

آنالیز پسماندهای جامد شهری در ایران

محمدصادق حسنوندا^۱، دکتر رامین نبی‌زاده^۲، محسن حیدری^۱

نویسنده مسئول: تهران، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط، mshasanvand@gmail.com

پذیرش: ۸۷/۸/۲۹

دریافت: ۸۷/۷/۲

چکیده

زمینه و هدف: در سال‌های اخیر پسماندهای جامد شهری یکی از مهمترین مسائل زیست محیطی برای تمام مناطق ایران بوده است. مدیریت مناسب پسماندهای جامد شهری در هر منطقه‌ای به داده‌های آماری موثقی که بیانگر وضعیت واقعی پسماندهای جامد شهری در آن باشند، نیاز دارد. هدف از این مطالعه ارائه سیمای جامعی از وضعیت پسماندهای جامد شهری در ایران می باشد.

روش بررسی: در این مطالعه با جمع‌آوری داده‌های غیرمتمرکز از مناطق مختلف کشور یک سیمای نسبتاً جامع از وضعیت مدیریت پسماندهای جامد شهری ایران ارائه شده است. در این مطالعه همچنین وضعیت پسماندهای جامد شهری از نظر میزان تولید، سرانه، ترکیب فیزیکی و انواع روش‌های دفع در تمام مناطق شهری ایران مورد بررسی قرار گرفته است.

یافته‌ها: نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که میزان تولید پسماندهای جامد شهری در مناطق شهری ایران ۱۰۳۷۰۷۹۸ تن در سال بوده و میزان سرانه تولید پسماندهای جامد شهری به ازای هر نفر به طور متوسط ۰/۶۴ کیلوگرم در روز می باشد. از کل تولید تنها ۶٪ بازیافت و ۱۰٪ به کمپوست تبدیل گردیده و حدود ۸۴٪ آن از طریق دفن دفع گردیده است.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج به دست آمده از این مطالعه و مقایسه خصوصیات پسماندهای جامد شهری ایران با کشورهای دیگر، مشخص گردید که خصوصیات پسماندهای جامد شهری در ایران به خصوصیات پسماندهای جامد شهری کشورهای کم‌درآمد نزدیک است. از طرف دیگر با توجه به اینکه قسمت اعظم پسماندهای جامد شهری ایران را بخش آلی تشکیل می‌دهد، پتانسیل بالایی جهت توسعه صنعت کمپوست در ایران وجود دارد. **واژگان کلیدی:** پسماندهای جامد شهری، دفع، بازیافت، کمپوست، دفن

۱- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران

۲- دکترای بهداشت محیط، دانشیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران

مقدمه

پسماندهای جامد شهری (MSW) Municipal Solid Waste یکی از مسائل زیست محیطی جدی در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه می‌باشد. در سال‌های اخیر اغلب کشورهای در حال توسعه روش‌های مدیریت پسماند جامد خود را بهبود بخشیده‌اند. در این کشورها معمولاً مقدار در حال افزایش پسماندهای جامد تولید شده که ناشی از تغییر سبک زندگی، عادات غذایی و استانداردهای زندگی جمعیت شهری می‌باشد، بطور نامناسبی مدیریت می‌گردد. سیستم‌های مدیریت پسماند جامد در کشورهای در حال توسعه اغلب با بسیاری از مشکلات نظیر عدم تجربه کافی و منابع مالی کمی که تنها می‌تواند مسائل مربوط به جمع آوری و هزینه‌های انتقال را پوشش دهند، سروکار دارند و این منابع به اندازه‌ای نمی‌باشند که بتوان یک روش دفع نهایی بهداشتی را اجرا نمود (۱). بنابراین در طی دو دهه اخیر مدیریت MSW به یکی از نگرانی‌های عمده تبدیل گردیده و در حال حاضر یکی از موضوعات مهم عمومی مورد بحث می‌باشد. این امر احتمالاً ناشی از افزایش چشمگیر تولید MSW در مقادیر کل و سرانه می‌باشد (۲). مقدار MSW تولید شده با رشد اقتصادی افزایش می‌یابد و آگاهی از این میزان برای یک مدیریت موثر مورد نیاز می‌باشد (۳). بنابراین راه‌حل‌های فنی جهت مدیریت MSW می‌بایست اهداف بهداشتی و زیست محیطی و همچنین جنبه‌های اقتصادی و اجتماعی را مدنظر قرار دهند (۲).

مدیریت نامناسب پسماندها منجر به آلودگی زیست محیطی، بوهای ناخوشایند، رشد و تکثیر حشرات، چونندگان و کرم‌ها و انتقال بیماری‌هایی نظیر تیفوئید، وبا، هپاتیت و ایدز از طریق جراحات حاصل از سرنگ‌ها و سرسوزن‌های آلوده به خون انسان می‌گردد (۴). لذا جمع‌آوری و دفع پسماند به طریقی مناسب که بتواند سبب کاهش مستقیم و غیرمستقیم خطرات مربوط به سلامتی مردم و آسیب به فون و فلور و محیط گردد بسیار حائز اهمیت است (۵).

