن به کار رفته در زیر به ذکر چند نمونه می‌پردازیم.

۱) سیلیس: میزان مصرف این ماده حدود ۷۰٪ وزن شیشه را تشکیل می‌دهد. معمولترین منابع سیلیس ماسه سنگهای سیلیس خالص است.

۲) کربنات سدیم: این ماده حدود ۱۴٪ وزن شیشه را تشکیل می‌دهد و در کوره تجزیه شده و اکسید سدیم حاصل با سیلیس ترکیب شده و فاز شیشه‌ای را تشکیل می‌دهد.

۳) آهک: آهک وارد فرمول شیشه شده و به عنوان کمک ذوب و پائین آورنده منطقه ذوب سیلیس از آن استفاده می‌شود آهک پس از تجزیه اکسید کلسیم آن وارد فاز شیشه‌ای شده و دی اکسید کربن آن از دودکش خارج می‌شود.

۴) فلدسپات: استفاده از فلدسپات علاوه بر تامین آلومین که باعث استحکام شیشه می‌شود باعث تامین مقداری از سدیم و سدیم اکساید شیشه شده و در استفاده از سیلیس و آهک صرفه جویی می‌شود.

۲-۵-۸-۶-۲ - فرآیند بازیافت شیشه

ظروف شیشه‌ای که عموماً برای نگهداری و عرضه مواد غذایی عرضه می‌شوند بخش مهمی از زباله خانگی را تشکیل می‌دهند. بطور معمول سیاستهای تفکیک از مبدا و بانکهای شیشه بخش مهمی از فرآیند بازیافت آن را تشکیل می‌دهند. زیرا در صورتی که شیشه به صورت مخلوط با مواد مختلف وارد سیستم بازیافت شوند، نیاز به یک فرآیند جداسازی هزینه بر خواهد داشت که ممکن است باعث شود که فرآیند بازیافت اقتصادی نباشد، از سوی دیگر فرآیندهای پیچیده جداسازی هم امکان تلخیص کامل شیشه را ندارد و این بر کیفیت محصول نهایی اثرگذار است.

از آنجائی که شیشه از اجزای غیرقابل اکسید شدن زباله می‌باشد، لذا بازیافت انرژی از آن ممکن نمی‌باشد. اما اگر چه شیشه از محصولات اولیه ارزانی (مانند سنگ سیلیکا و سنگ آهک

و کربنات سدیم) تولید می‌شود، اما فرآیند تولید آن بسیار انرژی بر است. لذا با بازیافت شیشه در مقدار زیادی انرژی صرفه‌جویی می‌شود.

دو عامل مهم اولیه در بازیافت شیشه به عنوان پیش نیاز وجود دارند:

۱- رنگ شیشه‌ها: فرآیند بازیافت مرسوم می‌کند که بتواند شیشه‌های غیر هم‌رنگ را به صورت محصولی با کیفیت به همراه هم بازیافت کند وجود ندارد. در نتیجه می‌باید از یک فرآیند جداسازی اولیه دستی یا مکانیکی برای جداسازی شیشه‌ها استفاده نمود. برای غلبه بر این مشکل روش انحصاری توسط کمپانی وارمر وجود دارد که شیشه‌های بی‌رنگ را با نوعی پوشش رنگی آلی، رنگ می‌کند. این پوشش در هنگام فرآیند ذوب و بازیافت در مرحله‌ای متفاوت از شیشه ذوب شده و از شیشه جدا می‌شود. در شکل (۲-۱۱۵) تفکیک شیشه‌های بازیافتی بر اساس رنگ نشان داده شده‌اند.



شکل (۲-۱۱۵) تفکیک شیشه‌های رنگی

۲- برچسب‌ها: برچسب‌های کاغذی، پلاستیکی، آلومینومی و غیره همواره در فرآیند بازیافت شیشه مشکل‌زا بوده‌اند. در یک فرآیند معمول می‌باید بوسیله حلال‌ها و بوسیله کاردستی و یا ترکیبی از این دو برچسب‌ها را از شیشه جدا کرد. هم اکنون با پیدایش جوهرهای مخصوص که قابلیت نوشتن مستقیم روی شیشه را دارند می‌توان بر این مشکل فائق شد.

با توجه به آنچه که گفته شد واضح است که عامل تعیین کننده در بازیافت شیشه ارتباط با صنایع مادر است و در واقع بسیاری از گامهای کاهنده هزینه و ممکن ساز بازیافت می‌باید در بخش تولید اولیه برداشته شود تا زباله ناشی از محصول قابلیت بازیافت اقتصادی را داشته باشد.

بازیافت شیشه به روش های مختلف انجام می شود:

- استفاده مجدد از آن

در این فرآیند تنها عملی که انجام می شود شستشوی بطری های شیشه ای است که بر حسب اهمیت موضوع مانند استفاده در صنایع غذایی مانند نوشابه سازی و محصولات لبنی، شیر و غیره می توان از روش های مختلف استفاده کرد. این فرآیند اغلب در خود صنایع انجام می شود.

- استفاده مجدد در تولید شیشه

در این روش ابتدا ناخالصی ها مثل برچسب و درپوش ها از شیشه جدا می شود. فرآیند خرد کردن شیشه توسط خردکن (Crusher) انجام می شود.

بازیافت شیشه به این روش (تبدیل آن به ماده خام) به دلیل هزینه حمل و نقل شیشه های بازیافتی به کارخانه های شیشه و سایر هزینه ها و نیز به دلیل ارزان بودن قیمت مواد خام،

مقرون به صرفه نیست. فرآیند مرسوم بازیافت شیشه شامل مراحل زیر است که در نمودار (۲-۲۶) نمایش داده شده اند.

- جداسازی اولیه

ابتدا شیشه می‌یابد از بدنه زباله جدا شود. این کار می‌بایست با دست و یا به صورت مکانیکی انجام شود.

- جداسازی براساس رنگ

این کار به دو روش انجام می‌گیرد:

بوسیله دست از روی نوار نقاله

بوسیله سنسورهای نوری تشخیص دهنده رنگ و بازوهای مکانیکی

در صورت وجود برنامه تفکیک از مبدا فراگیر نیاز به دو مرحله بالا در فرآیند بازیافت نمی‌باشد.

- سرند و آسیاب

شیشه‌ها آسیاب شده و سپس سرند می‌شوند. شکل (۲-۱۱۶) این روند را نمایش می‌دهد.



شکل (۲-۱۱۶) مرحله آسیاب شیشه

- جداسازی مواد آهنی

شیشه روی تسمه نقاله قرار گرفته و مواد فلزی آن بوسیله آهنرباهای مغناطیسی جدا می‌شود چنانچه بازیافت اولیه انجام نگرفته باشد جداسازی دستی در این مرحله مرسوم است.

- مکش

اجزای ریزمانند درهای آلومینیومی، پلاستیک‌ها و برچسب‌های کاغذی بوسیله مکش هوا از شیشه جدا می‌شوند.

- اختلاط

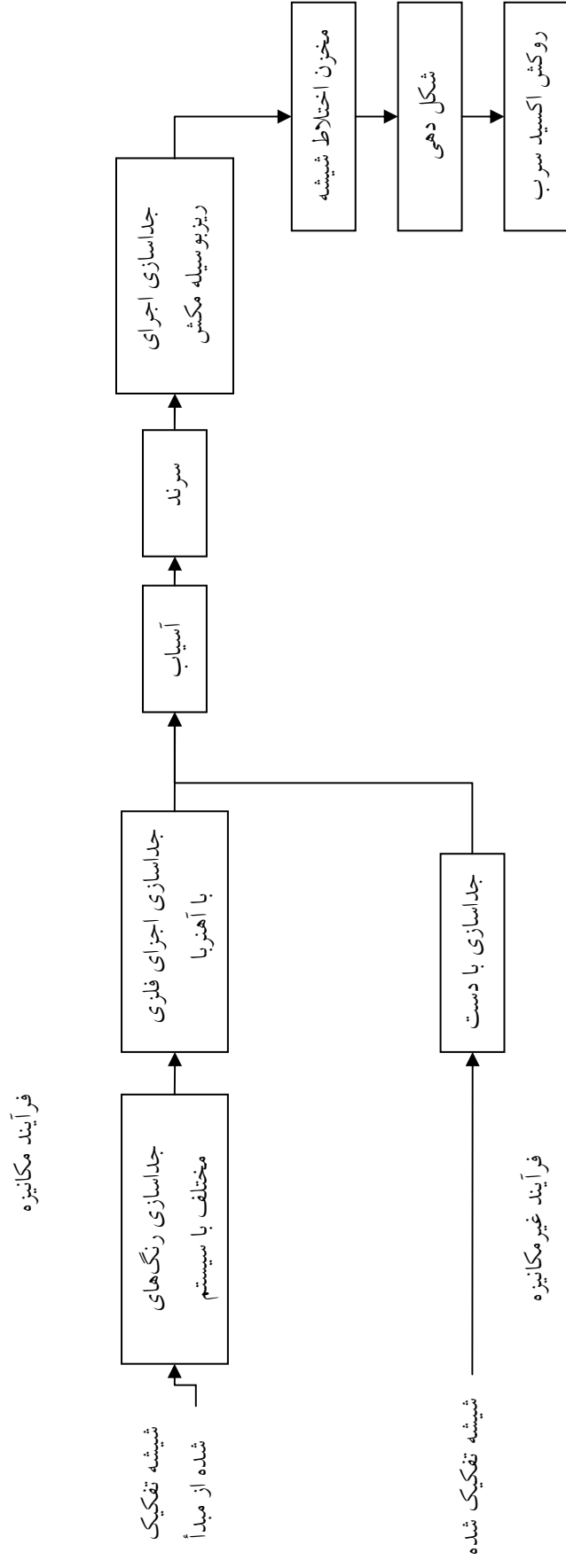
خرده شیشه‌ها با مواد اولیه شیشه‌سازی مخلوط شده در محفظه‌های حدود سه تنی مخلوط می‌شود و به سرعت تا دمای حدود ۱۵۴۰ درجه سانتی‌گراد گرم می‌شود.

- شکل دهی

به روش دمیدن هوا در ماده اولیه، مواد مذاب به شکل شیشه درمی‌آیند.

- روکش

شیشه‌ها بوسیله مخلوط بسیار گرم اکسید سرب پوشیده می‌شوند تا سطح صافی پیدا کنند.



نمودار (۲-۲۶) شمای کلی فرآیند بازیافت شیشه

نسبت اختلاط پیشنهادی برای مواد الویه و شیشه بازیافتی برای انواع رنگهای شیشه در جدول (۲-۳۱) آمده است.

جدول (۲-۳۱) درصد اختلاط پیشنهادی انواع شیشه

درصد اختلاط	بی رنگ	سبز	شیشه قهوه‌ای
	۱۶	۸۴	۱۹

۲-۵-۸-۶-۳ - بازیافت شیشه در دنیا

تقریباً همه ظروف شیشه‌ای ضایعاتی (پسماند) در ایرلند بازیافت می‌شود. در ایرلند همه شیشه‌ها به یک ایستگاه آورده می‌شود و این عملیات بیشتر توسط شرکت‌های خصوصی یا یک کمپانی که بر بازار فروش تسلط دارد، اداره می‌شوند.

این شرکت‌ها برنامه جمع‌آوری از کافی شاپ و رستورانهایی را که شیشه‌های مصرف شده را در جعبه‌های متفاوت (یکی برای هر رنگ) نگهداری می‌کنند، تهیه می‌کنند. آنها مقدمات یک بازیافت منظم را فراهم ساخته، به کافی شاپ‌ها و رستورانها برای خدمات این سرویس پول می‌پردازند. این شرکتها این عمل را به صورت مداوم و در حال پیشرفت با محل‌های جمع‌آوری رایجی در حدود ۸۰۰ محل که از نظر ملی دائماً در حال پیشرفت است، توسعه دادند.

شیشه‌های نوشیدنی به سهولت به یک محل پردازش مرکزی در دوبلین منتقل می‌شود. این روش دارای ظرفیت محدودی است اما در برنامه است که ظرفیت این ماکن توسعه داده شود. تولیدکنندگان بزرگ این کارخانه از بالاترین سطح تکنولوژی و دسته‌بندی کردن شیشه

بوسیله رنگ آنها و زدودن همه مواد آلوده کننده استفاده می کنند. بعد از این مرحله شیشه ها خرد می شود، این خرده شیشه ها برای خمیر شیشه گری بکار می رود.

در هنگام تحویل شیشه ها در ابتدا به صورت دستی بوسیله رنگ شیشه به سه قسمت سبز، کهربائی و بدون رنگ جداسازی می شود. فلزاتی مانند در پوش شیشه ها نیز مذاب می شود. سپس با نیروی مغناطیسی ایجاد شده توسط آهنربا پیش از مرحله خرد شدن شیشه ها یا مرحله سنگ شکنی جدا می شود. این مجموعه سپس غربال می شود و طبقه بندی می گردد.

در انتها این مجموعه از میان یک سیستم مکش (جذب بوسیله مکیدن) عبور داده می شود که اجزاء مختلف مثل اتیکت پلاستیک و سرپوش شیشه ها را جدا می کند.

۲-۶-۴- ارائه گزینه های مناسب برای دفع نهایی

۲-۶-۴-۱- بررسی و ارزیابی گزینه های مناسب در فصول امعاء و اراتری پسماند

زباله سوزی فرآیندی است که در آن زایدات آلی و قابل احتراق از طریق اکسیداسیون خشک در دمای بالا به مواد غیر آلی و غیرقابل احتراق تبدیل می شوند و در نتیجه این عمل، حجم و وزن زایدات بمیزان قابل توجهی کاهش می یابد. روند فرآیند زباله سوزی در شکل (۲-۵۰)، نشان داده شده است.

در نتیجه سوختن ترکیبات آلی، مقادیر زیادی انتشار گازی شامل بخار آب، دی اکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن، مواد سمی خاص (نظیر فلزات و اسید های هالوژنه) و ذرات معلق به همراه باقیمانده های جامد بشکل خاکستر، تولید می شود. اگر چنانچه شرایط احتراق بطور مناسب کنترل نشود، منوکسید کربن سمی نیز تولید خواهند شد. خاکستر و فاضلاب تولیدی

در این فرآیند نیز حاوی ترکیبات سمی بوده و می بایست تصفیه شوند تا اثرات سوء بر سلامتی انسان و محیط زیست نداشته باشند.

اغلب زباله سوزهای بزرگ و مدرن امروزی دارای تاسیسات بازیابی انرژی هستند. در آب و هوای سرد، بخار آب و یا آب داغ تولیدی در واحد زباله سوز را می توان در سیستمهای گرمایش منطقه ای/شهری تزریق نمود و در آب و هوای گرمتر، بخار آب تولیدی را می توان در تولید الکتریسیته مورد استفاده قرار داد. گرمای بازیافت شده از زباله سوزهای کوچک، در پیش گرمایش زایداتی که قرار است سوزانده شوند، مورد استفاده قرار می گیرد.

۲-۶-۱-۱- عملکرد زباله سوزها

بطور کلی اهداف اصلی در راهبری یک سیستم زباله سوز را می توان به صورت زیر خلاصه نمود:

- پردازش میزان مشخصی از زباله در روز (با کیفیت مشخص)؛
 - - عملکرد پیوسته در محدوده انتشار و دیگر الزامات قانونی در خصوص آب، هوا، صوت و همچنین نگهداری پارامترهای عملکردی در محدوده از پیش طراحی شده؛
 - محافظت از سلامت ساکنین اطراف و کارکنان واحد زباله سوزی؛
 - - محافظت از سرمایه اولیه تجهیزات، ساختمانها، راه ها و ... واحد زباله سوزی؛
- رسیدن به اهداف فوق جهت حصول عملکرد مناسب زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی زباله سوز بسیار حائز اهمیت است.

بسیاری از این اهداف عملکردی وابسته به خصوصیات پسماند بوده و در این بین محتوای انرژی زباله پر اهمیت ترین می باشد. به عبارت دیگر، ظرفیت یک زباله سوز فی نفسه به حداکثر نرخ آزادسازی گرما وابسته است نه ظرفیت گرمی زباله سوز.

سوختن مناسب پسماندها به عوامل نظیر دمای بالا، زمان ماند کافی پسماند در کوره زباله سوز و به هم خوردن پسماندها جهت سوختن کامل کل توده زباله بستگی دارد. جهت آشنایی با عملکرد زباله سوز، فرآیند زباله سوزی شامل هشت قسمت زیر به طور خلاصه بیان می شود:

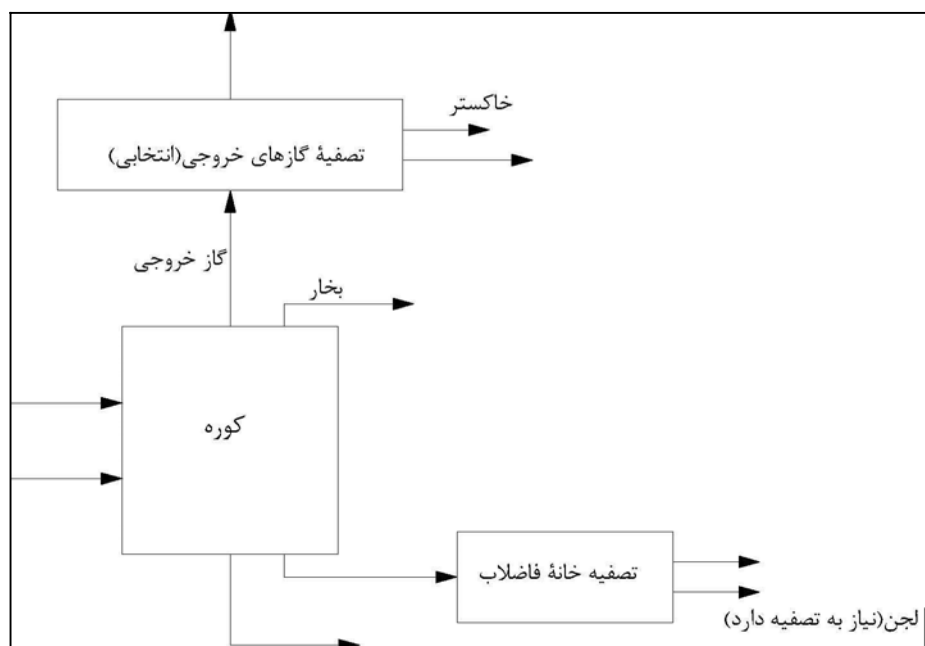
۱- مواد زائد توسط ماشین های جمع آوری زباله درون مخازن انبار مواد زائد تخلیه می شوند.

۲- جرثقیل مسقفی موادزاید را از درون مخزن ذخیره برداشته و آنها را درون قیف تغذیه زباله سوزی می ریزند.

۳- مواد زائد وارد محفظه اولیه کوره شده و توسط گریتهای زیرین به جلو رانده می شوند.

۴- درجه حرارت و نرخ احتراق توسط هوایی که از زیر گریتهای و بالای آن دمیده می شود، کنترل می گردد. هوای گرم موجب کاهش رطوبت و آماده شدن آن برای سوختن می گردد. عمده پسماندهای آلی به علت وجود دمای حدود ۷۵۰ درجه سوخته و به این ترتیب

گازهای مختلفی تولید می شوند. شکل (۲-۱۱۷)



شکل (۲-۱۱۷) فرآیند زباله سوزی

۵- این گازها و همچنین ذرات ریز آلی وارد محفظه ثانویه شده و در درجه حرارتی حدود ۸۶۰ درجه می سوزند.

۶- از آنجا که ذرات خاکستر و ذرات دیگر گازهای آلاینده به این محفظه وارد می شوند، تعبیه تجهیزات تصفیه هوای خروجی، در محل مناسب ضروری است.

۷- گازهای تصفیه شده از دودکش خارج شده و خاکستر و مواد سوخته شده توسط گریت ها به سمت مخزن جمع آوری خاکستر هدایت می شود. در پایان سیکل کاری، مواد باقیمانده جهت دفن و بازیافت به مراکز مربوطه منتقل خواهند شد.

۸- در انتهای فرآیند، سیستم های بویلر و ژنراتورهای تولید انرژی قرار دارد.

۲-۴-۱-۲- انواع زباله سوز

سیستمهای زباله سوزی برای امحاء پسماندهای بیمارستانی، تجاری و شهری می توانند با توجه به مقیاس و اندازه و همچنین کاربردشان دسته بندی شوند.

▪ زباله سوزهای کوچک ساخته شده با مصالح نسوز که معمولاً ظرفیتی بین ۲۰ تا ۷۵۰ پوند در ساعت دارند:

○ زباله سوزهای تک محفظه ای به صورت بیج با عملکرد ۸ تا ۱۶ ساعت؛

○ زباله سوزهای چند محفظه ای؛

○ زباله سوزهای با مصالح نسوز با راهبری پیوسته؛

○ زباله سوزهای با دیواره آبی با راهبری پیوسته؛

○ زباله سوزهای دو محفظه ای متوسط ساخته شده با مصالح نسوز که معمولاً ظرفیتی بین ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ پوند در ساعت دارند. د راین نوع زباله سوزها می توان به صورت ۲۴ ساعته و پیوسته بهره برداری داشت.

○ زباله سوزها راهبری پیوسته و سیستم استحصال انرژی که ظرفیتی بین ۲۵۰ تا ۱۰۰۰ تن در روز دارند؛

▪ + زباله سوزهای حجیم؛

▪ + بستر سیال؛

و زباله سوزهایی که برای سوزاندن پسماندهای خطرناک به کار می روند:

○ کوره با مصالح نسوز؛

○ کوره های گردنده؛

○ کوره های صنعتی و بویلرها؛

همانگونه که پیشتر اشاره شده، عملکرد زباله سوزی در انواع مختلف زباله سوز استفاده از زباله به عنوان سوخت می باشد. روشهای مختلفی در این امر صورت می گیرد که هر یک در زیر آمده است.

۲-۴-۱-۲-۱- وادهای زباله سوزی تک محفظه ای

در این نوع زباله سوز، زایدات داخل یک محفظه تصفیه و سوزانده می شوند. عملیات بارگذاری و تخلیه خاکستر بصورت دستی انجام و احتراق با افزودن یک سوخت کمکی آغاز و پس از آن باید بدون سوخت کمکی ادامه یابد. ورود هوا معمولا براساس تهویه طبیعی از دهانه کوره به دودکشی می باشد. اگر این مقدار هوا کافی نباشد می توان از تهویه مکانیکی کمک گرفت. تخلیه منظم دوده و سرباره تولیدی ضروری می باشد. این سیستم برای انواع پسماندهای زیر مناسب می باشد:

- زایدات عفونی (شامل زباله های تیز و برنده) و زباله های پاتولوژیک؛
 - - در صورتیکه زباله سوز بطور صحیح بهره برداری شود، پاتوژنها حذف خواهند شد. خاکستر باید حاوی کمتر از ۳ درصد مواد نسوخته باشد.
 - زباله های بیمارستانی عمومی (شبه خانگی):
 - - این زایدات خصوصا زمانی که حداقل ارزش حرارتی آنها بالغ بر 4000 kcal/kg یا 37000 Btu/lb باشد، ممکن است سوزانده شوند.
- این سیستم برای انواع پسماندهای زیر مناسب نمی باشد:
- زایدات دارویی و شیمیایی:

- این پروسه راندمان حذف کمی در دفع این قبیل زایدات داشته و درحالت کلی توصیه نمی شود. گازهای خروجی از آگروز ممکن است حاوی مواد سمی نظیر دای اکسینها باشد. بنابراین بنا به دلایل ایمنی، مقادیر بالایی از این دست، نمی بایست وارد این نوع زباله سوز شود.

- زباله های ژنوتاکسیک؛

- زباله های رادیواکتیو؛

- این نوع دفع تاثیری بر خصوصیات رادیواکتیویته نداشته و ممکن است باعث انتشار تشعشعات خطرناک گردد.

- ترکیبات غیر ارگانیک (معدنی) و زایدات مقاوم در برابر حرارت؛

- بهتر است از ورود پسماندهایی نظیر زایدات زیر به زباله سوز تک محفظه ای جلو گیری نمود:

- ظروف تحت فشار؛

- ممکن است در حین احتراق منفجر شده و باعث آسیب دیدگی تجهیزات و وسایل شود.

- پلاستیک های هالوژنه نظیر PVC؛

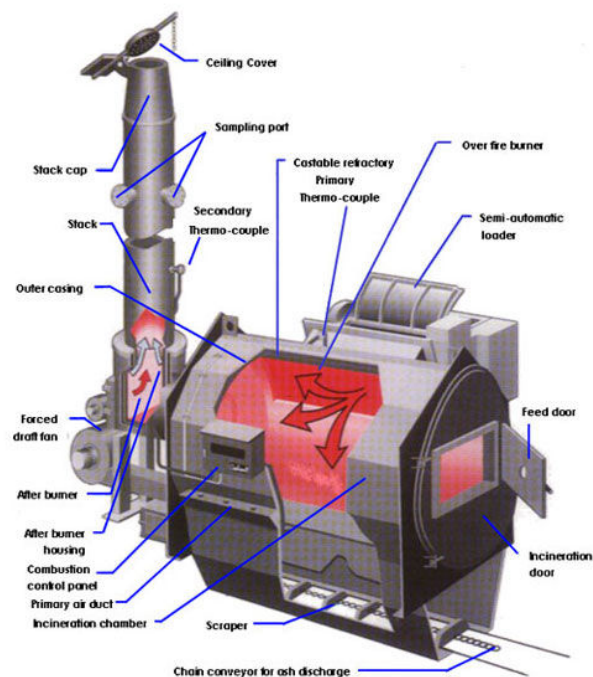
- در صورت سوزاندن این قبیل زایدات ممکن است گازهای اسیدی همچون HCl و دای اکسینها و فیورنها تولید شده و از دودکش خارج شوند.

- زباله های حاوی مقادیر بالایی از فلزات سنگین؛

- سوزاندن این قبیل زایدات ممکن است باعث پخش و انتشار فلزات سمی همچون سرب، کادمیوم و جیوه در اتمسفر شود.

ظرفیت این نوع زباله سوزها در محدوده ۱۰۰ تا ۲۰۰ kg/day، متغیر می باشد. نیاز به تجهیزات کنترل و پاکسازی گازهای آگروز معمولاً عملی نمی باشد، بنابراین این نوع زباله

سوز نباید در مناطقی که آلودگی هوا در آنجا بعنوان یک مشکل زیست محیطی مطرح می باشد، نصب شود. در شکل (۲-۱۱۸) نمونه ای از زباله سوز تک محفظه ای ارائه شده است.



شکل (۲-۱۱۸) زباله سوز تک محفظه ای

۲-۲-۱-۴-۲- زباله سوز با کوره ثابت

این نوع زباله سوز بطور گسترده در انهدام زباله های بیمارستانی بکار می رود و بندرت جهت سوزاندن زباله های خطرناک دیگر کاربرد دارد. مواد ورودی به این سیستم می تواند مایع یا جامد باشد. در این سیستم از ۲ کوره اولیه و ثانویه استفاده می شود.

مواد ابتدا وارد کوره اولیه می شوند. در واحدهای کوچک این نوع زباله سوز، مواد به صورت منقطع وارد شده و در سیستمهای بزرگ می تواند به طور پیوسته از طریق یک

مارپیچ وارد شود. کف کوره پله پله بوده و مواد پله ها را رو به پایین و از طریق اعمال نیرو توسط صفحات افقی با حرکت رفت و برگشتی طی می کنند. هوای احتراق از زیر پسماند و در برخی سیستمها از دیواره روبرو دمیده می شود. در برخی سیستمها ۷۰ تا ۸۰ درصد هوای مورد نیاز در کوره اول دمیده می شود و سیستم تقریباً به سمت انجام احتراق پیرولیز پیش می رود. دمای کوره اول بین ۷۶۰-۱۰۰۰ درجه سانتیگراد نگه داشته می شود. بالاتر رفتن دما باعث ایجاد گرانول می شود که نازلهای تزریق هوا در کف را مسدود می کنند. خاکستر خروجی وارد حوضچه آب شده و از آنجا تخلیه می گردد. کمبود هوا در کوره اولیه تولید کربن نسوخته و CO را افزایش می دهد. در کوره دوم، مواد مذکور با ۱۴۰ تا ۲۰۰ درصد هوای اضافی کاملاً می سوزند. تزریق مقداری سوخت در مواقع ضروری به داخل کوره اولیه می تواند دمای آن را تثبیت کند. دمای کوره ثانویه تا ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد بالا می رود. افزایش بیشتر دما از این مقدار، مصرف سوخت بیشتر، کاهش زمان ماند لازم و خرابی جداره ها را در پی داشته و بنابراین توصیه نمی گردد. زباله سوز کوره ثابت در انواع مختلفی طراحی می شود. در شکل (۲-۱۱۹) نمونه ای از زباله سوز با کوره ثابت ارائه شده است.



شکل (۲-۱۱۹) زباله سوز با کوره ثابت

۷-۶-۱-۲-۳- واحدهای زباله سوزی چند محفظه ای

دو نوع طراحی سنتی که برای زباله سوزهای چند محفظه ای بکار رفته است که عبارتند از: کوره غیر بازگشتی و کوره بازگشتی. در کوره غیر بازگشتی گازهای احتراق بصورت مستقیم از داخل زباله سوز عبور نموده و تنها چرخش آنها در جهت عمودی می باشد. زباله سوز چندمحفظه ای بازگشتی در شکل (۲-۱۲۰) بصورت شماتیک آورده شده است. در این طرح، گازهای احتراق هم در جهت عمودی (بسمت بالا و پایین) و هم در جهت افقی می چرخد. بعلاوه نزدیکی محفظه ثانویه با اولیه (که با یک دیواره از هم جدا شده اند) و چرخش گاز بشکل U، طراحی این زباله سوز بسیار پیچیده و فشرده تر می باشد. انواع غیر چرخشی در ظرفیتهای بالای ۷۵۰lb/h (۳۴۰kg/h)، راندمان خوبی دارند ولی عملکرد واحدهای چرخشی در ظرفیتهای کمتر از ۷۵۰lb/h از واحدهای غیر چرخشی بهتر بوده و عمدتاً از این واحدها، در امر امحاء زایدات بیمارستانی بروش زباله سوزی استفاده می شود.

سطح زیرین محفظه اولیه در زباله سوزهای چندمحفظه ای ممکن است با و یا بدون شبکه باشد. مزیت نصب شبکه در این است که خاکستر تولیدی بهنگام احتراق از طریق منافذ آن به بیرون تخلیه شده و بهنگام بارگذاری بعدی، در زمان و انرژی صرفه جویی خواهند شد. استفاده از شبکه در سوزاندن زباله های عفونی توصیه نمی شود چرا که ممکن است مایعات، زایدات تیز و زباله های کوچک که بطور جزئی سوخته اند، از میان منافذ شبکه پایین افتاده در حالی که هنوز احتراق یا استریلیزاسیون آنها تکمیل نشده است از منطقه با دمای بالا خارج گردند.



شکل (۲-۱۲۰) زباله سوز چند محفظه ای چرخشی برای زباله های پاتولوژیک

زباله سوزهای چند محفظه ای برای سوزاندن زایدات پاتولوژیک طراحی و ساخته شده اند. این زباله ها دارای درصد رطوبت بالایی بوده و ممکن است حاوی ترشحات و مایعات بدنی باشد، بنابراین یک زباله سوز پاتولوژیک همواره با کوره ای بدون شبکه طراحی خواهند شد. برآمدگی تعبیه شده در دهانه ورودی از تراوش مایعات به خارج از کوره بهنگام بارگذاری آن جلوگیری می نماید. بعلت پایین بودن ارزش حرارتی زباله های پاتولوژیک و کافی نبودن آن برای انجام احتراق پایدار، مشعلهای کمکی در محفظه اولیه تعبیه و طراحی می شوند تا بهره برداری از این سیستمها پیوسته بوده و ظرفیت کافی جهت تامین کل گرمای ورودی لازم، فراهم گردد.

۷-۶-۱-۴- زباله سوز با بستر سیال

در سال ۱۹۲۱ دریچه ای جدید به صنعت انرژی توسط آقای فریتر وینکلر (Fritz Winkler) در آلمان باز شد. وینکلر سازنده اولین بستر سیال گازی کننده (gasifier) تجاری با سطح مقطع

۱۲ متر مربع بوده است که حتی در مقایسه با استانداردهای امروزه در زمره سیستم های بستر سیال در مقیاس بزرگ جای دارد.

ایده سوزاندن به جای تبدیل به گاز کردن زغال توسط آقای داگلاس الیوت (Douglas Elliot) از اوایل دهه ۶۰ میلادی ارائه شد. در این ایده، زغال در بستر سیال سوزانده می شود و توسط بویلری که در آن مدفون است، بخار تولید می شود.

تولید بخار در بویلرهای بستر سیال که از زیست توده (Biomass) به عنوان سوخت استفاده می نماید، در سال ۱۹۸۲ با سوزاندن سبوس برنج در بستر سیال با ظرفیت ۱۰ تن در ساعت در هندوستان شروع شد و سپس در سراسر جهان با سوزاندن انواع سوخت های دیگر گسترش یافت.

کاربرد بستر سیال را می توان در مایعی نظیر تبدیل انرژی (تولید بخار، تبدیل به گاز کردن و سوزاندن)، فرآیندهای نفتی-شیمیایی (واحدهای شکست کاتالیتیکی سیال fluid catalytic cracking-، فرآیندهای های معدنی (آهکی کردن آلومینا، حرارت دادن سریع سنگ معدن roasting of ores- و فرآیندهای فیزیکی (خشک کردن، شستشوی گاز خروجی و تبدیل انرژی) دانست. بویلرها از واحدهای احتراق و مبدل حرارتی تشکیل شده و در آن ماده سوختنی در تماس جامد-گاز سوخته می شود. خصوصیات فیزیکی بویلرهای مختلف در جدول (۲-۳۲) آمده است.

جدول (۲-۳۲) مقایسه خصوصیات فیزیکی بویلرهای بستر سیال

خصوصیات	پیستونی (stroker)	حباب ساز (bubbling)	چرخشی (circulating)	پودری (pulverized)
ارتفاع بستر یا محل سوزاندن سوخت (متر)	۰/۲	۲-۱	۳۰-۱۰	۴۵-۲۷
سرعت ظاهری (متر بر ثانیه)	۲-۱	۲/۵-۱/۵	۵-۳	۶-۴
هوای اضافی (درصد)	۳۰-۲۰	۲۵-۲۰	۲۰-۱۰	۳۰-۱۵
نرخ آزادسازی گرما در گریته ها (مگاوات بر مترمربع)	۱/۵-۰/۵	۱/۵-۰/۵	۴/۵-۳	۶-۴
نرخ برگشت	۴:۱	۳:۱	۴:۱-۳:۱	۳:۱
راندمان سوزاندن (درصد)	۹۰-۸۵	۹۶-۹۰	۹۵/۵-۹۵	۹۹/۵-۹۹
اکسیدهای نیتروژن (ppm)	۶۰۰-۴۰۰	۴۰۰-۳۰۰	۲۰۰-۵۰	۶۰۰-۴۰۰
دی اکسید گوگرد در کوره (درصد)	-	۹۰-۸۰	۹۰-۸۰	-

همانگونه که بیشتر اشاره شد، بویلر بستر سیال نوعی از مولد بخار است که سوخت در یک حالت سیالی سوزانده می شود. کوره یک بویلر بستر سیال حاوی توده ای از جامدات گرانوله می باشد. اندازه این ذرات بین ۰/۱ تا ۰/۳ و یا بین ۰/۲۵ تا ۱ میلیمتر بسته به نوع بویلر می باشد. این ذرات مصالح بستر نامیده می شوند که می توانند مصالحی از نوع شن یا ماسه، سنگ آهک یا خاکستر زغال باشند.

