

بررسی کمیت و کیفیت مواد زائد جامد و قابلیت بازیافت آن در استان سیستان و بلوچستان

قاسمعلی عمرانی

دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران (عهده دار مکاتبات)

افشین ملکی

دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان

علی شرافت مولا

سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری شیراز

تاریخ پذیرش: ۸۵/۵/۱۵

تاریخ دریافت: ۸۴/۱۰/۱۴

چکیده

امروزه با پیشرفت علوم و تکنولوژی، تولید و مدیریت مواد زائد جامد نیز بسیار دگرگون شده است. یکی از جالب ترین گزینه ها در مدیریت مواد زائد جامد، بازیافت آن است که دارای صرفه اقتصادی و فواید زیست محیطی قابل توجهی است که متأسفانه در کشور ما ایران، کار منسجم و یکپارچه ای تاکنون در کل کشور صورت نگرفته است. تنها در سال ۱۳۸۲، طرح توجیه فنی و اقتصادی بازیافت در کل کشور و استان سیستان و بلوچستان به اجرا درآمده است تا پتانسیل بازیافت تعیین شود. ابتدا، براساس توزیع جغرافیایی و جمعیتی سه شهر زاهدان، ایرانشهر و چابهار به عنوان شاهد، جهت نمونه برداری و انجام آنالیز فیزیکی و شیمیایی انتخاب شدند. درصد اجزاء تشکیل دهنده زباله، چگالی، درصد رطوبت سرانه زباله خانگی و پارامترهای شیمیایی مانند نسبت C/N ، pH ، ارزش حرارتی مطابق روشهای استاندارد انجام شد و با استفاده از جمعیت موجود در استان کمیت و کیفیت مواد زائد در کل استان تعیین شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که سرانه زباله ۵۰۴ گرم به ازای هر نفر در روز، چگالی برابر $۱۸۲/۸ \text{ kg/m}^3$ و درصد رطوبت برابر $۲۵/۵\%$ است و چابهار با ۶۹۰ گرم بالاترین سرانه زباله را داراست. بیشترین درصد اجزاء موجود در زباله مورد بررسی مربوط به مواد گیاهی با ۵۳% معادل $۲۸۴/۴۱$ تن در روز است. سپس، پلاستیک و کاغذ به ترتیب با تولیدی معادل $۵۷/۹۵$ و $۵۶/۳۴$ تن در روز می باشد. نسبت C/N برابر ۲۲ و ارزش حرارتی زباله برابر ۸۹۷۲ کیلوژول بر کیلوگرم است. باتوجه به بافت جمعیتی استان و روند افزایش رفاه و کیفیت زندگی، پیش بینی می شود که در آینده، سرانه زباله روند صعودی داشته باشد. همانطور که انتظار می رود، بیشترین اجزاء تشکیل دهنده در زباله استان مواد گیاهی است با این حال در مقایسه با سایر استانها بویژه استانهای همجوار مثل کرمان ($۶۸/۲\%$) در حد پایین تری است که علت اصلی آن، مربوط به الگوی مصرف و شیوه زندگی در این استان است. از سوی دیگر، پایین بودن نسبت C/N و رطوبت زباله، امکان تبدیل این بخش قابل توجه را به کود دشوار می سازد و چون این بخش از لحاظ کمی و کیفی دارای پتانسیل بالایی برای بازیافت بوده، ضرورت برنامه ریزی و تنظیم نسبت C/N و رطوبت کاملاً مشهود است. با این حال، موفقیت این برنامه، منوط به افزایش آگاهی و مشارکت عمومی برای انجام مؤثر و پیگیر بازیافت از مبدا است. سایر اجزاء قابل بازیافت در زباله استان به ترتیب پلاستیک و کاغذ می باشد که هر دو می تواند بازده اقتصادی مناسبی به دنبال داشته باشند.

