



بررسی کمی و کیفی پتانسیل بازیافت پسماندهای جامد شهر تهران

دکتر محمدهادی دهقانی^{۱*} (Ph.D.)، عماد دهقانی‌فرد^۲ (M.Sc.)، دکتر کمال اعظم^۳ (Ph.D.)، علیرضا عسگری^۴ (M.Sc.)، محمد مهدی بانسی^۵ (M.Sc.)

۱- دانشگاه علوم پزشکی تهران - گروه مهندسی بهداشت محیط - استادیار. ۲- دانشگاه علوم پزشکی ایران - دانشجوی دکتری تخصصی بهداشت محیط. ۳- دانشگاه علوم پزشکی تهران - استادیار گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی. ۴- دانشگاه علوم پزشکی شاهرود - گروه بهداشت محیط. ۵- دانشگاه علوم پزشکی یاسوج - گروه بهداشت محیط.

تاریخ دریافت: ۸۷/۸/۲، تاریخ پذیرش: ۸۸/۲/۱۹

چکیده

مقدمه: بررسی میزان و ترکیب اجزاء پسماندهای شهری به‌عنوان اطلاعات اساسی برای طراحی، بهره‌برداری و بهینه‌سازی سیستم‌های مدیریت پسماند مورد نیاز است. هدف نهایی این تحقیق بررسی کمی، کیفی و پتانسیل بازیافت پسماندهای جامد شهر تهران به تفکیک مناطق ۲۲ گانه آن می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه در بازه زمانی ۹ ماه ابتدای سال ۱۳۸۶ و در مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران انجام شد. روش نمونه‌برداری پسماندها به‌صورت مرکب سیستماتیک بود. در این مطالعه اجزاء خشک موجود در پسماندها، جداسازی و ابتدا با آزمون کلموگوروف-اسمیرنوف طبیعی بودن توزیع میانگین پسماندها و سپس برای بررسی وجود اختلاف معنادار بین پارامترهای با توزیع نرمال، از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون t و برای پارامترهای با توزیع غیرنرمال از آزمون من‌ویتنی و کروسکال والیس استفاده شد.

نتایج: اجزاء خشک موجود در پسماندهای مطالعه شده شامل کاغذ و مقوا ۳۷٪، پلاستیک ۲۵٪، فلزات ۱۳٪، منسوجات ۸٪ و شیشه ۴٪ بودند. بیش‌ترین مقادیر کاغذ و مقوا در آذر ماه، پلاستیک و فلزات در اردیبهشت ماه، منسوجات و شیشه در آبان‌ماه و زایدات قابل دفن در خرداد ماه بودند. هم‌چنین میانگین اجزاء خشک پسماندهای مورد مطالعه در ماه‌های فصل پاییز نسبت به فصل تابستان دارای اختلاف معنادار می‌باشند ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری: پیشنهاد می‌شود که برنامه تفکیک از مبدأ و راه‌اندازی و ساماندهی صنایع بازیافت موجود در شهر تهران انجام شود که علاوه بر کاهش حجم پسماند و کاهش هزینه‌های مدیریت پسماندهای شهر تهران، موجب درآمدزایی و ایجاد اشتغال در این بخش خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: پسماند شهری، اجزاء خشک، بازیافت، شهرداری تهران.

Original Article

Knowledge & Health 2009;4(1):40-44

A Quantitative and Qualitative Investigation of Tehran Solid Waste Recycling Potential

Mohammad-Hadi Dehghani^{1*}, Emad Dehghanifard², Kamal Azam³, Alireza Asgari⁴, Mohammad-Mahdi Baneshi⁵

1- Dept. of Environmental Health Engineering, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. 2- Dept. of Environmental Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. 3- Dept. of Epidemiology and Biostatistics, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. 4- Dept. of Environmental Health, Shahrud University of Medical Sciences, Shahrud, Iran. 5- Dept. of Environmental Health, Yasouj University of Medical Sciences, Yasouj, Iran.

Abstract:

Introduction: The amount and composition of municipal waste comprise the basic information needed for the planning, operation and optimization of waste management systems. The final goal of this study was a quantitative and qualitative investigation of recycling potential of solid wastes in 22 regions of Tehran.

Methods: This study was conducted in the last 9 months of 2007 in 22 regions of Tehran municipality. Systematic sampling method was use in the study. The solid parts of wastes were segregated and the data were analyzed by Kolmogorov-Smirnov test for determination of the normality of mean distribution of the data and then for determination of the significance of differences between parametric data the One-way ANOVA and the Independent-sample T-test methods were used, and for non-parametric data the Mann-Whitney and Kruskal-Wallis methods were applied.