درجه حرارت سوزاندن در بویلر بستر سیال بین ۸۰۰ تا ۹۰۰ درجه سانتیگراد نگهداری می شود که این دما از طریق استحصال گرما در منطقه سوزاندن توسط گاز خروجی و یا لوله های جذب گرمای مدفون بدست می آید.

در کل، استفاده از دو نوع بویلر بستر سیال رواج بیشتری دارد: بستر سیال حباب ساز و بستر سیال چرخشی. هر دو می توانند تحت فشار اتمسفری جهت تولید بخار و یا تحت فشار زیاد جهت کاربردهای سیکل ترکیبی کار کنند.

▪ بویلر بستر سیال حباب ساز

یک بویلر بستر سیال حباب ساز از یک گریت سیال تشکیل شده است که دارای محفظه ای از جنس نسوز یا لوله جاذب حرارت است و هوای احتراق اولیه از میان آن می گذرد. این محفظه عموماً مصالح بستر را نگه می دارد. هوای احتراق ثانویه نیز به این قسمت تزریق می شود. در واقع این نوع بویلر به سه قسمت تقسیم می شود.

- بستر؛

- سطح آزاد؛

- بخش همرفت؛

بخش همرفت باقیمانده سطوح انتقال حرارت نظیر گرمایش هوا را در خود جای می دهد. سوخت نیز از قسمت تحتانی یا فوقانی گریت تغذیه می شود. خاکستر تولیدی در بستر نیز خارج می شود.

▪ بویلر بستر سیال چرخشی

در این نوع بویلر، سوخت در یک رژیم سریع می سوزد. سرعت گاز در کوره بویلر بستر سیال چرخشی به اندازه کافی زیاد بوده و این میزان جهت دمیدن کلیه ذرات جامد به بیرون از کوره کفایت می نماید. اکثر ذراتی که از کوره خارج می شوند، توسط یک جدا کننده جامد-گاز گرفته شده و مجدداً به انتهای کوره بازگشت داده می شوند. سرعت این

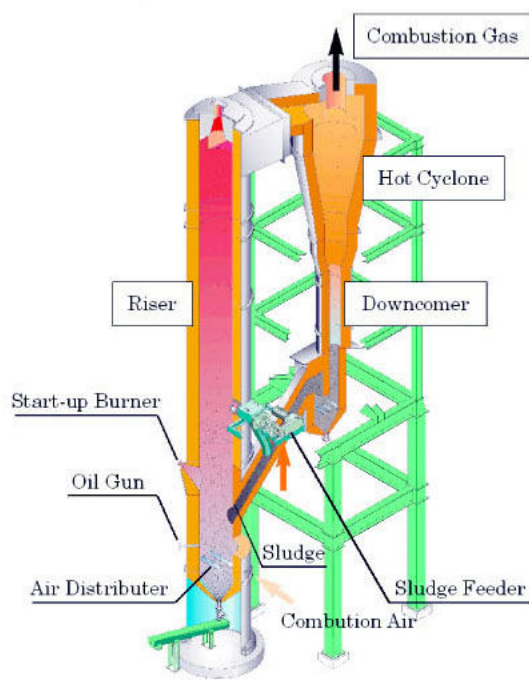
بازچرخش می بایست به اندازه ای زیاد باشد که حداقل اختلاط قائم ذرات در کوره حاصل گردد.

همانگونه که در شکل (۲-۱۲۱) مشخص است، هوای احتراق اولیه از کف یا گریت کوره و هوای احتراق ثانویه از کناره ها در یک ارتفاع مشخص از کف کوره به داخل دمیده می شوند. سوخت نیز در قسمت پایین تری از کوره وارد می شود. در واقع در این محل، سوخت سوزانده شده و گرما تولید می کند. درصدی از گرمای احتراق توسط سطوحی از کوره که توسط آب یا بخار خنک شده اند، جذب می گردد و مابقی گرما نیز از قسمت همرفتی در پایین دست جذب می شود.

هوای احتراق اولیه از طریق توزیع کننده های هوا یا گریتی که در کف کوره تعبیه شده اند، وارد کوره می شوند. ذرات بستر در کل ارتفاع کوره به خوبی مخلوط شده اند. بنابراین، دمای بستر نیز تقریباً یکسان و بین ۸۰۰ تا ۹۰۰ درجه سانتیگراد خواهند بود. ذرات درشت ماده جاذب و زغالهای نسوخته در جداکننده جامد-گاز به دام افتاده و مجدداً به نزدیکی کف کوره بازگردانده می شوند. پسماندهای جامد ریز(خاکستر و جاذبهای مصرف شده) که در طی احتراق و سولفورزدایی تولید شده اند و از کوره خارج می شوند، اگر به دام جدا کننده جامد-گاز نیفتند، توسط فیلتر پارچه ای یا ترسیب دهنده الکترواستاتیکی که در پایین دست قرار دارند، جمع خواهند شد.

در واقع، هوای ورودی و ذرات جامد گداخته با ضایعات مخلوط شده و سطح انتقال حرارت وسیعی را به وجود می آورند. در هر لحظه ۱٪ سطح بستر شعله ور می گردد. پس از شعله ور شدن، ذرات داغ به همراه پسماند به صفحه تغذیه می رسند. در این موقعیت

ذرات سنگین تر دوباره به داخل بستر شنی سقوط کرده تا دوباره گداخته شوند. در صورت انباشتی مواد موجود در بستر، این مواد از دریچه سر ریز خارج می گردند.



شکل (۲-۱۲۱) بویلر بستر سیالی چرخشی

دمای کوره بستر سیال نباید از نقطه ذوب خاکستر موجود در کوره بالاتر باشد. از مزایای سیستم زباله سوز با بستر سیال می توان به احتراق با بازده بالا، کنترل آسان شعله، تنوع در ابعاد مواد ورودی و سوخت معرفی اشاره نمود. هزینه اولیه این سیستم در صورتیکه از مواد اولیه مناسب با آن استفاده شود بین ۶۰ تا ۸۵ درصد کوره های گردان است.

در زیر برخی از خصوصیات بستر سیال تشریح می شوند:

✓ تنوع ساخت:

این خصوصیت یکی از اصلی ترین محاسن و در واقع وجه جذابیت بویلرهای بستر سیال می باشد. در واقع سیستم بستر سیال می تواند انواع مختلفی از سوخت را بدون کاهش قابل ملاحظه راندمان، بسوزدند. جدول (۲-۳۳) انواع مختلف سوخت به کار رفته در بویلرهای بستر سیال را نشان می دهد.

جدول (۲-۳۳) برخی از سوخت های بکار رفته در بویلرهای بستر سیال

زغال	پسماند زغالی	پسماند چوبی	لجن	زباله شهری	فرآورده های نفتی	پسماند کشاورزی
آنتراسیت قیر مشتقات قیر زغال سنگ	پسماند آنتراسیت تکه های قیر لجن زغال	پوست درخت قطعات چوبی خاک اره پسماند جنگلی	خمیر کاغذ جوهرزدایی	RDF زباله کاغذ باطله درختان قطع شده	نفت لجن نفتی زغال سیال	نی زباله زیتون سبوس

ذرات سوخت می بایست کمتر از ۱ تا ۳ درصد وزنی کل جامدات در بستر باشند. مابقی جامدات می بایست غیر قابل احتراق باشند که می توانند به عنوان مثال، جاذب، خاکستر سوخت و یا ماسه باشند. شرایط هیدرودینامیکی خاص در سیستم بستر سیال باعث می شود که اختلاط مناسب جامد-گاز و جامد-جامد به دست آید. بنابراین، ذرات سوخت وارده به کوره به سرعت در انبوهی از مصالح بستر پخش شده و بدین ترتیب دمای سوخت به دمایی بالاتر از دمای احتراق می رسد. این افزایش دمای سوخت به دمای احتراق باعث کاهش چشمگیری در دمای مصالح بستر نخواهد شد. این خصوصیت سیستم بستر سیال باعث می شود تا طیف وسیعی از انواع سوخت بتواند بدون نیاز به تغییرات در سخت افزار این گونه سیستمها سوزانده شوند. ملاحظات عملی نظیر ظرفیت تجهیزات جانبی، موازنه جرم و ... ممکن است طیف سوخت را به لحاظ اقتصادی محدود نماید.

جهت نگه داشتن دمای احتراق در یک دامنه بهینه، نیاز به جذب مقدار مشخصی از گرما می باشد. این مقدار مشخص، بسته به نوع سوخت، متفاوت خواهند بود. به همین علت زمانی که سوخت تغییر می کند، یک سیستم بستر سیال حباب ساز نیاز به ایجاد تغییرات در سیستم جذب گرمای کوره دارد. این تغییرات با تنظیم تعداد لوله های مدفون در بستر انجام می شود. در حالیکه در یک بستر سیال چرخشی این تغییرات با تنظیم عوامل عملکردی (به جای اصلاحات سخت افزاری) قابل استحصال خواهند بود.

✓ راندمان بالای احتراق:

راندمان احتراق در یک سیستم بستر سیال چرخشی بین ۹۷/۵ تا ۹۹/۵ درصد می باشد در حالیکه سیستم های بستر سیال حباب ساز و اندمانی بین ۹۰ تا ۹۸ درصد دارند. خصوصیات زیر باعث افزایش راندمان در سیستمهای چرخشی شده اند:

▪ اختلاط بهتر جامد-گاز؛

▪ نرخ بالاتر احتراق (به ویژه برای ذرات درشت تر)؛

در یک بستر سیال چرخشی، ناحیه احتراق تا بالای کوره (حدود ۴۰ متر در بویلرهای بزرگ) و پایین سیکلون ادامه دارد. ذرات ریز جمع شده در سیکلون به کف کوره منتقل می شوند. بنابراین ذرات کربن ریز زمان بیشتری برای احتراق در کوره خواهند داشت؛

برخلاف بسترهای سیال حباب ساز، سیستم های بستر سیال چرخشی در شرایط مختلف عملکردی راندمان خود را حفظ می نمایند؛

- سولفور زدایی درجا:

برخلاف دیگر بویلرها، بویلر بستر سیال می تواند دی اکسید گوگرد تولیدی ناشی از احتراق در کوره را جذب نماید. دمای کم احتراق (۸۰۰ تا ۹۰۰ درجه سانتیگراد) به یک سیستم

بستر سیال با مصالح بستر از جنس سنگ آهک اجازه می دهد تا گوگرد را به صورت سولفات کلسیم و بدون نیاز به تجهیزات اضافه جذب نماید .

یک سیستم بستر سیال حباب ساز ممکن است که ۲/۵ تا ۳/۵ برابر آهک استوکیومتریکی برای حذف ۹۰٪ گوگرد نیاز داشته باشد. این در حالیست که به طور معمول یک سیستم بستر سیال چرخشی تنها به دو برابر جاذب استوکیومتریکی جهت جذب ۹۰٪ گوگرد احتیاج دارد. گفتنی است که توانایی جذب گوگرد در سیستم های بستر سیال چرخشی به سطح ویژه جاذب و زمان ماند در کوره بستگی دارد.

- انتشار اکسید نیتروژن:

انتشار کم دی اکسید نیتروژن (NO_2) یکی دیگر از محسنات سیستمهای بستر سیال می باشد. درجه حرارت احتراق جهت اکسید شدن نیتروژن کافی نمی باشد و بنابراین در دمای عملکرد اینگونه سیستم ها اکسیدهای نیتروژن تولید نمی شود. اطلاعات موجود از سیستمهای تجاری بستر سیال حاکی از این مطلب است که انتشار اکسیدهای نیتروژن بین ۵۰ تا ۱۵۰ ppm می باشد. انتشار از بستر سیال حباب ساز اندکی بیشتر از سیستمهای چرخشی (عدد فوق) می باشد. اما گفتنی است که انتشار N_2O از این واحدها به نسبت سایر بویلرها بیشتر است.

- نیاز به گریت با مساحت کمتر:

این خصوصیت تنها برای بستر سیال چرخشی صادق است. نرخ آزاد سازی گرمای گریت یکی از عوامل مهم در سیستم احتراق است که مفهوم آن میزان گرمای احتراق آزاد شده از کوره در واحد سطح می باشد. این نرخ برای سیستمهای بستر سیال چرخشی بین ۳ تا

4.5 MW/m^2 است. بالا بودن این نرخ به دلیل بالا بودن سرعت ظاهری گاز ($3/5$ تا 6 متر بر ثانیه) است. همچنین اختلاط مناسب جامد-گاز باعث بالا رفتن نرخ آزاد سازی گرما از طریق تولید سریع و پخش گرما در بستر می شود. بنابراین مساحت کمتر گریت نیز همچنان برای احتراق مناسب است.

- نیاز کمتر به نقاط تغذیه:

از آنجا که در سیستمهای بستر سیال چرخشی، اختلاط مناسب جامد-گاز در تمام نقاط ناحیه احتراق وجود دارد و مساحت آن کوچکتر است، لذا سیستم سوخت رسانی آن بسیار ساده می باشد.

در برخی از انواع این نوع زباله سوزها، توزیع هوا در داخل مجموعه ای از لوله ها انجام می شود و مواد غیرقابل احتراق و گرد و غبار در شرایط خشک از سیستم تخلیه می شود. مواد ورودی به محفظه کوره به محض تماس با شن گداخته، بلافاصله گرم، خشک و محترق می شوند.

به منظور کنترل تولید و انتشار دای اکسین، زباله به طور کامل در داخل کوره سوزانده می شود. مواد نیم سوخته از کوره اول همراه با مقداری شن گداخته وارد کوره دوم می شوند تا کاملاً منهدم شوند. این نوع زباله سوز قادر به سوزاندن همه نوع پسماند می باشد. مایعات مایع به همراه مقداری سوخت یا به همراه پسماند می سوزد. پسماند حاوی پلاستیک و مواد سوختنی دیگر نیز در این قسمت قابل سوزاندن است. داخل زباله سوز هیچ بخش متحرکی وجود ندارند. خاکستر بجای مانده عمدتاً شامل فلزات، شیشه، سرامیک و ... است و بنابراین کاملاً فاقد بو است. زباله سوز به هیچ وجه به روغنکاری نیاز ندارد. شکل (۲-۱۲۲)



شکل (۲-۱۲۲) زباله سوز با بستر سیالی

از انواع دیگر سیستم های بستر سیال، می توان به سه سیستم بستر سیال سریع، گردان و گازی اشاره نمود که مختصری در خصوص هریک در زیر اشاره می شود:

▪ سیستم بستر سیال سریع:

در این سیستم به جای بالابر از سیکلون استفاده می شود. بدین شکل که دمای داخل کوره تا ۸۰۰-۸۵۰ درجه سانتیگراد بالا رفته و ماسه درون آن داغ می شود. هوای داغ ذرات شن را به حرکت درآورده و به آن سرعتی معادل $4-8 \text{ m/s}$ می دهد. با ورود پسماند به کوره برخورد و اختلاط شن و ماسه داغ سبب احتراق و تجزیه مواد آلی و با دمیدن هوای اضافی این فرآیند تکمیل می شود. شن و ماسه شناور در هوا از بالای کوره وارد یک سیکلون هوای داغ شده و شن از هوا جدا می گردد. این سیستم دارای ظرفیتی معادل ۱۰۰ تا ۴۰۰ تن بر روز می باشد.

مزایای این روش عبارتند از: بازده بالای احتراق، عملیات در شرایط دمایی پایدار، قابلیت استفاده از مواد ورودی متغیر، خروجی تمیز و با مقدار پایین NO_x و بخصوص در سیستمهای دو مرحله ای و با تزریق مقدار کمی آهک، نگهداری آسان، ۶۰٪ مصرف انرژی کمتر نسبت به سیستم

▪ بستر سیال از نوع گردان:

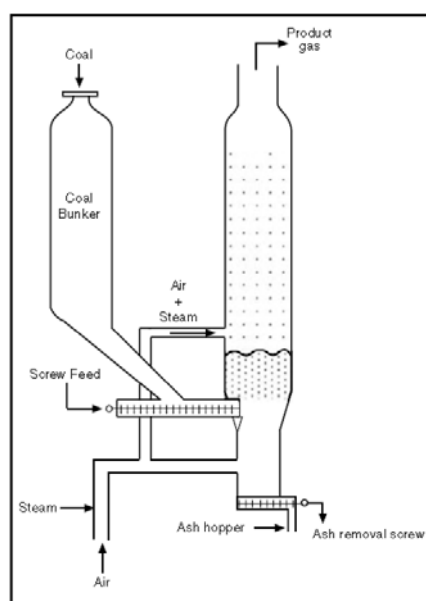
از خصوصیات این سیستم قابلیت سوزاندن پسماندهای مرطوب مانند لجنهای تصفیه خانه فاضلاب شهری بدون مصرف انرژی است. یکی دیگر از مشخصات این سیستم، خروجی بدون بو است که از جذب پرندگان و ایجاد مزاحمت توسط آنها در سایت جلوگیری می کند. حرکت چرخشی مواد موجب احتراق یکواخت و کامل انواع پلاستیکها و جلوگیری از گرانوله شدن آنها در هنگام سوختن می شود. بخاطر ظرفیت حرارتی بالای شن و ماسه بکار رفته، اختلاف دمایی بین زمانهای روشن و خاموش کردن سیستم به وجود نمی آید و پس از خاموش کردن آن احتراق تا آخرین ذرات ماده پیش می رود. هنگام روشن کردن نیز نیاز به سوخت اضافی جهت گرمایش کوره (که در نتیجه آن دود حاصله از احتراق افزایش می یابد) نمی باشد.

▪ سیستم بستر سیال گازی:

تبدیل به گاز کردن از اولین کاربردهای تجاری بسترهای سیال بوده است. انگیزه اصلی استفاده از این نوع فرآیندهای تماس جامد-گاز را می توان در توان بالای اختلاط جامد این سیستم دید. شکل (۲-۵۵) یک سیستم تبدیل کننده گازی را نشان می دهد. همانگونه که در شکل مشخص است، پودر زغال وارد یک بستر سیال با دمای ۹۵۰ درجه سانتیگراد می شود. بخار به عنوان مهمترین مدیوم (محیط) گازی کردن، از لوله نازل به انتهای بستر سیال وارد و از بالای بستر خارج می شود. بدین صورت گاز پاک شده و استفاده می گردد.

۲-۴-۱-۵- زباله سوز با کوره گردان

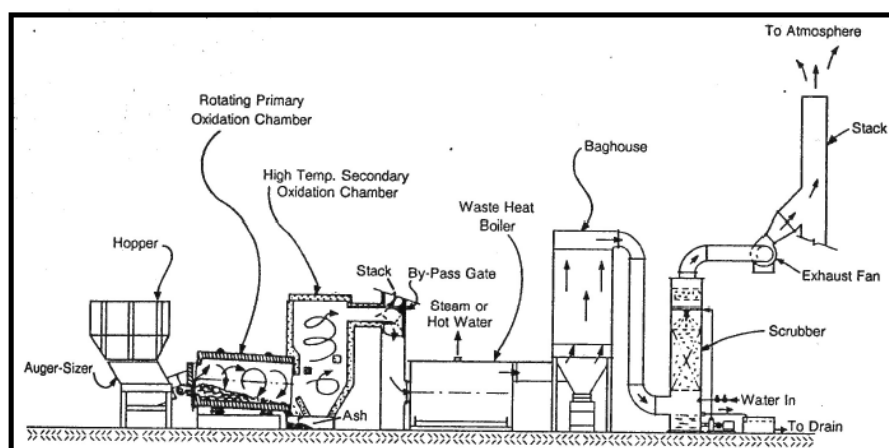
این سیستم به دلیل قابلیت بالایی که در سوزاندن انواع پسماند خطرناک دارد، کاربرد گسترده ای یافته است. کوره گردان برای حرارت دادن سیمان، آهک، زغال سنگ، سنگ آهن و انواع مواد معدنی دیگر نیز به کار می رود. دمای کوره برای مواد فوق حدود ۹۰۰ (درجه سانتیگراد) و برای سوزاندن انواع زباله بین ۷۰۰ تا ۳۰۰ (درجه سانتیگراد) می باشد که بستگی به نوع و شکل زباله ورودی دارد. کوره گردان دارای شیب کم بوده و باعث حرکت مواد به جلو می شود. ارزش حرارتی زباله معرفی در کوره گردان بین ۵۵۰ تا ۱۱۱۰۰ kJ/kg و گاه بالاتر از آن است. شکل (۲-۱۲۳)



شکل (۲-۱۲۳) یک سیستم تبدیل کننده گازی با دمای بالا

کوره های گردان به دو گروه با دمای پایین و با دمای بالا تقسیم می شوند که در گروه اول دما کمتر از ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد و در گروه دوم بالاتر از ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد می باشد.

زباله سوزهایی که در دمای پایین تر از ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد کار می کنند معمولاً از یک محفظه احتراق ثانویه برای انجام تخریب کامل استفاده می کنند. مواد تبخیر نشدنی و غیر قابل احتراق مانند فلزات، سنگ، شن و ماسه و غیره همراه با خاکستر از سیستم خارج می شوند. در شکل (۲-۱۲۴) نمونه ای از آن ارائه شده است.



شکل (۲-۱۲۴) کوره گردان با تغذیه

سه عمل اساسی انجام شده در سیستم کوره گردان اختلاط، حرارت دهی یکنواخت و زمان ماند مناسب است که آن را از سیستمهای دیگر زباله سوزی متمایز می کند. ارزش حرارتی پسماند، ترکیب عناصر، رطوبت، گرمای ویژه، مقدار خاکستر و شکل فیزیکی پسماند از جمله خصوصیات هستند که در طراحی کوره های گردان مورد توجه قرار می گیرند.

برخی فلزات نظیر سرب، کادمیم و جیوه به بخار تبدیل شده و در مجاورت هالوژنها به ترکیبات جدید مانند کلرید جیوه تبدیل می شوند. این ذرات همراه با گازهای خروجی می توانند وارد اتمسفر شوند. لذا غلظت آنها در سیستم تصفیه گاز خروجی به میزان استاندارد کاهش می یابد. برخی دیگر از فلزات مانند کروم و باریم وارد خاکستر شده و همراه آن دفع

می شوند. زمان ماند زباله در این نوع زباله سوزها بین ۱۵ دقیقه تا ۲ ساعت است. سرعت چرخش کوره بین ۰.۱۵ تا ۲.۵ rpm و شیب کوره بین ۱ تا ۷ درصد می باشد.

این نوع زباله سوزها قادر به معدوم سازی انواع زباله از قبیل انواع زباله خطرناک، سمی، جامدات و لجن های بی خطر، بیومدیکال (بیمارستانی) و خاکهای آلوده می باشد. این سیستم از ۹ بخش تشکیل شده است.

۱- بخش خرد کننده که قطعات جامد را خرد کرده و آنها را از مایعات قابل پمپاژ جدا می سازد

۲. سیستم تغذیه که از تجهیزات انتقال جامدات عدل بندی شده، شوت ها، تغذیه کننده ها و ماریچها تشکیل شده و در بخش مایع، شامل پمپهای انتقال مایعات می باشد.

۳- بخش کوره گردان که قلب سیستم به شماره می رود. دوران محفظه کوره در هر لحظه سطر بیشتر و جدیدتری از ضایعات را در معرض هوای داغ قرار می دهد و بدین ترتیب حداکثر احتراق و تجزیه مواد آلی صورت می گیرد. دمای کار کوره بین ۷۶۰ تا ۱۳۷۰ درجه سانتیگراد می باشد. زمان ماند مایعات و مخلوط شدن آنها بستگی به سرعت دوران دارد. بطور طبیعی کوره با هوای کافی کار می کند ولی می توان احتراق ناقص یا احتراق در شرایط کمبود اکسیژن را نیز در آن انجام داد.

۴- بخش احتراق ثانویه به کوره گردان متصل است و گاز خروجی بین ۱ تا ۳ ثانیه دوباره گداخته می شوند. دمای این بخش بین ۹۸۰ تا ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد بوده و احتراق با حضور هوای اضافی انجام می گیرد.

۵- خاکستر تولید شده از بخش تخلیه خاکستر به بیرون هدایت می شود.

۶- بخش سرد کننده گازهای خروجی را خنک کرده و برای ورود به سیستم تصفیه هوا آماده می سازد. انرژی خروجی این بخش به هوای تازه ورودی منتقل شده و پیش گرمایش انجام می پذیرد.

۷. در قسمت تصفیه هوا ذرات معلق، دای اکسین ها، فیورن ها و فلزات سنگین حذف می شوند. قسمت تصفیه می تواند مرطوب، خشک یا نیمه خشک عمل کند .

۸- گازهای تصفیه شده از طریق ایجاد فشار منفی بوسیله یک دمنده از سیستم خارج می شوند.

۹- گازهای تصفیه شده از دودکش که مجهز به سیستم نمونه گیری پیوسته است خارج می شوند. در این قسمت میزان گازهای CO_2 ، O_2 و CO و هیدروکربنها و نیز سایر آلاینده ها مثل HCL ، SO_x و NO_x نیز مورد پایش قرار می گیرند.

۴-۲-۱-۴-۲- سیستم زباله سوز بدون دود جهت انواع پسماند پلاستیکی

این نوع زباله سوز برای سوزاندن پلی استر، پلی پروپیلن، پلی استیرن، پلاستیکهای وینیل استات، لاستیک طبیعی و مصنوعی و ... مناسب می باشد. در ورودی این سیستم، کلیه مواد باید تقریباً به صورت تفکیک شده وارد شوند. البته موادی مثل کاغذ، چوب و چرم که قابل تجزیه هستند نیز در این سیستم قابل مصرف می باشد. در این سیستم زباله های قابل انفجار مانند قوطی های حشره کشی و آنهایی که گازهای سمی و خورنده تولید می کند را نمی توان وارد کرد. ظرفیت سیستم بدون دود بین ۳۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم بر ساعت است.

از جمله مزایای این روش می توان به موارد زیر اشاره نمود: عدم نیاز به سوخت اضافی، نگهداری آسان، نصب و بهره برداری آسان و استفاده از آب داغ خروجی سیستم خنک کننده با دمای ۸۰ درجه سانتیگراد. البته به علت پتانسیل تولید دود در سیستم نیاز مبرم به کنترل

دقیق و کامل فرآیند جهت حصول اطمینان از عاری بودن گازهای خروجی از ذرات معلق وجود دارد.

۷-۲-۱-۴-۲ - زباله سوز با تزریق مایع

همانطور که از نام این نوع سیستم مشخص است، سیالات قابل پمپاژ در این نوع واحدها سوزانده می شوند. مواد یا مستقیماً به داخل کوره پمپ می شوند یا با فشار از طریق نازل‌هایی به داخل کوره پاشیده می شوند. کوره های با تزریق مایع به دو شکل افقی و عمودی موجود بوده و در دمایی بین ۹۰۰ تا ۱۷۰۰ درجه سانتیگراد مورد بهره برداری قرار می گیرند. زمان ماند پسماند در چنین کوره هایی بین چند میلی ثانیه تا ۲/۵ ثانیه متغیر است. یکی از مهمترین اجزای این دستگاه، نازل آن است که باید بتواند زباله های نیمه مایع را به صورت قطرات یکواختی در آورد. فشار لازم برای این عمل ۱۰۰-۱۵۰ psi است. در طراحی این سیستمها توجه به عوامل نظیر طراحی مخزنها، روش انتقال مواد، طراحی نازل پاشش، سیستم تزریق هوا و کوره اصلی حائز اهمیت می باشد.

۷-۲-۱-۳-۲ - سیستمهای آر - دی - اف

آر-دی-اف قسمتی از مواد زاید جامد شهری است که قابلیت زباله سوزی داشته و برای تولید محصولی همگن بصورت مکانیکی عمل آوری شده است. این فرآیند عموماً شامل خرد کردن پسماند و جدا کردن موادی که قابلیت زباله سوزی را دارند از موادی که این قابلیت را ندارند می باشد. مواد ممکن است مانند پر نرم خرد شود و یا با استفاده از پرس به صورت گرانول یا آجر در آید. همچنین ممکن است که آر-دی-اف را به منظور افزایش ارزش حرارتی آن خشک کنند و یا بصورت مشترک با سوخت های فسیلی بسوزانند. ولی

امروزه بویلرهای جدیدی ساخته شده است که می تواند از آر-دی-اف به عنوان سوخت به تنهایی در اتاقک احتراق استفاده نمایند.

کیفیت آر-دی-اف به درصد جداکردن موادی که قابلیت زباله سوزی را ندارند، بستگی دارد. حداکثر ارزش حرارتی و کمترین خاکستر تولیدی به آر-دی-افی که تنها ۴۰ تا ۵۰ درصد از مواد زاید جامد شهری اولیه آن عمل آوری شده است، تعلق دارد.

متوسط ارزش حرارتی مواد زاید جامد عمل آوری نشده در آمریکا بین ۸۱۰۰ تا ۱۵۱۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم (۳۵۰ تا ۶۵۰۰ بی تی یو بر پوند) می باشد. درحالیکه ارزش حرارتی همان مواد هنگامی که به آر-دی-اف تبدیل می شوند بین ۱۴۰۰۰ تا ۱۸۶۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم (۶۵۵۰ تا ۸۰۰۰ بی تی یو بر پوند) می باشد.

در اوایل دهه هفتاد بصورت آزمایشی آر-دی-اف و زغال بعنوان سوخت در شرکت UNION ELECTRIC سوزانده شد. موفقیت اولیه این طرح موجب تشویق سایر جوامع برای استفاده و سوزاندن آر-دی-اف به همراه سایر سوخت ها در تاسیسات تولید برق شهری گردید. امروزه بزرگترین تاسیسات آر-دی-اف در DEDE COUNTY شهر فلوریدا و با ظرفیتی در حدود ۲۷۰۰ تن در روز مورد بهره برداری قرار می گیرد.

در سوزاندن شناور، فرآینداحتراق با راندمان بالاتری نسبت به احتراق بر روی کوره صورت می پذیرد. در بویلرهای شناور، اتاقک احتراق از قسمت بالایی خود توسط آر-دی-اف و به صورت هوای تحت فشار تغذیه می شود و آر-دی-اف در هنگام سقوط می سوزد.

نسبت آر-دی-اف به سایر سوخت ها می بایستی محدود باشد زیرا آر-دی-اف ناهمگن است و شامل موادی است که دارای ارزش حرارتی متفاوت می باشد و این مسئله ممکن

است منجر به ایجاد نوسان در حرارت خروجی و فشار بخار گردد. معمولاً نسبت آر-دی-اف به کل سوخت کمتر از ۲۰ درصد در نظر گرفته می شود.

همانگونه که پیشتر اشاره شد، بخش سوختنی پسماند که از مواد زاید جامد شهری بازیافت شده است، به نام آر-دی-اف مشهور است و ترکیب بازیافت شده بخش سوختنی حاوی درصد بالایی از کاغذ و پلاستیک می باشد.

در یک نوع زیر سیستم جهت تولید آر-دی-اف به نام front-end، پسماند مستقیماً از ماشین جمع آوری پسماند پذیرش شده و به دو قسمت عمده (سوختنی و غیر سوختنی) تقسیم بندی می شود. این نوع جدا سازی، خوراک انواع مختلف back-end و دیگر سیستمهای بیولوژیکی و گرمایی را نیز فراهم می نماید .

جزء اصلی سیستم آر-دی-اف ترکیبی از واحدهای جداسازی بر اساس چگالی (دسته بندی توسط فشار هوا)، جداسازی با مگنت، غربال، و کاهش اندازه می باشد. نمونه ای از تولید آر-دی-اف در شکل (۲-۱۲۵) آمده است.

برحسب کاربردهای مختلف، آر-دی-اف در کشورهای صنعتی بعنوان سوخت کمکی برای بویلرهای زغال سوز و تنها سوخت مورد نیاز بویلرهایی که آر-دی-اف سوز هستند بکار رفته است. در هنگام استفاده از آر-دی-اف به عنوان سوخت کمکی بویلرها، تجارب خانگی از این مطلب است که ارزش حرارتی آر-دی-اف در طیف ۱۲۰۰۰ تا ۱۶۰۰۰ kJ/kg (می تواند تا ۳۰ درصد انرژی را تامین نماید.



شکل (۲-۱۲۵) نمونه ای از تولید آر-دی-اف

۷-۶-۱-۳-۱- خصوصیات آر-دی-اف

با توجه به انجام پیش پردازش جهت بازیابی آر-دی-اف از مواد زاید جامد شهری، تغییرات عمده ای در خصوصیات آر-دی-اف نخواهیم داشت. به عبارت دیگر، با توجه به تغییرات خصوصیات مواد زاید جامد شهری در طول زمان، پیش پردازش مواد زاید جامد شهری باعث بازیابی آر-دی-اف شده که خصوصیات تقریباً ثابتی دارند.

کیفیت‌های متنوعی از آر-دی-اف می‌تواند تولید شود که این موضوع به نیاز مصرف کننده بستگی دارد. کیفیت آر-دی-اف بر خصوصیات حرارت آن تاثیر گذار است که در جدول زیر خلاصه شده است. در آر-دی-اف‌های با کیفیت بهتر دارای ارزشی حرارتی بالاتر و درصد رطوبت و خاکستر کمتر است. همانگونه که در جدول مشهود است، آر-دی-اف دارای ارزش حرارتی به مراتب بالاتر از مواد زاید جامد شهری پردازش نشده است. در جدول (۲-۳۴) مقایسه خصوصیات آر-دی-اف با پسماند شهری و زغال ارائه شده است.

جدول (۲-۳۴) مقایسه خصوصیات آر-دی-اف با پسماند شهری و زغال

نوع سوخت	ارزش حرارتی (J/g)	درصد رطوبت	مقدار خاکستر %
آر-دی-اف	۱۶۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰	۲۵ تا ۱۵	۲۲ تا ۱۰
زغال	۳۲۰۰۰ تا ۲۱۰۰۰	۱۰ تا ۳	۱۰ تا ۵
پسماند شهری	۱۲۰۰۰ تا ۱۱۰۰۰	۴۰ تا ۳۰	۳۵ تا ۲۵

۲-۶-۱-۳-۲- مصارف آر-دی-اف

با توجه به وضعیت فن آوری موجود، هنگامی که آر-دی-اف به عنوان سوخت مورد استفاده قرار می گیرد، بر روی یک گریت متحرک آتش زده می شود یا اینکه در یک بویلر مجهز به سیستم گریت سوزانده می شود. همچنین آر-دی-اف می تواند به عنوان سوخت برای انواع دیگر سیستم های حرارتی پیرولیز و سیستمهای بسترسیال بکار رود. یکنواختی نسبی خصوصیات آر-دی-اف و کیفیت بالاتر آن در مقایسه با مواد زاید جامد شهری باعث کاربرد بیشتر آر-دی-اف در صنعت شده است.

۲-۴-۲- ارائه گزینه های مناسب دفن پسماند

در این روش پس از انتخاب محل مناسب سایت بطور کلی زباله‌ها در لایه‌های نازک پخش و فشرده شده و در پایان هر روز یک لایه محافظ روی آن اجرا می‌گردد. با توجه به ضایعات موجود هرچقدر هم که مدیریت روی دفع پسماند صورت گیرد نمی‌توان از شیوه دفن Landfilling استفاده نکرد زیرا بالاخره موادی وجود دارند که با روشهای دیگر دفع نمی‌شوند. ولی با توجه به روشهای جدید و پیشرفت در امر بازیافت زباله تعداد Landfill (مراکز دفن) در دنیا رو به کاهش است. بطوریکه در آمریکا در سال ۱۹۸۸ تعداد ۵۵۰۰ مرکز دفن وجود داشته است و پیش‌بینی می‌گردد این تعداد در سال ۲۰۰۸ به ۱۲۳۰ عدد برسد. عوامل کاهش این مراکز را می‌توان ساخت مراکز دفن غیرمهندسی در قدیم و مشکلات موجود در انتخاب محل سایت برشمرد.

مواردی را که می‌بایست در خصوص دفن مواد زائد با توجه به شرایط هر منطقه در نظر گرفت شامل آب زیرزمینی منطقه، پروفیل خاک و لایه‌بندی آن، شرایط جوی و آب و هوا، میزان بارندگی، درجه حرارت و غیره می‌باشند.