مطالعات مورد-شاهدی متعددی در رابطه با روش‌های مدیریت پسماندها در کشورهای مختلفی نظیر سوئد (۶)، آلمان (۷)، ژاپن (۸ و ۹)، هلند (۱۰)، فرانسه (۱۱)، یونان (۱۲ و ۱۳)، انگلستان (۱۴)، نیوزلند (۱۵)، ترکیه (۱۶)، پرتغال (۲)، چین (۱۷)، نیجریه (۱۸) و هند (۱۹) انجام گرفته است. این مطالعات دفع و مدیریت MSW را در کشورهای مختلف مورد آنالیز قرار داده‌اند و با توجه به داده‌های موجود مدیریت، مقررات، تولید، مشخصات، روش‌های تصفیه و حذف را مورد ارزیابی قرار داده‌اند.

اجرای روش‌های مناسب مدیریت پسماندهای جامد به داده‌های آماری قابل اعتمادی در رابطه با پسماند نیاز دارد. به علت عدم وجود آمار جامعی از مدیریت MSW در ایران، در این مطالعه سعی گردیده با جمع‌آوری داده‌های غیرمتمرکز از نواحی مختلف کشور که در منابع مختلف گزارش گردیده‌اند، سیمایی نسبتاً جامع از مدیریت پسماندهای جامد شهری در ایران ارائه گردد. در این مطالعه میزان تولید، سرانه، ترکیب فیزیکی و انواع روش‌های دفع پسماندهای جامد شهری و سهم هر کدام تشریح گردیده است.

روش اجرای تحقیق

به علت عدم وجود داده‌ها و آمار قابل اعتماد از تولید، تصفیه و بازیافت MSW، ارزیابی مدیریت MSW در سطح منطقه‌ای و ملی با مشکل روبرو بوده است. بنابراین همگام با سایر کشورها یک مطالعه جامعی توسط مرکز مطالعات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور جهت ارزیابی و بهبود مدیریت MSW در تمامی مناطق کشور (در سطح ملی) انجام گرفت. در این مطالعه که در سال ۱۳۸۳ انجام گرفت کل کشور به ده منطقه تقسیم گردید که این مناطق دهگانه تمامی استان‌های کشور و شهرداری‌های مربوط به آنها را تحت پوشش قرار دادند. این مناطق و استان‌های تحت پوشش مربوطه در جدول ۱ ارائه گردیده است. در این بررسی داده‌ها از طریق پرسشنامه تهیه

جامد به ازای هر نفر درچین برابر $1/21 \text{ kg/day}$ (۲۱) و در ترکیه $0/95 \text{ kg/day}$ (۱۶) و در پرتقال $1/32 \text{ kg/day}$ (۲) می‌باشد. براساس داده‌های حاصله استان‌های هرمزگان، مازندران و شهر تهران به ترتیب با سرانه تولید پسماند $0/94$ ، $0/84$ و $0/84$ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز بالاترین مقادیر سرانه و استان‌های چهارمحال و بختیاری، قم و یزد به ترتیب با سرانه تولید پسماند $0/34$ ، $0/38$ و $0/39$ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز پایین‌ترین مقادیر سرانه را تولید می‌کنند. بیشترین مقادیر سرانه تولید MSW مربوط به مناطق ساحلی می‌باشد که این امر احتمالاً ناشی از تعداد زیاد گردشگران در این مناطق است. همچنین مقدار MSW تولید شده در سطح ملی 10370798 تن در سال می‌باشد (جدول شماره ۱). همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود، جمعیت استان‌ها به طور چشمگیری تغییر می‌کند به گونه‌ای که استانی که کمترین MSW را تولید می‌کند تنها $0/93$ درصد جمعیت و استانی که بیشترین MSW را تولید می‌کند $26/75$ درصد از جمعیت کل کشور را دارا می‌باشد. در این جدول همچنین مشاهده می‌شود که درصد جمعیت از درصد (وزنی) MSW تولید شده متفاوت است. این امر را می‌توان از طریق اختلافاتی که در میزان تولید سرانه که ناشی از استانداردهای زندگی و عادات فرهنگی مختلف می‌باشد تشریح نمود. از کل میزان پسماند تولید شده تنها $1092532/5$ تن در سال تبدیل به کمپوست گردیده و $612264/5$ تن در سال نیز بازیافت گردیده است. به علت عدم وجود داده‌های موثق در رابطه با میزان پسماندی که بین هر کدام از روش‌های دفع با روش‌های دیگر مبادله می‌گردد، لذا داده‌هایی در این مورد ارائه نگردیده است.

ترکیب فیزیکی پسماندهای جامد شهری

زمانی که پسماندهای جامد شهری بدون هیچگونه جداسازی به داخل ظروف تخلیه می‌شوند نتیجه چنین عملی یک ترکیب فیزیکی پیچیده می‌باشد که تصفیه آن مشکل‌تر است. شناخت

شده توسط مرکز مطالعات سازمان شهرداریها و دهیاریها که به تمام شهرداریهای کشور ارسال گردیده، جمع‌آوری شدند و روش نمونه برداری، تعداد و آماده سازی نمونه از طریق ابلاغ دستورالعمل‌های مربوطه سازمان شهرداریها انجام گرفت. همچنین داده‌های مربوط به شهر تهران از سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران بدست آمد. در گزارش سازمان شهرداریها جهت مقایسه متغیرهای آنالیز فیزیکی در مناطق مختلف ابتدا آزمون همگنی واریانس ها انجام گرفت و با توجه به اینکه متغیرهای مواد فسادپذیر و چوب دارای واریانس بین گروهی همگن می‌باشند لذا به روش ANOVA مقایسه شدند و متغیرهای کاغذ، پلاستیک، فلزات، لاستیک و شیشه با توجه به همگن نبودن واریانس‌های مربوطه توسط آزمون Kruskal-Wallis مقایسه شدند و در تمام آزمون‌ها سطح معنی دار $0/5$ در نظر گرفته شد. همچنین جهت مقایسه سرانه تولید زباله در بین مناطق ده گانه کشور، منطقه خراسان و فارس در یک گروه قرار گرفت، زیرا جهت انجام آنالیز آماری و مقایسه مناطق ده گانه با هم می‌بایست هر منطقه حداقل شامل دو نمونه باشد. بنابراین تعداد مناطق از ۱۰ منطقه به ۹ منطقه کاهش یافت. آزمون Kruskal-Wallis نشان داد که در سطح معنی دار $0/5$ تفاوت معنی داری بین متوسط سرانه تولید زباله شهری در مناطق کشور وجود دارد (۲۰).