Results: The solid parts of studied waste were paper and cardboard (37%), plastic (25%), metal (13%), textile (8%) and glass (4%). The maximum amounts of paper and cardboard were in Azar, plastic and metal in Ordibehesht, textile and glass in Aban and residuals in Khordad. Also, there was a significant difference between the mean of studied solid wastes in autumn and summer months (P -value < 0.05).

Conclusions: It is suggested that a segregation program be established and existing recycling industries in Tehran be systematized so that the amount of solid waste as well as the costs of Tehran solid waste management will reduce and sources of income and new job opportunities be created.

Keywords: Municipal waste, Solid waste, Recycling, Tehran municipality.

Received: 23 October 2008

Accepted: 9 May 2009

*Corresponding author: M.H. Dehghani, Email: dehghanihadi@yahoo.com

مقدمه

نمونه‌برداری به‌طور هفتگی انجام می‌شد و زمان نمونه‌برداری معمولاً در اواسط هفته بوده و از نمونه‌گیری در روزهای بین، قبل و بعد از تعطیلات جلوگیری شده است. هر منطقه به بلوک‌های مختلف با مساحت‌های تقریباً یکسان تقسیم شده و نقاط نمونه‌برداری در آن بلوک‌ها تعیین شده است. ابعاد بلوک‌ها با توجه به تعداد نقاط نمونه‌برداری مورد نیاز در هر منطقه و طبق رابطه ۱ به‌دست آمده است (۸).

$$L = \sqrt{\frac{A}{n}}$$

که در آن: L = طول و عرض هر بلوک، A = مساحت هر منطقه و n = تعداد نقاط نمونه‌برداری مورد نیاز هر منطقه.

در هر بلوک تنها یک نقطه نمونه‌برداری انتخاب شد. نمونه‌های پسماندهای بلوک‌های مختلف هر منطقه، پس از جمع‌آوری توسط کارگران شهرداری که برای این تحقیق انتخاب شده بودند، به ایستگاه‌های انتقال پسماند منتقل شده و با هم مخلوط می‌شدند. از پسماندهای مخلوط شده، نمونه‌ای به وزن حدود ۱۰۰۰ کیلوگرم جداسازی شده و این نمونه را بر ۴ قسمت تقسیم نموده و دوباره یک قسمت را به ۴ قسمت، تقسیم نمودیم. سپس اجزاء مورد نظر موجود در پسماندها توسط کارگران شهرداری جداسازی و توسط ترازوی دیجیتال توزین شده و درصد هریک از اجزاء محاسبه شد. اجزاء موردنظر در این مطالعه شامل کاغذ و مقوا، پلاستیک، فلزات، شیشه، منسوجات و زایدات قابل دفن بودند. داده‌های به‌دست آمده توسط نرم‌افزارهای EXCEL و SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. ابتدا داده‌ها توسط آزمون کلموگروف-اسمیرنوف جهت بررسی نرمال بودن توزیع میانگین پسماندها آنالیز شدند. برای بررسی وجود اختلاف معنادار بین پارامترهای میانگین نرمال از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون t مستقل و هم‌چنین برای بررسی وجود اختلاف معنادار بین پارامترهای میانگین غیرنرمال از آزمون من ویتنی و کروسکال والیس استفاده شده است.

نتایج

جدول ۱ میانگین و انحراف معیار اجزاء خشک موجود در نمونه‌های پسماند جامد مناطق ۲۲ گانه شهر تهران طی ۹ ماه ابتدای سال ۱۳۸۶ را بر حسب کیلوگرم نشان می‌دهد. نتایج آنالیز کلموگروف-اسمیرنوف برای بررسی وضعیت نرمال بودن میانگین داده‌های پارامترهای مختلف مورد مطالعه، در جدول ۲ آمده است.

در نمودار ۱، میانگین درصد اجزاء خشک موجود در پسماندهای مناطق ۲۲ گانه شهر تهران در دوره مورد مطالعه نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، کاغذ و مقوا با ۳۷٪ و شیشه با ۴٪، به‌ترتیب به‌عنوان بیش‌ترین و کم‌ترین اجزاء پسماندهای خشک مناطق ۲۲ گانه شهر تهران می‌باشند.