دفن بهداشتی به معنای انتخاب و طراحی مهندسی و بهره‌برداری صحیح از سایت موردنظر و استفاده از روشی می‌باشد که موجب فشرده‌گی مواد زائد و پوشاندن آن با لایه‌ای از خاک در انتهای عملیات روزانه شود. این پروسه می‌بایست به منظور به حداقل رساندن اثرات سوء زیست‌محیطی می‌باشد. استفاده از روش دفن معایب و محاسنی دارد که در زیر به آن اشاره می‌شود.

• محاسن روش دفن بهداشتی

- ✓ اگر زمین در دسترس باشد روش دفن اقتصادی ترین روش می باشد.
- ✓ سرمایه گذاری اولیه این روش پایین است.
- ✓ همه نوع زباله را می تواند در خود جای دهد.
- ✓ پس از طراحی اولیه قابلیت توسعه را نیز دارد.
- ✓ هیچگونه مواد زائدی بر جای نمی گذارد (در مقایسه با روشهای دیگر دفع)
- ✓ با پوشش مناسب می توان در آینده از آن به عنوان زمین ورزشی، پارکینگ و غیره استفاده نمود.

• معایب روش دفن بهداشتی

- ✗ آثار این روش برای همیشه باقی می ماند.
- ✗ در مناطق پرجمعیت در فواصل نزدیک مناسب نمی باشد.
- ✗ برای دستیابی به مرکز دفن بهداشتی در سالهای آتی نیاز به سرمایه گذاری در خصوص کنترل شیرابه و گاز می باشد.
- ✗ مرکز دفن همواره مشکلاتی مانند تجمع حشرات، تولید بوی نامطبوع، تولید گاز متان، را دارا می باشد. لذا در مجاورت مناطق مسکونی ایجاد مزاحمت می کند.

متدولوژی اجرای مرکز دفن با توجه به شرایط منطقه، توپوگرافی زمین، جنس و نوع و حجم زباله مشخص می شود. روشهای مرسوم بصورت زیر طبقه بندی می شوند:

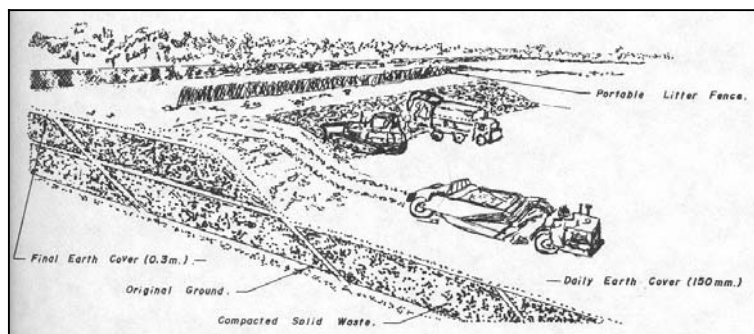
◀ روش سطحی (Area Method)

◀ روش گودالی یا ایجاد تراشه (Trench Method)

◀ روش پرکردن پستی و بلندی زمین

۲-۴-۱- روش سطحی

این روش برای مناطقی مناسب می‌باشد که در آن حفر ترانشه مورد نیاز نبوده و عملیات از تخلیه مواد زائد و پخش آنها در نوارهای باریک و بلند به ضخامت ۴۰ تا ۷۵ سانتی‌متر آغاز می‌شود. سپس لایه‌ها فشرده شده و لایه بعدی روی آن می‌آید تا ضخامت به ۱۸۰ تا ۳۰۰ سانتی‌متر برسد. در انتهای عملیات روزانه پوشش روزانه (Daily Cover) به ضخامت ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متر روی آن اجرا می‌گردد. خاک پوششی باید توسط کامیون‌ها از زمینهای نزدیک به این محل آورده شود. در این روش هیچگونه خاکبرداری جهت دفن صورت نمی‌گیرد و فقط به منظور پوشش ممکن است حفاری انجام گیرد. در شکل (۲-۱۲۶) روش سطحی دفن پسماند آورده شده است.

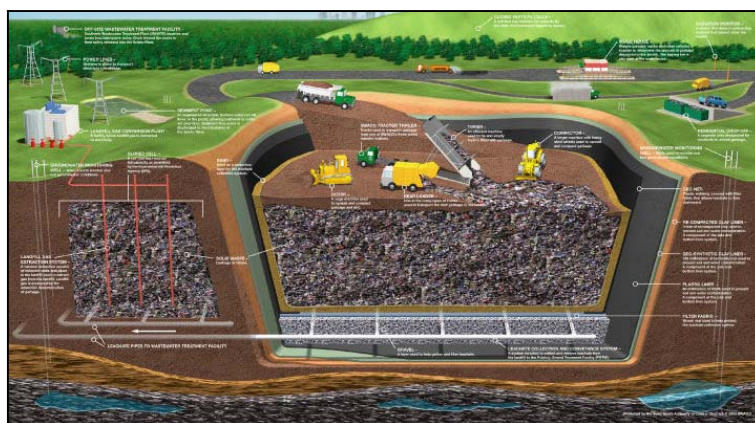


شکل (۲-۱۲۶) دفن پسماند به روش سطحی

۲-۶-۲-۲ - روش گودالی یا ترانشه

در این روش خاک پوششی از حفر زمین بدست می‌آید. برای مناطقی که سفره آب زیرزمینی پایین باشد مناسب است. پس از حفر گودال در قسمتی از سایت زباله را داخل آن ریخته و در لایه نازک پخش می‌شوند. پس از رسیدن به ارتفاع موردنظر روزانه روی آن پوشش قرار می‌گیرد. پس از پرشدن گودال روی آن را مانند روش سطحی بالا می‌آورند تا هم از فضای مورد نیاز استفاده بهینه بعمل آید و هم مسائل زهکشی که در ادامه به آن اشاره می‌شود به راحتی صورت پذیرد.

در شکل (۲-۱۲۷)، دفن به روش گودالی ارائه شده است.

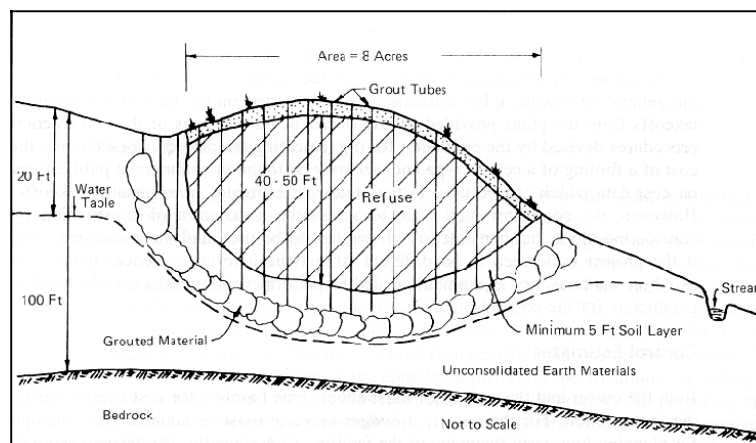


شکل (۲-۱۲۷) دفن پسماند به روش ترانشه

۲-۶-۲-۳- روش برگردن یستی و بلندی زمین

در نواحی که به طور طبیعی یا مصنوعی در سطح زمین پستی و بلندی وجود دارد جهت دفن محل مناسبی می‌باشد. با توجه به وضعیت هندسی محل، مواد پوشش و مسیر محل دفن روشهای متفاوتی برای پخش و فشرده کردن مواد زائد در نظر گرفته می‌شود. اگر کف

گودال مسطح باشد مانند روش گودالی یا ترانشه عمل می‌گردد. با توجه به تخلیه مواد زائد در کف دره در این روش بیشترین درجه فشردگی بدست می‌آید ولی اشکال اصلی این روش مسائل زهکشی می‌باشد. خاک پوششی به منظور پوشش روزانه نیز از ارتفاعات و تپه‌های موجود تأمین می‌گردد. نمونه ای از این روش در شکل (۲-۱۲۸) نشان داده شده است.



شکل (۲-۱۲۸) دفن پسماند به روش پرکردن پستی ها در زمین

۲-۶-۳- تکنولوژی سایت دفن

○ ویژگی‌ها:

- دارای قابلیت امحای زباله‌های شهری، زباله‌ها و زائدات صنعتی و بیمارستانی و هر گونه زائدات خطرناک، نخاله‌های ساختمانی و لجن‌های فاضلاب
- در صورتی که دفنگاه بصورت مهندسی طراحی و اجرا شده باشد کاملاً دوستدار محیط زیست می‌باشد.
- قابلیت تولید برق، حرارت و گاز متان
- فضای لازم جهت احداث خیلی زیاد
- ته مانده تا ۵۰٪ زباله (بسته به میزان مواد قابل هضم)
- نیازی به تفکیک زباله و خرد کردن آن نمی‌باشد.
- هزینه سرمایه‌گذاری اولیه و تعمیر و نگهداری آن پائین تر از تمام تکنولوژی‌ها می‌باشد.
- انرژی تحویلی آن از تمام سیستم‌ها پایین تر است.
- نیاز به سیستم جمع‌آوری و پردازش شیرابه دارد.

○ سابقه نصب:

- از اولین روشهای امحای زباله در جهان می‌باشد و بالاترین کاربرد را دارد.
- ظرفیت نصب شده در جهان (عمدتاً آمریکا) بیش از ۲۵۰۰ مگاوات است.
- پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۱۰ ظرفیت این سیستم در جهان از ۹۰۰۰ مگاوات فراتر رود.

گاز لندفیل (LFG) برای اولین بار در دهه هفتاد میلادی توسط ایالات متحده آمریکا به عنوان سوخت مورد استفاده واقع شد. تعداد زیادی از کشورهای اتحادیه اروپا استفاده از این گاز را پس از آمریکا آغاز نمودند. از آن زمان فن‌آوری‌های مربوط به جمع‌آوری و استفاده از LFG به طور مداوم در حال رشد و تکامل بوده است.

به لحاظ توسعه صنعت و حمایت مالی بسیاری از دولت‌ها از طرح‌های تحقیقاتی در این زمینه، استحصال انرژی از LFG امروزه به عنوان یکی از روش‌های موفق در زمینه با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مطرح است.

صرفنظر از انگیزه‌های اقتصادی، انگیزه‌های مربوط به مسائل زیست محیطی نیز در رابطه با استفاده از LFG در سال‌های اخیر اهمیت ویژه‌ای یافته است. گاز لندفیل به لحاظ داشتن بیش از ۵۰٪ متان به عنوان منبعی مهم برای تولید گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شود که در صورت عدم کنترل این گاز و آزاد شدن آن در هوا اثرات زیست محیطی بسیاری را در پی خواهد داشت که به این لحاظ دولت‌های کشورها با اعمال قوانین و ضوابط سعی در کنترل این گاز داشته تا به نحوی اثرات زیست محیطی آن را کاهش دهند.

۲-۶-۴- انتخاب محل دفن

عواملی که در انتخاب محل دفن باید به آن توجه شود عبارتند از:

- دسترسی به زمین مناسب
- تاثیر پروسه کردن و بازیافت منابع
- فاصله حمل مواد زاید
- شرایط خاک و توپوگرافی

- شرایط اقلیمی محل دفن
- هیدرولوژی آبهای سطحی
- شرایط زمین شناسی و هیدرولوژی
- شرایط زیست محیطی محل
- پتانسیل کارایی زمین تکمیل شده.

به جهت اینکه عوامل فوق محل نامناسب را از مناسب جدا می سازد، لذا به اقتضای شرایط و جهت انتخاب محل‌های مناسب روشهایی وجود دارد. انتخاب نهایی محل دفن معمولاً بر اساس نتایجی است که در بررسی مقدماتی محل و نتایج مطالعات طرح مهندسی و فرایندها و ارزیابی زیست محیطی به دست می آید.

۲-۴-۶-۱- زمین قابل دسترسی

در انتخاب محل مناسب دفن، استملاک فضای کافی بسیار با اهمیت می باشد. اگر چه قانون ثابتی در تعیین ابعاد فضای مورد نیاز وجود ندارد، ولی با این وجود لازم است محل انتخابی ظرفیت پذیرشی به مدت حداقل یک سال داشته باشد. برای زمانهای کوتاه تر، بهره برداری از مرکز دفن خصوصاً در زمینه های آماده سازی زمین، فراهم کردن تجهیزات جانبی و تکمیل پوشش نهایی، بطور قابل ملاحظه ای پر هزینه خواهد شد. بر این اساس لازم است مقدار زمین مورد نیاز در برنامه ریزی مقدماتی پیش بینی گردد.

۲-۴-۶-۲- تاثیر بازیافت منابع

در ارزشیابی اولیه برای سنجش پتانسیل محل دفن، طرح گسترش فرآیند فعالیتهای بازیابی مواد در آینده، تعیین اثر آن بر کمیت مواد زاید و شرایط مواد باقیمانده جهت دفع از اهمیت خاصی برخوردار است. برای مثال اگر قرار باشد ۵۰ درصد کاغذ بازیابی شود، بدیهی است

که وزن مواد ورودی به مرکز دفن و مساحت مورد نیاز کاهش خواهد یافت. همچنین دانستن اینکه تجهیزات بازیابی در محل دفن قرار خواهد گرفت، نیز مهم است.

۲-۴-۳- مسافت تا محل دفن

در انتخاب محل دفن یکی از متغیرها مسافت حمل مواد زاید تا محل دفن می باشد که در طراحی کلی و عملیات سیستم مدیریت مواد زاید، می تواند تاثیر بسزایی داشته باشد. اگر چه ایده آل این است که این فاصله به حداقل برسد، عوامل دیگری از قبیل مسیر جمع آوری، نقشه های ترافیک محل و مشخصات مسیر هایی که در ارتباط با محل دفن می باشند، باید در انتخاب محل مورد توجه باشند.

۲-۴-۴- شرایط خاک و توپوگرافی

به جهت اینکه برای پوشش روزانه مواد زاید و همچنین لایه نهایی سلول تکمیل شده در محل دفن نیاز به خاک می باشد، لذا باید در مورد مقدار و مشخصات خاک مورد نظر اطلاعات لازم در دسترس باشد. اگر خاک محل دفن برای پوشش مواد مورد استفاده قرار می گیرد باید در مورد زمین شناسی خاک و مشخصات هیدرولوژی آن اطلاعات لازم بدست آید. اگر قرار باشد که خاک مورد نیاز از محلهای دیگری به محل دفن آورده شود، جهت مشخص نمودن جنس خاک باید چاه گمانه حفر نمود. توپوگرافی محل انتخابی بدلیل تاثیر مستقیم آن بر کارایی زمین، تجهیزات مورد نیاز و توسعه فعالیت های لازم، می بایست مورد توجه قرار گیرد.

۲-۴-۵- شرایط اقلیمی

حاکم بودن شرایط زمستانی در محل مورد نظر، بر دسترسی به محل دفن تاثیر مستقیم خواهد داشت. در نقاطی که هوا یخبندان است، امکان حفر زمین غیر ممکن می شود. موادی که برای پوشش مواد زاید مورد استفاده است باید در انبارهای ذخیره گردد و بادهای و مسیر

آنها باید به دقت مورد توجه باشد. برای جلوگیری از پراکندگی کاغذ و دیگر زایدات سبک در محل دفن، لازم است باد شکنهایی احداث شود. شکل خاص باد شکنها بستگی به شرایط محلی دارد. ایده آل این است که بادهای غالب در جهت عملیات دفن باشد.

۶-۴-۶-۲- هیدرولوژی آبهای سطحی

بمنظور ایجاد زهکشهای طبیعی در محل دفن، مطالعه هیدرولوژی آبهای سطحی محل منطقه حائز اهمیت است. همچنین باید به خصوصیات بارانهای محلی توجه خاصی شده و شرایط سیلابها نیز مورد بررسی قرار گیرد.

۶-۴-۶-۳- شرایط زمین شناسی و هیدرولوژیکی

ممکن است شرایط زمین شناسی و هیدرولوژیکی جزو مهمترین عواملی باشد که باید در انتخاب زمین مناسب جهت دفن بهداشتی در نظر گرفته شود. برای رسیدن به اطلاعات لازم در مورد این دو عامل، پتانسیل خودپالایی زمین دفن باید در نظر گرفته شود تا بتوان شیوه ای اتخاذ نمود و اطمینان حاصل کرد که حرکت شیرابه مواد زاید و یا گازهای ناشی از آن، خسارتی بر آبهای زیرزمینی وارد نمی کند و سبب آلوده سازی سفره آبهای زیرزمینی نمی شود. در ارزشیابی اولیه نقشه های مربوط به زمین شناسی محل باید مورد بررسی قرار گیرد و اطلاعات لازم کسب شود.

۶-۴-۶-۴- شرایط زیست محیطی منطقه

اگر جهت دفن مواد زاید امکان بکارگیری زمین در نزدیکی مناطق مسکونی و صنعتی وجود داشته باشد، باید دقت بسیار شود تا در جهت کنترل آلودگی صدا، بو، گرد و غبار و ناقلین، اقدامات لازم صورت گیرد. همچنین پراکندگی کاغذ و مواد پلاستیکی سبک نیز باید کنترل شود.

۲-۶-۴-۹- استفاده نهایی از زمین

یکی از مزایای روش دفن بهداشتی این است که وقتی زمین تکمیل شد برای اهداف مختلف می تواند مورد استفاده قرار گیرد. چون چگونگی استفاده نهایی از زمین در طراحی و عملکرد زمین دفن موثر است، لذا قبل از آغاز طرح و جانمایی زمین، نوع استفاده نهایی از آن باید مشخص گردد. برای مثال اگر قرار باشد از زمین به عنوان زمین گلف و یا پارک استفاده شود، لازم است در مناطقی که عملیات تکمیل می شود، درختکاری گردد.

۲-۶-۵- اجزای مرکز دفن

از نظر فنی یک مرکز دفن باید دارای مشخصات و ساختار فنی مناسبی باشد. به دلیل اینکه مرکز دفن وابستگی مستقیم به موقعیت جغرافیایی و بافت زیرزمینی منطقه دارد راه حل کلی وجود ندارد. اجزاء مختلف یک مرکز دفن عبارتند از:

◀ محوطه ایستگاه شامل:

- ورودی
- منطقه بازیابی
- باسکول
- ساختمان کارکنان
- کارگاه (تعمیرگاه)
- محل تفکیک زباله های صنعتی و ساختمانی
- محل کارخانه کمپوست
- محل انبار زباله های جدا شده در مبدأ و محصولات جدا شده
- محل نگهداری لجن آب گیری شده

- محل خاکهای آلوده به روغن

◀ محل دفن شامل:

- جاده‌های دائمی
- سلولهای مربوط به زباله‌های خانگی
- سلولهای مربوط به زباله‌های ساختمانی و صنعتی
- سلولهای مربوط به خاکستر زغال و چوب
- سیستم شیرابه و محل جمع‌آوری شیرابه
- سیستم جمع‌آوری آبهای سطحی به منظور زهکشی و حوضچه‌های ته نشینی جهت آب‌های سطحی
- سیستم بازیابی گازها
- منطقه خارجی تمیز کردن
- راه‌های ورودی
- حصارکشی محوطه

۲-۴-۵-۱- محوطه ایستگاه

مراکز بزرگتر دفن زباله نیاز به تعداد قابل توجهی ماشین آلات برای جداسازی، تصفیه و بازیافت مواد در مبادی ورودی دارد. مبدأ ورودی به عنوان پایگاهی برای پرسنل و محل نگهداری ماشین آلات عمل می‌کند و معمولاً شامل ساختمان کارکنان و ساختمان محل نگهداری ماشین آلات و پارکینگ می‌باشد. به طور معمول، پارکینگ و ساختمان کارکنان در نزدیکی مبادی ورودی و ساختمانهای تعمیرگاه، کارگاهها و کارواش بیشتر در محوطه داخلی قرار دارند. خودروهائی که زباله حمل نمی‌کنند باید تا حد امکان دور از محوطه دفن توقف کرده و انجام جابجائی و دفن را به عهده ماشین آلات مخصوص بگذارند.

ترجیح داده می‌شود که محوطه توسط حصار جدا شده و راههای ارتباطی، پارکینگها، ساختمانهای اداری و غیره در خارج از محوطه حصارکشی شده قرار گیرند. یک ساختمان نیز برای شستشوی خودروها و ماشین‌آلات در نظر گرفته می‌شود.

۲-۶-۵-۱-۱- منطقه بازیافت

منطقه بازیافت باید در محلی باشد تا بتوان آن را در مدت فعالیت تحت نظارت قرار داد. این منطقه باید از محوطه‌های دیگر جدا بوده و ورودی مختص خود داشته باشد. طراحی منطقه بازیافت زمانی بهینه است که دارای یک یا چند رمپ باشد. در این صورت می‌توان به راحتی زباله را در کانتینرهای مختلف برحسب نوع زباله جا داد. ظرفیت معمول هر کانتینر ۳۰ مترمکعب می‌باشد.

۲-۶-۵-۱-۲- ایستگاه توزین (باسکول)

به منظور کنترل خودروهای حمل زباله، ایستگاه توزین (باسکول) باید در محل ورودی مرکز دفن قرار داشته باشد. انواع مختلفی از دستگاههای توزین وجود دارد که از بین آنها، باسکولهایی که بالاتر از سطح زمین قرار می‌گیرند به دلیل نگهداری و نظافت آسانتر زباله‌هایی که از ماشین می‌ریزند مناسب‌تر می‌باشند. برای ثبت وزن، نوع زباله و اطلاعات دیگر معمولاً از یک سیستم کامپیوتری استفاده می‌شود. ضمناً آماری از عوامل جمع‌آوری زباله و کد نوع زباله و لیست قیمست نیز ثبت می‌گردد. به جهت جلوگیری از بروز زیانهای مالی، لازم است تجهیزات توزین کالیبره شوند.

۲-۶-۵-۱-۳- جاده‌های دائمی

جاده‌های دائمی، جاده‌هایی هستند که به طور دائم قرار است در طول مدت عمر و کارکرد مرکز دفن از آنها استفاده شود. جاده‌های دائمی داخل مرکز دفن باید ۲ خطه و آسفالت باشند.

۲-۶-۵-۱-۴- محوطه جداسازی و یا بازگیری مجدد زیاله

محوطه جداسازی زیاله‌های ساختمانی و زیاله‌های صنعتی دارای سطح سخت بوده و کناره‌های آن دارای حفاظ می‌باشد. محوطه جداسازی باید بوسیله حصار سیمی از اطراف جدا شود.

۲-۶-۵-۱-۵- کارخانه کمپوست

کمپوست کردن پسماند را می‌توان در سطح پوشیده از قلوه سنگ انجام داد ولی بهتر است که روی سطح سخت فشرده شده انجام گیرد. سطح مورد نیاز بستگی به نوع و روش کمپوست دارد. سطح مذکور در روش ردیفی نسبت به روش بستری بیشتر است. محوطه جداگانه‌ای از محل دفن را می‌توان برای این منظور استفاده نمود.

۲-۶-۵-۱-۶- محوطه نگهداری مواد قابل بازیافت

نگهداری مواد قابل بازیافت باید در محوطه‌ای انجام گیرد که دارای سیستم زهکشی جهت جمع‌آوری آبهای روان باشد. سطح مورد نیاز نیز می‌بایست شنی و فشرده باشد.

۲-۴-۵-۱-۷- ممل ذفیره لمن آبگیری شده

محل جمع‌آوری و نگهداری لمن آبگیری شده باید به گونه‌ای طراحی شود که به وسیله خاکریزهای جانبی از مناطق دیگر جدا شده و ایزوله گردد. آبگیری محوطه باید از طریق آبگیرها و چاهها کنترل شود.

۲-۴-۵-۱-۸- مخزن نگهداری خاکهای آلوده به روغن

مخزن نگهداری خاکهای آلوده به روغن باید طوری تهیه شود که محوطه به کمک دیوارهای جانبی به طول کلی از اطراف جدا گردد. آبگیری باید توسط دستگاه تأیید شده جداسازی روغن انجام گیرد.

۲-۴-۵-۲- ممل دفن

تقسیم‌بندی زمین مرکز دفن، امکان برخورد صحیح با انواع زباله را فراهم می‌کند. مرکز دفن به نواحی کوچکتري به نام سلول تقسیم‌بندی می‌شود. این تقسیم‌بندی عبارتست از:

۲-۴-۵-۱-۲- مموطه دفن مواد فنتی

این محوطه برای دفن مواد زائدی تخصیص داده می‌شود که مورد تحولات فیزیکی، شیمیایی و یا بیولوژیکی قرار نمی‌گیرند. اینگونه زباله‌ها نیاز به اقدامات شدید و پیشرفته محافظت از محیط زیست جهت جمع‌آوری شیرابه و زباله و یا نظائر آن ندارند. محوطه دفن مواد ختشی نیازی به جمع‌آوری شیرابه نداشته و می‌تواند برای مدت طولانی مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین، این امکان وجود دارد که در آینده آنها را جمع‌آوری نمود.

۲-۶-۵-۲- محل دفن زباله‌های درشت

این محل برای زباله‌هایی که شیرابه و گاز زیاد تولید نمی‌کنند در نظر گرفته می‌شود. این قسمت‌ها باید دارای سیستم جمع‌آوری شیرابه و سیستم پوشش فوقانی باشند. زباله‌های ارجاع شده به این قسمت اغلب زباله‌های حاصل از جداسازی زباله‌های صنعتی و نخاله‌های ساختمانی می‌باشد.

۲-۶-۵-۳- سلولهای بیولوژیکی

برای زباله‌هایی که تولید گاز می‌نمایند، سلولهای جداگانه‌ای باید ساخته شود تا بتوان گازها را به راحتی خارج کرد. زباله دفن شده در این سلولها باید قابل تجزیه باشند. به طور نمونه زباله‌های خانگی و زباله‌های صنعتی آلی (زباله‌های حاصل از کارخانجات مرتبط با صنایع غذایی) لجن نیز می‌تواند در این قسمت دفن گردد. البته به منظور پیشگیری از مشکلات اجرایی، لجنها ابتدا باید بیش از ۳۰٪ آبگیری شوند.

۲-۶-۵-۴- سلولهای فاکستر

این سلولها برای پس مانده‌های سوزانده شده به استثناء خاکستر زباله سوزها و خاکستر ناشی از تصفیه دود زباله سوزها (این مواد باید در مراکز دفن مخصوص نگهداری شوند) به کار گرفته می‌شوند. در صورتی که محل این سلولها در رابطه با آبهای سطحی و زیرزمینی انتخاب شود (قانون انرژی ملی، قانون محیط زیست ۱۹۸۶ و بخش انرژی از زباله) نیازی به سیستم جمع‌آوری شیرابه نیست.

۲-۶-۵-۵- سلولهای پسماند ویژه

این سلولها برای زباله‌های سمی و یا دارای شیرابه خطرناک برای محیط زیست در نظر گرفته می‌شوند. سلولهای مزبور شامل زباله خشک و یا شبه لجن (مطابق قانون زباله‌های خطرناک برای محیط زیست و زائدات تصفیه خانه گازها می‌شود. بعضی دیگر از زباله‌ها مثل زباله‌های حاصل از صنعت الکترونیک را می‌توان زباله‌های مخصوص خواند. مرکز دفن برای زباله‌های مخصوص با مشخصات فنی بالائی از قبیل پوشش زیرزمین و پوشش فوقانی و طراحی مخصوص ساخته می‌شوند. زباله‌ها را نیز می‌توان تصفیه و یا خنثی نمود تا ضریب اطمینان بالاتری از نظر خطر حاصل شود.

۲-۶-۵-۳- مراحل مختلف

یک محل دفن به مراحل مختلف تقسیم می‌شود. به عبارت دیگر تخلیه زباله در مناطق مختلف به دلایل ذیل انجام می‌گیرد:

- کاهش در تولید شیرابه
 - پیش‌بینی هزینه برای وقت سرمایه‌گذاری شده
 - اطمینان از اداره کردن در یک محدوده کنترل شده محوطه‌های کوچک
 - خودداری از پوشش دادن میانی یک محوطه بزرگ
 - کاهش طول جاده‌هایی که نیاز به نگهداری دارند
- مرکز دفنی که چند منطقه را پوشش می‌دهد به طور معمول ۵ تا ۱۰ سال عمر مفید داشته و شامل چند بخش و سلول می‌باشد.

۲-۶-۵-۳-۱- مجم

طراحی و محاسبه منطقه مورد نیاز، به حجم زباله‌ای را که باید در مرکز دفع گردد، بستگی دارد. ماشین آلات مختلف، زباله‌ها را به نسبت‌های مختلفی متراکم می‌کند. باید توجه کرد که با در نظر گرفتن ماشین متراکم کننده اختلاف زیادی وجود دارد. در طراحی مراکز دفن، نشست‌ها نباید در محاسبات آورده شود. اما در مواردی افزایش ارتفاع سطح مرکز دفن تا ارتفاع ۱ الی ۲ را می‌توان در نظر گرفت.

۲-۶-۵-۳-۲- ارتفاع مرکز دفن

در یک مرکز دفن مرتفع نسبت شیرابه تولیدی به حجم زباله دفن شده کمتر است. نتیجتاً از دیدگاه زیست محیطی مرکز دفن مرتفع مناسب‌تر می‌باشد. یک مرکز دفن مرتفع را می‌توان با شیب مناسبی طراحی کرد. از مرکز دفن با ارتفاع کمتر از ۱۰ متر که در آن نسبت شیرابه تولید شده به حجم زباله بالا می‌باشد باید پرهیز کرد.

۲-۶-۵-۳-۳- طراحی مرکز دفن

مرکز دفن و یا بخش‌های داخلی مرکز دفن را اساساً می‌توان به دو طریق طراحی کرد: طریقه اول ادغام مرکز دفن در بافت طبیعی منطقه. در مناطقی که دارای تپه و ماهور می‌باشند شاید این طریقه طبیعی‌ترین روش طراحی مرکز دفن باشد. بالاترین نقطه منطقه دفن نباید بلندتر از تپه‌ها اطراف باشد. در یک منطقه مسطح یک مرکز دفن می‌تواند به عنوان یک عنصر جدید و مثبت در محوطه قلمداد شود.

۲-۶-۵-۳-۴- شیب مرکز دفن

حداکثر شیب طراحی یک مرکز دفن، ۱ به ۳ می‌باشد. یک محوطه وسیع، حجم بیشتری از زباله را می‌پذیرد زیرا زباله را می‌توان تا ارتفاع بیشتری دفن کرد. محوطه‌های محدودتر منجر به ایجاد شیب تندتر می‌شود.

۲-۶-۵-۳-۵- سطح فوقانی

سطح فوقانی نباید دارای شیب کمتر از ۵٪ باشد. مراکز دفن با ارتفاع بیشتر باید دارای شیب بیشتری در سطح فوقانی باشد تا بتواند نشستهای آتی را جبران نماید. جهت افزایش شیب و تسهیل در حرکت آبهای جاری، سطوح بزرگ بالایی پیوسته باید به مساحت‌های کوچکتري تفکیک شوند.

۲-۶-۵-۳-۶- تراس سازی

به منظور دسترسی بیشتر و امکان نگهداری بهتر، شیب‌های طولانی باید به چندین تراس جداگانه تفکیک شوند. جهت هدایت حرکت آب، شیب تراسها به سمت داخل می‌باشد. ساخت یک تراس در هر ۱۰ متر ارتفاع مناسب است.

۲-۶-۵-۳-۷- دفن در سلول

سلولی که کامل شده است باید توسط خاکریز یا مواد خنثی از اطراف جدا شود. به منظور صرفه‌جویی در مصرف مصالح، خاکریز باید به طور مستمر احداث شود. ساخت خاکریز به دلیل جلوگیری از پراکنده شدن کاغذ و پلاستیک باید قبل از تخلیه زباله انجام گیرد. ارتفاع

لایه‌های سلولهای بیولوژیکی نباید بیشتر از ۲/۵ متر باشد. طول سلولها باید به گونه‌ای انتخاب شود که ظرفیت پذیرش سلول بین ۱ الی ۱/۵ سال باشد. سلولهای مشابه باید در کنار هم قرار گیرند تا سیستم جمع‌آوری شیرابه به سادگی اجرا شود.

۲-۶-۵-۸- راههای دسترسی

راههای دسترسی به مراکز دفن باید دارای سطح دائمی دو بانده و عرض ۷ متر باشند. یک مرکز دفن کوچک می‌تواند از طریق یک مسیر دسترسی یک بانده بدون داشتن روکش دائمی نیز به کار خود ادامه دهد.

۲-۶-۵-۹- مضارها

برای جداسازی محل ورودی، محوطه ایستگاه و راههای دسترسی حصارهای سیمی از نوع ۱/۶ متر تا ۲ متر مورد نیاز است. تمامی راههای منتهی به منطقه باید به قفل‌های محافظ مجهز باشند.

۲-۶-۶- اجزای سایت دفن پسماند

۲-۶-۶-۱- سلول (Cell)

به محدوده‌ای می‌گویند که در طول مدت عملیات توسط زباله پر می‌گردد. طراحی ساینز یک سلول به میزان حجم زباله روزانه بستگی دارد.

۲-۶-۶-۲- پوشش روزانه (Daily Cover)

هر روز پس از عملیات روزانه و پخش و متراکم نمودن زباله یک لایه پوشش ۱۵ تا ۳۰ سانتی متری به نام پوشش روزانه اجرا می‌گردد. این پوشش مانع تولید بو، پراکندگی زباله و تجمع حشرات موذی می‌باشد. پوشش نباید قابلیت تورم زیاد داشته باشد. همچنین وجود میکروارگانیسم‌ها در پوشش مهم است.

۲-۶-۶-۳- Bench

بعد از هر ۴ متر ارتفاع که به وسیله زباله و پوشش روزانه پر می‌شود لازم است لایه‌ای به نام Bench در طول کل مرکز دفن اجرا گردد.

۲-۶-۶-۴- سیستم جمع‌آوری شیرابه

از آنجا که زباله تحت پروسه هوازی و غیرهوازی و همچنین در اثر نفوذ آب باران به داخل مرکز دفن تولید شیرابه می‌کند، لازم است با یک سیستم مناسب شیرابه را به بیرون از مرکز انتقال دهد. چرا که شیرابه دارای فلزات سنگین و COD و BOD بالا و PH پایین است و ممکن است باعث آلودگی آبهای زیرزمینی گردد. در بخش مربوط به مبحث شیرابه مباحث فنی مربوط به آن ارائه می‌گردد.

۲-۶-۶-۵- سیستم جمع‌آوری گاز

گازهای ناشی از عملیات تجزیه عبارتند از هوا، آمونیاک، دی‌اکسید کربن، منواکسید کربن، متان و غیره دی‌اکسید کربن و متان گازهای اصلی نتیجه فرآیند بی‌هوازی می‌باشند. از آنجا که متان جزء گازهای گلخانه‌ای به شمار می‌رود لازم است به طور صحیح استحصال شده و

با سوزاندن آن اثر مخرب را کاهش داد. به همین منظور لازم است تا سیستم جمع‌آوری مناسبی برای این گاز تعبیه شود که در ادامه به آن اشاره می‌گردد. درصد گازهای تولید شده در مرکز دفن بطور تقریبی به اینصورت می‌باشد:

متان: ۴۷/۷ درصد

دی اکسید کربن: ۴۷ درصد

نیتروژن: ۳/۷ درصد

اکسیژن: ۸ درصد

۲-۶-۶-۶-۶ لایه ها

مهمترین قسمت مرکز دفن همان لایه‌ها می‌باشد؛ چراکه لایه کف با کنترل شیرابه می‌تواند از آلودگی آبهای زیرزمینی جلوگیری کند. پوشش‌ها نیز با توجه به نوع شیرابه و بارندگی می‌تواند متفاوت باشد. در مبحث شیرابه به طور مفصل این موارد بحث می‌گردد.