واژه های کلیدی: بازیافت، مواد زائد جامد، کمپوست، کیفیت فیزیکی و شیمیایی

مقدمه

است. یکی از جالب ترین گزینه ها در مدیریت مواد زائد جامد، بازیافت مواد زائد جامد است که از طریق صرفه جویی های اقتصادی و فواید محیط زیستی همواره مورد توجه بوده است. بازیافت مواد زائد جامد در کشورهای توسعه یافته، دارای قدمت بیشتری است و امروزه بسیاری

تولید مواد زائد جامد محصول فعالیتهای مختلف انسان است که امروزه با تغییر شیوه زندگی و توسعه همه جانبه نسبت به گذشته، تغییرات زیادی داشته است. با پیشرفت علوم و تکنولوژی، تولید و مدیریت مواد زائد جامد نیز تحت بررسی های فراوان علمی و پژوهشی قرار گرفته

برای تعیین پتانسیل بازیافت مواد، آنالیز فیزیکی و شیمیایی برای اجزای زباله در فصول مختلف انجام شد. در ابتدا، استان به سه ناحیه عمده تقسیم و شهرهای زاهدان، ایرانشهر و چابهار به عنوان ایستگاه نمونه برداری مشخص شدند. با توجه به جمعیت هر یک از نواحی شهر زاهدان به سه منطقه و دو شهر دیگر هر کدام به یک منطقه تقسیم شدند و از هر منطقه ۳۶ نمونه برداشت گردید که در مجموع، ۱۸۰ نمونه در طول سال برداشت و بررسی شد. نمونه برداری در چهار فصل و در هر فصل به مدت ده روز انجام شد.

برای تعیین کمیت کلیه کامیون ها، تریلرها، وانت ها و سایر ماشین آلات و لوازم جمع آوری و حمل و نقل با استفاده از باسکول حجمی توزین و ثبت شدند. برنامه توزین زباله شهرهای مورد نظر برای هر منطقه بصورت جداگانه انجام شد.

در آنالیز فیزیکی، تعیین چگالی و تجزیه فیزیکی آن انجام گردید. در طول زمان نمونه برداری (ده روز در هر فصل) از زباله های حمل شده هر منطقه بصورت تصادفی و پراکنده حداقل سه بار نمونه برداری شده و در ظرف مخصوص با حجم معین توزین می شود. نمونه های گرفته شده، از مناطق مختلف به اجزای نان، کاغذ، مقوا، پلاستیک نرم، پلاستیک سخت، PET، فلزات، شیشه، مواد گیاهی، نخاله های ساختمانی، لاستیک و پارچه تفکیک شدند و درصد آن برای هر شهر و میانگین آن برای کل استان محاسبه شد (۳).

برای انجام آزمایشات شیمیایی، حدود یک کیلوگرم از مخلوط مواد قابل کمپوست هر ظرف در کیسه خاص نمونه برداری (با شماره و اتیکت ویژه مشخص شده) جمع آوری و پس از خشک سازی به آزمایشگاه فرستاده شد. جهت سنجش رطوبت زباله در پایان هر روز حدود ۲۰۰ گرم از مواد تازه قابل کمپوست در سه تکرار از هر منطقه برداشت و مخلوط شده و به آزمایشگاه ارسال شد.

به منظور تعیین مقدار شیرابه زباله، بر اساس روش ارائه شده توسط McBean اقدام شد (۹). در این روش در

از این کشورها، قسمت قابل توجهی از ترکیبات زباله شهری را بازیافت می کنند (۱ و ۲).

در کشور ما، ایران، نیز کارهای متعدد و پراکنده ای در زمانهای مختلف برای ارزیابی پتانسیل بازیافت مواد ارزشمند زباله صورت گرفته است (۳، ۴ و ۵). اما کار یکپارچه و منسجمی تاکنون صورت نگرفته است. در سال ۱۳۸۲ طرح توجیه فنی اقتصادی بازیافت در کل کشور به اجرا درآمده است که به عنوان سنگ بنای برنامه های کلان بازیافت مورد توجه قرار گرفته است. استان سیستان و بلوچستان نیز در این برنامه بطور کامل مورد مطالعه قرار گرفته است. تا قبل از این، تنها مطالعات محدودی در استان سیستان و بلوچستان انجام شده است (۶).

استان سیستان و بلوچستان، در جنوب شرقی ایران واقع شده است و از شمال به استان های خراسان، از جنوب به دریای عمان، از مشرق به کشور افغانستان و پاکستان از مغرب به استانهای کرمان و هرمزگان محدود است. مساحت این استان ۵۰۲۱۸۷ کیلومتر مربع است و ۱۱ درصد مساحت کل کشور را شامل می شود (۷).