نتایج

تولید و دفع پسماندهای جامد شهری

ایران کشوری است که از لحاظ سطح توسعه و شرایط آب و هوایی در مناطق مختلف آن تفاوت‌هایی مشاهده می‌گردد، به همین دلیل نرخ تولید MSW به ازای هر نفر از یک منطقه به منطقه دیگر تغییر متفاوت است. بر اساس این مطالعه تولید MSW در مناطق مختلف در رنج $0/94 - 0/34$ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز با یک متوسط ملی $0/64$ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز بود جدول شماره ۱ به طور مقایسه‌ای میزان سرانه تولید پسماند

جدول ۱: تولید و سرانه تولید پسماند جامد شهری در ایران

| مناطق | مناطق دهگانه | MSW (روز/تن) | جمعیت | سرانه تولید | | درصد |
|-------|------------------------|--------------|----------|----------------|--------|--------|
| | | | | Kg/capital/day | جمعیت | |
| | خوزستان | ۱۸۳۵ | ۴۱۶۹۷۵۸ | ۰/۴۴ | ۹/۴۲ | ۶/۴۶ |
| | کهگیلویه و بویراحمد | ۱۷۸/۷۷۴ | ۲۵۸۱۵۲ | ۰/۶۹ | ۰/۵۸ | ۰/۶۳ |
| ۱ | منطقه خوزستان | ۲۰۱۳/۷۷ | ۴۴۲۷۹۱۰ | ۰/۴۵ | ۱۰/۰۱ | ۷/۰۹ |
| | همدان | ۶۰۰/۹۲ | ۷۸۱۷۴۲ | ۰/۷۷ | ۱/۷۷ | ۲/۱۱ |
| | کردستان | ۵۲۱/۸۵ | ۷۴۳۶۹۶ | ۰/۷۰ | ۱/۶۸ | ۱/۸۴ |
| | کرمانشاه | ۸۲۴/۹۵ | ۱۰۲۷۲۸۱ | ۰/۸۰ | ۲/۳۲ | ۲/۹ |
| | ایلام | ۱۹۷/۱ | ۲۶۷۳۳۱ | ۰/۷۴ | ۰/۶ | ۰/۶۹ |
| | لرستان | ۷۱۰/۲۲ | ۱۰۱۰۸۲۲ | ۰/۷۰ | ۲/۲۸ | ۲/۵ |
| ۲ | منطقه زاگرس | ۲۸۵۵/۰۳ | ۳۸۳۰۸۷۲ | ۰/۷۵ | ۸/۶۶ | ۱۰/۰۵ |
| | آذربایجان شرقی | ۱۴۴۹ | ۱۸۳۰۰۰۰ | ۰/۷۹ | ۴/۱۴ | ۵/۱۰ |
| | آذربایجان غربی | ۸۰۸ | ۱۰۴۴۰۰۰ | ۰/۷۷ | ۲/۳۶ | ۲/۸۴ |
| | اردبیل | ۲۷۰ | ۳۸۰۰۰۰ | ۰/۷۱ | ۰/۸۶ | ۰/۹۵ |
| ۳ | منطقه آذربایجان | ۲۵۲۷ | ۳۲۵۴۰۰۰ | ۰/۷۸ | ۷/۳۵ | ۸/۸۹ |
| | مازندران | ۱۱۰۶/۴۶۲ | ۱۳۱۸۰۱۷ | ۰/۸۴ | ۲/۹۸ | ۳/۸۹ |
| | گیلان | ۸۷۴/۵ | ۱۱۵۲۳۶۹ | ۰/۷۶ | ۲/۶ | ۳/۰۸ |
| | گلستان | ۴۶۰ | ۷۱۸۹۸۲ | ۰/۶۴ | ۱/۶۲ | ۱/۶۲ |
| ۴ | منطقه خزر | ۲۴۴۰/۵ | ۳۱۸۹۳۶۸ | ۰/۷۷ | ۷/۲۱ | ۸/۵۹ |
| ۵ | منطقه خراسان | ۲۰۷۱ | ۴۰۵۲۸۳۳ | ۰/۵۱ | ۹/۱۶ | ۷/۲۹ |
| | اصفهان | ۱۴۱۷ | ۲۷۴۵۸۵۵ | ۰/۵۲ | ۶/۲۱ | ۴/۹۹ |
| | چهارمحال | ۱۳۹/۳۸ | ۴۰۹۹۴۵ | ۰/۳۴ | ۰/۹۳ | ۰/۴۹ |
| | یزد | ۲۷۵/۷۸ | ۷۰۷۱۱۴ | ۰/۳۹ | ۱/۶ | ۰/۹۷ |
| ۶ | منطقه اصفهان | ۱۸۳۲/۱۶ | ۳۸۶۲۹۱۴ | ۰/۴۷ | ۸/۷۳ | ۶/۴۵ |
| | کرمان | ۶۸۵/۸۴۱ | ۱۳۶۰۷۹۶ | ۰/۵ | ۳/۰۸ | ۲/۴۱ |
| | سیستان و بلوچستان | ۵۴۶/۶۳ | ۱۰۶۴۷۴۳ | ۰/۵ | ۲/۴۱ | ۱/۸۹ |
| ۷ | منطقه جنوب شرقی | ۱۲۲۲/۴۷۱ | ۲۴۲۵۵۳۹ | ۰/۵ | ۵/۴۸ | ۴/۳۰ |
| | شهر تهران | ۶۸۲۲ | ۸۰۹۶۳۲۸ | ۰/۸۴ | ۱۸/۳۰ | ۲۴/۰۱ |
| | تهران (بدون شهر تهران) | ۱۹۹۶/۲۵ | ۳۷۳۷۴۰۱ | ۰/۵۳ | ۸/۴۱ | ۷/۰۳ |
| | زنجان | ۳۹۲/۵ | ۴۹۹۰۸۲ | ۰/۷۹ | ۱/۱۳ | ۱/۳۸ |
| | سمنان | ۳۰۵/۶۳ | ۴۵۸۶۹۴ | ۰/۶۷ | ۱/۰۴ | ۱/۰۸ |
| | مرکزی | ۵۶۶/۷ | ۱۱۳۴۰۴ | ۰/۵۱ | ۲/۵۲ | ۱/۹۹ |
| | قزوین | ۴۹۱/۶۳ | ۷۰۲۰۹۰ | ۰/۷ | ۱/۵۹ | ۱/۷۳ |
| | قم | ۳۸۴/۸۸ | ۱۰۰۳۵۰۰ | ۰/۳۸ | ۲/۲۷ | ۱/۳۵ |
| ۸ | منطقه تهران | ۱۰۹۵۹/۵۹ | ۱۵۶۱۰۴۹۹ | ۰/۷ | ۳۵/۲۸ | ۳۸/۵۷ |
| | هرمزگان | ۷۹۵/۷۹ | ۵۲۷۴۳۸ | ۰/۹۴ | ۱/۱۹ | ۱/۷۴ |
| | بوشهر | ۳۱۵/۶۷ | ۴۸۵۶۵۴ | ۰/۶۵ | ۱/۱۰ | ۱/۱۱ |
| ۹ | منطقه ساحل جنوبی | ۸۱۱/۴۶ | ۱۰۱۳۰۹۲ | ۰/۸ | ۲/۲۲ | ۱/۸۶ |
| ۱۰ | منطقه فارس | ۱۶۸۰/۱۶۳ | ۲۵۸۴۸۶۶ | ۰/۶۵ | ۵/۸۴ | ۵/۹۱ |
| | کل | ۲۸۴۱۳/۱۴۴ | ۴۴۲۵۱۸۹۳ | ۰/۶۴ | ۱۰۰/۰۰ | ۱۰۰/۰۰ |