۲-۶-۷- تجهیزات موردنیاز در محل دفن

نوع، اندازه و تعداد تجهیزات موردنیاز به اندازه زمین دفن و روش اجرا بستگی دارد. اینگونه تجهیزات عبارتند از: تراکتورهای چرخ زنجیری، تراکتورهای چرخ لاستیکی، اسکرپرها، غلطک‌ها، لجن‌کش‌ها و غیره.

متداولترین کاربرد را تراکتورهای چرخ زنجیری و لاستیکی دارند چرا که طوری مجهز شده‌اند تا برای تمامی عملیات لازم شامل پخش کردن، کوبیدن، پوشش دادن، چاله‌کشی و حتی حمل مواد مورد استفاده قرار گیرند.

۲-۶-۸- بررسی مسائل فنی مربوط به شیرابه و روش دفع آن در محل دفن مورد نظر

همانطور که اشاره شد به منظور جلوگیری از نفوذ شیرابه از کف مرکز دفن و آلوده نمودن آبهای زیرزمینی و خاک منطقه نیاز به سیستم‌های جمع‌آوری شیرابه می باشد. شیرابه یا مایعات حاصل از دفن و فشرده‌سازی مواد زائد و جامد در اثر جاذبه زمین به صورت عمومی حرکت خود را آغاز نموده و در کف مرکز دفن جمع می‌شوند. به منظور جلوگیری از نفوذ شیرابه به خاک زیرین مرکز نیاز به اجرای لایه‌های ایزولاسیون در کف مرکز دفن است. در این خصوص لایه‌ها باید غیرقابل نفوذ یا با نفوذپذیری کم باشند و نقش مانع در برابر حرکت شیرابه و نگهداری مواد بیولوژیکی و شیمیایی را ایفا نمایند. لایه‌های متداول جهت ایزولاسیون کف مرکز دفن به قرار زیر می‌باشند:

۲-۶-۸-۱- فای

خاک مورد استفاده معمولاً از رس می‌باشد. رس را به این دلیل انتخاب می‌کنند که نفوذپذیری بسیار پایین ($k=10^{-9}$ m/s) دارد و همچنین ذرات دارای بار مثبت را به خوبی جذب می‌کند. زیرا خاک رس با داشتن ذرات ایلینیت Illinite، کائولینیت Kaolinite و مونت موریلونیت Mont morilonite دارای بار منفی بوده و ذرات دارای بار مثبت مانند Pb^{++} را جذب می‌نماید و از نفوذ آلودگی جلوگیری می‌نماید.

این روش معمولترین، آسانترین و در عین حال کمترین هزینه را به همراه دارد.

۲-۸-۶-۲- مواد افزودنی به خاک کف (Admixed Liners)

این مواد روی خاک طبیعی اجرا می‌شوند و پس از مخلوط کردن به عنوان لایه نفوذناپذیر ایفای نقش می‌کنند. مواد افزودنی در این روش شامل سیمان Cement، بتن Concrete و آسفالت Asphalt می‌باشند.

۲-۸-۶-۳- لایه با مواد پلیمری Polymeric membrane liner

در این روش نوارهای پلیمری با ضخامت 3 mm تا 5 mm و پهنای 2 m تا 10 m در کف مرکز دفن و به موازات هم اجرا می‌گردند. بطوریکه 5 cm تا 10 cm به صورت هم‌پوشانی بین آنها صورت می‌گیرد و به وسیله حرارت دادن به هم می‌چسبند. این روش بسیار مطمئن ولی از نظر اقتصادی به صرفه نمی‌باشد. در این روش ابتدا باید خاک کف مرکز دفن را تحکیم بخشید سپس لایه‌ها را اجرا نمود.

۲-۸-۶-۴- پاشیدن مواد به خاک Sprayed – on liner

در این روش مواد مخصوصی به صورت اسپری روی خاک می‌پاشند. خاصیت اینگونه مواد آن است که هنگام ترکیب با خاک، آن را به صورت یک لایه نفوذناپذیر در می‌آورد.

۲-۸-۶-۵- تغییرات شیمیایی در خاک Soil Sealants

در این روش نیز موادی به خاک اضافه می‌گردند تا خاک به واسطه تغییرات شیمیایی صورت گرفته یک سطح نفوذناپذیر تشکیل دهد.

۲-۶-۸-۶- لایه های ویژه Chemical adsorptive liner

این حالت مربوط می شود به اجرای لایه های با خواص ویژه که می توانند مواد شیمیایی و بیولوژیکی را جذب خود کنند.

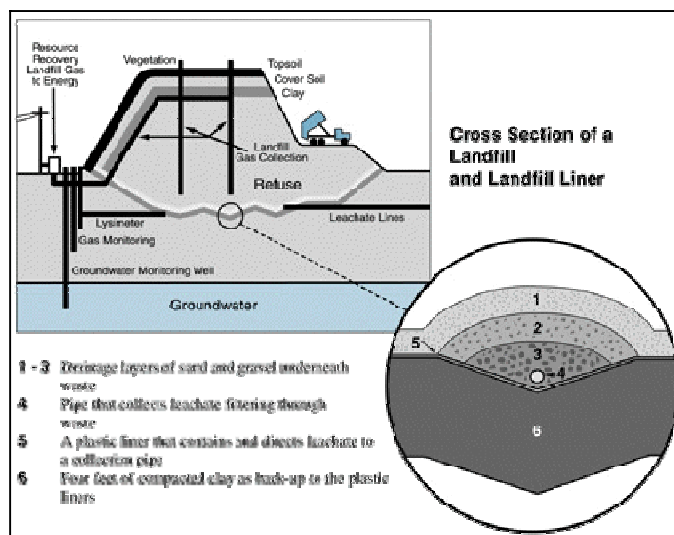
بطور کلی لایه های اجراشونده در کف مرکز دفن باید قابلیت های زیر را دارا باشند.

- ✓ مقاوم در برابر سرما، گرما، بارندگی
- ✓ مقاوم در برابر خطرات فیزیکی و شیمیایی مواد درون مرکز دفن
- ✓ مقاوم در برابر تغییرات ناگهانی دما
- ✓ مقاوم در برابر تنش های ناشی از وزن مواد زائد، نشست های نامتقارن مرکز دفن، فشار هیدرواستاتیک آب، جمع شدگی و ترک های ناشی از یخ زدن و آب شدن

پس از اجرای این لایه نفوذناپذیر نیاز به جمع آوری شیرابه از کف مرکز دفن می رود. لذا لازم است در همان ابتدای احداث مرکز دفن پس از اجرای لایه مانع سیستم جمع آوری را با استفاده از لوله های شبکه اجرا نمود.

در این روش لازم است کف مرکز دفن دارای شیب ۲ تا ۴ درصد در مقطع عرضی با فواصل مناسب همچنین شیب ۰/۵ درصد در طول مرکز دفن در نظر گرفته شود تا ضخامت شیرابه جمع شده در کف به بیش از ۳۰ cm^۳ نرسد. در این حالت شیرابه می تواند به راحتی به قسمت خروجی منتقل گردد و در آنجا به وسیله پمپ بیرون شود. لوله های مورد استفاده در این بخش باید شیاردار بوده و در میان لایه زهکش که با استفاده از ماسه پر شده است قرار گیرد. باید توجه نمود که شیارهای روی لوله به اندازه ای باشند که فقط قابلیت عبور شیرابه را

فراهم کند. در شکل (۲-۱۲۹) جزئیات نحوه شیب بندی و پوشش روی آن نشان داده شده است.



شکل (۲-۱۲۹) جزئیات شیب و پوشش لوله جمع آوری شیرابه

امروزه روشهای معمول به منظور دفع شیرابه شامل گردش شیرابه، انتقال به تصفیه-خانه (Treatment System) و استفاده در تالابها می باشد.

در حالت گردش شیرابه یا Circulation به وسیله دستگاه پمپاژ شیرابه را از بالا توسط لوله های مشبک روی مرکز دفن تزریق می کنند. این عمل باعث می شود تا رطوبت مورد نیاز میکروارگانیسم ها تأمین شده و همچنین باعث تغذیه بهتر آنها می شود. زیرا میکروارگانیسم ها جهت فعالیت خود در مرکز دفن نیاز به غذا، رطوبت و دمای مناسب دارند.

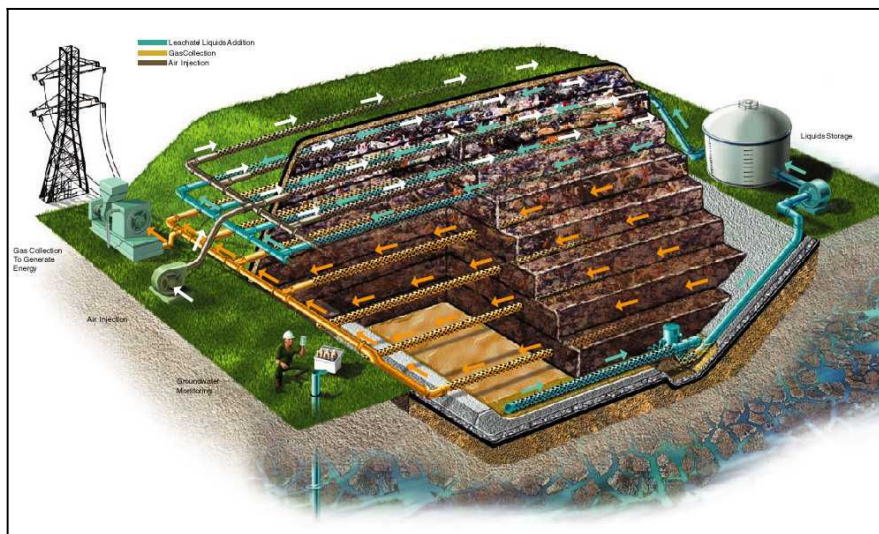
با این روش می‌توان BOD شیرابه را از حدود ۵۰۰۰۰ به میزان ۱۵۰۰۰ کاهش داد. در حالت دوم می‌توان پس از اعمال موارد ذکر شده در حالت اول، شیرابه باقیمانده را که پس از چندمین Circulation باقی می‌ماند به تصفیه‌خانه منتقل نمود.

در حالت سوم شیرابه می‌تواند در تالاب‌های مخصوص، به منظور نگهداری فلزات سنگین مورد استفاده قرار گیرد.

در ایران تاکنون در خصوص جمع‌آوری شیرابه از روش اول یعنی استفاده از خاک رس فقط برای یک سایت مهندسی کوچک در مرکز دفن کهریزک استفاده شده است. عدم استفاده از این روش‌های مذکور موجب آلودگی آب‌های زیرزمینی و خاک منطقه می‌گردد.

با توجه به هزینه بالای ایزولاسیون کف در خصوص سایت مزبور روش‌های اول و دوم پیشنهاد می‌گردد که در حالت اول به دلیل مناسب نبودن خاک منطقه استفاده از قرضه در نزدیکی این سایت الزامی است. البته این شرط با توجه به قوانین EPA لازم‌الاجرا می‌باشد ولی با توجه به معیارهای سازمان محیط‌زیست در این زمینه ممنوعیت خاصی وجود ندارد و می‌تواند خاک منطقه مورد استفاده قرار گیرد.

شایان ذکر است به منظور ایجاد یک سایت مهندسی و بهداشتی اجرای Liner در جهت جلوگیری از نفوذ شیرابه امری ضروری می‌باشد در خصوص شبکه جمع‌آوری شیرابه نیز در ایران فقط به منظور انجام مطالعات سایت کوچکی را به این امر اختصاص داده‌اند و فقط کاربرد پژوهشی دارد. شیرابه بدست‌آمده دو بار روی سایت تزریق می‌گردد تا عوامل ذکرشده در مبحث گردش Circulation اتفاق بیفتد. لذا در این سایت اجرای ژئوممبرین پیشنهاد می‌گردد. در شکل (۲-۱۳۰) نمونه از سیستم جمع‌آوری شیرابه از مرکز دفن برای تصفیه نشان داده شده است.



شکل (۲-۱۳۰) جزئیات سیستم جمع آوری شیرابه

۲-۴-۹- روشهای تصفیه شیرابه

با توجه به خصوصیات شیمیایی و بیولوژیکی که برای شیرابه برشمرده شد، باید روشهایی ارائه کرد تا بتوان آلودگی‌های مختلف شیرابه را از بین برده آنرا برای تخلیه در آبهای پذیرنده، خاک و دیگر محیط‌های مناسب آماده ساخت. به طور کلی روشهای موجود در کاهش یا تصفیه شیرابه عبارتند از روشهای فیزیکی، تصفیه شیمیایی و تصفیه بیولوژیکی. در عمل و دلیل آلودگیهای میکروبی و همچنین وجود مواد معلق و محلول زیاد در شیرابه، روشهای امحاء و تصفیه محدودی کاربری مناسب دارند که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد. روشهای پیشنهادی مناسب برای تصفیه شیرابه با توجه به کارایی، هزینه و محدودیتهای اجرایی در ایران موارد زیر می‌باشند:

- تبخیر و خشک کردن (حوضچه تبخیر)

- تصفیه بیولوژیکی و شیمیایی

۲-۶-۹-۱- تبخیر و خشک کردن

یکی از روشهای ساده و کم هزینه در امحاء شیرابه استفاده از حوضچه تبخیر می باشد. در عین حال از مسائل مهم در حوضچه تبخیر، زیرسازی و لایه گذاری کف آن برای اطمینان از عدم نفوذ شیرابه به داخل خاک است. مسئله بعدی بو و حشرات موذی می باشد که بدلیل سطح زیاد حوضچه وجود دارد. در این روش در واقع پردازشی روی شیرابه صورت نگرفته و پس از تبخیر تمام مواد معلق و محلول در شیرابه باقی میمانند و پس از دفن مجدداً تولید شیرابه کرده و از لندفیل خارج میشود. بدلیل باز بودن سطح حوضچه باید بارندگیهای شدید فصلی را در محاسبات در نظر گرفت. زمان ماند شیرابه در حوضچه بسیار زیاد است و در صورت استفاده از روش اسپری کردن می توان عمل تبخیر را سرعت بخشید ولی در مقابل پخش باکتریهای بیماریزا و بو زیاد می شود. بزرگترین حسن این روش کم هزینه بودن و عدم نیاز به راهبری خاص می باشد.

در صورت انتخاب این روش باید عملکرد این سیستم بصورت هوازی باشد تا مشکل انتشار بو ایجا نشود. جهت نیل به این امر عمق شیرابه در حوضچه تبخیر ۱ متر در نظر گرفته می شود. با توجه به مقدار تبخیر و بارندگی و حجم ورودی شیرابه و سایر پارامترها نظیر فضای سبز راههای دسترسی و غیره مساحتی معادل ۳/۵ هکتار مورد نیاز خواهد بود.

۲-۶-۹-۲- تصفیه بیولوژیکی و شیمیایی

با وجود ترکیبات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی شیرابه، به روشی نیاز است که بتوان این مواد را به موادی پایدار و بیخطر تبدیل کرد، مانند اکسیداسیون، ترسیب و هضم بیولوژیکی.

در این روش هزینه اصلی مربوط به طراحی و اجرای سیستم می‌باشد. متعاقباً نیاز به پایش و کنترل در این مورد بیشتر از دو مورد قبل است. با این تفاوت که مواد بیولوژیکی تجزیه شده و در تصفیه شیمیایی باکتریها و میکروبهای نیز از بین می‌روند. در تصفیه شیمیایی که همان لخته‌سازی و ته‌نشینی می‌باشد بسیاری از مواد معلق و برخی مواد محلول ته‌نشین می‌شوند که از این مواد میتوان ترکیبات فلزی را نام برد.

با توجه به ماهیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی شیرابه و روش‌های متعدد تصفیه، معمولاً جهت تصفیه کامل شیرابه بدین روش، باید یک سیستم مرکب طراحی گردد که شامل توالی چند روش تصفیه مختلف باشد تا بتوان پساب حاصل از چنین سیستمی را با اطمینان خاطر به منابع پذیرنده سپرد و یا در مصارفی چون کشاورزی، شستشوی محوطه و غیره، به کار گرفت.

یک نمونه از چنین سیستمی برای تصفیه شیرابه، تصفیه شیمیایی به همراه تصفیه بیولوژیکی می‌باشد. که قسمت بیولوژیکی آن خود شامل دو بخش بی‌هوازی و هوازی است.

با توجه به مزایا و معایبی که برای روشهای فوق ذکر شد، روش تصفیه بیولوژیکی و شیمیای کامل تر خواهد بود.

به این ترتیب یک متعادل ساز به ابعاد ۳۰ متر مکعب که مجهز به سیستم تزریق مواد شیمیایی است برای تعادل حجمی شیمیایی و یک سیستم بیولوژیک بی‌هوازی رشد چسبیده از نوع UAFB به ابعاد ۱۵۰ متر مکعب و یک سیستم هوازی دو مرحله‌ای با هوادهی عمقی به ابعاد ۱۰۰ متر مکعب نیاز می‌باشد. در انتها پساب تصفیه شده پس از ته‌نشینی از یک فیلتر شنی گذر کرده و گند زدایی می‌شود.

۲-۶-۱۰- بررسی مسائل فنی مربوط به گاز

مهمترین گازهایی که از مرکز دفن متصاعد شده و باید مورد بررسی قرار گیرند CO_2 و CH_4 (دی اکسید کربن و متان) می باشند. گاز CO_2 به ریشه گیاهان آسیب می رساند و اگر در طراحی مرکز دفن در لایه آخر پوشش گیاه کاری شده باشد، ریشه گیاهان در این لایه خشک می گردد. جهت کنترل این امر یک لایه ایزولاسیون از جنس رس یا پلاستیک زیر ریشه گیاهان الزامی است.

گاز دی اکسید کربن اثر گلخانه ای کمی دارد ولی در مقابل گاز متان ۲۱ برابر گاز CO_2 اثر مخرب دارد. لذا بسیار مضر می باشد و برای استحصال و دفع آن باید تدابیر خاصی اندیشید. علاوه بر این گاز متان دارای خاصیت انفجار نیز می باشد که ممکن است در اثر حرکت زیر خاک و جمع شدن و متراکم شدن در یک محدوده باعث انفجار گردد.

این گاز در حدود ۵-۱۵ درصد قابل سوختن می باشد یعنی اگر غلظت آن در محیط به این مقدار برسد می سوزد. گاز متان نسبت به هواسبک تر است و همین امر باعث می شود تا از زیر مرکز دفن بالا آید. بنابراین بهترین راه جهت مقابله با اثرات مخرب گاز هدایت آن به سطح زمین و سوزاندن آن است.

در برخی کشورها با استفاده از سوختن این گاز تولید انرژی حرارتی و الکتریسیته می نمایند. ولی در ایران به دلیل استفاده از سوخته های دیگر و در دسترس بودن گاز به وفور، توجه اقتصادی ندارد. اما به این مفهوم نیست که اثر مخرب آن خنثی نشود. در منطقه دفن کهریزک به مدت ۲ سال استحصال گاز متان صورت گرفته و سوزانده می شود. تجهیزات و ایستگاه مخصوص این فن آوری توسط کارشناسان کشور ایتالیا در سایت احداث شده است. این روش به دو روش اجرا می شود:

۲-۶-۱۰-۱- حفاری توسط دریل پرفشی

در این روش دیواره لوله باید پایدار باشد تا در اثر برخورد با انواع مواد زائد جامد آسیب نبیند؛ دوم آنکه این روش با سعی و خطا ممکن می‌باشد زیرا امکان دارد در حین حفاری به مواد سخت برخورد شود و ادامه حفاری مشکل باشد. با این روش ابتدا حفاری صورت گرفته و سپس لوله مشبک با قطر حدود 30 cm درون چاه قرار می‌گیرد و دور آن با شن و ماسه پر می‌گردد. تا از نفوذ مواد زائد جامد به کنار لوله و گرفتگی منافذ جلوگیری بعمل آید. سپس روی آن کلاهک قرار گرفته و این عمل برای دیگر لوله‌ها تکرار می‌شود.

شعاع تأثیر لوله‌ها بستگی به مکش و یا عمق حفاری متفاوت بوده و در حدود 5 m می‌باشد. پس از تکمیل لوله‌گذاری به وسیله شبکه این لوله‌ها به هم متصل شده و گاز خروجی در محل مناسب سوزانده می‌شود.

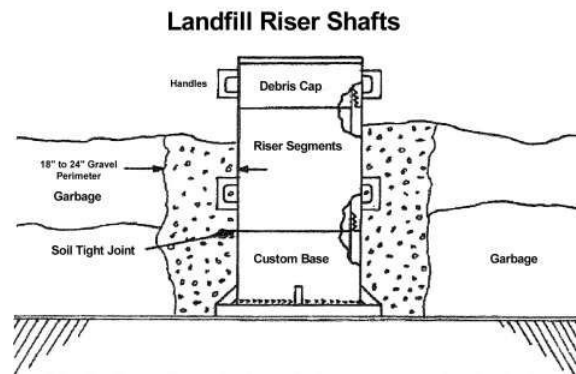
۲-۶-۱۰-۲- جایگذاری لوله در هنگام دفن

در روش دوم با توجه به شعاع تأثیر لوله، آنها را جایگذاری کرده و همزمان با ریختن زباله شن‌ریزی اطراف لوله صورت می‌گیرد. این عملیات تا پرشدن مرکز دفن در سلول مربوطه ادامه می‌یابد. ارتفاع لوله‌ها در این روش کوتاه بوده و روی هم قرار می‌گیرند. در کل روش اول عملی‌تر می‌باشد زیرا سرعت اجرا در روش اول بسیار زیاد است.

در مراکز دفن بهداشتی یکی از مهمترین اجزاء ساختمانی را سیستم زهکشی و جمع آوری شیرابه تشکیل می دهد. در این سیستم ها عمدتاً به منظور ایجاد یک فضای متخلخل جهت زهکشی از لوله های P.V.C فشرده و یا سیمانی سوراخدار استفاده می نمایند (در طرح ذکر شده از لوله های سیمانی سوراخدار استفاده شده است). علاوه بر لوله های اصلی و فرعی سیستم جمع آوری شیرابه در محل اتصال لوله های اصلی و فرعی و همچنین در انتهای لوله های فرعی، چاهک هایی به منظور جمع آوری شیرابه های حمل شده در دو لوله فرعی متقارن و هدایت شیرابه در حال جریان به لوله اصلی پایین دست خود تعبیه می شود. در سقف این چاهکها تمهیدات خاصی جهت نصب سیستم زهکشی گاز پیش بینی شده است. برای جلوگیری از گرفتگی سوراخهای لوله و همچنین جهت ایجاد بستر مناسب برای رشد و نمو ارگانسیم های چسبیده و کمک به تصفیه شیرابه در مراحل بعدی، روی لوله ها را با قلوه سنگ می پوشانند.

همانگونه که اشاره شد، یکی از پیامدهای دفن زایدات در زمین، تولید انواع گازهای ناشی از تجزیه بیولوژیکی زایدات آلی موجود در آن می باشد. مخاطرات ناشی از این گازها (انفجار، سختی آبهای زیرزمینی) از یک سو و تخریب پوشش سبز احداثی بر روی مراکز (در کاربری نهایی) از سوی دیگر موجب شد تا یکی از مراحل مهم در احداث مراکز دفن، به امر زهکشی، جمع آوری و نهایتاً دفع گازهای حاصله در مراکز دفن اختصاص یابد. البته در روش فوکوئوکا سیستم زهکش گاز علاوه بر جمع آوری و تهویه گازهای تولید شده در مراکز دفن، وظیفه هدایت هوا و نیز برگشت شیرابه به داخل لایه های دفن را نیز بر عهده

دارند. در شکل (۲-۱۳۱) نحوه استقرار زهکشی گاز بر روی چاهک جمع آوری ارائه شده است.



شکل (۲-۱۳۱) نحوه استقرار زهکشی گاز بر روی چاهک جمع آوری

۲-۴-۱۰-۴- اثرات مثبت استمصال گاز از دفنگاه

با اجرای طرح‌های جمع‌آوری گاز علاوه بر کاهش آلودگی‌های مرکز دفن و جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه‌ای، امکان بازیابی انرژی و تبدیل آن به گرما یا برق نیز وجود دارد. سایر اثرات مثبت انجام این طرح را می‌توان بصورت زیر برشمرد:

- کاهش اثرات سوء زیست محیطی
- کاهش گازهای گلخانه‌ای مخرب لایه ازن
- امحای شیرابه‌های مرکز دفن
- تبدیل مرکز دفن به فضای سبز
- تغییر در اکوسیستم محیط و تلطیف هوای منطقه
- ایجاد درآمد ارزی جهت اجرای سایر پروژه‌های زیست محیطی

- تولید مداوم متان و سایر گازهای گلخانه ای که خطرات بهداشتی و زیست محیطی را خصوصاً برای کارکنان محوطه دفن به همراه دارد، کنترل خواهد شد.
- آلودگی هوا، آتش سوزی خودبخودی در محل دفن فعلی و بوهای نامطبوع مداوم در محل دفن (که ناشی از مدیریت اجرائی ضعیف بر جبهه فعال محل دفن است که مرتباً "با خاک پوشیده نمی شوند) برطرف خواهد شد.
- آلودگی آبهای زیرزمینی و سطحی بعثت تولید شیرابه حاصل از دفن که از نظر فنی بدرستی مدیریت و عمل آوری نمی شود، اصلاح می گردد.
- آلودگی خاک که در نتیجه دفن کنترل نشده زباله و عدم تصفیه شیرابه است، کاهش می یابد.
- زباله هایی که در اثر باد در اطراف مرکز دفن پراکنده شده و مناطق مجاور را آلوده می سازند، محدود خواهند شد.
- انتقال بیماری و وجود جانوران موذی که عواملی مضر برای سکنه و کارکنان مرکز دفن می باشند، به حداقل خواهد رسید.

۲-۴-۱۰-۵- روشهای استفاده از انرژی گاز دفنگاه

در اینجا فهرستی از کاربردهای گاز دفنگاه در زمینه انرژی بازگو می شود.

- تولید انرژی گرمایی برای کاربریهای محلی
- تولید برق برای کاربری محلی
- تولید برق برای اتصال به شبکه

- تولید سوخت برای مصارف منطقه‌ای و برون منطقه‌ای
- سوزاندن در فضای باز (تولید انرژی بی مصرف جهت کاهش گازهای گلخانه‌ای)

۲-۴-۱۰-۴ سوزاندن گاز دفنگاه

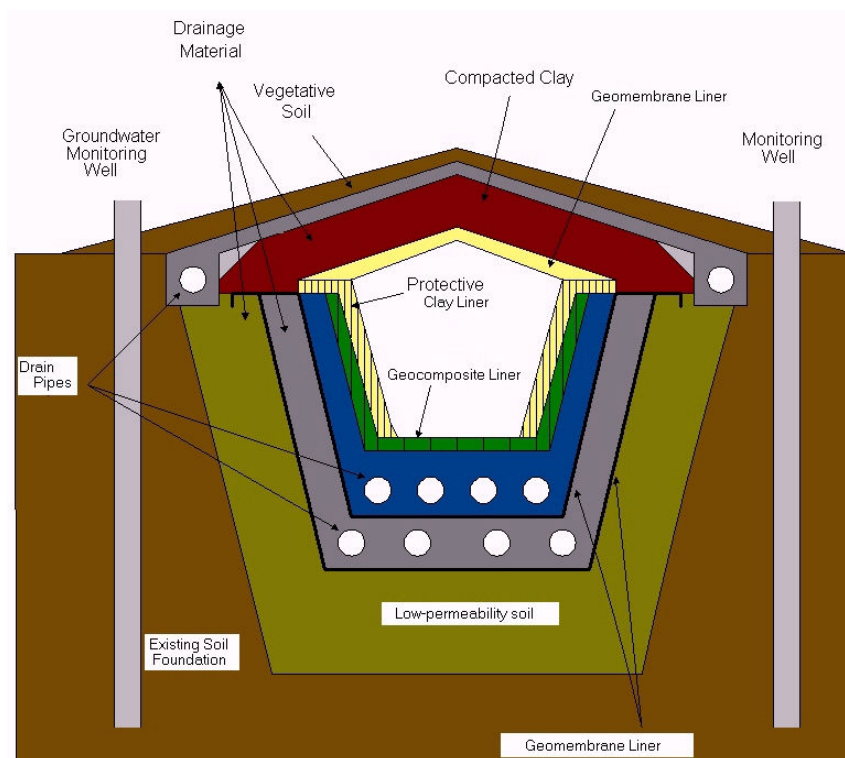
کم‌ثمرترین کاربرد بیوگاز است اما گاهی اوقات به دلیل نبود امکان استفاده، کاری ناگزیر می‌باشد. سود این کار در آن است که اثرات زیانبار گاز متان را از راه تبدیل آن به دی-اکسیدکربن کاهش می‌دهد و از انتشار بوی بسیار بد گاز دفنگاه در محیط تا حد زیادی می‌کاهد.

سوزاندن گاز می‌تواند در مشعلهای باز و یا در محفظه‌های بسته انجام گیرد. محفظه بسته برای احتراق کامل گاز دفنگاه و تخریب ترکیبات خطرناک آن طراحی و ساخته می‌شود. تجهیزات سوزاندن گاز معمولاً در کنار واحدهای تولیدی انرژی نیز جای می‌گیرند تا برای سوزاندن گازهای اضافی یا گازهای کم کیفیت یا سوزاندن کل گاز در هنگام خرابی سامانه تولید انرژی، بکار برده شوند.

۲-۴-۱۱-۲ ساماندهی محل دفن مویود زباله

۲-۴-۱۱-۱-۱ امداد محل دفن زباله (بهداشتی - مهندسی)

محل دفن بهداشتی زباله ترکیب کاملی از کلیه اجزاء مورد نیاز برای کنترل آلودگی‌های منتشره از جمله پوشش خاکی روزانه، سیستم جمع آوری و کنترل گاز، سیستم جمع آوری و تصفیه شیرابه و برنامه‌های اجرایی برای بستن و مراقبت پس از بسته شدن محل دفن زباله می‌باشد. شمای عمومی مقطعی از یک محل دفن بهداشتی در شکل (۲-۱۳۲) نشان داده شده است. ویژگیهای محل دفن بهداشتی زباله در ادامه تشریح شده است.



شکل (۲-۱۳۲) شمای عمومی اجزای محل دفن بهداشتی زباله

۲-۱۱-۴-۲- پوشش کف محل دفن

تفاوت اصلی بین تلمبار زباله و دفن بهداشتی آن در به کارگیری لایه غیر قابل نفوذ یا لایه آب بند تحتانی می باشد. وجود پوشش کف به منظور جداسازی بخش آلوده داخل محل دفن از محیط زیست پیرامونی و جلوگیری از انتشار شیرابه به لایه ی زیرین خاک و آبهای زیرزمینی ضروری است.

برای انتخاب نوع پوشش عوامل زیر بایستی مورد نظر قرار گیرند:

- پایداری ژئوتکنیکی
- هدایت هیدورلیکی
- رعایت اصول اجرا و بهره برداری مطمئن از سیستم آب بند
- هزینه های سرمایه گذاری و عملیاتی

عموماً سیستمهای مختلف پوشش کف اعم از سیستمهای خاکی، سیستمهای خاکی اصلاح شده، پوششهای آسفالتی، سیستم لایه‌های آب بند ژئوممبرینی و پوششهای مرکب به کار گرفته می‌شوند. سیستم پیشنهادی برای محل دفن جدید بر اساس رهنمودهای (EPA, ۱۹۹۴) و رهنمودهای قانون محل‌های دفن زباله آلمان و اروپا قابل انتخاب است. شایان ذکر است که قانون مدیریت پسماند کشور آلمان (AbfG-۱۹۹۴) لایه آب‌بند رسی عمیق تری را لازم می‌داند (یعنی حدود ۰/۷۵ متر). سیستم پیشنهادی پوشش کف بر اساس موارد بالا، شامل اجزای زیر می‌باشد:

- لایه آب بند متراکم رسی به ضخامت ۶۰ سانتیمتر (که می‌تواند در صورت

لزوم با GCL معادل جایگزین شود)

- لایه ژئوممبرین به ضخامت ۲ میلیمتر

- لایه محافظ از جنس ژئوتکستایل برای حفاظت لایه زهکش با ویژگی جرم

در واحد سطح ۱۵۰۰ گرم در متر مربع

مشخصات رس مناسب برای استفاده در لاینر به شرح زیر می‌باشد (BC Berlin- ۲۰۰۳):

- مواد همگن که دارای مقدار رطوبت مناسب باشد.

- دانسیته پروکتور $Dpr \geq 95\%$ پس از تراکم

- رطوبت (w) باید کمی بالاتر از رطوبت پروکتور (wpr) باشد

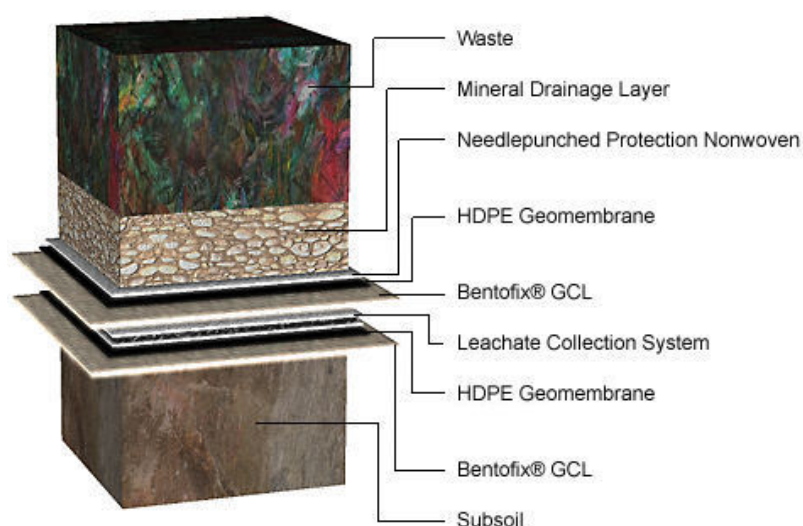
- حداقل ۱۰٪ جرمی ذرات رس دارای ظرفیت جذب بالا باشند

- دارای حداکثر ۰.۵٪ جرمی مواد آلی باشد

- دارای حداکثر ۱۵٪ جرمی کربنات باشد

- استانداردهای اروپایی پیشنهاد می کنند نفوذپذیری لایه خاکی تحتانی $k \leq 5 \times 10^{-10}$ m/sec باشد. (EU Landfill Directive, ۱۹۹۹)

لایه آب بند ژئوممبرینی باید دارای مشخصات مورد تایید مطابق با GRI-GM۱۳ بوده، همچنین گواهینامه قابلیت کاربرد در محل دفن زباله توسط BAM برای آن صادر شده باشد. کارایی معادل هر نوع GCL مورد استفاده در محل دفن باید به اثبات برسد. مقطع پوشش کف بصورت نمونه در شکل (۲-۱۳۳) نشان داده شده است.



شکل (۲-۱۳۳) پوشش کف برای محل دفن

۲-۱۱-۳-۲ پوشش نهایی و سیستم زهکشی آبهای سطحی

پوشش نهایی در محل های دفن زباله به دلایل زیر مورد استفاده قرار می گیرد:

- فراهم آوردن مانعی فیزیکی بر روی زباله های دفن شده به منظور جلوگیری

از تماس انسان، به حداقل رساندن انتشار ناقلین بیماری و بو

- جلوگیری از فرسایش که می‌تواند منجر به باز شدن زباله‌های دفنی و نمایان شدن آنها شود.

- کاهش میزان نفوذ بارشهای جوی که عملاً بخشی از شیرابه را تشکیل می‌دهند.