طبق آمار سال ۱۳۷۵، جمعیت شهری استان سیستان و بلوچستان، برابر ۷۹۴۵۲۸ نفر بوده که نرخ رشدی حدود ۵٪ داشته است. این جمعیت بر اساس جمعیت سال ۱۳۷۵ و رشد جمعیت شهری حدود ۱۰۶۴۷۴۳ نفر تخمین زده می شود که در ۲۵ شهر مطابق جدول شماره ۲ پراکنده شده است (۷).

روش ها و مواد

به منظور انجام مطالعات مدیریت مواد زاید جامد هر شهر نیاز به شناخت مواد تشکیل دهنده زباله و اندازه گیری پارامترهای وزنی، حجمی، کمی و کیفی زباله در چهار فصل سال است. از این رو، بر اساس آخرین دستورالعمل های موجود در جهان، به مدت ده روز در نیمه هر فصل از مناطق مختلف شهر نمونه برداری می شود تا پس از ارزیابی و تطابق شرایط به عنوان الگو، در طرح مربوطه مورد استفاده قرار گیرد (۸).

آورده شده است. همچنین اجزاء تشکیل دهنده زباله در شهرهای مورد بررسی در شکل شماره ۱ و میانگین آن برای کل استان در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. مهمترین اجزا قابل بازیافت زباله در استان سیستان و بلوچستان در شکل شماره ۲ نشان داده شده است.

بحث و نتیجه گیری

میانگین سالانه سرانه محاسبه شده برای کل استان برابر ۵۰۴ گرم به ازای هر نفر در روز است (جدول شماره ۱). با توجه به گسترش شهرنشینی و افزایش درآمد و کیفیت زندگی، این میزان در سالهای آینده همچنان سیر صعودی خود را حفظ خواهد کرد. بر این اساس، کل زباله تولیدی در استان، برابر ۵۳۶/۶۳ تن در روز خواهد بود (۹). مقادیر محاسبه شده زباله تولیدی برای تمام شهرهای استان در جدول شماره (۲) نشان داده شده است.

هر محل، دفن زباله بصورت تصادفی تعدادی ایستگاه انتخاب شد و مقدار شیرابه خروجی در هر ایستگاه اندازه گیری شد و میانگینی برای هر محل دفن زباله و ضریب نگهداری آب در زباله (Field capacity) محاسبه شد. در مرحله بعد، درصد مواد قابل کمپوست و میزان رطوبت زباله تعیین شده و با توجه به کل زباله تولیدی منطقه و جرم حجمی آب، مقدار حجمی آب موجود در زباله (شیرابه) تعیین شد. سپس، با توجه به ضریب نگهداری آب در زباله و درصد آب باران تبدیل شده به شیرابه (حدود ۲۰ درصد با توجه به منابع موجود) و اعمال آن در مقدار عددی بدست آمده (آب موجود در زباله)، حجم شیرابه خروجی از زباله تعیین شد. مقدار pH بر اساس روش پتانسیومتری توسط پی اچ متر انجام شد.

دستاوردها

نتایج آنالیز فیزیکی و شیمیایی زباله استان سیستان و بلوچستان به ترتیب در جداول شماره ۱، ۳، ۴ و ۵

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی زباله ها در شهرهای مورد مطالعه استان سیستان و بلوچستان (۱۳۸۲)

پارامتر	زاهدان	ایرانشهر	چابهار	میانگین استان
دانسیته (kg/m ³)	۱۴۶	۱۰۴/۲	۳۶۰/۷	۱۸۲/۸
رطوبت (درصد)	۲۷/۵	۳۲/۳	۶	۲۵/۵
سرانه زباله خانگی (گرم در روز به ازای هر نفر)	۴۴۲	۳۷۲	۶۹۰	۵۰۴

جدول ۲- مقادیر محاسبه شده برای میزان زباله در شهرهای استان سیستان و بلوچستان (۱۳۸۲)