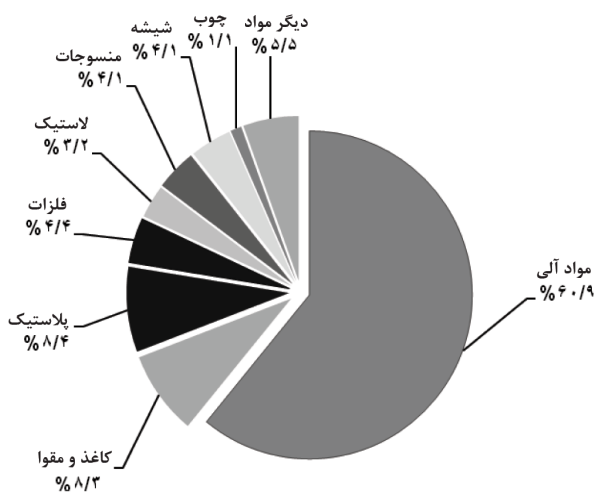
اقتباس از سازمان شهرداری ها و ده یاری های کشور و سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران

بتانسيل و ميزان بازيفت و مواد بازيفتي اهميت دارد (۲). در جدول ۲ تركيب فيزيكي MSW براي ۱۰ منطقه شهري مختلف ايران نشان داده شده است.

تركيب فيزيكي MSW و ارزياي آن جهت طراحي روش ها و تكنولوژي هاي مورد استفاده جهت تصفيه آن بسيار حائز اهميت است. همچنين شناخت خصوصيات فيزيكي پسماندها جهت تعيين يك MSW معمول از نظر شاخص هاي ارزياي نظير