امروزه با پیشرفت علوم و تکنولوژی، تولید و مدیریت مواد زاید جامد نیز بسیار دگرگون شده است. یکی از جالب‌ترین گزینه‌ها در مدیریت مواد زاید جامد، بازیافت آن است که دارای صرفه اقتصادی و فواید زیست محیطی قابل توجهی است که متأسفانه در کشور ما، کار منسجم و یکپارچه‌ای در کل کشور صورت نگرفته است (۱). در سیستم مدیریت مواد زاید جامد، جهت کاهش حجم مواد زاید تولیدی و بازیافت آن، اطلاع از ترکیب فیزیکی و شیمیایی مواد زاید جامد جهت تعیین نحوه کاهش و نوع فرآیند بازیافت مورد نیاز و نیز بررسی دقیق و جامع خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پسماند امری ضروری است (۲). ترکیب فیزیکی، شیمیایی و نیز مقدار تولید مواد زاید جامد بر حسب فصول مختلف سال، روزهای هفته، نوع فرهنگ و سنت، عادات غذایی، سطح درآمد و عوامل متعدد دیگر دست‌خوش تغییرات قابل توجهی می‌باشد (۳، ۴ و ۵).

شهر تهران در کوهپایه‌های جنوبی رشته کوه البرز در حد فاصل طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲ دقیقه شرقی تا ۵۱ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی، به طول تقریبی ۵۰ کیلومتر و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه شمالی تا ۳۵ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی به عرض تقریبی ۳۰ کیلومتر گسترده شده است. ارتفاع شهر در شمالی‌ترین نقاط به ۱۸۰۰ متر و در جنوبی‌ترین نقاط به ۱۰۵۰ متر از سطح دریا می‌رسد. تهران از شمال به نواحی کوهستانی و از جنوب به نواحی کویری منتهی شده در نتیجه در جنوب و شمال دارای آب و هوایی متفاوت است. نواحی شمالی از آب و هوای سرد و خشک و نواحی جنوبی از آب و هوای گرم و خشک برخوردارند (۶).

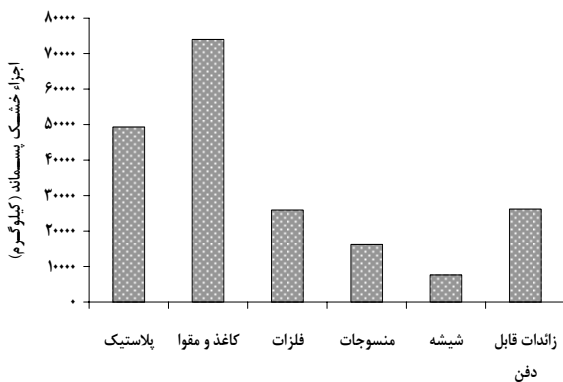
شهر تهران به‌عنوان بزرگ‌ترین شهر کشور با تولید تقریبی روزانه ۷۰۰۰ تن پسماند جامد، دارای مشکلات بسیاری در زمینه مدیریت پسماند جامد است (۷)، حال آن‌که با مدیریت مناسب و کاهش حجم زباله تولیدی و نیز بازیافت آن می‌توان مشکلات موجود را به نحو مؤثری کاهش داد. هدف نهایی این تحقیق بررسی کمی و کیفی و پتانسیل بازیافت پسماندهای شهر تهران به تفکیک مناطق ۲۲ گانه آن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه بر روی پسماندهای شهری مناطق ۲۲ گانه شهر تهران طی ۹ ماه ابتدای سال ۱۳۸۶ انجام شد. نمونه‌برداری و تجزیه و تحلیل داده‌ها در این مطالعه بر طبق روش RCRA (Resource conservation and recovery act) بود (۸). مهم‌ترین ویژگی نمونه‌برداری، نمونه‌برداری در طول زمان یا مکان مشخص یا هر دو می‌باشد (۹). روش نمونه‌برداری در این مطالعه از نوع نمونه‌برداری مرکب منظم می‌باشد. تعداد و محل نقاط نمونه‌برداری در هر منطقه با توجه به وسعت منطقه تعیین شد.