نام شهر	میزان زباله (Kg/day)	نام شهر	میزان زباله (Kg/day)
اسپکه	۲۲۷۳	سراوان	۲۹۷۰۱
ایرانشهر	۵۷۵۳۰	سرباز	۲۵۲۵
بمپور	۴۰۷۰	سوران	۵۱۴۶
بزمان	۲۳۳۷	سیدکان	-
بنت	۳۰۳۰	قصرقند	۶۵۵۴
بنجار	۴۰۴۰	کنارک	۹۵۵۷
جالحق	۵۹۸۸	منوچ	۴۴۳۸
خاش	۲۹۱۱۲	کلموتی	۱۰۰۳
چابهار	۲۳۹۰۹	میرجاوه	۷۱۶۶
زابل	۶۰۸۱۷	نصرت آباد	۲۴۷۴
زابلی	۲۹۲۹	نگور	۱۶۳۳
زاهدان	۲۶۸۹۱۴	نیکشهر	۷۱۸۹
زهک	۴۹۱۳	-	-

آن، مربوط به الگوی مصرف و روش زندگی در جامعه در حال گذر ایران است. با این حال، در مقایسه با سایر استانها بویژه استانهای همجوار مانند کرمان (۶۸/۲٪)، میزان مواد آلی فسادپذیر در حد پایین تری است که علت اصلی آن مربوط به روش زندگی و وضعیت اقتصادی در این استان است. روزانه در این استان حدود ۲۸۴/۴۱ تن مواد زائد فسادپذیر تولید می شود که می توان از آن، بطور بهینه در حاصل خیزی و بهسازی خاک استفاده کرد. بدیهی است، باتوجه به حجم انبوه مواد آلی تولیدی در هر روز، مدیریت و تبدیل آن به مواد سودمند باتوجه به شرایط استان الزامی است. از این رو، برای تبدیل این مواد ساخت کارخانه بیوکمپوست، در مراکز پرجمعیت مانند زاهدان پیشنهاد می شود.

در شهرهای کوچک، می توان از روشهای ساده تر کودسازی استفاده کرد و یا می توان کارخانه کمپوست را به طور مشترک، در چند شهر متوسط و کوچک انتخاب کرد. لازم به ذکر است، قبل از هر چیز، اجرای درست و دقیق آموزش عمومی و تفکیک از مبدا برای موفقیت این سیستم ضروری است.

همانطور در جدول شماره ۱ ملاحظه می شود، میزان سرانه زباله در شهر چابهار از همه شهرهای دیگر استان بیشتر است. علت این مسئله را می توان در ایجاد منطقه ویژه اقتصادی چابهار جستجو کرد. این شهر، از دو منطقه کاملا مجزا تشکیل شده که یکی بخش قدیمی چابهار با بافت قدیمی و بومی و دیگری منطقه ویژه اقتصادی با وضعیتی کاملا متفاوت که بر اساس کاربری های پیش بینی شده جدید شکل گرفته است. بخش جدید، شهر با توجه به ماهیت اقتصادی و توریستی خود درصد بالایی از زباله شهر، را تولید می کند و از آنجا که معمولا جمعیت گردشگر یک منطقه در سرشماری ها منعکس نمی شود، میزان زباله بین افراد ساکن منطقه سرشکن شده و سرانه زباله افزایش می یابد.

همچنان که در جدول شماره ۳ نشان داده شده بیشترین مواد تشکیلی دهنده در زباله های استان، به ترتیب مواد گیاهی با ۵۳٪، انواع پلاستیک ۱۰/۸٪، کاغذ و مقوا ۱۰/۵٪، فلزات ۴/۹٪، شیشه ۲/۳٪ و پارچه ۲/۲٪ است. طبق تخمین و مانند بسیاری از نقاط کشور، مواد آلی فسادپذیر، بیشترین مقدار را در زباله دارند که علت اصلی

جدول ۳- اجزاء تشکیل دهنده زباله در شهرهای نمونه در کل استان سیستان و بلوچستان (۱۳۸۲)