جدول ۲: تركيب فيزيكي پسماند جامد شهري در ايران

| منطقه تركيب | فارس | جنوب شرقي | ساحل جنوبي | تهران | اصفهان | خراسان | خرز | آذربايجان | زاگرس | خوزستان | میانگین وزنی کل کشور | انحراف معیار |
|----------------|--------|--------------|---------------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------|---------|-------------------------|-----------------|
| مواد آلی | ۶۴/۱۴ | ۶۲/۵۵ | ۷۸/۹۸ | ۷۴/۵۶ | ۷۶/۳۰ | ۷۰/۹۶ | ۷۷/۷۲ | ۶۷/۳۴ | ۷۸/۲۴ | ۶۰/۹۲ | ۷۲/۰۴ | ۸/۸ |
| کاغذومقوا | ۶/۳۵ | ۸/۳۰ | ۴/۹۴ | ۵/۰۴ | ۴/۳۸ | ۶/۹۳ | ۸/۴۳ | ۸/۶۷ | ۷/۲۱ | ۸/۲۶ | ۶/۴۳ | ۲/۳ |
| پلاستیک | ۱۲/۹۶ | ۱۲/۱۵ | ۷/۴۱ | ۶/۲۵ | ۵/۲۶ | ۶/۸۷ | ۷/۶۱ | ۱۱/۸۵ | ۷/۲۸ | ۸/۳۸ | ۷/۷۷ | ۳/۲ |
| فلزات | ۲/۲۷ | ۳/۰۵ | ۲/۴۰ | ۲/۴۸ | ۲/۹۰ | ۲/۲۶ | ۰/۸۹ | ۲/۲۵ | ۱/۷۱ | ۴/۴۲ | ۲/۵۲ | ۱/۴ |
| لاستیک | ۱/۳۲ | ۱/۹۰ | ۰/۴۰ | ۱/۱۱ | ۰/۹۷ | ۰/۷۴ | ۰/۴۷ | ۰/۰۰ | ۰/۵۲ | ۳/۲۴ | ۱/۱۴ | ۱/۰ |
| منسوجات | ۲/۰۰ | ۲/۲۵ | ۱/۶۲ | ۳/۲۹ | ۳/۷۲ | ۲/۹۳ | ۱/۲۴ | ۲/۸۷ | ۱/۴ | ۴/۰۶ | ۲/۸۶ | ۱/۱ |
| شیشه | ۰/۲۳ | ۲/۲۵ | ۱/۸۹ | ۲/۰۳ | ۱/۷۱ | ۲/۲۷ | ۰/۹۱ | ۱/۸۱ | ۱/۹۴ | ۴/۱۱ | ۲/۰۳ | ۱/۰ |
| چوب | ۰/۰۰ | ۰/۹۰ | ۰/۰۰ | ۱/۸۲ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۹۶ | ۲/۳۹ | ۰/۶ | ۱/۱۰ | ۱/۱۰ | ۰/۹ |
| دیگر مواد | ۷/۷۳ | ۶/۶۵ | ۲/۳۶ | ۳/۴۲ | ۴/۷۶ | ۶/۹۴ | ۱/۷۷ | ۲/۸۲ | ۱/۱۰ | ۵/۵۰ | ۴/۱۱ | ۲/۷ |
| کل | ۱۰۰/۰۰ | ۱۰۰/۰۰ | ۱۰۰/۰۰ | ۱۰۰/۰۰ | ۱۰۰/۰۰ | ۱۰۰/۰۰ | ۱۰۰/۰۰ | ۱۰۰/۰۰ | ۱۰۰/۰۰ | ۱۰۰/۰۰ | ۱۰۰/۰۰ | ۰/۰ |



شکل ۱- نمونه‌ای از تركيب فيزيكي پسماندهای جامد شهري ايران در خوزستان (بر اساس درصد وزنی خشک)

در شکل ۱ نمونه‌ای معمول از تركيب فيزيكي MSW در ايران برای يك منطقه شهري مشخص نشان داده شده است. همان طوري که ذکر گردید، کل ايران به ۱۰ منطقه تقسیم گردیده که اين ۱۰ منطقه تمام استان‌ها را پوشش می‌دهند و داده‌های مربوط به هر منطقه (جدول شماره ۲) بیانگر متوسط درصد مقادير تركيب فيزيكي MSW استان‌هایی است که تحت پوشش آن منطقه می‌باشند. با توجه به جدول ۲ می‌توان مشاهده نمود که گستره‌های تقریبی ترکیبات فيزيكي بصورت زیر می‌باشند:

پسماندهای آلی ۷۹/۰ - ۶۰/۹٪ (انحراف معیار ۸/۸)، کاغذ و مقوا ۸/۷ - ۴/۳٪ (انحراف معیار ۲/۳)، پلاستیک ۱۳ - ۵/۳٪ (انحراف معیار ۳/۲)، پسماندهای فلزی ۴/۵ - ۰/۹٪ (انحراف

با مقایسه ترکیب فیزیکی پسماند جامد شهری در کشورهای مختلف (۲۳) در می‌یابیم که ترکیب فیزیکی پسماند جامد شهری در ایران تا اندازه‌ای مشابه ترکیب فیزیکی پسماندهای جامد در کشورهای کم‌درآمد می‌باشد (جدول ۳).

معیار ۱/۴)، لاستیک ۳/۲٪ - ۰٪ (انحراف معیار ۱/۰)، منسوجات ۴/۱٪ - ۱/۲٪ (انحراف معیار ۱/۱)، شیشه ۴/۱٪ - ۰/۲٪ (انحراف معیار ۱/۰)، چوب ۲/۴٪ - ۰٪ (انحراف معیار ۰/۹) و دیگر مواد ۷/۷٪ - ۱/۱٪ (انحراف معیار ۲/۷).