- فراهم آوردن بستر لازم برای استفاده مجدد از سطح محل دفن

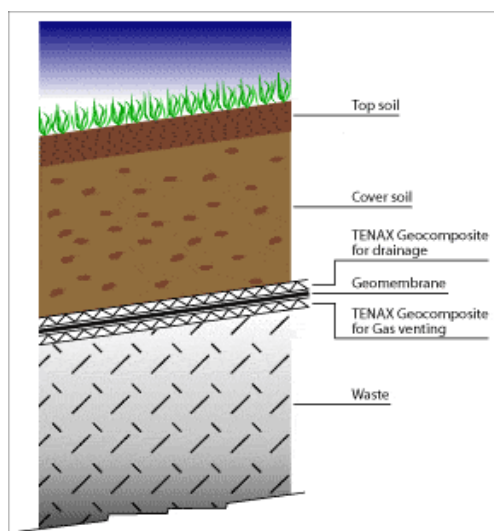
بر اساس استانداردهای اروپایی (EU Landfill Directive, ۱۹۹۹)، سیستم پوشش نهایی در محل‌های دفن زباله شهری حداقل باید شامل یک لایه آب بند منفرد باشد که اجزای آن به شرح زیر است:

- لایه اساس با نفوذپذیری بالا نسبت به گاز

- لایه رسی یا ژئوممبرینی

- لایه زهکش

چنانکه قبلاً نیز اشاره شد، برای پوشش نهایی در محل موجود دفن زباله از لایه ژئوممبرینی استفاده خواهد شد. با توجه به بارشهای جوی بالا در منطقه و محیط زیست حساس آن، پیشنهاد می‌شود از مشابه همان سیستم در محل دفن جدید نیز استفاده شود. سیستم پوشش پیشنهادی برای محل دفن جدید زباله در شکل (۲-۱۳۴) نشان داده شده است.



شکل (۲-۱۳۴) لایه روکش نهایی برای محل دفن جدید

پوشش پیشنهادی سطح فوقانی محل دفن از اجزای زیر تشکیل شده است:

- لایه اساس متشکل از شن و لایه فیلتر به عنوان لایه زهکش گاز
- لایه نفوذ به حداقل ضخامت ۱ متر به صورت نیمه نفوذپذیر (خاک رس ماسه ای)

- لایه ژئوممبرین HDPE به ضخامت ۱/۵ میلیمتر

به عنوان گزینه‌ای دیگر می‌توان از GCL به جای ژئوممبرین و لایه خاکی استفاده نمود. این جایگزینی می‌تواند کار ساخت و فعالیت‌های مربوط به کنترل کیفیت را تسهیل نموده ولی در عین حال هزینه بالاتری را در بر داشته باشد. لایه خاک فوقانی (پوشش سطحی محل دفن زباله) باید با پوشش گیاهی پوشانده شود تا:

- از فرسایش ناشی از باد و جریان رواناب جلوگیری گردد.
- نرخ تبخیر و تعرق در دوره‌های زمانی با تعرق بالا افزایش یابد.

در صورت لزوم ایجاد این پوشش از طریق استفاده از ژئوسل و پر کردن آن با خاک لوم میسر می‌شود. این لایه شرایط لازم برای رشد گیاهانی با ریشه کم عمق را بر روی پوشش نهایی ایجاد می‌نماید. جمع‌آوری و تخلیه روانابهای سطحی نیز باید با در نظر گرفتن دو منبع زیر انجام شود:

- جمع‌آوری و تخلیه روانابهای ورودی به سایت از خارج از محل دفن زباله

(برای جلوگیری از ورود جریان به داخل محل دفن)

- جمع‌آوری و تخلیه روانابهای ایجاد شده بر روی بدنه محل دفن زباله

با ایجاد خاکریز پیرامونی و کانالهای جمع‌آوری می‌توان از ورود آب سطحی غیر آلوده نظیر روانابهای ناشی از بارندگی جلوگیری نمود. رواناب غیر آلوده باید به رودخانه یا مسیر آبی مجاور تخلیه گردد. این در حالیست که رواناب آلوده باید به سیستم تصفیه شیرابه تخلیه شود.

۲-۴-۱۱- مدیریت شیرابه

از جمله کارهای لازم در راستای ساماندهی محل دفن موجود زباله مدیریت شیرابه تولیدی در آن محل می‌باشد. تولید شیرابه در محل دفن موجود اجتناب ناپذیر بوده و شیرابه تولیدی باید به تصفیه‌خانه شیرابه زباله منتقل شود. به منظور طراحی تأسیسات مربوط به جمع‌آوری، انتقال و تصفیه شیرابه لازم است برآوردی از میزان تولید شیرابه در دست باشد. محل دفن زباله بایستی مجهز به سیستم جمع‌آوری شیرابه باشد تا:

- شیرابه تولیدی جمع‌آوری شود.

- شیرابه به سیستم تصفیه شیرابه تخلیه شود.

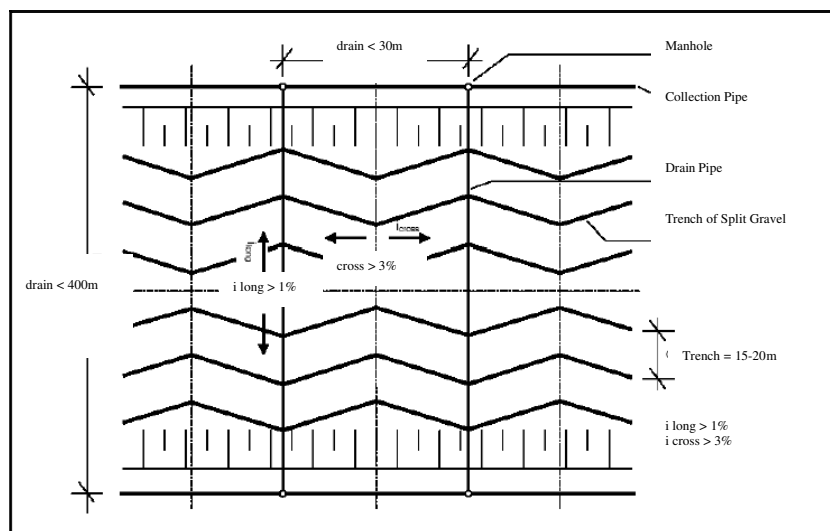
- از هرگونه تجمع شیرابه در بخش تحتانی محل دفن جلوگیری به عمل آید.

در طراحی سیستم جمع آوری شیرابه فرض بر آن است که با توجه به شرایط موجود در کشور به لحاظ تأمین مصالح شنی مواد درشت مناسب برای زهکشی در دسترس بوده و لایه زهکش دارای مشخصات زیر می باشد (BC Berlin, ۲۰۰۳).

- مواد لایه زهکش: مواد درشت دانه با اندازه ذرات ۱۶/۳۲ میلیمتر
- ضخامت لایه زهکش: ۳۰ سانتیمتر
- لوله های زهکشی: قطر ۲۵۰-۳۰۰ میلیمتر از جنس HDPE و مشبک با

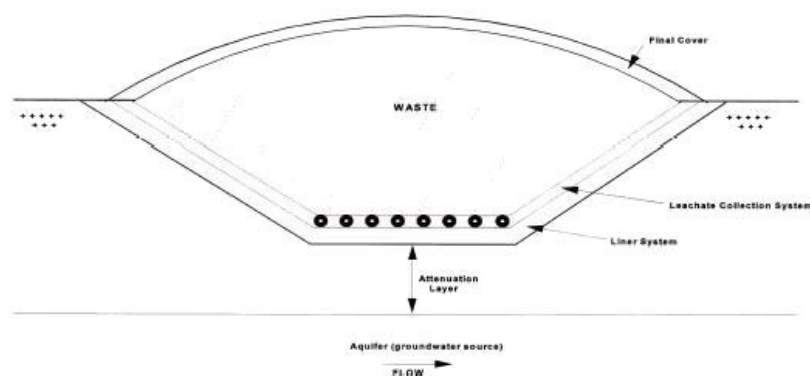
الگوی ۲/۳

- شیب عرضی: ۳٪ ($\geq$ پس از نشست)
 - شیب طولی: ۱٪ ($\geq$ پس از نشست)
 - فاصله بین لوله های زهکشی: ($\geq$) ۴۰ متر
- در شکل (۲-۱۳۵) نمای عمومی سیستم زهکشی شیرابه در محل دفن نشان داده شده است.



شکل (۲-۱۳۵) نمای کلی عملکرد سیستم جمع آوری شیرابه

لوله‌های مشبک پیش ساخته برای جمع‌آوری و انتقال شیرابه مورد استفاده قرار می‌گیرند. این لوله‌ها به گونه‌ای کنترل شده نصب می‌شوند تا از عملکرد مناسب آنها اطمینان حاصل شود. در شکل (۲-۱۳۶) مقطع سیستم زهکشی مورد استفاده در محل دفن جدید زباله نشان داده شده است.



شکل (۲-۱۳۶) مقطع سیستم جمع آوری شیرابه

همانگونه که گفته شد، مراکز دفن زایدات جامد یکی از مهمترین منابع تولید گازهای گلخانه‌ای است. بمنظور کاهش تولید این گازها، می‌توان طرحی تحت عنوان انباشت زباله به روش فوکوئوکا در مرکز دفن زایدات جامد به اجرا درآورد. این روش بر خلاف روش-های معمول دفن زباله که روشهای بی‌هوازی هستند، یک روش نیمه‌هوازی است که به مدت ۱۰ سال در شهرهای مختلف ژاپن به مرحله اجرا در آمده است. از مزایای این طرح می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

(۱) کاهش تولید و انتشار گاز متان به میزان ۴۵ درصد در مقایسه با روش بی‌هوازی

(۲) کاهش حجم شیرابه

(۳) اصلاح کیفی شیرابه تولیدی

(۴) بالا رفتن سرعت هضم بیولوژیکی به دلیل وجود جریان هوا

(۵) مزایای بالای اقتصادی

مدتها است که ارتباط نزدیک میکروارگانیسم‌ها با تجزیه زایدات شناخته شده و بر این اساس روشهای مختلف بیولوژیکی جهت تصفیه اینگونه زایدات ایجاد شده‌اند. در حقیقت مرکز دفن زایدات جامد یک راکتور تصفیه بیولوژیکی محسوب می‌گردد. بررسی‌ها و تحقیقات انجام پذیرفته در اوایل دهه ۱۹۶۰، نکات برجسته‌ای را در خصوص تجزیه بیولوژیکی زایدات دفن شده در مراکز دفن از آنجمله خود پالایی لایه‌های دفن و نقش میکروارگانیسم‌ها در این فرآیند را روشن نموده است. بر اساس این مطالعات مشخص گردیده که در اثر تجزیه بیولوژیکی زایدات و ترکیبات آلی در مراکز دفن شاهد انجام فرآیند تجزیه بیولوژیکی زایدات و تولیدات سه‌گانه آن بشرح ذیل می‌گردد:

۱) مقدار زیادی حرارت در داخل لایه های زباله ایجاد می شود (اختلاف دمای لایه ها گاه به 15°C می رسد)

۲) مجموعه ای از گازها (از جمله دی اکسیدکربن و متان بعنوان دو گاز غالب) تولید می شود.

۳) یک پساب آلوده (شیرابه) تولید می شود.

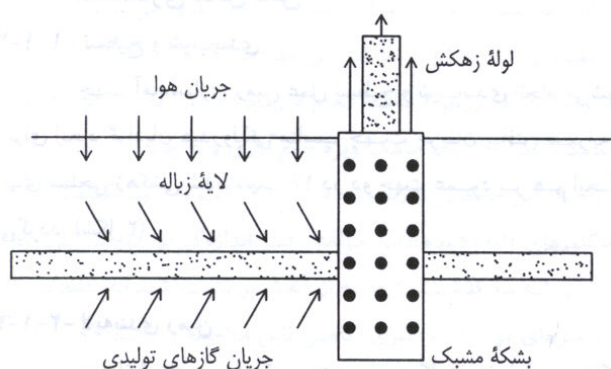
تجمع و تراکم گاز متان در مراکز دفن اغلب باعث ایجاد احتمال انفجار و آتش سوزی گردیده و حضور بیش از حد آن در محیط مراکز دفن برای سلامت کارکنان مرکز دفن بسیار خطرناک می باشد. علاوه بر این گاز متان رها شده در اتمسفر، با توجه به افزایش ظرفیت نگهداری حرارت اتمسفر، در ایجاد و تشدید پدیده گرم شدن کره زمین سهیم می باشد. از آنجا که پتانسیل افزایش حرارت کره زمین توسط گاز متان ۲۱ برابر گاز دی اکسیدکربن می باشد، می بایست بمنظور جلوگیری از افزایش دمای کره زمین و حفظ بهداشت و ایمنی کار در مراکز دفن، تمهیدات خاصی را جهت کاهش تولید و انتشار این گاز پیش بینی گردد.

شیرابه تولیدی در جایگاه های دفن زباله یکی دیگر از محصولات تولید شده در اینگونه مراکز می باشد. عدم کنترل و مدیریت این پساب و نفوذ آن به داخل خاک و آب های زیرزمینی و سطحی ضمن آلودگی منابع آب، موجبات ایجاد خسارات جبران ناپذیر زیست محیطی و بهداشتی را فراهم می آورد.

روش فوکوئوکا بر پایه پدیده همرفت (Convection) بنا شده است، به این معنی که به خاطر ایجاد حرارت در داخل لایه های زباله و وجود اختلاف دما مابین توده های دفن شده و فضای بیرونی، هوا در اثر پدیده فیزیکی همرفت به داخل و میان لایه ها جریان پیدا می نماید. این عمل ضمن کاهش سرعت تولید گاز متان، موجبات بهبود کیفیت شیرابه را نیز فراهم می آورد. برای نیل به این مقصود در این روش از شبکه لوله های افقی و عمودی که

در داخل بستری از قلوه سنگ قرار داده شده‌اند، استفاده می‌شود که در شکل (۲-۱۳۷) ارائه شده است. شبکه لوله‌های افقی ضمن جمع‌آوری و زهکشی سریع شیرابه تولیدی، وظیفه حمل هوا برای ایجاد پدیده همرفت در بین لایه‌های زباله را نیز بر عهده دارد. در این روش علاوه بر کاهش تولید متان و سولفید هیدروژن با توجه به برگشت شیرابه شاهد ارتقاء سطح کیفی آن نیز خواهیم بود.

روش فوکوئوکا یک روش دفن سطحی است و استفاده از این روش، در زمینهای که سطح آب زیرزمینی در آنجا بالا می‌باشد، بسیار مناسب می‌باشد.



شکل (۲-۱۳۷) چگونگی جریان هوا و گاز در لایه های هوازی و بی هوازی سیستم فوکوئوکا

۲-۱۱-۶-۶- برپایی جایگاه دفن

عموماً برپایی یک جایگاه دفن شامل سه مرحله بشرح ذیل است:

- ۱- انتخاب محل
- ۲- ساخت مرکز دفن
- ۳- بهره برداری

عوامل بسیاری در انتخاب محل دفن مناسب موثرند که بررسی آنها قبل از شروع کار ضروری است. بررسی ابعاد گوناگون وضعیت منطقه از نظر جغرافیایی، سیاسی، مدیریت زباله، جمعیت، ترکیب زباله، کاربری زمین، مناطق مسکونی و صنعتی اطراف، مناطق حفظ شده (آبی و طبیعی)، مراکز نظامی، منابع معدنی، تشریح وضعیت کاربری آینده منطقه مورد مطالعه، توسعه مناطق مسکونی، توسعه صنعتی، گسترش و افزایش تولید زباله در اثر رشد جمعیت، شرح وضعیت زمین شناسی و هیدرولوژی منطقه (در صورت نیاز جهت اینگونه مطالعات بررسی‌های میدانی از قبیل حفر چاههای آزمایش و گودالها، تحقیقات ژئوتکنیکی و ایجاد ایستگاههای نمونه برداری آب و خاک انجام می شود)، وضعیت ریخت شناسی منطقه، وضعیت ترافیک (راههای دسترسی، راه آهن)، دسترسی به مواد جهت لایه بندی معدنی، بررسی امکان تصفیه شیرابه و آبهای سطحی زهکشی شده و در مجموع ارزیابی کامل اثرات زیست محیطی (EIA) لازم است.

علاوه بر شرایط عمومی فوق، شرایط خاص دیگری نیز می بایست جهت احداث جایگاه دفن فوکوئوکا در نظر گرفته شوند، که از آنجمله می توان به مانند بکر و دست نخورده بودن زمین مورد نیاز جهت اجرای این روش، ابعاد مربع مستطیل شکل زمین، اشاره نمود. با توجه به تجارب بدست آمده در جایگاههای دفن مشابه، وسعت بهینه جهت احداث جایگاه دفن با این روش ۵-۴ هکتار است (البته این موضوع عمومیت ندارد و وسعت زمین بگونه‌ای انتخاب می شود که حداکثر بهره برداری از آن میسر باشد). همچنین بهتر است از این روش در زمینهای مسطح که عوارض توپوگرافی کمتری دارند، استفاده شود.

با توجه به اینکه در این روش جهت دیواره سازی در محیط اطراف جایگاه و همچنین پوشش روزانه، میانی و نهایی به خاک نیازمند است در طراحی ها باید به میزان و ذخیره خاک در محل احداث کاملاً توجه شود.

۲-۶-۱۱-۷- آماده سازی ممل دفن

۲-۶-۱۱-۷-۱- تسطیح و شیب بندی

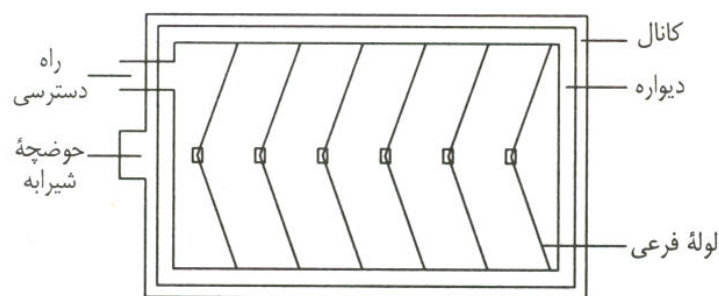
جهت آماده سازی زمین، عمل تسطیح و شیب بندی انجام می شود و برای ایجاد گرادیان هیدرولیکی مناسب جهت جریان یافتن شیرابه و آبهای سطحی زهکشی شده در این طرح نیازمند یک شیب ۱ درصدی از بالا به پایین زمین و یک شیب ۱ درصدی از طرفین به مرکز زمین می باشیم.

۲-۶-۱۱-۷-۲- لایه بندی زمین

پس از اجرای مرحله شیب بندی، جهت کاهش نفوذپذیری خاک و ایجاد یک حائل برای جلوگیری از نفوذ شیرابه به عمق زمین، یک لایه ۶۰ cm از رس با دانه بندی ریز بر روی کف زمین ایجاد می شود.

۲-۶-۱۱-۷-۳- ایجاد زهکشی آبهای سطحی و موضعی ویژه جمع آوری شیرابه

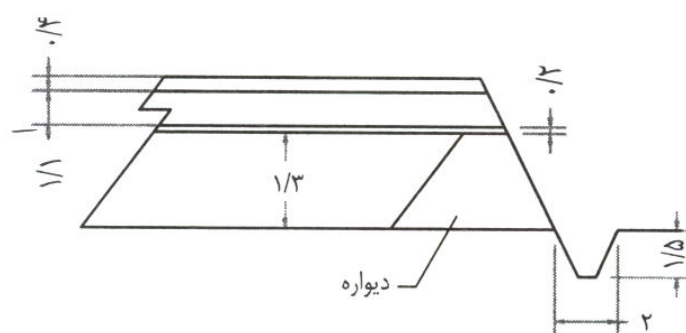
بعد از لایه بندی زمین، به منظور هدایت آبهای سطحی و جلوگیری از نفوذ آن به جایگاه ویژه دفن، در چهار ضلع زمین کانالهایی حفر می شود که این کانالها در پایین دست شیب اصلی و در امتداد محور مرکزی زمین به حوضچه ای جهت جمع آوری آبهای سطحی و شیرابه جمع آوری شده از داخل سایت تبدیل می شود. در شکل (۲-۱۳۸) پلان سایت دفن به روش فوکوئوکا ارائه شده است.



شکل (۲-۱۳۸) پلان سایت دفن به روش فوکوکا

۲-۶-۱۱-۷-۴- دیواره سازی

عملیات نهایی در مرحله آماده سازی، ساخت دیواره در حواشی زمین می باشد. این دیواره به منظور استحکام و ثبات و با توجه به نوع خاک، دارای شیبی از ۱ : ۱ تا ۳ : ۱ می باشد. فشرده سازی لایه های خاک به کار برده شده در ساخت این دیواره بسیار مهم است. بهتر برای کاهش هزینه های حمل و نقل خاک جهت دیواره سازی، از خاک مازاد حاصل از عملیات تسطیح و حفاری کانالهای زهکشی کناری استفاده شود. نقش عمده این دیواره، ایجاد یک محدوده بسته برای تخلیه زایدات و جلوگیری از پخش زایدات به محیط اطراف است. در شکل (۲-۱۳۹) پلان مقطع سایت دفن به روش فوکوکا ارائه شده است.



شکل (۲-۱۳۹) مقطع سایت دفن به روش فوکوکا

باتلاقها، مردابها، نواحی ابگیر، برکه ها و گودالها نمونه هایی از نواحی مرطوب می باشد که می توان از آنها بعنوان محل دفن استفاده نمود. به دلیلی مسائلی که در ارتباط با آلوده سازی آبهای زیرزمینی، مسائل ناشی از بو و مسائل مربوط به استحکام ساختاری زمین پیش می آید، در نواحی مرطوب طراحی زمینهای دفن نیاز به ملاحظات خاصی دارد. در گذشته روش دفن در نواحی مرطوب زمانی مورد قبول واقع می شد که عملیات زهکشی به اندازه کافی صورت می گرفت و مزاحمتی از این حیث ایجاد نمی شد. عملیات مرسوم بدین صورت بود که نواحی مورد نظر به سلولها و یا برکه هایی تقسیم می شد و هر سال مطابق برنامه هر یک از برکه ها و سلولها پر می شد. اغلب در جاهایی که سطر آب زیرزمینی بالا بود، مواد زاید مستقیماً در آب قرار می گرفت بدین نحو که قبل از شروع عملیات دفن مواد زاید و جهت چاره جویی، مواد پرکننده تمیز، کمی بالاتر از سطر آب های زیرزمینی، در زمین دفن ریخته می شد.

برای مقابله با امواج و جهت افزایش مقاومت ساختمانی زمین، سلولها و برکه ها علاوه بر داشتن مواد پرکننده، توسط دیواره های حایل که از جنس سنگ، الوار چوبی و یا مصالح ساختمانی می باشد، از یکدیگر جدا می شدند. جهت جلوگیری از حرکت شیرابه بد بو و گازهای ناشی از تجزیه مواد در سلولها و یا برکه های تکمیل شده در مواردی خاک رس و فلزات سبک یا ورقه های چوبی مورد استفاده قرار می گرفت.

در سالیان اخیر به دلیل توجه خاصی که به آلودگی منابع آبهای زیرزمینی ناشی از شیرابه و گازهای ناشی از تخمیر مواد و گسترش بوهای نامطبوع شده است، پر کردن مستقیم زمینهای مرطوب روش قابل قبول و پذیرفته شده نمی باشد. اگر قرار باشد که زمینهای مرطوب برای

دفن مواد زاید انتخاب شود جهت جلوگیری از حرکت شیرابه و گاز در زمین دفن باید اقدامات ویژه صورت گیرد. معمولاً در چنین زمینهایی قبل از دفن مواد، زمین مورد نظر باید زهکش شود و کف آن توسط لایه رسی یا مواد غیر قابل نفوذ دیگر پوشیده شود. در صورتی که از لایه رسی جدا نمودن استفاده می شود، جهت اجتناب از ترک خوردن این لایه ناشی از فشار و سنگینی مواد، عملیات زهکشی می بایست تا پر شدن منطقه ادامه پیدا کند.

۲-۶-۱۱-۹- طرحهای دیگر دفن

جهت دفن مواد روشهای دیگری نیز موجود می باشد که شرح زیر ارائه شده است:

- مخلوط کردن لجن فاضلاب و مواد زاید، عمل تجزیه بی هوازی را شتاب داده و جهت بازیابی انرژی از مواد، گازهای ناشی از عمل تجزیه بی هوازی مورد استفاده قرار می گیرد.
- برگشت شیرابه مواد و مخلوط شدن آن با مواد زاید موجب شدت تجزیه بی هوازی مواد می گردد. برای مثال اگر قرار باشد که گازهای تولیدی از تجزیه بی هوازی مواد مورد استفاده قرار گیرد، استفاده از سلولهای عمیق با لایه ای از رس جهت عایقکاری بدون استفاده از لایه های پوششی حد واسط عملی ترین روش است.

۲-۶-۱۱-۱۰- واکنشهای ممل دفن

جهت طراحی زمینهای دفن بهداشتی و به منظور داشتن برنامه ریزی مفید و سودمند باید از واکنشهایی که بعد از پر شدن و تکمیل سلول در زمین رخ می دهد، آگاهی داشت. مواد زاید که در زمین قرار می گیرند بطور بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی تغییر می یابند. مهمترین تغییرات بشرح زیر می باشد.

تجزیه بیولوژیکی مواد آلی و قابل فساد بصورت هوازی و بی هوازی همراه با ایجاد گازها و شیرابه

- اکسیداسیون شیمیایی مواد
- فرار گازها از سلول ها و انتشار از جداره سلول
- حرکت شیرابه بواسطه اختلاف ارتفاع
- حل و تراوش مواد آلی و غیر آلی توسط آب و شیرابه از سلول پر شده

- حرکت مواد حل شده توسط آب و شیرابه
- حرکت مواد حل شده توسط تغییرات تراکم و خاصیت اسمزی
- نشست زمین در نتیجه تراکم مواد در حفره های آن.

تجزیه و تثبیت مواد در زمین به عوامل متعدد از جمله ترکیب مواد زاید، درجه فشردگی، میزان درصد رطوبت، درصد مواد مانع شونده واکنشها، میزان حرکت آب ناشی از مواد زاید و درجه حرارت بستگی دارد.

تعیین شرایطی که در زمین دفن و یا بخشی از آن و در زمانی ثابت ممکن است برقرار باشد، بدلیل تاثیرات متقابل فاکتورهای دخیل، بسیار مشکل می باشد. بطور کلی می توان گفت که در محل دفن میزان واکنش های شیمیایی و بیولوژیکی با افزایش درجه حرارت و درصد رطوبت افزایش می یابد.

در یک مرکز دفن، تحت تاثیر باکتریهای موجود در ترکیبات، بخش قابل تجزیه مواد زاید طی واکنشهای بیولوژیکی تجزیه خواهد شد. در شروع عملیات، مواد زائد توسط اکسیژن محبوس در مرکز دفن به طریق هوازی تجزیه می شوند. مواد موجود در خاکی که بعنوان پوشش روزانه و نهایی موره استفاده قرار می گیرند، پس از تکمیل عمل دفن، منبع اصلی موجودات زنده جهت تجزیه هوازی و بی هوازی مواد می باشد. میزان تجزیه مواد الی به مشخصات ماده و رطوبت موجود در آن بستگی دارد. بطور کلی مواد الی موجود در مواد زاید به سه گروه به شرح زیر تقسیم می شوند:

- آنهایی که حاوی مواد سلولزی و یا مشتقات آن می باشند

- آنهایی که حاوی مواد سلولزی و یا مشتقات آن نمی باشند

- پلاستیک، لاستیک و چرم

سلولزی یکی از مواد اصلی تشکیل دهنده انواع مواد آلی نظیر کاغذ، منسوجات، نخ، حصیر و بافت گیاهی می باشد. به استثنا مواد پلاستیکی، مواد آلی غیر سلولزی عبارتند از: پروتئین ها، هیدروکربورها و چربیها. نمکهای معدنی با میزانی محدود همراه با رطوبت تقریباً همیشه در این گونه مواد وجود دارند. انواع مواد پلاستیکی که ممکن است در مواد زاید پیدا شوند، بسیار زیاد است. معمولاً محصول نهایی تجزیه مواد به طریق بی هوازی عبارت است از: بخشی از مواد آلی تثبیت شده، اسیدهای فرار حد واسط آلی و گازهای مختلف نظیر دی اکسید کربن، متان، نیتروژن، هیدروژن و هیدروژن سو لافوره. در شرایط معمولی، میزان تجزیه مواد با اندازه گیری میزان گاز حاصله محاسبه می گردد. حداکثر میزان گاز در ۲ سال حاصل می شود ولی بتدریج میزان آن کاهشی می یابد. البته تولید گاز ممکن است تا ۲۵

سال نیز ادامه یابد. اگر رطوبت به مواد زاید و در محل دفنی که کاملاً فشرده شده است اضافه نگردد، ممکن است سالها پس از دفن مواد، ترکیب آن به شکل اولیه باقی بماند.

۲-۴-۱۱-۱۲- گازهای محل دفن

در محل دفن گازهای ناشی از عملیات تجزیه عبارتند از: هوا، آمونیاک، دی اکسید کربن، منوکسید کربن، هیدروژن، هیدروژن سولفور، متان، نیتروژن و اکسیژن. از این بین دی اکسید کربن و متان گازهای اصلی می باشند که در نتیجه فعالیت بی هوازی مواد زاید تولید می گردند. جدول (۲-۳۵) اطلاعات مربوط به درصد توزیع گازها در محل دفن را نشان می دهد.

مقدار درصد بالای دی اکسید کربن در نتیجه تجزیه بی هوازی مواد زاید می باشد. تجزیه هوازی تا زمانی که اکسیژن در هوای موجود در مواد زاید فشرده شده کاملاً تخلیه نشده است، ادامه می یابد. پس از تخلیه کامل اکسیژن، تجزیه بی هوازی آغاز می شود. تجربه نشان می دهد که پس از ۱۸ ماه، ترکیب گازها ثابت باقی می ماند. اگر در طراحی محل دفن تمهیدات لازم بمنظور جمع آوری گاز متان اندیشید نشود، از آنجایی که دی اکسید کربن به طبقات زیرین زمین نفوذ می کند، انتظار می رود طی زمانی طولانی، درصد متان موجود در گاز لندفیل افزایش یابد.

جدول (۲-۳۵) درصد توزیع گازها در محل دفن

میانگین درصد حجمی			فاصله زمانی بین شروع یک لایه و پایان آن بر حسب ماه
متان	دی اکسید کربن	ازت	
۵	۸۸	۵/۲	۰-۳
۲۱	۷۸	۳/۸	۳-۶
۲۹	۶۵	۰/۴	۶-۱۲
۴۰	۵۲	۱/۱	۱۲-۱۸
۴۷	۵۳	۰/۴	۱۸-۲۴
۴۸	۵۲	۰/۲	۲۴-۳۰
۵۱	۴۶	۱/۳	۳۰-۳۶
۴۷	۵۱	۰/۹	۳۶-۴۲
۴۸	۵۱	۰/۴	۴۲-۴۸

۲-۴-۱۱-۱۳- شیرابه در محل دفن

شیرابه عبارت است از مایعی که از داخل مواد زاید به خارج تراوش گردیده و حاوی مواد محلول و معلق می باشد. در اغلب زمینهای دفن شیرابه از تجزیه مواد آلی و یا نفوذ منابع خارجی به درون لندفیل همچون زهکشی آبهای سطحی، آب باران و آبهای زیرزمینی، ناشی می شود.

زمانی که در اثر تجزیه مواد، شیرابه از داخل آنها به خارج تراوش می کند، تمامی مواد بیولوژیکی و شیمیایی موجود در مواد زاید را همراه خواهد داشت. جدول (۲-۳۶) ترکیب شیرابه مواد زاید در محل دفن را نشان می دهد.

جدول (۲-۳۶) ترکیب شیرابه مواد زاید در محل دفن

مقدار برحسب میلی گرم در لیتر		اجزا ترکیبی
میزان معمولی	دامنه تغییرات	
۱۰۰۰۰	۲۰۰۰-۳۰۰۰۰	BOD _۵
۱۸۰۰۰	۳۰۰۰-۴۵۰۰۰	COD
۶۰۰۰	۱۵۰۰-۲۰۰۰۰	TOC
۵۰۰	۲۰۰-۱۰۰۰	کل مواد جامد معلق
۲۰۰	۱۰-۶۰۰	ازت آلی
۲۰۰	۱۰-۸۰۰	ازت آمونیایی
۲۵	۵-۴۰	تیترا
۳۰	۱-۷۰	فسفر کل
۲۰	۱-۵۰	اورتو فسفر
۳۰۰۰	۱۰۰۰-۱۰۰۰۰	قلیائیت بر حسب کربنات کلسیم
۶	۵/۳-۸/۵	PH
۳۵۰۰	۳۰۰-۱۰۰۰۰	سختی بر حسب کربنات کلسیم
۱۰۰۰	۲۰۰-۳۰۰۰	کلسیم
۲۵۰	۵۰-۱۵۰۰	منیزیم
۳۰۰	۲۰۰-۲۰۰۰	پتاسیم
۵۰۰	۲۰۰-۲۰۰۰	سدیم
۵۰۰	۱۰۰-۳۰۰۰	کلرور
۳۰۰	۱۰۰-۱۵۰۰	سولفات
۶۰	۵۰-۶۰۰	کل آهن

بطور کلی نتایج تحقیقات انجام شده حاکی از این واقعیت است که مقدار شیرابه مستقیماً تابعی از میزان آبهای ورودی به زمین دفع می باشد. در حقیقت اگر زمین طوری ساخته شود که از نظر ساختمانی مناسب باشد، میزان شیرابه تولیدی به مقدار قابل ملاحظه ای کاهش خواهد یافت. اگر جهت افزایش تولید متان به مواد زاید جامد لجن فاضلاب اضافه شود، باید

حتما تجهیزات مربوط به کنترل شیرابه در نظر گرفته شود و در بعضی موارد احداث تجهیزات تصفیه شیرابه الزامی خواهد بود.

۲-۶-۱۱-۱۴- مشفصات سافتمانی و نشست زمینهای دفن

قبل از اینکه برای استفاده نهایی از زمین دفن تصمیم گیری شود، به مشفصات ساختمانی زمین دفن و نشست احتمالی آن باید توجه شود. نشست زمین به عواملی از قبیل فشردگی اولیه مواد، مشفصات مواد زاید، درجه تجزیه شدن مواد و اثرات ناشی از آب و هوای منطقه بستگی دارد. ارتفاع یک سلول تکمیل شده عاملی است که بر فشردگی اولیه و میزان مواد ترکیبی تاثیر می گذارد.

طی بررسی های مختلف به این نتیجه رسیده اند که ۹۰ درصد از نشست های نهایی در مدت ۵ سال اول اتفاق می افتد. در محل دفن، استقرار بار متراکم بر سلول تکمیل شده توصیه نمی شود. اگر باید این استقرار صورت گیرد، به جهت اینکه شرایط مناطق با یکدیگر متفاوت است حتما می بایست آزمایشات مربوط به میزان بار در محل مورد نظر انجام گیرد.

۲-۶-۱۲- طراحی محل دفن

معمولا پس از مرور اطلاعات مقدماتی موجود، تعداد محدودی از محلهای مناسب بمنظور احداث مرکز دفن انتخاب می گردد. پس از آن لازم می گردد که برای هر محل یک گزارش طراحی مهندسی آماده شده و مخارج مربوط به آماده سازی محل برای ریختن زباله و تکمیل محل پس از پر شدن آن بررسی گردد.

مباحث مهمی که باید در یک گزارش مهندسی طراحی در نظر گرفته شود به قرار زیر است:

▪ نیاز به زمین

- انواع زباله که باید در سلول ریخته شود
- بررسی پتانسیل و امکان نشت
- طرح زهکشی و کنترل تجهیزات نشت
- گسترش نقشه کلی اجرایی
- طرح پر نمودن زمین دفن
- تعیین لوازم مورد نیاز

عوامل جداگانه مهمتر که باید در گزارش مدنظر باشد در ذیل آمده است.