اجزاء تشکیل دهنده (درصد)	زاهدان	ایرانشهر	چابهار	کل استان
نان	۴/۶۶	۰/۱۶	۰/۷۷	۳/۳
کاغذ	۶/۱۵	۳/۰۷	۴/۸	۴/۷
مقوا	۷/۱۵	۱/۱۶	۸/۲۷	۵/۸
پلاستیک نرم	۶/۰۵	۶/۳	۱۰/۴۳	۶/۴
پلاستیک سخت	۴	۰/۴۹	۲/۵۸	۳/۲
PET	۱/۸	۰/۳	۰/۵۶	۱/۲
فلزات	۵/۶۳	۱/۳۸	۵/۸۴	۴/۹
شیشه	۲	۱/۸۹	۳/۴	۲/۳
مواد گیاهی	۴۹/۸۵	۶۲/۹۶	۴۴/۰۵	۵۳
لاستیک	۰	۱۶/۰۹	۱/۴۴	۳/۱
نخاله	۶/۱۸	۰/۱۹	۰/۸۷	۳/۶
پارچه	۱/۵۳	۲/۱۶	۳/۴۵	۲/۲
سایر مواد	۵	۳/۸۵	۱۳/۵۵	۶/۴

در حد ۳۰ الی ۳۵ جهت کودسازی ضروری است. از دیگر اجزاء مهم موجود در زباله، انواع پلاستیک ها هستند که به ترتیب پلاستیکهای نرم، سخت و PET برابر ۶/۴، ۳/۲ و ۱/۲ درصد از کل زباله را تشکیل می دهند (شکل ۱).

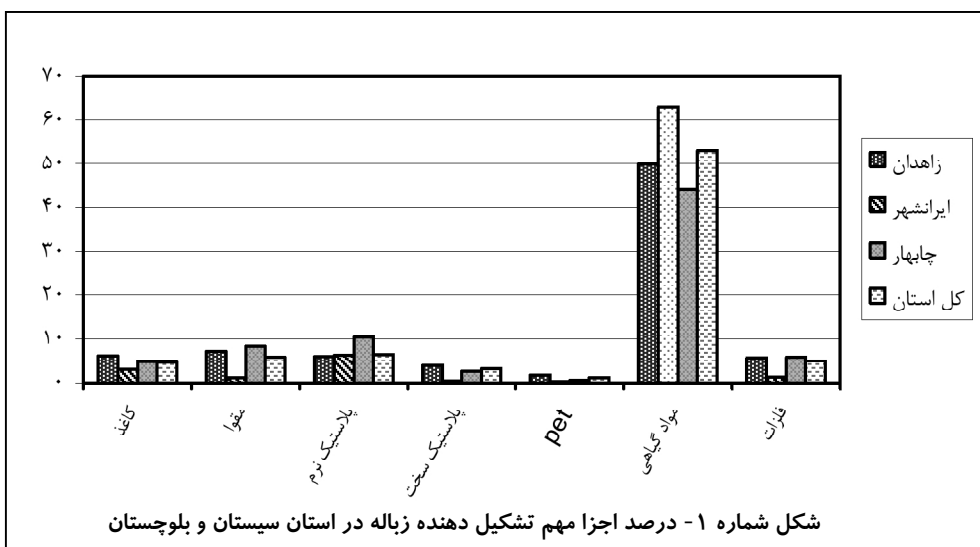
همانطور که در جدول شماره ۴ مشخص است، با توجه به نسبت پایین C/N (۲۲) و رطوبت بسیار پایین (۲۵/۵) زباله، کاملاً مشهود است و بر اساس شرایط استاندارد کودسازی در منابع معتبر، فرآیند کودسازی با مشکل روبرو است (۲). لذا افزایش رطوبت زباله (۵۵ تا ۶۰ درصد) و بالا بردن محتوای کربن و تنظیم نسبت C/N

جدول ۴- خصوصیات شیمیایی زباله در شهرهای نمونه استان سیستان و بلوچستان (۱۳۸۲)