جدول ۳: توزیع معمول ترکیبات پسماندهای جامد شهری برای کشورهای کم، متوسط و پر درآمد (به استثنای مواد بازیافتی)

| ترکیب | کشورهای پردرآمد | کشورهای با درآمد متوسط | کشورهای کم درآمد |
|-----------------|-----------------|------------------------|------------------|
| آلی | | | |
| پسماندهای غذایی | ۶-۳۰ | ۲۰-۶۵ | ۴۰-۸۵ |
| کاغذ | ۲۰-۴۵ | ۸-۳۰ | ۱-۱۰ |
| مقوا | ۵-۱۵ | | |
| پلاستیک | ۲-۸ | ۲-۶ | ۱-۵ |
| منسوجات | ۲-۶ | ۲-۱۰ | ۱-۵ |
| لاستیک | ۰-۲ | ۱-۴ | ۱-۵ |
| چرم | ۰-۲ | | |
| زائدات حیاطی | ۱۰-۲۰ | ۱-۱۰ | ۱-۵ |
| چوب | ۱-۴ | | |
| دیگر مواد آلی | - | - | - |
| غیر آلی | | | |
| شیشه | ۴-۱۲ | ۱-۱۰ | ۱-۱۰ |
| قوطی قلع | ۲-۸ | | |
| آلومینیوم | ۰-۱ | ۱-۵ | ۱-۵ |
| دیگر فلزات | ۱-۴ | | |
| خاکستر و غیره | ۰-۱۰ | ۱-۳۰ | ۱-۴۰ |

بازیافت و کمپوست

ایران ۴۸ واحد بوده که از این تعداد ۴۲ واحد فعال می‌باشند. این صنایع ۶۱۲۲۶۵ تن در سال از پسماندهای جامد شهری را بازیافت نموده‌اند. هم چنان که در شکل ۲ نشان داده شده میزان مواد بازیافتی بصورت زیر می‌باشد: کاغذ، ۲۴/۱۹٪، مقوا ۲۱/۲۷٪؛ پلاستیک ۱۱/۵۴٪، لاستیک ۱۰/۱۴٪؛ شیشه ۷/۴۳٪،

در بازیافت، پسماندها جهت مصارف صنعتی مورد پردازش قرار گرفته و سپس به محصولات جدید یا مشابه تبدیل می‌گردند. بازیافت معمولاً به عنوان یک فعالیتی شناخته می‌شود که جهت حفظ منابع و انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۴). براساس این مطالعه تعداد صنایع بازیافت پسماند شهری در

۳- کارایی محدود کمپوست. میزان بارورسازی کمپوست کمتر از کود شیمیایی می‌باشد. کمپوست تنها برای رشد محصولات غیر خوراکی نظیر فضاهای سبز عمومی بکار می‌رود (۲۵). این عدم نیاز سبب مسائل جدی جهت بقاء صنایع مرتبط با کمپوست خواهد شد.

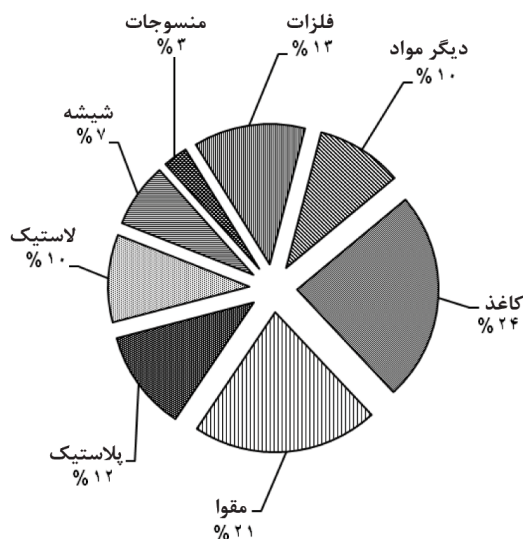
۴- عدم قوانین سختگیرانه، پایش و استانداردهای کیفیت، که از آلودگی ثانویه کمپوست جلوگیری نمایند.

از کل میزان MSW تولید شده، ۱۰۹۲۵۳۲/۵ تن در سال مواد آلی در کارخانه‌های کمپوست مورد پردازش قرار می‌گیرد که این میزان حاصل بخش آلی جدا شده MSW مخلوط ورودی به این واحدها بوده است. هم‌چنان که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد در تمام مناطق ایران قسمت اعظم MSW را مواد آلی تشکیل می‌دهد که پتانسیل بالایی جهت تولید کمپوست دارد. بنابراین بایستی فرآیند تولید کمپوست به عنوان یک گزینه مناسب مدیریت پسماندهای جامد در ایران مدنظر قرار گیرد، هر چند که با توجه به ظرفیت بالای تولید کمپوست از MSW ایران استفاده از این روش نسبتاً پایین است اما در طی چند سال اخیر روند رو به رشدی در استفاده از فرآیند تولید کمپوست به عنوان یک گزینه مناسب و اقتصادی در مناطق مختلف ایران شکل گرفته است.

سوزاندن

از دیگر روش‌های استفاده از انرژی موجود در MSW روش سوزاندن می‌باشد. از آنجایی که این روش به هزینه سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری بالا و همچنین به اپراتورهای مجرب جهت بهره‌برداری مناسب نیاز دارد و پتانسیل بالایی در ایجاد آلودگی در شرایط بهره‌برداری نامناسب دارد لذا در کشوری نظیر ایران که چنین نیازهایی به سختی برآورده می‌شود و دسترسی به دیگر روش‌های دفع نسبت به سوزاندن آسان‌تر است، لذا توجه کمتری به روش سوزاندن بعنوان روش دفع MSW معطوف گردیده است.