۲-۶-۱۲-۱- طراحی

دسترسی: ساخت جاده های آسفalte با قابلیت دسترسی در کلیه شرایط عمومی جاده های

موقت تا محل دفن

طراحی و ساخت یک لایه: با توجه به بازیافت گاز از محل دفن، طراحی لایه ها متفاوت است. یک لایه باید شامل مواد زاید یک روز باشد. حدا کثر عمق هر لایه ۱۰ فوت می باشد. پوشش روزانه هر لایه ۶ اینچ خاک می باشد. هواکش شنی باید در هر ۶۰ تا ۲۰۰ فوتی نصب شود.

مصالص پوششی: حدا کثر استفاده از مصالح محل دفن به عمل می آید. هر ۴ تا ۶ یارد مکعب زباله به ۱ یارد مکعب مصالح پوشی نیاز دارد. جهت کنترل نفوذ آبهای سطحی مواد پوششی را باید با مواد عایق کننده نظیر خاک رس مخلوط نمود.

زهکشی: احداث گودالهایی جهت انحراف آبهای سطحی. برای جلوگیری از تجمع آب باید به سطح فوقانی لایه تکمیل شده ۱ تا ۲ درصد شیب داد.

تجهیزات مورد نیاز: با توجه به اندازه زمین متفاوت است.

جلوگیری از آتش سوزی: جداسازی مناسب لایه ها از یکدیگر از تداوم آتش سوزی جلوگیری می کند.

حفاظت از آبهای زیرزمینی: هر نوع چشمه آب زیرزمینی باید منحرف گردد. برای کنترل شیرابه زباله باید از مواد عایق کننده استفاده نمود. جهت کنترل گاز و آبهای زیرزمینی باید چاههایی حفر نمود.

محوطه دفن: محوطه باید به اندازه ای بزرگ باشد که حداقل گنجایش پذیرش زباله تولیدی یکسال را داشته باشد. البته بهتر است این ظرفیت برای ۵ تا ۱۰ سال کافی باشد.

روش دفن: انتخاب روش دفن بسته به قابلیت دسترسی به زمین دفن و مواد پوششی متفاوت است.

کنترل پراکنده شدن زباله: در نواحی تخلیه می توان از حصارهای قابل حمل استفاده نمود. کارگران حداقل ماهانه یکبار باید زباله های پراکنده را جمع آوری کنند.

نقشه عملکرد: مواد زاید با و یا بدون لجن حاصل از تصفیه خانه می تواند دفع گردد. مواد زاید با بازیافت و یا بدون بازیافت گاز می تواند دفع گردد.

پخش و متراکم کردن: مواد زاید در لایه های کمتر از ۲ فوت پخش و متراکم می گردد.

محوطه تخلیه: محوطه تخلیه باید کوچک باشد، معمولاً با عرض کمتر از ۱۰۰ فوت، جهت ماشینها و کامیونهای تجاری محوطه ای جدا باید در نظر گرفته شود.

۲-۶-۱۲-۲- عملکرد

ارتباطات: تلفن برای مواقع اضطراری

روزها و ساعات عملکرد: بطور متداول ۵ تا ۶ روز در هفته و ۸ تا ۱۰ ساعت در روز

تسهیلات کارکنان: استراحتگاه و آب آشامیدنی باید تهیه گردد.

نگهداری تجهیزات: برای نگهداری تجهیزات باید رویه پوششی برای هر کدام تهیه گردد.

گزارش عملکرد: تناژ، خلاصه معاملات انجام شده و مقدار پول دریافتی باید در دفتر ثبت شود.

بازیافت مواد: در محوطه تخلیه نباید هیچگونه عملیاتی توسعه کارگران جهت جداسازی زباله ها انجام گیرد.

توزین: اگر کامیونهای جمع آوری، زباله را حمل می کنند، نگهداری آمار آنها ضروری است.

۷-۲- ارائه گزینه های مناسب برای انطباق سافتار تشکیلات مدیریت اجرایی پسماند با توجه

به قوانین و مقررات مربوطه

۷-۲-۱- مقدمه

در ساختار مدیریت سازمان بازیافت و تبدیل مواد، شناخت محیط داخلی و ارزیابی نقاط قوت و ضعف آن از جمله عوامل مهم راهگشا برای تدوین استراتژی ها و برنامه های اجرایی مناسب برای سازمان می باشد، چرا که اساس فعالیت استراتژیک، شناخت شرایط است و مادامی که یک مجموعه از توانمندی ها و محدودیت های خویش آگاه نباشد، امکان بهره گیری از توان خود را نداشته و لذا غلبه بر مسائل و مشکلات دشوار خواهد بود. به عبارت دیگر در مرحله اول، ابتدا باید بتوان محدودیت ها و توانائیها را شناسایی کرده و سپس با اتخاذ استراتژی های مناسب نسبت به حل مشکلات همت گماشت.

در شناخت محیط داخلی سازمان از اطلاعات موجود در داخل سازمان و نقطه نظرات مدیران و برخی از کارشناسان زبده استفاده شده و این اطلاعات مبنای تحلیل عوامل عمده

مؤثر در این محیط قرار گرفته است. در هر سازمانی، عواملی وجود دارند که از نظر اداری و رسمی تحت کنترل می‌باشند. برخی از این عوامل عبارتند از : پرسنل یا کارکنان سازمان، ساختار تشکیلاتی و فرهنگ سازمانی، مدیریت سازمان، توان فنی و تکنولوژیکی و سایر عوامل.

از مهمترین بخش‌های فرایند برنامه‌ریزی استراتژیک برای سازمان‌ها و مؤسسات، شناسایی و تجزیه و تحلیل شرایط محیط خارجی است. شناخت وضعیت عوامل تأثیرگذار بر محیط خارجی سازمان از اهمیت بسزایی در تدوین برنامه‌ها راهبردهای مجموعه برخوردار است. محصول چنین مطالعه‌ای، شناسایی نسبی فرصت‌ها و تهدیدهای موجود در محیط خارجی سازمان بازیافت و تبدیل مواد است.

شناخت فرصت‌ها و چالش‌هایی که سازمان در محیط خارجی با آن مواجه است، گام مؤثری در تدوین استراتژی‌ها و برنامه‌هایی است که تهدیدها را برای سازمان به حداقل رسانده و زمینه لازم برای استفاده بهینه از فرصت‌ها را فراهم می‌کند.

فرآیند ارزیابی عوامل داخلی سازمان، موازی فرآیند بررسی عوامل خارجی می‌باشد و انجام این فرآیند مستلزم گردآوری، دسته‌بندی و ارزیابی اطلاعات مربوط به عملیات است. در سایه عوامل فوق‌الذکر نقاط قوت و ضعفی بوجود می‌آیند که در دوایر و واحدها به‌طور یکسان پراکنده نمی‌شوند و این نقاط مبنایی به دست می‌دهند که می‌توان بر آن اساس اهداف بلند مدت و استراتژی‌ها را تعیین کرد.

در فرآیند مدیریت استراتژیک توجه به نکات ذیل حائز اهمیت است:

۱- اهداف و استراتژی‌ها همواره بر یکدیگر تأثیر متقابل دارند.

۲- استراتژی به علت دور دست بودن برخی از زوایای محدوده عمل و غیرقابل پیش‌بینی بودن آن - که طبیعت آن است - ماهیت سیال دارد، بنابراین ممکن است با تحصیل معلومات بیشتر از نوآوری‌های تکنولوژی، رقابت، سیاست، اقتصاد و قانونگذاری دستخوش تغییرات یا تعدیلات متعدد شود.

۳- به علت ابهاماتی که همیشه در موضعگیری‌های محیط یک فعالیت وجود دارد، بررسی استراتژیک هر سازمان را فضایی وسیع با مرزهای موج تشکیل می‌دهد و مرز محیط فعالیت در هیچ شرایطی مستقل و بسته نیست، زیرا وقایع برون سازمانی تحت تأثیر شرایط وسیع‌تر و گاهی محیط جهانی قرار می‌گیرد و سازمان را برحسب مقتضیات و دگرگونی‌ها متأثر می‌سازد.

در این گزارش برای تبیین مبانی نظری طراحی ساختار سازمانی از دو تئوری ذیل بهره گرفته شده است :

۱- تئوری سازمان که شیوه‌ای از اندیشیدن در مورد سازمان و کاربرد آن است. در این تئوری، سازمان‌ها در سطح کلان مورد توجه قرار می‌گیرند و سازمان به عنوان یک واحد، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و به محیط و روابط بین گروهی نیز توجه می‌شود. تئوری سازمان به معنای جامعه‌شناسی سازمان‌ها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تئوری

عوامل مؤثر بر ارکان سازمان مورد توجه قرار می‌گیرد و نظام حاکم بر طراحی ساختار را ترسیم می‌نماید.

۲- تئوری سیستم‌ها که این تئوری نیز از دیدگاه تجزیه و تحلیل، کاربرد مؤثری در طراحی ساختار دارد. در این تئوری هر سیستمی از تعدادی زیر سیستم فرعی تشکیل می‌شود. در واقع هر سیستمی در داخل یک سیستم بزرگ‌تر و وسیع‌تر جای گرفته است و برای تعیین کانون اصلی و هسته مرکزی باید سطح تجزیه و تحلیل را مشخص نمود.

در ادامه طراحی ساختار سازمانی اهداف کیفی، به عنوان یکی از اصلی‌ترین متغیرهای محتوایی، مورد توجه بوده و با دیدگاه تئوری سازمان، این اهداف مورد تحلیل قرار گرفته است و نحوه اثرگذاری آنها بر طراحی ساختار بیان شده است.

ساختار سازمانی راه یا شیوه‌ای است که امکان تحقق اهداف را مهیا می‌سازد و در رویکرد استراتژیک، طراحی ساختار با نگرش به اهداف و استراتژی‌های مدون به انجام می‌رسد. این طراحی در سطوح سازمان، واحدها و مشاغل قابل انجام بوده و عوامل متعددی در محیط داخلی و خارجی سازمان بر آن تأثیر می‌گذارند. اهداف و استراتژی‌ها از عوامل محتوایی اصلی محسوب شده و پیچیدگی، رسمیت و تمرکز نیز از متغیرهای ساختاری اصلی یا به عبارتی متغیرهای درونی مؤثر بر طراحی ساختار می‌باشند. با مشخص شدن ساختار و تشکیلات سازمان مدیریت مواد زاید جامد، تعیین اصول وظایف واحدها و مشاغل دارای اهمیت می‌باشد.

به صورت کلی در طراحی ساختار استراتژیک سازمان ابتدا مبانی نظری طراحی ساختار سازمانی تدوین شده و پس از تشریح هدف طراحی ساختار و رویکرد آن، متغیرهای ساختاری و محتوایی مورد بحث قرار گرفته شده، سپس انواع ساختارهای سازمانی آورده شده و پس از آن مبانی گروه‌بندی فعالیت‌ها و مشاغل در سازمان مطرح شده است. در ادامه با بهره‌گیری از نقاط قوت و ضعف و همچنین فرصت‌ها و چالش‌ها، نتایج تحلیل‌ها به عنوان ابزارها و نکات مورد نیاز جهت طراحی ساختار سازمانی استفاده شده و راهکارهای مدیریت تغییرات سازمانی پیشنهاد گردیده و نیز اصول وظایف واحدها و مشاغل بر مبنای فعالیت‌ها و منابع انسانی آنها تشریح و تبیین شده است.

۲-۷-۲- المان‌های مدیریت پسماند

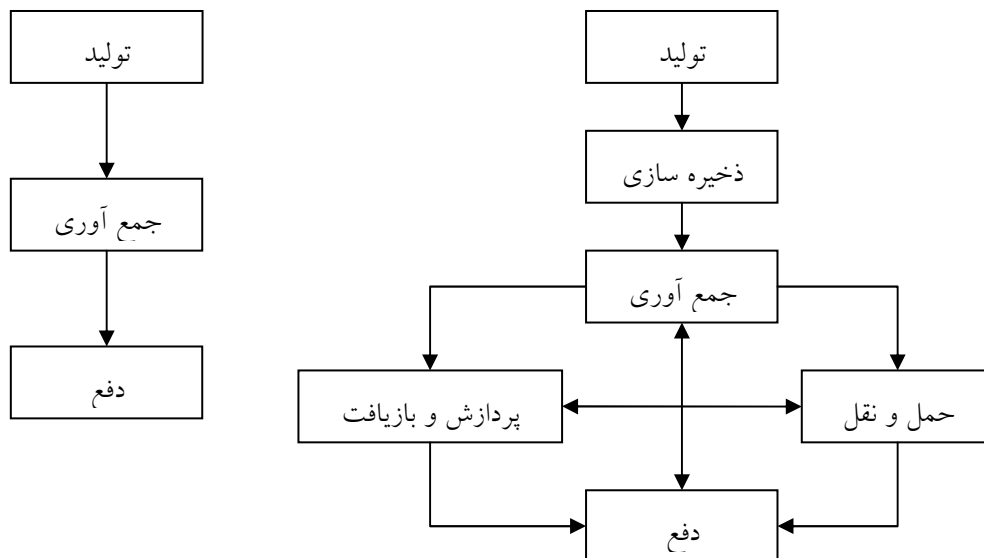
المان‌های سیستم مدیریت مواد زاید جامد شهری از سه عنصر موظف تولید، جمع‌آوری و دفن در دهه ۱۹۴۰ به شش عنصر موظف تولید، ذخیره و پردازش و اداره در محل، جمع‌آوری، حمل و نقل، پردازش و بازیافت و دفع در دهه ۱۹۷۰ به هشت عنصر موظف کاهش در مبدأ، تولید، ذخیره و پردازش و اداره در محل، جمع‌آوری و حمل و نقل، پردازش و بازیافت، دفع و مراقبت‌های بعد از دفع از دهه ۱۹۹۰ به بعد تبدیل شده است. بدیهی است در کنار این عناصر موظف همواره امور پشتیبانی کننده قرار داشته‌اند.

با گسترش شهرها و ضرورت احداث ایستگاه‌های انتقال و تنوع روشها و تعدد مکانهای دفع، موضوع تخصیص مواد و تعیین مسیرهای بهینه مطرح گردید. بنابراین فهرست نویسی و گزارش نویسی باید در امور پشتیبانی ایجاد شود. از زمانی که بحث افزایش راندمان سیستمها

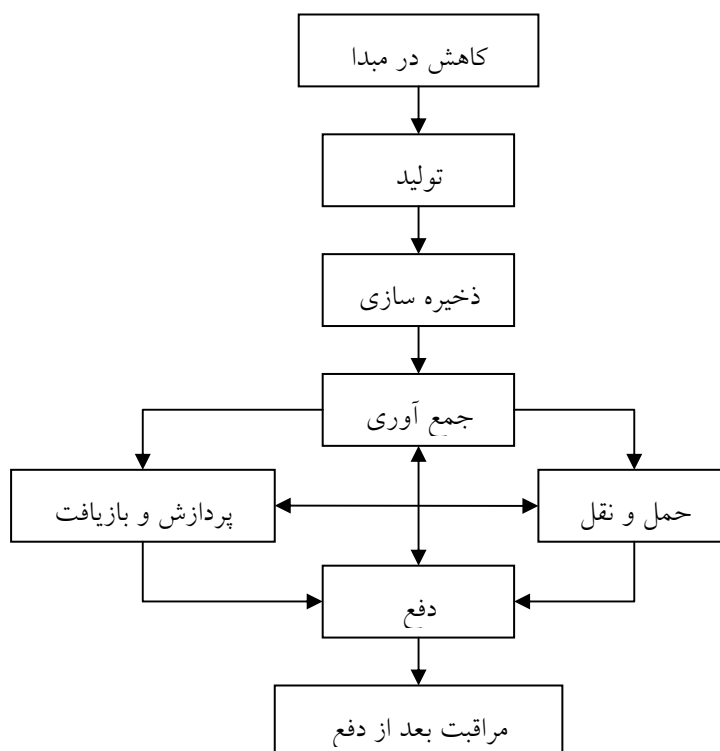
و بازیافت از مبدأ مطرح و بخش خصوصی وارد کار شد، می بایست اداره قراردادها ایجاد شود، بخش روابط عمومی ایجاد یا فعال تر گردد و ابعاد آن گسترده تر شود. در این حالت باید درصد مشارکت مردم بالاتر رود و همکاری مردم با این سیستمها سازمان یافته گردد.

طبیعی است که چنین سیستمی با گستردگی فوق نمی تواند فاقد امور پرسنلی، سازماندهی و تشکیلات مستقلی باشد. بنابراین یکی از ادارات پشتیبانی کننده، امور پرسنلی و دیگری امور تشکیلات و سازماندهی است که می باید فعالانه وظایف خود را انجام دهند. در این حالت، بخش خصوصی در اداره قسمتی یا تمامی این سیستمها در یک بخش و قسمتهایی از شهر یا در تمام شهر فعال شده و بازیافت و مشارکت مردم نقش اساسی را در موفقیت این سیستمها دارند. بالا بردن راندمان این سیستمها، بازگشت آثار بازیافت به شهروندان، کمی کردن اثر بالا رفتن راندمان عملکرد سیستمها در اثر بازیافت، نیاز به محاسبات دقیق مخارج خدمات دارد.

بنابراین وظیفه امور مالی مستقل و پویا در این مورد بسیار حساس خواهد بود که علاوه بر انجام امور مالی مثل محاسبه حقوق و دستمزد به سایر امور مالی این سیستمها از جمله منابع درآمد مستقیم و غیرمستقیم و هزینه ها بپردازد. در شکل (۲-۱۴۰) و (۲-۱۴۱) مراحل تکمیل المان های مدیریت پسماند ارائه شده است.



شکل (۲-۱۴۰) المان های اولیه مدیریت پسماند



شکل (۲-۱۴۱) المان های نهایی مدیریت پسماند

۲-۷-۳- وضعیت مدیریت مواد زائد جامد

بطور کلی مجموعه مدیریت مواد زائد جامد در کلیه شهرهای کشور در وضع خوبی قرار ندارند. و در حال حاضر با توجه به قوانین اتخاذ شده در حال شکل گیری و فعالیت می باشند. سازماندهی موجود نیز سستی و براساس تجربیات شهرداری ها و نیاز شهرها متفاوت است. یکی تغییر اساسی در برخی از شهرهای بزرگ و استانها، ایجاد سازمان بازیافت است. در شهرداری های ایران، مدیریت مواد زائد جامد شهری یکی از فعالیتهای معاونت خدمات شهری و یا سازمان بازیافت و تبدیل مواد و یا سازمان مدیریت پسماند است و تشکیلات و سازماندهی جداگانه ای برای خود در تمامی شهرها ایجاد نشده است. سازمان مدیریت پسماند در برخی از کلانشهرها ایجاد و فعالیت های مربوط به پسماند را به عهده دارد. در شهرهایی که سازمان بازیافت یا مدیریت پسماند تاسیس شده است، تشکیلات جداگانه و سازمان مستقلی برای انجام بعضی از امور مدیریت مواد زائد جامد شهری وجود دارد. برای اجرای این سیستم ها و ایجاد ارتباط منطقی، بهینه و متعادل بین این عناصر، به منظور رسیدن به اهداف سیستم، به سازماندهی و تشکیلات مناسب نیاز است. سازماندهی و تشکیلاتی که جوابگوی تمام نیازهای سیستم مستقل، پویا و خلاق باشد. سازماندهی و تشکیلات مدیریت مواد زائد جامد شهری در اکثر قریب به اتفاق شهرها به جمع آوری خلاصه می شود و به ترتیب سلسله مراتب عبارت است از شهردار منطقه، رئیس خدمات شهری، رئیس ناحیه، سرکارگر و کارگر.

برای مقایسه تطبیقی بین سیستم مدیریت مواد زاید جامد در ایران و جهان و به منظور تبیین ساختار تشکیلاتی و شیوه های مدیریت مواد زاید در ایران، لازم است که قوت ها و ضعف ها، تهدیدها و فرصت ها و جهت گیری های اساسی و سیاستگذاریها در هر مورد مشخص شوند. سپس با توجه به شرایط کشور در مورد انطباق این عوامل و یافته های، سیستم مدیریت مواد زاید جامد شهری ارزیابی گردد.

در آمریکا برای ایجاد و ارتقای سیستم های مدیریت مواد زاید جامد ظرفیت سازی بخش خصوصی در اجرا، تحقیق و توسعه مدنظر قانون گذار بوده است. نکات محوری سیستم های مدیریت مواد زاید جامد شهری در این کشورها را می توان به صورت زیر بیان کرد.

■ مدیریت مواد زاید جامد، فعالیتی فرابخشی است که در فعالیتهای آن باید توسعه پایدار رعایت شود و کشورهای صنعتی برای حل معضل زایدات، راهبرد ملی در کشور خود تبیین کرده اند.

■ در کشورهایی که به صورت ایالتی اداره می شوند، مثل آمریکا، برای حل مشکل مدیریت مواد زاید جامد شهری راهبرد ملی ضرورت پیدا کرده است. رهبر ملی نه تنها وظیفه تعیین اهداف ملی و سیاستها را به عهده دارد، بلکه باید برای خرید محصولات و مواد بازیافتی و جداسازی مواد و سادگی و ایمنی عملیات بازیافت تمهیداتی را اتخاذ کند.

■ حلقه های بازیافت و پردازش مواد در سیستم مدیریت مواد زاید جامد شهری کشورهای صنعتی کاملاً توسعه پیدا کرده اند.

- سیاست مدیریت مواد زاید جامد براساس محور مشتری پایه ریزی شده است .
- بازیافت فقط بر مبنای آنالیز فیزیکی زباله در این کشورها برنامه ریزی نشده است.

- مفهوم مدیریت جامع مواد زاید جامد در کشورهای صنعتی شکل گرفته و بر چهار محور استوار است که به ترتیب الویت عبارتند از:

- کاهش در مبدأ (شامل استفاده مجدد)

- بازیافت (شامل کمپوست)

- زباله سوز (بازیافت انرژی)

- دفن بهداشتی

- در تشکیلات مدیریت جامع مواد زاید همه مسئولیتی به عهده دارند، صنایع، تمام سطوح دولت، مردم ، بخش خصوصی و شرکتهای جمع کننده مواد اصل "آلوده کننده باید هزینه را پرداخت کند"، در سیاستگذاریها، قوانین و آیین نامه ها رعایت می شود. در این کشورها سیاستگذاری برای کاهش زایدات بر سه مکانیزم قانونی، اقتصادی و آگاهی رسانی عمومی استوار است :

۲-۷-۴- ویژگی های سیستم مدیریت پسماند

مدیریت مواد زاید جامد در کشورهای در حال توسعه با مشکلات و پیچیدگی های زیادی روبه روست. البته مدیریت مواد زاید جامد شهری در ایران در مقایسه با سایر کشورهای در حال توسعه مانند ترکیه، هندوستان، بنگلادش یا کشورهای آفریقایی از وضع بسیار خوبی

برخوردار است. ویژگیهای مدیریت مواد زاید جامد در ایران را می توان به صورت زیر بیان کرد:

- سیستم مدیریت مواد زاید جامد شهری در ایران از سابقه طولانی برخوردار نیست و در بسیاری از شهرهای کشور روشهای تجربی اعمال می شود.

- سیستم مدیریت مواد زاید جامد در کشور حتی در شهرهای بزرگ و کلان شهرها به معنی امروزی آن حتی با شش عنصر موظف وجود ندارد. سیستم های فعلی مدیریت مواد زاید جامد شهری جوابگوی نیازهای شهرها در این رابطه نیست و به طراحی جدید نیاز دارند.
- سیستم های فعلی مدیریت مواد زاید جامد شهری از کمبود ماشین آلات رنج می برند و به ورودی فناوری های جدید نیازمندند. بنابراین طراحی جدید در این سیستمها ضروری است.

- مسئله اصلی مدیریت مواد زاید جامد شهری در ایران (به ویژه در سواحل شمالی کشور) پیدا کردن زمین برای دفن است و به چگونگی دفع کمتر اندیشه می شود.

- رشد جمعیت و مهاجرت از روستاها به شهر و از شهرهای کوچک به شهرهای بزرگ و کلان شهرهای کشور، همواره برنامه ریزان شهری را به دنبال توسعه شهرها می کشاند و همواره در ظرفیت های ساختاری شهر کمبود ایجاد می کند، بنابراین کمبودهای زیادی در سرویس دهی و خدمات رسانی در شهرهای کشور وجود دارد.

- بیشتر شهرهای کشور به غیر از چند شهر بزرگ و کلان شهرها با کمبود منابع اعتباری برای اداره شهر مواجه اند.

- بازیافت در کشور عمدتاً در دست گرو ههای غیر رسمی و دوره گردهاست.
- زباله های بهداشتی -درمانی و صنعتی همراه با زباله های شهری جمع آوری و دفن می شوند.

۷-۵-۲- جمع بندی و ارائه پیشنهادات

ساماندهی وضعیت موجود سیستم مدیریت مواد زاید جامد شهری و ارتقای این سیستم ها به دو گروه از فعالیتهای و اقدامات که می توانند به صورت موازی اجرا شوند، نیاز دارد:

الف - بسترسازی و اقدامات برون سازمانی در سطح ملی، که این اقدام فراتر از حدود پروژه حاضر می باشد.

ب - اقدامات درون سازمانی و تشکیلاتی

در مورد اقدامات درون سازمانی و تشکیلاتی که در حال حاضر مربوط به شهرداری ها و وزارت کشور می شود، موارد زیر باید صورت پذیرد:

۱- در استانداری ها یک دفتر ستادی مختص مدیریت مواد زاید جامد استان با پتانسیل علمی و ستادی قوی ایجاد شود.

۲- تا قبل از اجرای مورد اول، نسبت به ایجاد ساختار تشکیلاتی و سازماندهی مناسب حداقل با توجه به شش عنصر موظف در سیستم مدیریت مواد زاید جامد شهری در معاونت

خدمات شهری شهرداری ها اقدام شود. این مجموعه هسته اولیه سازمان مدیریت مواد زاید جامد در بند یک را ایجاد خواهد کرد. تعداد کارکنان مورد نیاز و تخصص های مورد نیاز تابع درجه شهردار یها خواهد بود.

۳- پژوهشکده مطالعات شهری و روستایی وزارت کشور و سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور در جهت انجام تحقیقات ملی و برنامه های توسعه برای اصلاح شیوه های مدیریتی، سازماندهی موثر و روشهای جدید و پیشرفته تر جمع آوری، جداسازی، بازیافت، استفاده مجدد از مواد زاید و دفن بهداشتی اقدام کنند.

۴- خطوط راهنما برای سیستمهای جمع آوری، حمل و نقل، جداسازی از مبدأ، بازیافت، ثبت اطلاعات، جمع آوری و تهیه اطلاعات و دفع توسط پژوهشکده مطالعات شهری و روستایی تهیه و منتشر شود.

۵- تفکیک از مبدأ در رأس برنامه های شهرداری ها قرار گیرد و اهداف کلی برای آن تعیین گردد، این اهداف می توانند در سطوح ملی، استانی و محلی تعیین شوند.

۶- جلب رضایت شهروندان و بازگشت منابع بازیافت به صورت مستقیم به شهروندان، سرلوحه کار شهرداری ها قرار گیرد.

۷- همزمان با تفکیک از مبدأ سایر حلقه های زنجیره بازیافت مثل بازاریابی، صنایع بازیافتی و فروش محصولات بازیافتی در برنامه های شهردار یها و وزارت کشور قرار گیرد.

۸- به استثنای تفکیک از مبدأ انجام سایر برنامه های بازیافت صرفاً بر مبنای آنالیز فیزیکی زباله برنامه ریزی نشود و حلقه های بعدی هم مورد توجه و ارزیابی قرار گیرد.

۹- گسترش مناطق زیر پوشش سیستم های جمع آوری زباله در شهرها و توسعه کیفی آن به نحوی که علاوه بر پوشش صد در صد جمعیت شهری، مناطق حاشیه نشین و روستاهای مجاور را هم در بر گیرد.

۱۰- تأمین کمبودهای موجود شهرداری ها و برنامه ریزی برای تأمین ماشین آلات جدید، تجهیزات و کارکنان آموزش دیده و با کیفیت برای جذب در سیستم های مدیریت مواد زاید جامد شهری متناسب با رشد شهر و شهرنشینی در آینده.

۱۱- ساماندهی بازیافت کنندگان غیررسمی، حمایت و تشکل آنها در قالب شرکتهای خصوصی و نظارت بر فعالیت آنها

۱۲- کاهش فشار بر زمین با اجرای برنامه های جداسازی از مبدأ و بازیافت.

۱۳- حمایت از اجرای طرح های دفن بهداشتی و بازیافت.

۷-۶-۴- سازمان مدیریت پسماند

وزارت کشور جمهوری اسلامی ایران برای ساختار سازمان مدیریت پسماند برای شهرهای با جمعیت معین نمودار سازمانی خاصی را تصویب نموده است. سازمان مذکور براساس ماده ۸۴ قانون شهرداری و بند پانزده ماده ۷۱ قانون تشکیلات، وظایف و انتخابات شوراهای اسلامی کشور و انتخاب شهرداران مصوب ۷۵/۳/۱ و ماده ۱۰ قانون پسماند ها مصوب سال

۸۳ تاسیس سازمان مدیریت پسماند را که وابسته به شهرداری می باشد، تصویب نموده است.

اساسنامه و اهداف به همراه وظایف سازمان در ادامه ارائه شده است.

۲-۷-۶-۱- فصل اول کلیات:

ماده ۱: نام سازمان «سازمان مدیریت پسماند می باشد که اختصاراً در این اساسنامه سازمان نامیده می شود.

۲-۷-۶-۲- ماده ۲: نوع سازمان

سازمان بر اساس ماده ۸۴ قانون شهرداری و بند پانزده ماده ۷۱ قانون تشکیلات، وظایف و انتخابات شوراهای اسلامی کشور و انتخاب شهرداران مصوب ۷۵/۳/۱ و ماده ۱۰ قانون مدیریت پسماندها مصوب سال ۸۳ تاسیس می گردد و وابسته به شهرداری می باشد که دارای شخصیت حقوقی مستقل و استقلال مالی و اداری است و مطابق با مفاد مواد این اساسنامه و آئین نامه های مصوب طبق اصول بازرگانی اداره می شود.

۲-۷-۶-۳- اهداف سازمان مدیریت پسماند

✓ اجرای برنامه های مدیریت پسماندها در شهر بر اساس قانون مدیریت پسماندها از قبیل برنامه یزی، ساماندهی، مراقبت و عملیات اجرایی مربوط به کاهش تولید، جمع آوری، ذخیره سازی، جداسازی، حمل و نقل، بازیافت، پردازش و دفع پسماندهای عادی از جمله پسماندهای شهری ساختمانی و عمرانی.

✓ ایجاد بانک اطلاعات و ارتقای سطح فناوری در بخش های نرم افزاری و سخت افزاری

- ✓ افزایش توان کارشناسی و مدیریتی سازمان (شهرداری در زمینه مدیریت پسماندها)
- ✓ کاهش تصدی گری و بسترسازی لازم به منظور مشارکت هر چه بیشتر و جذب سرمایه های بخش خصوصی در زمینه اهداف و وظایف سازمان با رعایت مقررات مربوطه.
- ✓ گسترش همکاری های مردمی و افزایش آگاهیهای عمومی از طریق آموزش و اطلاع رسانی یا افزایش درآمد سازمان.
- ✓ جلب رضایت شهروندان.
- ✓ حفظ پاکیزگی و نظافت محیط شهری.
- ✓ بهینه سازی و ارتقای مدیریت پسماندهای عادی و ویژه موجود در پسماندهای عادی شامل تولید، ذخیره سازی موقت، جمع آوری، حمل و نقل، بازیافت، پردازش و دفع صحیح پسماندهای جامد.

۲-۷-۴- وظایف سازمان

سازمان جهت نیل به اهداف فوق و با رعایت مقررات موضوعه اقدام به اجرای موضوعات زیر می نماید:

- ◀ مدیریت و نظارت، طراحی و برنامه ریزی برای امور مربوط به تولید، ذخیره سازی موقت، جمع آوری، حمل و نقل، بازیافت، پردازش و دفع پسماندهایی عادی (از قبیل پسماندهای خانگی، اداری، تجاری و عمرانی با رویکرد تفکیک از مبدا و تنظیف شهر)

- ◀ تبصره: سازمان می تواند بق تبصره ذیل ماده (۷) قانون مدیریت پسماندها با عقد قرارداد اجرای فعالیت های مدیریت صنعتی و ویژه از قبیل پسماندهای بیمارستانی، رون های سوخته، باطری های مصرف شده، خودروهای فرسوده و ... انجام دهد.
- ◀ تلاش در جهت بهینه سازی و کمینه سازی تولید پسماندهای عادی و ویژه موجود در پسماند عادی از طریق آموزش و اطلاع رسانی و همکاری با بخش های صنعتی، کشاورزی، بازرگانی، خدماتی، اداری و...
- ◀ پیگیری، پشتیبانی و مشارکت فعال در فرایند تدوین قوانین، ضوابط، دستورالعملها، سیاست گذاری ها و استانداردسازی امور مربوط به مدیریت پسماندهای عادی و ویژه موجود در پسماند عادی.
- ◀ مطالعه و پژوهش به منظور بهینه سازی روش های عملیاتی و انجام مطلوبتر اهداف و وظایف سازمان.
- ◀ تهیه و جمع آوری اطلاعات و آمار مربوط به فرایندهای مدیریت پسماندهای عادی و ویژه موجود در پسماند عادی برای ایجاد بانک اطلاعاتی موضوع بند ۲ ماده (۶) آیین نامه اجرایی قانون مدیریت پسماند.
- ◀ انعقاد قرارداد با شهرداری و موسسات وابسته و مناطق آن برای تقبل مسئولیت های مرتب با اهداف سازمان و یا تقبل نظارت بر کار امانی یا پیمانی مناطق شهرداری در امور مربوط.
- ◀ شناسایی و تملک اراضی و املاک مورد نیاز مدیریت پسماند طبق قوانین و مقررات مربوطه.

- ◀ احداث واحدها و کارخانجات بازیافت، پردازش، فع و تبدیل پسماندها مطابق طرح ها و برنامه های مصوب مستقیماً از طریق مشارکت و سرمایه گذاری بخش خصوصی.
- ◀ بازاریابی محصولات تهیه شده در مراکز زباله و کارخانجات مربوطه.
- ◀ آموزش و ایجاد مراکز آموزشی و تشکیل دوره های تخصصی برای کارکنان شهرداری ها، سامان ها و موسسات دولتی و خصوصی به طرق مختلف اعم از مکاتبه ای، حضوری، تهیه برنامه های تلویزیونی و سینمایی، تشکیل سمینار و... با رعایت مقررات موضوعه.
- ◀ بررسی و اقدام جهت ایجاد دوره تحصیلات عالی در دانشگاه ها برای تربیت تکنسین و کاردان و مهندس در ارتباط با مدیریت پسماندها با رعایت مقررات مربوطه.
- ◀ چنانچه اجرای هر یک از بندهای فوق الذکر نیاز به اخذ مجوز از مراجع قانونی ذیربط داشته باشد، سازمان موظف به اخذ مجوزهای مربوطه می باشد.
- ◀ بسترسازی و پشتیبانی لازم برای جذب سرمایه و مشارکت بخش خصوصی و کاهش تصدی گری سازمان در فعالیت های خدماتی، تجاری، صنعتی، بازرگانی، پژوهشی، تولیدی و فنی مرتبط.
- ◀ عقد قرارداد با مشاوران و پیمانکاران و نظارت و کنترل بر فعالیت آنها در چارچوب وظایف سازمان.
- ◀ ارائه خدمات مشاوره ای و کارشناسی.

◀ ایجاد همکاری و ارتباط مستمر با کارگروه های استانی به منظور انتقال مشکلات، ظرفیت ها، دانش و تجربیات، مطالعات و سایر اطلاعات مورد نیاز کارگروه های مذکور.