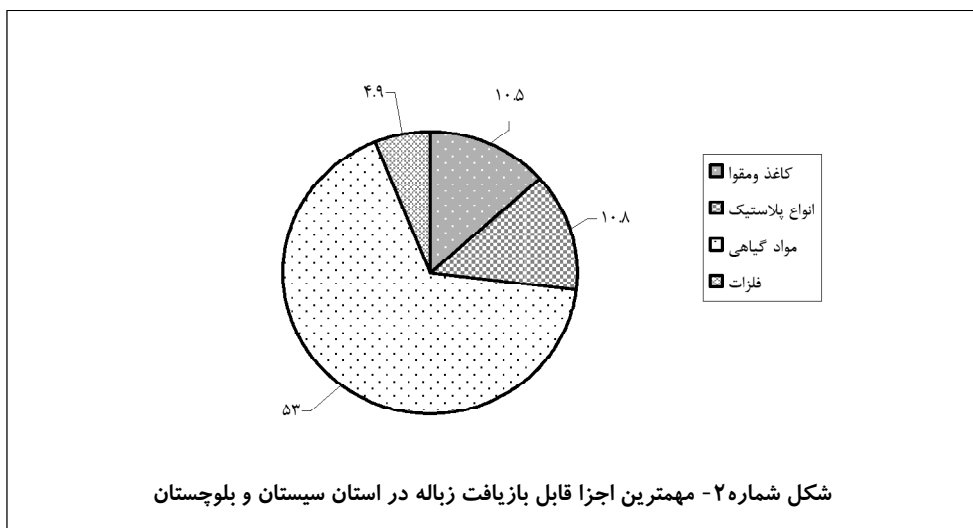
پارامتر	زاهدان	ایرانشهر	چابهار	کل استان
pH	۵/۶	۴/۶	۴/۳	۵/۲
N	۱/۲۷	۱/۲۸	۱/۳۱	۱/۲۷
C	۲۶/۳۲	۳۰/۴۱	۳۸/۲۱	۲۸/۱
نسبت C/N	۲۰/۷	۲۳/۶۵	۲۹	۲۲
ارزش حرارتی زباله با رطوبت (Kj/kg)	۸۸۵۵	۱۰۰۶۷	۹۵۸۸	۸۹۷۲
ارزش حرارتی زباله بدون رطوبت (Kj/kg)	۱۲۲۱۴	۱۴۸۷۰	۱۰۱۹۸	۱۱۸۸۳
فرمول بسته شیمیایی بدون رطوبت	C ₉₁₈ H ₇₁₁ O ₂₄₈ N ₁₄ S	C ₆₀₀ H ₉₃₇ O ₂₂₇ N ₁₉ S	C ₆₁₈ H ₉₆₄ O ₃₂₂ N _{2.8} S	C ₄₈₇ H ₇₆₃ O ₂₄₇ N ₁₅ S
فرمول بسته شیمیایی با رطوبت	C ₉₁₈ H ₁₂₂₀ O ₅₀₃ N ₁₄ S	C ₆₀₀ H ₁₅₇₇ O ₅₄₆ N ₁₉ S	C ₆₁₈ H ₁₀₉₄ O ₃₈₈ N _{2.8} S	C ₄₈₇ H ₁₂₄₂ O ₄₈₆ N ₁₅ S

جدول ۵- درصد عناصر تشکیل دهنده زباله شهری استان سیستان و بلوچستان (۱۳۸۲)

اجزا	وزن مرطوب	وزن خشک	درصد وزنی عناصر					
			کربن	هیدروژن	اکسیژن	نیتروژن	گوگرد	خاکستر
مواد قابل کمپوست	۵۶/۳	۴۲/۵	۲۰/۴	۲/۷۲	۱۵/۹۸	۱/۱۱	۰/۱۷	۲/۱۳
کاغذ	۴/۷	۴/۷	۲/۰۴	۰/۲۸	۲/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳
مقوا	۵/۸	۵/۸	۲/۵۵	۰/۳۴	۲/۵۹	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۲۹
پلاستیک	۱۰/۸	۱۰/۸	۶/۴۸	۰/۷۸	۲/۴۶	۰	۰	۱/۰۸
پارچه	۲/۲	۲/۲	۱/۲۱	۰/۱۵	۰/۶۹	۰/۱	۰	۰/۰۶
جمع	۸۲/۹	۶۹/۱	۳۵/۱	۴/۵۸	۲۳/۷۸	۱/۳	۰/۱۹	۳/۸۹