منسوجات ۲/۸۳٪؛ فلزات ۱۲/۷۲٪ و دیگر مواد ۹/۸۳٪. با توجه به شکل ۲ تنها حدود ۶ درصد از کل MSW بازیافت می‌گردد، که علت عمده پایین بودن مواد بازیافت شده از MSW ایران عدم جمع‌آوری جداگانه پسماندها در منبع و فقدان تأسیسات در دسترس در مناطق مختلف کشور جهت بازیافت مناسب مواد می‌باشد.



شکل ۲- مقادیر بازیافت اجزاء پسماندهای جامد شهری در ایران

یکی از روش‌های بازگرداندن ارزش MSW، استفاده از فرآیند طبیعی تجزیه زیستی می‌باشد (۲۵). فرآیند تولید کمپوست به طور وسیعی در کشورهای غربی مورد استفاده قرار گرفته اما در ایران با وجود ظرفیت بالای MSW جهت تولید کمپوست، این روش به دلایل زیر در جایگاه واقعی خود قرار ندارد:

۱- عدم جداسازی گسترده پسماندهای جامد شهری توسط تولیدکنندگان. البته قبل از این که فرآیند تولید کمپوست بتواند انجام گیرد می‌بایست در ابتدا تجهیزات مربوط به جداسازی مواد خریداری شود که به علت هزینه بالای این تجهیزات، محدودیتهایی وجود دارد.

۲- مقبولیت عمومی پایین فرآیند تولید کمپوست، که ناشی از نگرش منفی اکثر کشاورزان نسبت به فرآورده‌های حاصله از پسماندها می‌باشد.

دفن

اگرچه، دفن آخرین گزینه در سلسله مراتب مدیریت MSW است (۲) اما در کشورهای در حال توسعه دفن پسماندهای جامد یک روش معمول مدیریت MSW می باشد (۲۶). همچنانکه در جدول ۴ نشان داده شده، سالانه حدود ۸۶۶۶۰۰۰ تن از MSW تولید شده از طریق دفن دفع گردیده است. این مقدار تقریباً معادل ۸۳٪ کل MSW تولید شده می باشد. دفن روش غالب دفع MSW در تمام مناطق ایران می باشد. این شرایط ناشی از عواملی نظیر هزینه های پایین ساخت و بهره برداری محل های دفن و وجود فضای در دسترس قابل ملاحظه برای محل های دفن می باشد.

همچنین نتایج حاصل از این مطالعه نشان می دهند که میزان تولید MSW در مناطق شهری ایران ۱۰۳۷۰۷۹۸ تن در سال بود که با توجه به این که جمعیت این مناطق ۴۴۲۵۱۸۹۳ نفر بوده، میزان سرانه تولید MSW در رنج $۰/۹۴ - ۰/۳۴$ kg به ازای هر نفر در روز و بطور متوسط $۰/۶۴$ kg به ازای هر نفر در روز بوده است. ترکیب فیزیکی MSW در ایران نشان می دهد که قسمت عمده MSW را بخش آلی تشکیل می دهد که دارای پتانسیل بالایی جهت کمپوست می باشد. از کل MSW تولید شده در ایران حدود $۸۳/۶٪$ وارد محل های دفن، $۱۰/۵٪$ تبدیل به کمپوست و $۵/۹٪$ نیز بازیافت گردیده است.

جدول ۴: مقادیر پسماندهای جامد شهری دفع شده توسط روش های مختلف دفع

| روش های دفع | مقدار (سال / تن) | درصد |
|-------------|------------------|--------|
| دفن بهداشتی | ۸۶۶۶۰۰۱/۵۶ | ۸۳/۵۶ |
| کمپوست | ۱۰۹۵۳۲/۵۰ | ۱۰/۵۳ |
| بازیافت | ۶۱۲۲۶۴/۵۰ | ۵/۹۰ |
| سوزاندن | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ |
| کل | ۱۰۳۷۰۷۹۸ | ۱۰۰/۰۰ |

بحث و نتیجه گیری

بر اساس داده های جدول ۴ درمی یابیم که اکثر MSW ایران به روش دفن بهداشتی دفع می گردد. همانطور که می دانیم مهمترین مولفه روش دفن بهداشتی زمین مورد نیاز می باشد. با توجه به شرایط جغرافیایی ایران در اکثر مناطق زمین مورد نیاز جهت استفاده از روش دفن بهداشتی قابل قبول است، اما در بعضی مناطق مانند منطقه خزر زمین در دسترس در حدی نیست که روش دفن بهداشتی را به عنوان یک روش قابل قبول در نظر بگیریم. بنابراین لازم است که در هر منطقه روش دفع مناسبی با توجه به شرایط آن منطقه بکار گرفته شود.

با توجه به نتایج بدست آمده از این مطالعه و مقایسه خصوصیات MSW ایران با کشورهای دیگر، مشخص گردید که خصوصیات MSW ایران مشابه کشورهای کم درآمد می باشد. از طرف دیگر با توجه به اینکه قسمت اعظم پسماندهای جامد شهری ایران را بخش آلی تشکیل می دهد لذا پتانسیل بالایی جهت توسعه صنعت کمپوست در ایران وجود دارد.

تشکر و قدردانی

داده های ارائه شده در این مطالعه بر اساس آمار ثبت شده در سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور و سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران بوده است، لذا از همکاری و مساعدت صمیمانه کلیه مسئولین این دو سازمان تشکر و قدردانی می شود.