◀ ارسال طرح ها و پروژه های مدیریت پسماند برای تصویب کارگروه استانی.

◀ پیگیری امور جرایم و تخلفات مدیریت پسماندها و ضابطین قوه قضاییه مطابق شیوه نامه های مربوطه.

◀ پیگیری و اخذ تعرفه های بهای خدمات مدیریت پسماند مطابق شیوه نامه دستورالعمل های مربوطه.

◀ تهیه طرح های جامع و تفصیلی مدیریت پسماند مطابق با ماده ۴ آیین نامه اجرایی مدیریت پسماند و برنامه راهبردی ارائه شده از سوی وزارت کشور.

◀ شناسایی، تعیین و تملک محل دفع پسماندهای عادی بر اساس مفاد ماده ۱۲ قانون و مواد ۷ و ۲۳ آیین نامه اجرایی مدیریت پسماندها.

کلیه اهداف و وظایف سازمان باید در چارچوب قانون مدیریت پسماندها مصوب سال ۱۳۸۳ و آیین نامه ها و دستورالعمل های مربوطه و قانون شهرداری و سایر مقررات قانونی موضوعه صورت گیرد.

۷-۶-۵- ماده ۵: مرکز سامان و مدود علمیات آن:

مرکز سازمان در شهر است و محدوده عمل آن محدوده و حریم شهر می باشد.

۲-۷-۶-ب: منابع درآمد سازمان:

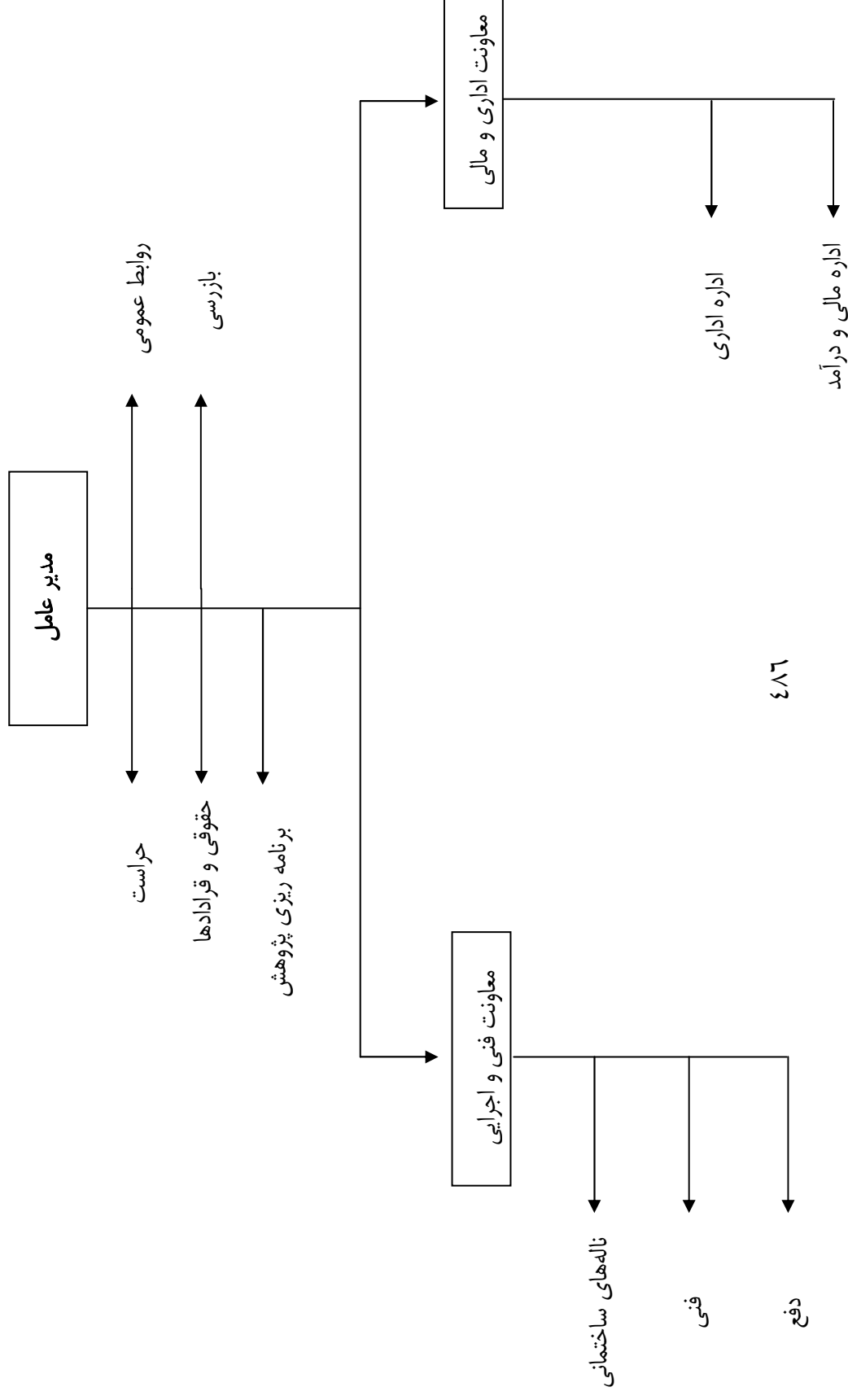
سازمان می‌تون جهت تامین هزینه‌ها و تقویت بنیه مالی خود از طریق زیر با رعایت مقررات موضوعه کسب درآمد نماید.

درآمد حاصل از ارائه خدمات مشاوره‌ای و کارشناسی و فنی در قالب تهیه طرح و پیشنهاد و اجرا در زمینه اهداف و وظایف سازمان برای مراجعین بخش خصوصی و دولتی و عمومی و شهرداریها.

در زیر چارت پیشنهادی برای سه محدوده شهری با توجه به جمعیت در نمودارهای (۲-۲۷) تا (۲-۲۹) ارائه شده است.

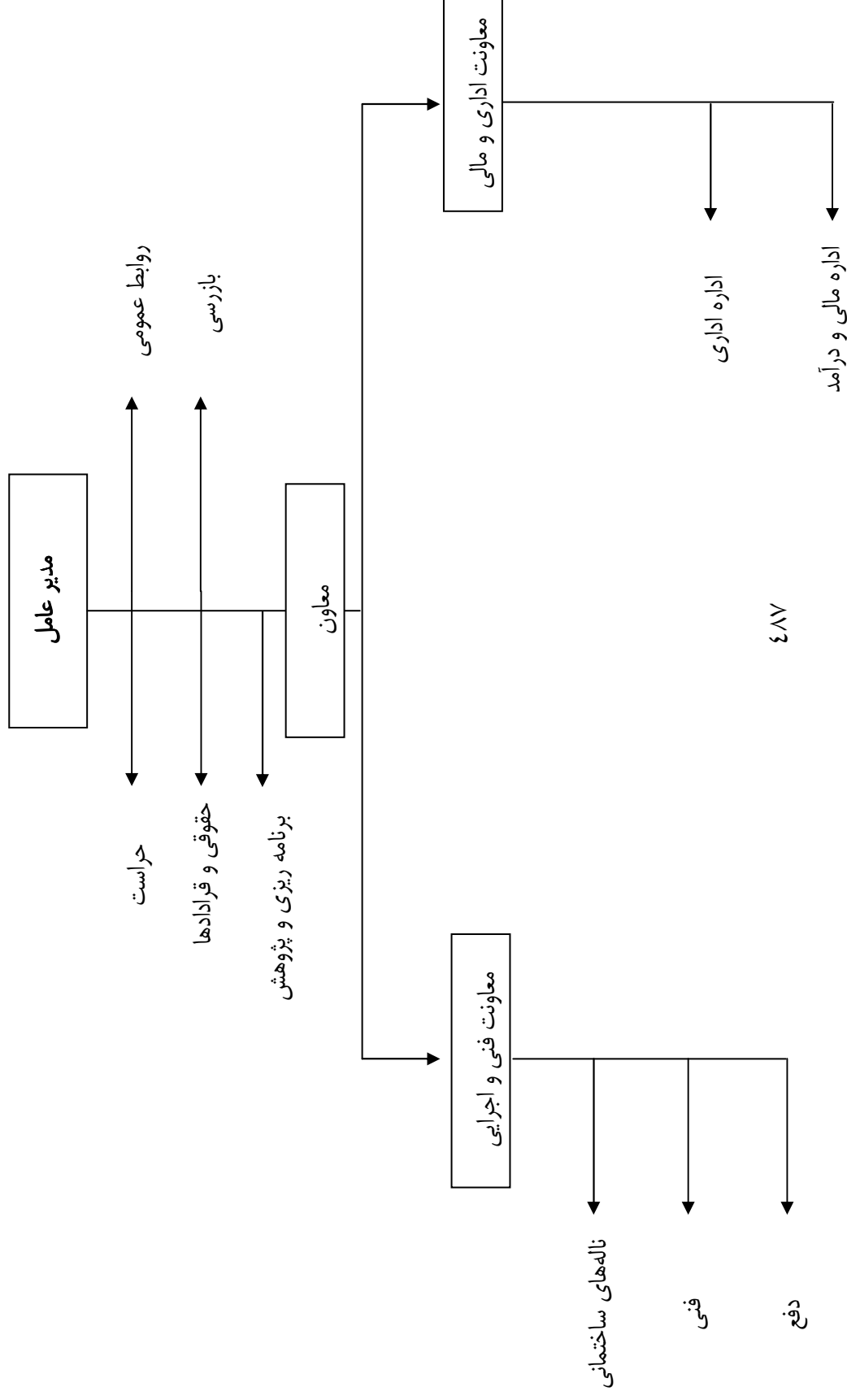
نمودار (۲-۲۷) چارت تشکیلاتی سازمان مدیریت پسماند (جمعیت کمتر از ۵۰۰ هزار نفر)

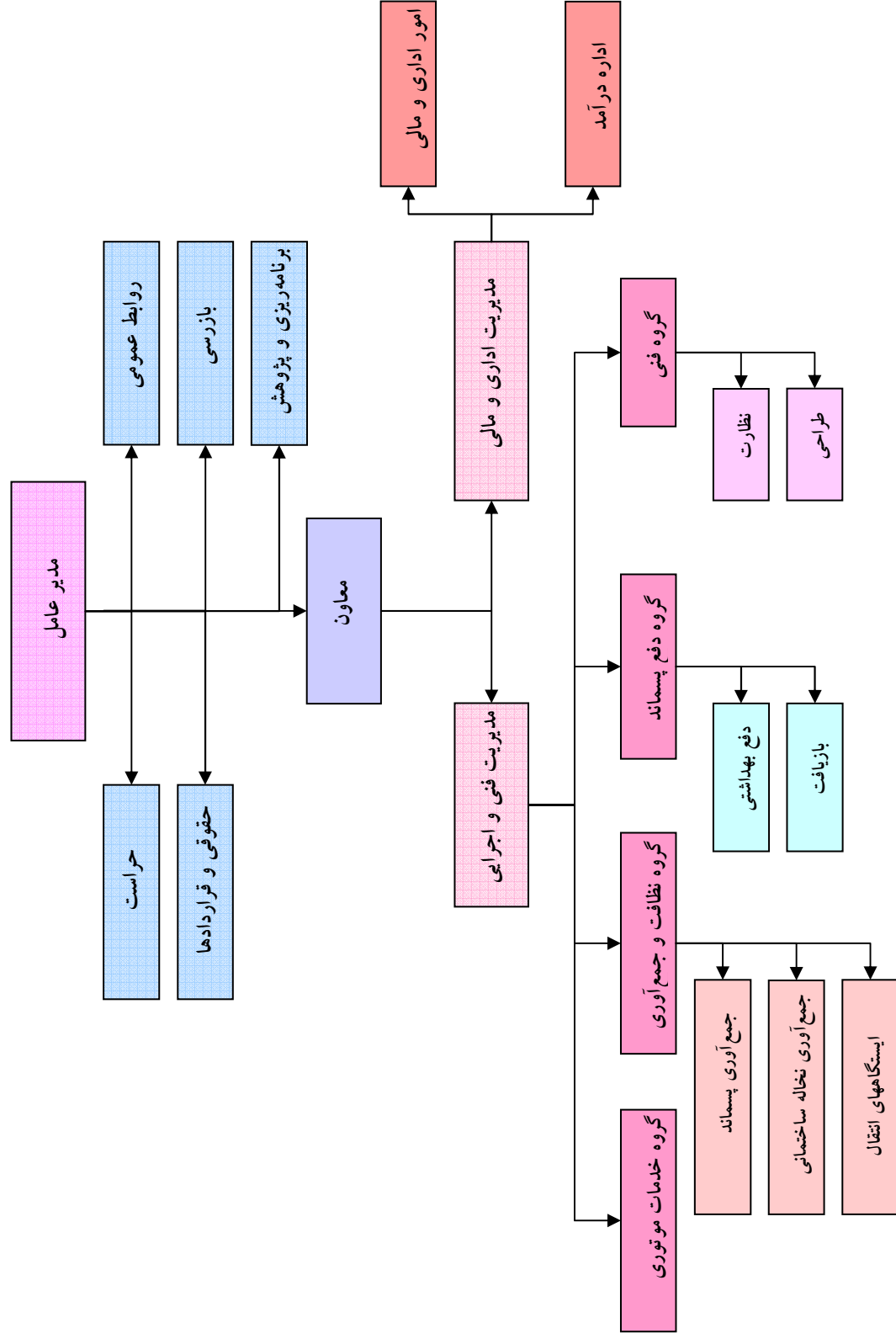
نمودار سازمانی پیشنهادی سازمان مدیریت پسماند در جمعیت کمتر از ۵۰۰ هزار نفر



نمودار (۲-۲۸) چارت تشکیلاتی سازمان مدیریت پسماند (جمعیت بین ۵۰۰ هزار تا ۱ میلیون نفر)

نمودار سازمانی پیشنهادی سازمان مدیریت پسماند در جمعیت بین ۱۰۰۰۰۰۰ — ۵۰۰۰۰۰۰ نفر





نمودار (۲-۲۹) چارت تشکیلاتی سازمان مدیریت پسماند (جمعیت بالای ۱ میلیون نفر)

۲-۸- ا ارائه گزینه های مناسب برای تامین هزینه های مدیریت پسماند با توجه به قوانین و

مقررات مربوطه

۲-۸-۱- مقدمه

بسیاری از پسماندهای تولید شده، قابل بازگشت به چرخه تولید و مصرف می باشند مثلاً فلزات، آلومینیوم، آهن، برخی از پلاستیکها، شیشه، کاغذ و بسیاری دیگر از ترکیبات موجود در پسماند می تواند در صورتی که به صورت مجزا جمع آوری شود، به راحتی به چرخه تولید و مصرف ثانویه برگردد.

برخی دیگر از ترکیبات موجود در پسماند باید فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاصی بر روی آنها انجام شود که بتواند مجدداً به چرخه تولید و مصرف برگردد، به مجموعه این فعالیتها پردازش پسماند یا بازیافت اطلاق می گردد. مثلاً از بازیافت لاستیکهای مستعمل می توان ۷۰ نوع محصول جدید و قابل مصرف تولید کرد به عنوان مثال می توان کفش، کابل، سیم، تسمه صنعتی، نوار نقاله، پارکت، وسائل تزئینی و دکوری، کف کفش و بسیاری از چیزهای دیگر تولید کرد.

از بازیافت کاغذ می توان کاغذ، مقوا، شانه تخم مرغ و کارتنهای بسته بندی محصولات مختلف و یا از بازیافت پسماند های تر و پسماندهای غذایی کود آلی (کمپوست) تولید کرد.

یکی دیگر از مزایای پردازش و بازیافت انواع پسماندهای تولید شده به جز حفظ محیط زیست و صرفه جویی در مصرف منابع طبیعی، ارزشهای اقتصادی آن می باشد که از این صرفه جوییها

و درآمدهای حاصل از خرید و فروش انواع پسماندهای ارزشمند موجود در کل پسماند می توان برخی از هزینه های جاری سیستم را بطور مناسب پوشش داد.

۲-۸-۲- سرمایه گذاری در سیستم مدیریت پسماند

در بحث مدیریت پسماند می توان دو زمینه کلی سرمایه گذاری را مد نظر قرار داد:

مرحله اول: خدمات تفکیک، جمع آوری، حمل و دفن

مرحله دوم: احداث صنایع بازیافتی نظیر کمپوست و بازیافت کاغذ ، فلز و پلاستیک (در صورت نیاز).

با توجه به مطالب یاد شده، مهمترین معیارهای قابل بررسی در مورد سرمایه گذاری در زمینه تفکیک، جمع آوری، حمل و دفن را به ترتیب ذیل می توان بر شمرد:

- میزان درآمد مردم شهرهای منطقه مطالعاتی.
- میزان تمایل مردم به پرداخت هزینه های خدمات.
- توان مالی مدیریتهای محلی پسماندهای شهری (شهرداریهای منطقه (در اداره امور.
- توان تجهیزاتی شهرداری ها در تامین نیازهای برنامه های جمع آوری، حمل و دفن پسماندهای جامد شهری.
- هزینه های مدیریت پسماندهای جامد در زمینه جمع آوری، حمل و دفن زباله های

شهرها.

▪ سهم مشارکت مردمی و بخش دولتی و نیمه دولتی در تامین هزینه های مدیریت

پسماندهای جامد شهری در زمینه جمع آوری، حمل و دفن.

در خصوص سرمایه گذاری برای احداث کارخانجات بازیافت، به طور کلی دانستن این مطلب

بسیار مهم است که کدام یک از اجزای زباله دارای پتانسیل اقتصادی لازم برای تفکیک و بازیافت

می باشد. چرا که این مسئله ارتباط تنگاتنگی با جذب سرمای هها و شیوه اجرایی عملیات دارد.

به طور کلی روشهای بسیار متنوعی برای سرمایه گذاری و تقسیم سرمایه در بحث صنایع بازیافت

وجود دارد که در کشور ما و در منطقه طرح تمامی این روشها در قالب دو نوع کلی یعنی نوع

دولتی و نوع عمومی قابل طبقه بندی هستند .

از دیدگاه سرمایه گذاری در شهرها، این روشها به انواع ذیل تقسیم بندی می شود:

۱- تشکیل تعاونی های شهرداری ها (زیر نظر فرمانداری ذیربط و یا شهرداری کرج)

۲- سرمایه گذاری بخش خصوصی

۳- سرمایه گذاری بخش دولتی و نیمه دولتی

روشهای فاینانس ، بیع متقابل و روش ساخت، بهره برداری و انتقال (B.O.T) که برای هر سه نوع

روشهای فوق الذکر قابل کاربرد می باشند، از روشهای بسیار متداول سرمایه گذاری در سطح

جهان و کشور ما هستند که معمولاً برای جذب سرمایه در زمینه احداث صنایع مختلف از جمله

صنعت بازیافت کاربرد دارد.

همچنین مهمترین معیارهای قابل بررسی در مورد سرمایه گذاری در زمینه صنایع بازیافت را به ترتیب ذیل می توان بر شمرد:

- اطمینان از فروش محصول در کوتاهترین مدت.
- امکان احداث صنعت بازیافت در مناطق شهری و عدم محدودیت در انتخاب مکان کارخانه
- امکان استفاده از راهنمایی ها و مشاوره های شرکت های معتبر خارجی و ارتقای تکنولوژیکی.
- امکان استفاده از وام های خارجی از جمله بانک جهانی و سایر سازمان های بین المللی .
- این موضوع به ویژه در ارتباط با پروژه های احداث محل دفن بهداشتی مشترک و احداث کارخانجات کمپوست در محدوده مطالعاتی حایز اهمیت است.
- امکان تامین نیروهای متخصص و کارآمد با هزینه مناسب با توجه به احداث صنایع بازیافت
- ایجاد ارزش افزوده مناسب و کافی (با انتخاب مناسب فناوری و فرآیند برتر)
- تضمین بازگشت اصل سرمایه در کوتاهترین مدت.
- حداقل وابستگی به مواد خارجی و یا قطعات یدکی.
- در دسترس بودن، فراوانی و ارزان بودن قیمت مواد اولیه.
- سودآوری مناسب و بدون ریسک و مخاطره
- اشتغال زایی، گستردگی بازار مصرف عمومی، مصرف کم انرژی، کاهش آلودگی محیط زیست،
- حفظ منابع طبیعی (کاهش قطع درختان جنگلی، کاهش آلودگی منابع زیرزمینی و سطحی آب)
- ،کاهش بیماریهای خطرناک و مسری، کاهش مصارف آب، کاهش هزینه های دفن با توجه با

کاهش حجم مواد و کاهش واردات همگی جزء مزایای صنایع بازیافت به شمار می روند که به منظور ترغیب سرمایه گذاری بخشهای غیر دولتی لازم است مورد توجه قرار گیرند.

۲-۸-۳- تعیین بهای خدمات در زمینه مدیریت پسماند

یکی از نتیجه های مؤثر و عملی جلب مشارکت های مالی مردمی همان پرداخت سهم مشارکت به صورت عوارض سالیانه و یا ماهانه ریالی و پولی از طرف ساکنین شهرها و روستاها می باشد. باید توجه داشت که به سبب موانع فرهنگی مورد اشاره ، ممکن است مردم شهرهای منطقه مورد مطالعه از پرداخت عوارض یاد شده خودداری کنند و یا اصولاً به دلیل وجود مشکلات اقتصادی توان پرداخت چنین عوارضی را ندارند.

شایان ذکر است که پرداخت عوارض خدماتی تنها یکی از شیوه های مشارکت محسوب شده و شیوه های بسیار مؤثرتری نیز وجود دارد که بخش عمده آنها همان همکاری داوطلبانه و دلسوزانه مردم در اجرای بخش های مختلف برنامه مدیریت زباله می باشد، چیزی که در کشورهای پیشرفته جهان به راحتی قابل مشاهده است ولی در شرایط کشور ما به سبب معضلات فرهنگی و اقتصادی وجود ندارد . بنابراین تا زمانی که فرهنگ استفاده از چنین روشهای مشارکتی برای کاهش هزینه های مدیریت مواد زاید جامد در کشور نهادینه نگردد، پرداخت هزینه های جاری خدمات مدیریت پسماندهای شهری از سوی مردم شاید عملی ترین روش باشد.

البته با توجه به هزینه های گزاف و درآمد کم مردم نمی توان انتظار داشت که کل این هزینه ها از طریق مردم تامین شود و لازم است در ابتدای امر بخشی از هزینه ها در قالب بودجه های دولتی تامین گردد.

به عبارت دیگر مردم هر منطقه به عنوان عاملین اصلی تولید زباله و پسماندها در مقابل زایدات تولید شده مسوول می باشند و سود و ضرر مستقیم این پدیده متوجه خود مردم خواهد بود. لذا نقش مردم در مدیریت پسماندها از مرحله تولید تا دفن بهداشتی در قالبهای مختلف صاحبان و کارکنان شرکتها و صنایع، ادارات، خانوارها و غیره بسیار مهم و اساسی است.

از آنجایی که در بسیاری از کشورهای پیشرفته دنیا مدیریت پسماندها تماما به عهده بخش خصوصی می باشد و این بخشها نیز اکثرا اهداف مالی را دنبال می کنند و بخشهای دولتی فقط نقش ناظر بر عملکرد این ارگانهای غیردولتی را دارند و هیچ حقوق یا دستمزدی به چنین ارگانهایی بابت سرویس دهی و خدمات رسانی به مردم نمی پردازند، لذا پرداخت حق الزحمه با مبالغ مشخص برای انواع تولید کنندگان زباله از خانگی گرفته تا صنعتی و غیره بصورت یک اصل و قانون جا افتاده است و مردم پذیرفته اند که بهای خسارات وارده به محیط زیست و آلودگی هایی را که ایجاد کرده اند چه در غالب حق الزحمه و چه بصورت مالیات باید بپردازند، چیزی که در کشورهای پیشرفته جهان به راحتی پذیرفته شده و قابل مشاهده است ولی در شرایط کشور ما به سبب معضلات فرهنگی و اقتصادی چنین برنامه هایی وجود ندارد.

۷-۸-۴- دستورالعمل نحوه تعیین بهای خدمات مدیریت پسماندهای عادی شهری

این دستورالعمل با استناد ماده ۸ قانون مدیریت پسماندها و به منظور تشویق تولیدکنندگان به تولید کمتر پسماند و افزایش کمی و کیفی تفکیک از مبدا و بازیافت، کاربردی بودن برای شهرداریها، انعطاف پذیری، افزایش نقش شوراهای اسلامی، تشویق شهرداران در جهت ارائه خدمات مناسب تر و کاهش هزینه ها، جهت پسماندهای عادی تهیه گردیده است.

ماده ۱: واژه ها و اصطلاحات به کار رفته در این دستورالعمل تابع تعاریف مندرج در ماده ۲ قانون مدیریت پسماندها مصوب ۱۳۸۳/۲/۲۰ و ماده ۱ آیین نامه اجرایی شماره ۲۸۴۸۸/ت/۳۲۵۶۱ ه مورخ ۸۴/۵/۱ مصوب هیئت محترم دولت می باشد.

ماده ۲: منابع درآمد مدیریت اجرایی پسماند: عبارت است از بهای خدمات وصولی از تولید کنندگان کلیه پسماندهای عادی از جمله واحدها و اماکن مسکونی، تجاری، خدماتی، صنفی، تولیدی، اداری و غیره یا کشاورزی واقع در داخل حریم شهرها.

ماده ۳: پرداخت کننده: اشخاص حقیقی یا حقوقی (تولید کننده پسماند) تادیه کننده بهای خدمات به مدیریت اجرایی می باشند.

ماده ۴: صورتحساب بدهی: قبض صادره توسط مدیریت اجرایی پسماند است که مشخصات و میزان بدهی اشخاص حقیقی و یا حقوقی تولید کننده پسماندها در آن درج شده و با ذکر شماره حساب بانکی تنظیم و جهت پرداخت به تولیدکننده پسماند ارائه می گردد.

ماده ۵: رسید دریافت وجه: قسمتی از برگه صورتحساب بدهی شامل مشخصات پرداخت کننده بوده که پس از واریز بهای خدمات توسط بانک مورد تایید قرار گرفته و به پرداخت کننده تسلیم می گردد.

تبصره: شهرداریها موظف به تفکیک بهای خدمات از سایر درآمدها و نگهداری در حساب جداگانه بوده که بر اساس قانون و آیین نامه فقط صرف هزینه های مدیریت پسماند می گردد.

ماده ۶: نحوه محاسبه بهای خدماتی مدیریت اجرایی پسماند:

الف) بهای خدمات پرداختی توسط تولیدکنندگان پسماند عادی برای اماکن مسکونی:

$$C = F \times D \times R \times (C_t + C_d) \times E_1 \times E_2$$

F= بعد خانوار شهری

D= روزهای سال (۳۶۵ روز)

R= سرانه تولید پسماند در شهر مربوطه (کیلوگرم)

C_t= هزینه جمع آوری و حمل و نقل یک کیلوگرم پسماند عادی شهری در شهر مربوطه (ریال)

C_d= هزینه دفع یک کیلوگرم پسماند عادی شهری در شهر مربوطه (ریال)

E₁= نسبت عوارض نوسازی واحد مسکونی مورد نظربه متوسط عوارض نوسازی یک

واحد مسکونی شهر= ضریب تعدیل منطقه ای

۱/۵ < E₁ < ۰/۴ با شرط

نسبت پسماند تفکیک نشده به کل پسماند تولیدی (حداقل این مقدار ۰/۷ می باشد) = ضریب E_2

تشویق جهت گسترش تفکیک از مبدا

بهای خدمات پسماند یک خانوار شهری در شهر مربوطه (ریال) $C =$

تبصره ۱: شورای اسلامی شهر می تواند حداکثر تا ۳۰٪ هزینه های مدیریت پسماند را از سایر

منابع شهرداری تامین و معادل این رقم به عنوان یارانه از بهای خدمات محاسبه شده فوق (C)

کسر نماید.

تبصره ۲: یارانه منظور شده باید حداکثر در طی یک دوره ۵ ساله حذف گردد.

ب) بهای خدمات پرداختی توسط تولیدکنندگان پسماند تجاری و اداری:

بند ۱: بهای خدمات مدیریت پسماند، صنوف ۵۰٪ (پنجاه درصد) عوارض کسب با توجه به

نوع کسب تعیین می گردد.

بند ۲: بهای خدمات مدیریت پسماند کلیه اماکن اداری و مراکز و موسسات آموزشی و شرکت

های دولتی و خدماتی که صنف محسوب نمی گردند معادل ۱۰۰٪ عوارض نوسازی ملک (اعم از

ملکی، اجاره ای، رهنی یا وقفی) تعیین می گردد.

تبصره ۱: در مورد مشاغل پر زباله (از قبیل لیست پیوست ۲) علاوه بر بهای خدمات بند ۱

مدیریت اجرایی می تواند بر اساس تعرفه و روش اجرایی متناسب با نوع پسماند (خشک- تر و

حجم یا وزن) که توسط شورای اسلامی تصویب می شود هزینه های مربوط را دریافت دارد.

تبصره ۲: مساجد، حسینیه ها و تکایا از پرداخت بهای خدمات مدیریت پسماند معاف می باشند. بدیهی است چنانچه در این اماکن واحدهای غیر مرتبط (مانند واحدهای تجاری و ...) مستقر باشند. متناسب با تعداد واحد و نوع کسب مشمول پرداخت بهای خدمات مدیریت پسماند خواهند بود.

تبصره ۳: مدارس (ابتدائی، راهنمایی و متوسطه) دولتی از پرداخت بهای خدمات مدیریت پسماند معاف می باشند.

ماده ۷: کلیه تولیدکنندگان پسماندهای عادی و کشاورزی مستقر در حریم شهرها مکلفند هزینه تمام شده خدمات جمع آوری، جداسازی، پردازش و دفع پسماندها را که به تصویب شورای اسلامی شهر مربوطه رسیده است به حساب شهرداری که به طور جداگانه افتتاح گردیده واریز نمایند.

ماده ۸: وزارت کشور (سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور) مسئول نظارت بر حسن اجرا و رعایت این دستورالعمل بوده و در صورت لزوم قابل تجدید نظر خواهد بود.

۲-۸-۵- شیوه های اجرایی و قانونی اخذ بهای خدمات مدیریت پسماندها در منطقه مطالعاتی

در زمینه اخذ بهای خدمات، وضعیت تولید کنندگان پسماندهای صنعتی و ویژه با توجه به ماده ۷ قانون مدیریت پسماندها مشخص است و مدیریت اجرایی این دسته از پسماندها و هزینه های آن، به عهده تولیدکنندگان آنها خواهد بود. در مورد سایر تولیدکنندگان پسماندها اعم از شهری و روستایی با استناد به ماده ۸ قانون مدیریت پسماندها، مدیریت اجرایی می تواند هزینه های

مدیریت پسماند را از تولید کنندگان پسماند با تعرفه ای که طبق دستورالعمل وزارت کشور توسط شوراهای اسلامی بر حسب نوع پسماند تعیین می شود دریافت نموده و فقط صرف هزینه های مدیریت پسماند نماید.

بنابراین با توجه به مواد قانونی موجود با نظر و نظارت شهرداری ها، در مناطق شهری مورد نظر می توان تعرفه ای مشخص را بصورت ماهانه یا هفتگی، با توجه به نوع و میزان خدماتی که به مردم هر شهر ارایه می گردد و همچنین سطح زندگی و درآمد خانوارها برای مناطق شهری مورد مطالعه تعیین نمود. این تعرفه را در ازای ارایه رسید و ارایه خدمات، از خانوارها دریافت نمود. همین موضوع برای دیگر تولیدکنندگان زباله که از خدمات شهرداری استفاده می نماید، صدق می نماید. به عنوان مثال: صنایع و مراکز بهداشتی - درمانی.

البته ذکر این نکته الزامی است که قبل از انجام و اجرای طرحهای اخذ بها از مردم شهرها در ازای خدمات رسانی در امر مدیریت پسماند، همانطور که قبلاً هم گفته شد باید فرهنگ سازیهای لازم صورت گیرد و مردم برای پرداخت حق مشارکت و یا حق الزحمه به عاملان فعال در امر مدیریت زباله های شهری به خوبی توجیه گردند. جهت استمرار در پرداخت این حق اشتراکها، می توان در مواقع مناسب، به عنوان مثال از یک دوره زمانی خاص که مردم به پرداخت حق اشتراک عادت کردند و آنرا پذیرفتند، آنرا بصورت قانونی همه گیر و مشمول در سطح شهرها و با نظارت شهرداریها به اجرا درآورد و در ازای کمکهای مالی و پرداخت حق اشتراک رسیدهایی را به خانوارها تحویل داد.

همچنین در بلند مدت به عنوان یک عامل تنبیهی برای کسانی که از پرداخت حق اشتراک امتناع می ورزند، مدیریت و مسول اجرایی مدیریت پسماند در شهرها که عمدتاً شهرداریها هستند، می توانند با نظارت آنها، از جمع آوری زباله ها و خدمات رسانی به خانوارهای مورد نظر تا زمان پرداخت مجدد حق اشتراک و بهای خدمات، جلوگیری به عمل آورند. لازم به ذکر است که در مواردی که شهر یا روستایی به عنوان مرکز خدمات رسانی (کلی یا اقماری) در نظر گرفته می شود، باید هزینه هایی را که به علت انجام خدمات مدیریت پسماندهای شهرها و روستاهای تحت پوشش، متحمل می گردد، از آنها دریافت نماید.

در ابتدای امر استفاده از کمک های دولتی برای ایجاد زیرساختها و بستر فعالیت مطلوب می تواند بخشی از این هزینه ها را جبران نماید، لیکن در دراز مدت باید تعامل کافی بین شهرها و روستاهای منطقه صورت گیرد تا این موضوع نهادینه گشته و مورد قبول تمامی ذینفعان طرح قرار گیرد. نقش فرمانداری ها و استانداریها در ایجاد هماهنگی و صدور دستورالعمل های لازم در این خصوص بسیار حایز اهمیت است. در شهرها، شهرداران و در روستاها دهیاران مسئول مستقیم اجرای طرح و دستورالعمل های مربوطه خواهند بود.

بدین ترتیب هزینه های جاری مدیریت پسماند در هر روستا و شهر از مردم و سایر تولید کنندگان دریافت و متناسب با خدمات در اختیار مدیریت مرکزی بالادستی قرار خواهد گرفت. در مورد درآمدهای حاصل از طرح های مدیریت پسماند نیز روشی مشابه با جهت معکوس قابل انجام است. یعنی اگر مدیریت مرکزی در اثر اعمال مدیریت پسماندهای منطقه، درآمدی را کسب نمود، باید متناسب با سهم هر یک از زیرمجموعه های طرح آن را به ایشان پرداخت نماید. لیکن از

آنجاییکه انجام چنین حجم امور مالی، کمی موضوع را پیچیده می سازد، بهتر آنست که هزینه قابل دریافت مدیریت پسماند از زیرمجموعه های ذیربط پس از کسر درآمدهای طرح محاسبه و از ایشان دریافت گردد. در اینصورت تمام بدنه مدیریت پسماند منطقه به طور غیر مستقیم از عواید طرح ها بهره مند خواهند شد. نسبت سهام هر عضو بستگی به میزان همکاری و تلاش مدیران محلی و میزان زباله تولیدی یا تفکیکی خواهد داشت.

۲-۸-۶- جمع بندی و ارایه گزینه های پیشنهادی

با توجه به مطالب پیش گفته، گروههای مختلفی برای سرمایه گذاری در طرح های بازیافت شناسایی گردیده اند که به طور خلاصه عبارتند از: دولت شامل شهرداری ها و سازمانها و نهادهای سطح ملی و منطقه ای و بانکها (و موسسات مالی، بخش غیردولتی عمومی شامل: بخش خصوصی، مردم و سازمانهای بین المللی).