شکل شماره ۱- درصد اجزا مهم تشکیل دهنده زباله در استان سیستان و بلوچستان



شکل شماره ۲- مهمترین اجزا قابل بازیافت زباله در استان سیستان و بلوچستان

بازیافت ۵۷/۹۵ تن در روز می باشد. بعد از مواد آلی فسادپذیر و پلاستیک، بیشترین مقدار مربوط به کاغذ و مقوا می باشد که برابر ۱۰/۵٪ است (شکل ۲). کل کاغذ و مقوای تولیدی در هر روز برابر ۵۶/۳۴ تن در روز است. برای بازیافت کاغذ، می توان تنها یک کارخانه در شهر زاهدان یا در یک ناحیه مناسب در نظر گرفت و کلیه کاغذ و مقوای باطله در منطقه را به محل منتقل و تبدیل به کاغذ قابل استفاده کرد. سایر اجزاء موجود در زباله ناچیز بوده و ارزش بازیافت ندارند. بنابراین، باید برای دفع به محل مناسب منتقل و دفن شوند. باتوجه به رطوبت پایین زباله، این استان، پتانسیل تولید ۱۳۱/۶ هزار لیتر شیرابه را دارد که pH آن برابر ۵/۲ بوده و دارای خصوصیات اسیدی و خورنده

باتوجه به گسترش سریع صنایع پتروشیمی در ایران و افزایش مصرف انواع مواد پلاستیکی به طرق مختلف و بالا بودن دما و شدت تابش در مناطق مرکزی ایران و افزایش سرعت تخریب پلاستیک، پیش بینی می شود که مقدار پلاستیک موجود در زباله در سالهای آینده باز هم بیشتر شود. باتوجه به ارزش اقتصادی مواد پلاستیکی و امکان بازیافت مجدد آن با توسعه علوم و فنون و همچنین برای کاهش آلودگی محیط زیست و حفظ آن، اصولی ترین راه تفکیک، جمع آوری و بازیافت آن برای تهیه سایر مواد است. باتوجه به ظرفیت های متنوع دستگاههای تبدیل و بازیافت پلاستیک، امکان ایجاد مراکز بازیافت پلاستیک در نواحی متوسط تا بزرگ به راحتی امکان پذیر است. مقدار کل پلاستیک قابل

جلد اول .

۵. ملکی ، افشین (۱۳۸۰). بررسی خصوصیات کمی و کیفی زباله های شهری و مدیریت آن در شهر همدان، چهارمین همایش کشوری بهداشت محیط.

۶. گودینی، حاتم. شمس، قدرت الله (۱۳۸۲). پتانسیل بازیافت مواد زاید شهری در مبداء تولید برای شهر خرم آباد در سال ۱۳۸۱، مجموعه مقالات ششمین همایش کشوری بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی مازندران.

۷. عمرانی، قاسمعلی (۱۳۸۳). مطالعات توجیه فنی اقتصادی بازیافت زباله های شهری در منطقه جنوب شرقی ایران، بررسی و تعیین میزان تولید مواد زاید شهری، وزارت کشور، سازمان شهرداری ها.

8. Tchobanoglous, G. (1977), Solid Waste Engineering and Management. McGraw- Hill Inc.

است. بنابراین، یکی از معضلات مهم در سیستم جمع آوری و بازیافت، تولید شیرابه است که برای جلوگیری از آلودگی محیط زیست و استفاده بهینه از آن باید تمهیدات مناسب اندیشیده شود.

منابع

1. Lund, H. (2000). Recycling Handbook, First Edition, McGraw- Hill Inc.

2. Tchobanoglous, G. and Theisen H. (1993), Integrated Solid Waste Management. First Edition, McGraw- Hill Inc.

۳. عمرانی، قاسمعلی (۱۳۸۳). مطالعات توجیه فنی اقتصادی بازیافت زباله های شهری در منطقه جنوب شرقی ایران، آنالیز فیزیکی و شیمیایی مواد زاید شهری، وزارت کشور، سازمان شهرداری ها.

۴. رحمانی، حمید رضا (۱۳۸۰). ترکیب فیزیکی زباله شهر یزد، مجموعه مقالات چهارمین همایش کشوری بهداشت محیط،