منابع

- Collivignarelli C, Sorlini S, Vaccari M. Solid Waste Management in Developing Countries, CD- ROM of ISWA 2004 World Congress, October 17-21, Rome, Italy.
- Magrinho A, Didelet F, Semiao V. Municipal solid waste disposal in Portugal. Waste Management. 2006; 26: 1477-1489.
- McCarthy JE. The municipal solid waste problem

- in the main industrialized countries. In: Curzio AQ, Prospertti L, Zoboli, R editors., The management of municipal solid waste in Europe: economic, technological and environmental perspectives. Amsterdam: 1994.
4. Henry G, Heinke GW. Environmental Science Engineering. 2nd ed. Englewood: Prentice- Hall; 1996., NJ.
 5. Centers for Disease Control and Prevention. Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Draft Guideline for Environmental Infection Control in Healthcare Facilities: 2001; 96-101.
 6. Hartlén J. Waste management in Sweden. Waste Management. 1996; 16 (5/6): 385-388.
 7. Vehlow J. Municipal solid waste management in Germany. Journal of Management. 1996; 16: 367-374.
 8. Sakai S. Municipal solid waste management in Japan. Waste Management. 1996; 16 (1): 395-406.
 9. Tanaka M. Recent trends in recycling activities waste management in Japan. Journal of Material Cycles and Waste Management. 1999; 1: 10-16
 10. Van der sloot HA. Present status of waste management in the Netherlands. Waste Management. 1996; 16 (5/6): 375-384.
 11. Defeuilley C, Lupton S. The future of recycling in household waste policy: the case of France. Resources Conservation and Recycling. 1998; 24: 217-233
 12. Andreadakis AD, Razis Y, Hadjibiros K, et al. Municipal solid waste management in Greece. Environment and Management. 2000; 10: 171-202
 13. Koufodimos G, Samaras Z. Waste management options in southern Europe using field and experimental data. Waste Management. 2002; 22: 47-59.
 14. Woodart R, Harder MK, Bench M, et al. Evaluating the performance of a fortnightly collection of household waste separate into compostables, recyclates and refuse in the south of England. Resources Conservation and Recycling. 2001; 31: 265-284
 15. Boyle C A. Solid waste management in New Zealand. Waste Management. 2000; 20: 517-526.
 16. Metin E, Erozturk A, Neyim C. Solid waste management practices and review of recovery and recycling operations in Turkey. Waste Management. 2003; 23: 425-432.
 17. Chung SS, Carlos WH. Local waste management constraints and waste administrators in China. Waste Management. 2008; 28(2): 272-281.
 18. Imam A, Mohammed B, Wilson DC, et al. Solid waste management in Abuja, Nigeria. Waste Management. 2008; 28(2): 468-472.
 19. Sharholly M, Ahmad K, Mahmood G, et al. Municipal solid waste management in Indian cities- A review. Waste Management. 2008; 28(2): 459-467.
 20. Center of studies of Municipalities and Rural Management Organization. Quantitative and qualitative study of MSW in ten regions of Iran. Ministry of interior. Iran, 2004.
 21. Suocheng D, Tong KW, Yuping Y. Municipal solid waste management in China: using commercial management to solve a growing problem. Utilities Policy 2001; 10: 7-11.
 22. OWRC. Statistical report on 2002-2005. Organization for Waste Recycling and Composting, Tehran Municipality. Iran, 2005.
 23. Tchobanoglous G. Theisen H, Vigil SA. Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues. McGraw-Hill for mainland China edition: McGraw-Hill Companies Inc; 1993: 48-52.
 24. Yuan H, Wang L, Su F, et al. Urban solid waste management in Chongqing: Challenges and opportunities. Waste Management. 2006; 26: 1052-1062.
 25. Zhang XD, Li D. MSW treatment techniques informative for Chongqing. J. Chongqing University (Natural Science Edition) 2000; 23: 53-57
 26. Mor S, Ravindra K, Dahiya RP, Chandra A. Leachate characterization and assessment of groundwater pollution near municipal solid waste landfill site. Environment Monitoring and Assessment. 2006; 118(1-3): 435-456.

Municipal Solid Waste Analysis in Iran

R. Nabizadeh, M. Heidari, *MS. Hassanvand

Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Received 23 September 2008; Accepted 19 November 2008

ABSTRACT

Background and Objectives: In the recent years Municipal Solid Waste (MSW) has been one of the most important environmental concerns to throughout regions of Iran. Sound MSW management for any area needs to the reliable data in which present the actual MSW condition in that area. The aim of this study is express of integrated view of MSW in Iran.

Materials and Methods: In this study we collect the data from various municipal regions of Iran, to represent the roughly integrated view of MSW management situation in Iran. In this paper quantity, average generation rate, physical composition, and types of disposal methods in all of municipal regions of Iran also were investigated.

Results: Results from this study has shown that the amount of MSW generated in all of the municipal regions of Iran was 10370798 tons per year, and the average generation rate of MSW was 0.64 kg/capita/day. Results showed that only 6% of MSW was recycled, 10% was treated at organic waste (composting) plants, and about 84% was disposed of in landfill.

Conclusion: According to obtained results from this study and compare MSW composition of Iran to some countries, its found that MSW properties in Iran is near to MSW properties in Low-income countries. Since the most of MSW in Iran contain organic fraction, there is a high potential to develop of composting industry.

Keywords: Municipal Solid Waste (MSW), disposal, recycle, compost, landfill

*Corresponding Author: mshasanvand@gmail.com

Tel: +98 916 3630745 Fax: +98 21 88950188