به دلیل ماهیت طرح هایی که به طریقی با زباله در ارتباط اند هنوز از مقبولیت اقتصادی مناسبی برخوردار نمی باشند، استفاده از پتانسیل مشارکت مردمی و بخش خصوصی در ابتدای امر در سرمایه گذاری، موضوع مشکلی به نظر می رسد. اگر به همان اندازه که مورد انتظار است در پیشبرد سایر برنامه های مدیریت پسماند (که از جنبه کمک به صنایع بازیافتی، بیشتر طرح های تفکیک از مبدا و فرهنگ سازی های مرتبط با آن مطرح می باشد) توفیق داشته باشند، خود به نوعی سرمایه گذاری غیر مستقیم در بازیافت به شمار می آید.

از این رو لازم است در ابتدا دولت به صورت کاملاً آگاهانه و برنامه ریزی شده نسبت به سرمایه گذاری های اولیه اقدام نماید. به طوری که همگام با پیشرفت برنامه های دیگر من جمله برنامه های آموزش مردم و فرهنگ سازی، تفکیک از مبدا اجزا در شهرها مطابق با برنامه ها و اهداف کمی مورد نظر، کاهش حجم مواد دفنی، کاهش هزینه های مدیریت پسماند، افزایش سطح آگاهی مسئولین ذیربط در شهرداری ها، تجهیز شهرداری ها به امکانات لازم تا حد ضرورت و غیره، و تا زمان نهادینه شده فرهنگ عمومی بازیافت و نیز نقطه ای که بتوان از آن به عنوان نقطه عطفی در بازگشت سرمایه گذاری های انجام شده در همه ابعاد یاد کرد، به تدریج نقش دولت در سرمایه گذاری ها کمتر شده و نسبت به واگذاری سهام هایی که به طور مستقیم یا غیرمستقیم در اختیار دولت بوده است، به بخش خصوصی و عمومی اقدام شود. بنابراین برای سرمایه گذاری در مدیریت پسماندهای شهری لازم است روندی نظیر آنچه که ذیلاً بیان می گردد، پیموده شود:

- پتانسیل یابی منطقه ای (بررسی توام نیازهای شهری و روستایی)

- اولویت بندی مناطق از نظر ضرورت سرمایه گذاری

- برآورد تلفیقی هزینه های احداث صنایع بازیافتی (به منظور پوشش دادن شهر و روستا در منطقه

مورد نظر)

- تعیین اهداف کمی برای دوره های کوتاه مدت، میان مدت و بلندمدت در بخشهای مختلف

مدیریت پسماند شهری و روستایی و مکلف نمودن شهرداری ها و دهیاری ها برای نیل به این اهداف تا زمان مقرر.

- سهم بندی تدریجی سرمایه گذاری بخش های مختلف موثر در سرمایه گذاری در امر بازیافت با نگرش کم رنگ شدن تدریجی نقش دولت / شهرداری ها و دهیاری ها و پررنگ شدن نقش بانکها، بخش خصوصی و مردمی در سرمایه گذاری.

- مستهلک نمودن وام ها و کمک های دولتی ارایه شده، پس از طی دوره سربه سری سرمایه . در این مرحله با توجه به اینکه پیش بینی می گردد که برخی از طرح های بازیافت دارای سود قابل توجهی باشند، در صورتی که نگاه دولت به این طرح ها از جنبه درآمدزایی نیز مطرح باشد، می توان بخشی از سهام دولت را در این طرح ها حفظ نمود و آن را به عنوان منبع درآمدی در نظر گرفت . در این صورت هزینه کردن دولت برای این طرح ها یارانه ای تلقی نشده و شاید در بدترین حالت متوازن تلقی گردد.

با توجه به مطالب فوق گزینه های زیر را می توان برای تامین هزینه های مدیریت پسماند در شهر ارائه نمود:

۱- اجاره دادن ناحیه یا منطقه ای به بخش خصوصی و پیمانکاران با تجربه، علاوه بر پیمانکار خدمات شهری، جهت بازیافت تخصصی اجزای با ارزش پسماند؛

۲- به مزایده گذاشتن اقلام ارزشمند موجود در پسماند برای فروش به اصناف مختلف و مرتبط.

۳- اجاره دادن ایستگاههای تفکیک پسماندهای خشک به بخش خصوصی.

۴- فروختن پسماندهای مرکز دفن (تفکیک در مقصد) به بخش خصوصی برای تولید کود

آلی و یا تبدیل مواد بازیافتی زیر نظر شهرداری (سازمان بازیافت)

- ۵- ساخت و یا استقرار غرفه و یا کانکسهای سیار جمع آوری پسماندهای خشک شهروندان در مکانهای مختلف شهر و اجاره دادن آن به پیمانکاران با تجربه.
- ۶- فروش کمپوست حاصل از کارخانه کمپوست به کشاورزان و یا فرآوری آن از طریق گرانوله نمودن و بسته بندی تجاری جهت مصارف خانگی و فروش به سایر شهرها.
- ۷- دریافت هزینه برای جمع آوری، حمل و نقل و دفع پسماندهای شهری تولیدی در کارگاه ها و کارخانجات موجود در سطح شهر؛
- ۸- دریافت عوارض مدیریت پسماند توسط شهرداری ها از شهروندان.

۲-۹- ا ارائه گزینه های مناسب برای بستر سازی و ایجاد انگیزه برای جذب و مشارکت بخش خصوصی

از آنجایی که مدیریت پسماند یکی از مباحث هزینه بر، در سطح مدیریت شهری می باشد، اختصاص تمام هزینه ها به شهرداری ها عاقلانه نمی باشد و بایستی حتماً از مشارکت بخش خصوصی در این زمینه بهره جست. با توجه به برنامه پنج ساله سوم توسعه در ایران و تاکید دولت بر خصوصی سازی، در این بخش به ارائه گزینه های مناسب برای بستر سازی و ایجاد انگیزه برای جذب و مشارکت بخش خصوصی در زمینه مدیریت پسماند پرداخته می شود.

یکی از مشکلات اصلی در مجموعه سیستم مدیریت خدمات شهری کشور عدم وجود دستورالعمل و آئین نامه های مشخص و روشن متناسب با شرح خدمات و فعالیتهای جاری به ویژه در بخش خصوصی و پیمانکاری می باشد. بنابراین هیچگونه شاخص منطقی از نظر علمی و اجرایی برای ارزیابی و انتخاب بخش خصوصی حرفه ای و شرکتهای توانا تر و با راندمان بالاتر وجود ندارد، لذا ممکن است شرکتهای خصوصی واجد شرایط و شایسته تر برای مشارکت در مجموعه انتخاب نشوند و همین موضوع باعث می شود تا ایجاد انگیزه و رقابت میان شرکتهای برای دخالت در امر اداره جامع، کمتر شده و یا به کلی از میان برود.

۲-۹-۱- تعیین شیوه های جلب مشارکت بخش خصوصی در سرمایه گذاری

ایجاد صنایع بازیافت اعم از بازیافت شیشه، پلاستیک، پت، کاغذ، مواد آلی و دیگر مواد پسماندها، مستلزم انجام سرمایه گذاریهای کلان می باشد. آنچه که در کشور ما و منطقه مطالعاتی بعنوان صنایع بازیافت موجود می باشد، با آنچه که بعنوان صنایع بازیافت منطبق بر فرآیندهای علمی و استانداردهای جهانی باید ایجاد شود فاصله زیادی دارد.

در ایران سرمایه گذاری در صنایع بازیافت عمدتاً متوجه صنایع کمپوست بوده و در مورد پلاستیک و کاغذ نیز بیشتر کارگاههای کوچک مقوا سازی و یا ذوب مواد پلاستیکی و تبدیل آنها به مواد ساده جدید می باشد که از فرآیندهای علمی و مناسبی تبعیت نمی کند.

بنابراین می توان گفت که در منطقه مطالعاتی اراک، هنوز سرمایه گذاری اصولی و مناسبی در مورد طرح های تفکیک از مبدا و بازیافت انجام نگرفته است.

یکی از دلایل اصلی عدم توسعه اینگونه صنایع در منطقه، آن است که سرمایه گذاری در این صنایع عمدتاً معطوف و محدود به شهرداریها و برخی حمایت های مالی دولتی بوده است. سرمایه گذاران بخش خصوصی در این زمینه، اقدام به سرمایه گذاری های محدود و کوچکی نموده اند که در چارچوب اهداف خود برای کسب سود حاصل از سرمایه گذاری بوده است و اهداف محیط زیستی در آن لحاظ نشده است.

در منطقه مطالعاتی، برنامه ریزیهای کلان و بلند مدت برای کنترل مقدار پسماندها و بازیافت مواد مختلف موجود در پسماندها انجام نشده است و مطالعات اخیر سازمان شهرداریهای کشور در مورد مناطق دهگانه، مبنای دقیقی برای شناخت وضع موجود، پسماندها و آلودگیهای ناشی از آن در مناطق مختلف کشور و همچنین تعیین مقدار و قابلیت های موجود برای بازیافت مواد زاید می باشد.

با توجه به تنوع زمینه های سرمایه گذاری در پروژه های صنعتی گوناگون در منطقه مطالعاتی اراک، و درآمدهای قابل توجه حاصل از این سرمایه گذاریها، بخش خصوصی تمایل چندانی برای ورود به اینگونه سرمایه گذاریها ندارد که عملکرد آنها در گذشته مبین این موضوع می باشد.

با توجه به مقدمه فوق شیوه های جلب مشارکت بخش خصوصی در سرمایه گذاری در صنایع بازیافت در منطقه مطالعاتی را می توان در موارد ذیل خلاصه نمود:

- شناخت کافی و لازم به سرمایه گذاران بخش خصوصی از نحوه و چگونگی امکان سرمایه گذاری آنان در این صنایع داده شود.

- پتانسیل ها و استعدادهای منطقه و میزان مواد زاید قابل بازیافت از پسماندهای منطقه واستمرار و تداوم و افزایش مواد اولیه صنایع بازیافت برای بخش خصوصی مشخص شود.

- حمایت های دولت از سرمایه گذاران بخش خصوصی مشخص و از طریق رسانه های گروهی به اطلاع مردم رسانده شود.

- حمایت های شهرداریها از بخش خصوصی در این زمینه مشخص و اعلام گردد.

- طرح های تفکیک از مبداء در قالب دستورالعمل های اجرایی شهرداریها، به مرحله اجرا گذارده شود و هماهنگی لازم با بخش خصوصی جهت جمع آوری و استفاده از مواد زاید تفکیک شده بعمل آید و مجوزهای لازم در این زمینه به آنها داده شود.

- ضمانت های لازم برای تامین و تحویل مواد اولیه این صنایع از طریق شهرداریها داده شود، مثلاً در مورد صنایع کمپوست، شهرداریها ضمانت لازم را برای تحویل پسماندهای فسادپذیر به بخش خصوصی بدهند.

- شهرداریها در زمینه ایجاد صنایع بازیافت با بخش خصوصی مشارکت نمایند و در تامین زمین مورد نیاز و بخشی از سرمایه اقدام نمایند.

- حداقل قیمت خرید برای محصولات بازیافتی توسط دولت تعیین و درمورد برخی از صنایع بازیافت که فاقد درآمد زایی و سود دهی کافی می باشد، یارانه هایی از طریق دولت تامین و به بخش خصوصی پرداخت گردد.

- تسهیلات بانکی مورد نیاز بلندمدت از طریق سیستم بانکی کشور با کارمزد کم در اختیار سرمایه گذاران قرار داده شود.

- پرداخت بخشی از کارمزد وامهای دریافتی توسط دولت تامین و تضمین گردد.

- اطلاع رسانی کافی در مورد حمایت های دولت و شهرداریها از سرمایه گذاران بخش خصوصی در این زمینه

- حذف مقررات دست و پاگیر برای اخذ موافقت اصولی برای سرمایه گذاری و سایر مقررات مربوطه

با رعایت و اعمال موارد فوق بخش خصوصی علاقمند به اینگونه سرمایه گذاری خواهد شد. با شکل گیری صنایع بازیافت در منطقه، بخش عمده پسماندهای منطقه بازیافت و آلودگیهای محیط زیستی تعدیل خواهد شد. همچنین مشکلات شهرداریها نیز در زمینه مدیریت مواد زاید، تعدیل خواهد گردید.

۲-۹-۲- بررسی شیوه های جلب مشارکت مردم در امر سرمایه گذاری (اوراق مشارکت، فروش

سهام و...)

سرمایه گذاری شهروندان بعنوان افراد حقیقی، در صنایع بازیافت به عنوان سرمایه گذار اصلی به دلایل ذیل تاکنون مورد استقبال چندانی قرار نگرفته است.

۱. حجم سرمایه گذاری مورد نیاز کلان و در نتیجه انجام آن توسط مردم با دشواری امکان پذیر است.

۲. مردم شناخت کافی از کم و کیف اینگونه سرمایه گذاریها و سود حاصل از سرمایه گذاری ندارند.

۳. سود حاصل از اینگونه سرمایه گذاریها بخصوص در مورد صنایع کمپوست و یا زباله سوزی در حدی نیست که از نظر اقتصادی جاذبه های لازم را برای سرمایه گذار داشته باشد.

۴. طرح های تفکیک از مبداء توسط شهرداریها اجرا نشده است و فرهنگ تفکیک از مبداء و تحویل جداگانه مواد ایجاد نشده است. بنابراین تامین مواد اولیه مناسب برای این صنایع با دشواری امکان پذیر است.

۵. مردم آگاهی لازم از تولیدات بازیافتی، نحوه فروش آن و حمایت های دولت برای تضمین خرید و غیره ندارند و یا اصولاً اینگونه حمایتها وجود نداشته است.

۶. تسهیلات لازم برای سرمایه گذاری و مشارکت مردم در سرمایه گذاری فراهم نشده است.

۷. ریسک سرمایه گذاری به جهت وابستگی مواد اولیه مورد نیاز و هم چنین فروش تولیدات بازیافتی به شهرداریها بدلیل جابجایی مکرر شهرداران، تصمیمات متفاوت شورای شهر و شهرداران وعدم ضمانت های لازم در این زمینه زیاد می باشد.

۸. نگرانی مردم برای انجام سرمایه گذاری مستقل بدلیل وابستگی سرمایه گذاری به شهرداری در حد زیادی وجود دارد.

با توجه به عوامل مورد اشاره، مردم در سرمایه گذاری مستقل برای ایجاد این صنایع مشارکت نخواهند داشت ولی می توان به شیوه های ذیل مشارکت مردم را در سرمایه گذاریها جلب نمود:

۱. فروش اوراق مشارکت برای ایجاد صنایع بازیافت و پرداخت سود مناسب برای این اوراق . این امر مستلزم آن خواهد بود که سازمان شهرداریها با هماهنگی با بانک

مرکزی ایران و وزارت امور اقتصادی و دارایی، پرداخت اصل و بهره این اوراق را ضمانت نمایند.

۲. ایجاد شرکت های وابسته به شهرداریها و فروش سهام آن به شهروندان برای احداث اینگونه صنایع، در صورتی که مردم اعتماد لازم را به شهرداری داشته باشند امکانپذیر می باشد.

۳. ایجاد برخی تسهیلات از جمله معافیت کلیه صنایع بازیافت از مالیات و عوارض، تضمین حداقل قیمت خرید محصولات بازیافتی و واگذاری زمین برای احداث این صنایع، می تواند بتدریج شرایط لازم را برای سرمایه گذاری مردم فراهم نماید.

۲-۹-۳- تعیین معیارهای موثر بر تصمیم گیری در امر سرمایه گذاری

عوامل مختلفی در امر سرمایه گذاری برای احداث صنایع بازیافت دخالت دارند که مهمترین آنها عبارتند از :

۱. عوامل اقتصادی مهمترین تاثیرگذاری را در مورد احداث صنایع بازیافت برای سرمایه گذاری بخش خصوصی دارد. چنانچه پروژه های بازیافت از توجیحات اقتصادی کافی برخوردار باشد، مردم اینگونه سرمایه گذاریها را انجام خواهند داد در غیر این صورت دلیلی برای این سرمایه گذاریها از طریق بخش خصوصی وجود نخواهد داشت.
۲. بازگشت سرمایه : بازگشت سریع سرمایه نیز از عوامل و معیارهایی است که همواره مورد توجه بخش خصوصی می باشد که در این پروژه ها زمان بازگشت سرمایه نسبتاً طولانی می باشد.

۳. حمایت های دولت و شهرداریها: چنانچه دولت و شهرداریها حمایت های لازم را از سرمایه گذاران بخش خصوصی بعمل آورند، تاثیر مثبت بر احداث اینگونه صنایع خواهد داشت.

۴. وجود تسهیلات بانکی برای برخی از پروژه ها و حمایت سیستم های بانکی برای احداث صنایع بازیافت ، از جمله معیارهایی است که بر تصمیم گیری بخش خصوصی برای اینگونه سرمایه گذاریها موثر خواهد بود.

۵. ضمانت شهرداریها برای تامین مواد اولیه صنایع بازیافت در بلندمدت از جمله عوامل تاثیرگذار بر سرمایه گذاری توسط بخش خصوصی می باشد.

۶. ضمانت دولت برای خرید تولیدات بازیافتی از دیگر عوامل موثر بر تصمیم گیری برای احداث صنایع بازیافت توسط بخش خصوصی و مردم می باشد.

۷. برقراری وام های بلند مدت و کم بهره توسط بانکها برای احداث صنایع بازیافت، از دیگر مواردی است که در تصمیم گیری بخش خصوصی و مردم برای احداث این صنایع تاثیر مثبت دارد.

دراین زمینه، بانک کشاورزی می تواند، در احداث صنایع کمپوست از طریق پرداخت وام های کم بهره و بلند مدت و تضمین خرید تولیدات کمپوست برای کشاورزان بیشترین تاثیرگذاری را داشته باشد.

در مجموع معیارهای تصمیم گیری برای سرمایه گذاری در صنایع بازیافت برای بخش خصوصی، معیارهای اقتصادی و کسب درآمدهای مناسب و سود قابل مقایسه با سایر سرمایه گذاریها می باشد. در نتیجه باید، شرایط لازم و تسهیلات و کمک های مورد نیاز جهت اقتصادی شدن این واحدها فراهم گردد.

دولت و سازمانهای موظف در این زمینه نیز به جهت تحقق اهداف و سیاست های کلان توسعه پایدار باید زمینه های لازم برای سرمایه گذاری بخش خصوصی را فراهم نمایند، تا سالانه هزاران تن انواع پسماندهای شهری منطقه اراک از طریق احداث صنایع بازیافت، تحت فرآیندهای علمی و بهداشتی مجدداً بازیافت و مورد استفاده قرار گیرد و محیط زیست منطقه بتدریج از آلودگیهای ناشی از پسماندهای شهری پاک گردد.

۱۰-۲- ارائه گزینه های مناسب برای آموزش و اطلاع رسانی

هدف نخستین هر انسانی که پای در روان پالایی و اندیشه گرایی می گذارد توانایی بخشیدن به خود و اندیشه است. فرآیند آموزش در بهسازی انسان؛ سازندگی روح و روان او، تقرب به خداوند که سرچشمه خرد و اندیشه و نظم آفرین تمام هستی است و همچنین ارتقاء سطح بینش و آگاهی های عمومی و تخصصی نسل بشر و رها کردن او از تاریکی و جهالت و رهنمود ساختن او به سمت نور و روشنایی، خود شناسی و خدا شناسی و همچنین تربیت و پرورش نسل های آینده و فرهیختگان فردای هر جامعه بشری بسیار مؤثر و حقیقتی اجتناب ناپذیر می باشد و پرداختن به این امر تقریباً "در تمام ادیان و مکاتب آسمانی آنقدر با اهمیت و مقدس شمرده شده است تا آن جا که می فرمایند هر کس به من یک کلمه بیاموزد مرا بنده خود نموده است.

آموزش وسیله انتقال موارث کهن فرهنگی، اخلاقی، دینی و عرفانی تمام جوامع بشری است. فرهنگ تمام اقوام مختلف در سراسر جهان بر آموزش صحیح استوار می باشد، هدف از آموزش توسعه افکار انسانها و ایجاد ژرف نگری، خلاقیت، خودآگاهی، آزاد اندیشی و تعالی در جامعه است. فرهنگی که همراه با تفکر انسان گرایانه به وسیله آموزش مؤثر و درست انتقال یابد به استقرار روابط مطلوب و حسن تفاهم و همبستگی فکری و پرورش اندیشه ها و تعالی شخصیت انسان ها می انجامد.

آموزش باعث پرورش شعور اجتماعی در مسئولیت پذیری و دانش آگاهی می گردد و انسان ها را آرمان خواه، هدف گرا، مختار، مبتکر، و سازنده می نماید.

آموزش باعث پیوند اندیشه های خلاق و قلب های حساس شده و انسان ها را به صورت یک دل و همسو برای سازندگی و حفظ هر چه بیشتر زیبایی ها و نعمات الهی کشورشان به پویایی قابل توجه و قابل قبولی وا می دارد.

لذا باید برای رسیدن به اهداف مورد نظر امر آموزش را بسیار جدی گرفت و از اولویت های اصلی و اولیه تمام برنامه های جاری در کشور محاسبه نمود و توجه به دو نکته در این مقوله بسیار ضروری و منطقی به نظر می رسد:

الف- در نظر گرفتن اعتبارات مالی و اقتصادی کافی و جامع برای طراحی و اجرای برنامه های متنوع، نوین و مؤثر آموزشی برای تمام اقشار مختلف جامعه.

ب- استمرار فعالیت های پویا و مؤثر آموزشی برای مدت زمان طولانی

۲-۱-۱۰- کلیات

شناخت صحیح و اصولی از محیط زیست، منابع طبیعی، موهبت های الهی، منابع اقتصادی، و درکل حفظ و حراست قانونی از آنها و افزایش حس مسئولیت پذیری تک تک افراد جامعه و قبول این نکته که حفظ محیط زیست و موهبت های الهی یک وظیفه شرعی و قانونی است و التزام عملی به این امر جز با آموزش صحیح مبتنی بر یک برنامه آموزشی همگانی که در آن تمام اقشار مختلف جامعه در نظر گرفته شده باشند و استفاده از روشهای نوین و مؤثر آموزشی و متناسب با هر قشر جامعه امکان پذیر نخواهد بود. لذا در نظر گرفتن و بکار گیری شاخصهای اصولی ذیل جزو برنامه های لاینفک آموزشی خواهد بود. که اهم این پارامترها به شرح زیر می باشد:

۱- برگزاری پیش آزمون از گروههای هدف به صورت پایلوت

۲- تعیین شفاف اهداف آموزشی

۳- تجزیه و تحلیل مهندسی و اصولی مخاطبین مختلف

۴- تهیه و تدوین و تنظیم محتوای آموزشی

- ۵- بررسی استراتژیها و انتخاب استراتژی برتر
- ۶- تعیین و تبیین دقیق و کارشناسی شیوه های آموزشی
- ۷- تهیه و تامین ادوات و تجهیزات نوین آموزشی
- ۸- ارزشیابی برنامه ها و فعالیتهای آموزشی انجام شده
- ۹- بر طرف نمودن موانع و نواقص و استمرار آموزش برای گروه های هدف

۲-۱۰-۲ اهداف آموزش

هدف از انجام فعالیتهای آموزشی برای گروه های هدف مختلف در جامعه می تواند موارد زیر باشد:

- ۱- ارتقاء سطح آگاهیهای عمومی شهروندان در رابطه با موضوع مدیریت پسماند
- ۲- آشنایی هرچه بیشتر شهروندان با اهمیت شناخت روشهای کاهش تولید پسماند
- ۳- تصحیح الگوی مصرف غلط رایج در جامعه
- ۳- مشارکت روزافزون و بهتر شهروندان در زمینه تفکیک زایدات تولیدیشان در مبداء
- ۴- توسعه تغییر فرهنگ برخورد عمومی شهروندان با پسماند های تولیدی از مواد بی ارزش و دورریز به مواد با ارزش و قابل تفکیک
- ۵- ارتقاء سطح مسئولیت پذیری شهروندان در قبال بهداشت و محیط زیست
- ۵- حفظ هر چه بیشتر محیط زیست و ارتقاء شاخص های بهداشتی در شهر
- ۶- صرفه جویی منطقی و اصولی در مصرف صحیح منابع طبیعی
- ۷- تقلیل هزینه های جاری سیستم

۲-۱۰-۳- موضوعات آموزشی

برای هر گروه هدف در جامعه استفاده از شیوه های مختلف آموزشی متناسب با آن گروه طراحی و اجرا خواهد شد ولیکن در موضوعات و سرفصلهای آموزشی نقاط مشترک بسیاری بشرح زیر وجود دارد:

۱. شناخت عمومی مواد زاید جامد (تعایف انواع پسماندها و طبقه بندی های آن.
۲. اهمیت های بهداشتی انواع پسماندها (بیماری های ناشی از مدیریت نا صحیح انواع پسماندهای تولیدی)
۳. اهمیت انواع پسماندها از دیدگاههای زیست محیطی
۴. اهمیت انواع پسماندها از دیدگاههای اقتصادی.
۵. راه کارهای کاهش تولید پسماند
۶. آشنایی با کمپوست و مزایای اقتصادی و کشاورزی و زیست محیطی آن.
۷. آشنایی ساده با مفاهیم عمومی با عناصر مختلف مدیریت پسماندها.
۸. آشنایی کامل با اجرای موثر تفکیک انواع پسماندها از مبدا(روشهای اجرا و جمع آوری).
۹. آشنایی با پسماندهای خطرناک خانگی.

۲-۱۰-۴- گروه های هدف آموزشی

تمام اقشار مختلف جامعه باید آموزش ببینند و اولویت بندی شوند ولی به طور کلی میتوان آنها را به گروههای زیر تقسیم و طبقه بندی کرد:

- ۱ - گروه های هدف آموزش همگانی عبارتند از:

الف - خردسالان

ب - کودکان و نوجوانان

ج - جوانان

د - بزرگسالان

۲ - گروه های هدف آموزش تخصصی عبارتند از:

الف - خانگی

ب - تجاری

ج - اداری

د - صنعتی

۳ - آموزش تخصصی مجریان شامل :

الف - پیمانکاران

ب - ناظران

ج - گروه های غیردولتی (NGO)

ج - مسئولین تصمیم گیرنده و مدیران ارشد شهرداری و اعضای شورای اسلامی شهر و سازمانهای وابسته به شهرداری.

برای هر گروه از مخاطبین آموزشی در نظر گرفته شده جهت تبیین و اجرای مفاهیم آموزشی از مشاورین و مدرسین با تجربه و ذیصلاح و متخصص در امور آموزشی و مهندسی بهداشت محیط و محیط زیست باید استفاده کرد .

۲-۱۰-۵- روشهای آموزشی پیشنهادی

۱ - تهیه و چاپ ، تکثیر و توزیع بروشورهای عمومی با مفاهیم ساده که در آن میزان پسماند تولیدی روزانه و سالانه به همراه توضیح پسماند های تر ، خشک و خطرناک و همچنین راههای کاهش تولید پسماند به انضمام ذکر این نکته که باید برای حفظ هرچه بیشتر محیط زیست ، بهداشت و منابع طبیعی کشورمان با انجام تفکیک زایدات در مبدأ مشارکت نمائید و حضوری فعال داشته باشید ذکر شود .

۲ - روش آموزشی چهره به چهره با تربیت آموزشگران مناسب (دانشجویان-تشکلهای مردمی زیست محیطی) برای خانوارهای مسکونی به همراه تحویل بروشور در درب منازل موثر میباشد.

۳ - برگزاری دوره های آموزشی یک روزه برای معلمان و مربیان بهداشت و تربیتی تمام مناطق شهری و توجیه طرح و نحوه مشارکت موثر دانش آموزان در اجرای هرچه بهتر طرح الزامی است تا آنگاه معلمان و مربیان نسبت به آموزش دانش آموزان به صورت پیوسته و با تکرار روزمره اقدامات موثری را انجام دهند، اجرای این روش آموزشی برای معلمان و مربیان مهدکودک ها و گروه سنی دانش آوزان بیش از هر گروه دیگر ضرورت دارد .

۴ - استفاده موثر و مستمر از بیل بردهای خیابانی در تمام نقاط شهر به خصوص بزرگ راههای اصلی و پر تردد ، میادین اصلی و غیره.

۵ - استفاده از تبلیغات تلویزیونی و تیزرهای آموزشی و جذاب در فاصله قبل و میان برنامه های پرتعداد تلویزیونی به ویژه در شب ها و از طرق شبکه های استانی و محلی باید مدنظر قرار گیرد تا بتوان طیف وسیعی از جامعه را بدین وسیله پوشش آموزشی و اطلاع رسانی داد .

۶- استفاده از شخصیت های محبوب هنری و ورزشی در برنامه های تلویزیونی به ویژه در مراسم های جشن و جنگ های شادی برای توصیه کردن مشارکت در انجام طرح تفکیک از مبدأ برای عموم مردم .

۷- پوشش خبری در طیف وسیع و گسترده توسط رسانه ها و جراید کثیرالانتشار محلی و استانی به صورت روزانه با درج مطالب آموزشی با مفاهیم ساده و اساسی باید انجام گیرد .

۸- آموزش و اطلاع رسانی پیوسته در تمام برنامه های کودکان و نوجوانان شبکه های مختلف محلی و استانی .

۹- باید شماره تلفنی را روابط عمومی شهرداری به منظور پاسخگویی به سئوالات شهروندان درمورد نحوه صحیح اجرای طرح و مشارکت فعال از طریق بروشورها ، بیل بردها ، تبلیغات اتوبوسهای شهری ، رادیو و تلویزیونی محلی به مردم اعلام نمایند .

۱۰- برگزاری سمینارهای تخصصی و کارگاه های آموزشی برای قشر دانشگاهیان (دانشجویان ، اساتید ، مسئولین شهرداری ها و سایر مسئولین اداری و موسسات دیگر) باید در طول سال حداقل در هر فصل یک سمینار و یا کارگاه آموزشی انجام گیرد .

۱۱- برگزاری دوره های آموزشی کوتاه مدت برای معلمان ، دبیران ، کارشناسان ، مهندسان ، کارمندان شهرداری ها و سایر موسسات و قشر صنعتی الزامی می باشد .

۱۲- تهیه و تکثیر پوسترهایی با مفاهیم ساده آموزشی و جذاب جهت استفاده در ادارات و موسسات دولتی و خصوصی و همچنین برای تمام کارخانجات الزامی است .

۲-۱۰-۶- شرایط، امکانات و وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

- ۱- تعیین مکان و کلاس های مناسب جهت آموزش (نور، عدم سروصدا، وایت برد، ماژیک، تخته پاک کن، ویدیو و تلویزیون و صندلی به تعداد مناسب).
- ۲- آمفی تئاتر: مجهز به صندلی به تعداد مناسب، پرده نمایش، ویدیو پرژکتور، ویدیو، کامپیوتر و نرم افزار پاورپوینت).
- ۳- هماهنگی کامل جهت دعوت کردن از گروه های مخاطب آموزش و حضور به موقع در دوره های آموزشی در نظر گرفته شده.
- ۴- هماهنگی کامل و به موقع جهت طراحی، چاپ و تکثیر بروشورهای مورد نظر به انضمام پوستر، کتابچه و جزوات آموزشی.
- ۵- استمرار آموزش های مذکور.
- ۶- در نظر گرفتن اعتبارات لازم جهت انجام فعالیت های آموزشی و همچنین تهیه جوایز نفیس برای برخی از شهروندان فعال در مشارکت طرح های بهداشتی و زیست محیطی و گروه های مخاطب در نظر گرفته شده با همراهی کامل و مستمر و نظارت دقیق معاونین فرهنگی و اجتماعی شهرداری.
- ۷- هماهنگی کامل و مشارکت با سازمانهای ذیربط مانند صدا و سیما-فرهنگ و ارشاد اسلامی- سازمان تبلیغات اسلامی-آموزش و پرورش-دانشگاهها-اصناف-محیط زیست و....
- ۸- تامین اساتید و مدرسین متخصص و با تجربه جهت تدریس و تربیت آموزشگران و متقاعد نمودن علمی مسئولین و تصمیم گیرندگان در اولویت اجرای طرحهای بهداشتی و زیست محیطی و در همکاری بین بخشی و تامین اعتبارات کافی مورد نیاز.

۲-۱۰-۷- زمانبندی آموزش

زمانبندی برنامه های آموزشی معمولاً" به دو صورت جامع و مقطعی در نظر گرفته می شود که برنامه های مقطعی آموزشی برای رسیدن به اهداف کوتاه مدت یک پروژه خاص که فقط یک بار انجام خواهد شد قابل اجرا ست ولی برای رسیدن به اهدافی چون تصحیح الگوی مصرف و ترویج تفکیک از مبداء توسط شهروندان تنها برنامه جامع آموزشی قابل اجرا و مد نظر می باشد و انجام امور آموزشی و اطلاع رسانی به صورت مقطعی برای اینچنین طرحی جز بازخورد منفی و تاثیرات نامطلوب اجتماعی پیامدی به دنبال نخواهد داشت و ارائه برنامه مشخص زمانبندی جهت انجام امور آموزشی تصویب شده توسط مشاورین ذیصلاح آموزشی انجام می گیرد که زمانبندی در نظر گرفته شده براساس مخاطبین آموزش و روش آموزشی در نظر گرفته شده برای گروه آموزشی مورد نظر خواهد بود. بنابراین برای انتخاب روش آموزشی در نظر گرفته شده زمانبندی قاعدتاً" دو شاخص نوع مخاطب و میزان توانایی اقتصادی تاثیر گذار می باشند .

برای زمانبندی در اجرای فعالیتهای آموزشی نیاز به اولویت بندی گروه های هدف می باشد. اولویت بندی گروه هدف به ما میگوید که کدام گروه برای آموزش در رده اول یا مثلاً سوم قرار گیرد که به تبع آن زمان مناسب برای هر گروه و مدت آن مشخص میگردد.

در این بخش چند گروه هدف، اولویت آنها و همچنین زمان لازم و وسایل مورد نیاز برای آموزش آنها کاملاً شرح داده شده است.

گروه های هدف مورد نظر به ترتیب اولویت:

۱. دبیران و معلمان

۲. مدیران مدرسه و اعضای انجمن اولیا و مربیان

۳. خانم های خانه دار

۱- دبیران و معلمان

در این گروه هدف، اولویت با دبیران زیست شناسی، شیمی، معلمان علوم و معلمان بهداشت می باشد. دوره مورد نظر برای این گروه یک دوره کوتاه مدت آموزشی یک روزه (۸ ساعته) می باشد.

در این دوره مطالب مورد نظر با استفاده از جزوه آموزشی، پخش فیلم مستند آموزشی و نمایش اسلاید (Power Point) برای گروه هدف ارائه میگردد.

۲- مدیران مدرسه و اعضای انجمن اولیا و مربیان

این گروه در اولویت دوم قرار دارند و بنابر موقعیتشان یک کلاس آموزشی سه ساعته کفایت خواهد کرد. در این کلاس از وسایلی نظیر پخش فیلم کوتاه و مستند آموزشی بمدت حداکثر ۲۰ دقیقه و نمایش اسلاید (Power Point) برای انتقال مفاهیم آموزشی استفاده میگردد. همچنین هدایای جوایز تشویقی به اعضای شرکت کننده توصیه میشود.

۳- خانم های خانه دار

برای این گروه هدف دو روش قابل اجراست:

الف) مراجعه آموزشگران آموزش دیده به درب منازل و ارائه بروشور آموزشی.

در این روش باید شهر را به مناطق، نواحی و حتی محدوده های کوچکتر تقسیم بندی کرد.

آموزش این گروه در دسته آموزشهای یکساله قرار میگیرد.

ب) برگزاری کلاسهای آموزشی سه ساعته جذاب با مفاهیم ساده آموزشی و کاربردی.

در این دوره ها استفاده از اسلاید های رنگی، قطعات مستند کوتاه و بروشورهای تصویردار و همچنین هدایای مرتبط با موضوع توصیه می‌گردد.