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار اجزاء خشک موجود در نمونه‌های پسماند جامد (کیلوگرم) مناطق ۲۲ گانه شهر تهران طی ۹ ماه ابتدای سال ۱۳۸۶

منطقه	پلاستیک		کاغذ و مقوا		فلزات		منسوجات		شیشه		زایدات قابل دفن	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
۱	۹۱۸۷/۸	۱۲۴۷۶/۸	۶۰۳۲۹/۱	۱۴۹۶۶/۷	۳۲۷۸۳/۹	۱۴۲۹۷/۶	۱۵۹۳۶/۴	۲۳۹۱۶/۵	۸۱۵۳/۴	۱۱۴۵۹/۳	۳۴۵۱/۵	۱۷۵۱/۷
۲	۲۰۱۸۳۴/۶	۵۲۶۵۳/۱	۹۷۹۲۶/۹	۴۵۷۹۶/۵	۶۸۱۱۱/۹	۴۷۴۰۵/۲	۲۷۵۰۷/۰	۲۸۳۸۲/۰	۱۷۸۵۶/۲	۲۰۸۲۸/۹	۰/۰	۰/۰
۳	۳۶۶۷۸/۳	۱۱۲۵۶/۶	۴۸۱۵۱/۲	۱۱۳۷۷/۳	۶۷۳۵/۷	۶۲۸۱/۱	۳۴۰۳/۵	۶۳۱۷/۰	۲۴۴۴/۶	۳۷۴۴/۸	۲۵۲۲۶/۱	۱۳۶۹۰/۷
۴	۵۳۹۱۹/۳	۲۲۷۹۴/۸	۸۵۰۳۶/۷	۷۷۶۰۳/۹	۱۳۴۳۴/۷	۱۳۰۰۳/۸	۶۳۱۱۷/۳	۳۵۳۸۸/۸	۷۷۴۷/۳	۳۸۲۷/۲	۷۵۲۸۵/۵	۲۰۵۶۲/۲
۵	۱۳۱۰۲۵/۸	۲۶۷۵۰/۱	۱۷۰۸۷۱/۱	۳۹۷۹۵/۹	۷۷۴۴۷/۳	۷۴۸۲۶/۴	۵۷۱۸۱/۹	۷۲۲۷۹/۵	۱۵۰۵۰/۱	۲۳۸۱/۹	۲۳۲۴۷/۶	۵۷۵۳/۷
۶	۲۷۵۸۳/۵	۱۰۴۲۰/۰	۷۱۷۰۱/۴	۲۳۰۱۴/۹	۱۴۳۷۱/۲	۱۲۲۸۴/۰	۲۳۲۳۰/۷	۱۱۴۴۳/۶	۶۷۳۴/۰	۲۳۸۱/۹	۰/۰	۰/۰
۷	۵۷۶۱۴/۵	۳۴۵۷۸/۷	۸۹۱۴۰/۷	۵۷۱۶۶/۹	۳۶۷۴۸/۲	۲۸۱۹۰/۷	۱۲۸۵۰/۳	۲۱۷۱۷/۱	۱۰۵۷۷/۱	۲۸۹۹/۴	۰/۰	۰/۰
۸	۶۱۴۸۸/۳	۱۸۰۹۴/۵	۱۶۸۶۹۴/۹	۸۳۷۰۴/۴	۳۲۶۷۱/۰	۱۵۸۳۴/۸	۹۰۲۷/۸	۱۴۱۳۱/۷	۱۲۰۷۵/۵	۹۶۴۰/۲	۱۹۳۵۰/۱	۱۵۳۶۶/۱
۹	۲۰۴۱۴/۸	۴۷۵۷/۳	۱۸۱۴۷/۰	۸۲۶۷/۳	۱۰۴۵۴/۶	۷۰۸۶/۵۳	۵۱۷۳/۴	۷۳۰۸/۲	۱۱۴۳/۳	۱۱۶۳/۰	۱۶۶۳۹/۸	۱۰۹۷۵/۹
۱۰	۲۷۴۵۷/۸	۴۲۸۳/۷	۳۷۸۴۹/۷	۱۴۰۳۹/۲	۲۲۰۰۰/۴	۲۲۶۳۴/۸	۴۵۵۷۴/۲	۳۲۲۳۵/۰	۶۸۴۳/۰	۱۵۹۳/۷	۱۱۴۵۹/۸	۵۳۶۷/۰
۱۱	۳۰۵۶۳/۴	۵۱۳۳/۴	۲۴۸۲۵/۸	۷۹۳۰/۰	۱۴۶۹۷/۸	۲۹۳۰/۹	۹۶۶۸/۴	۹۳۶۵/۷	۷۵۱۴/۸	۳۷۶۲/۷	۹۰۳۹/۴	۴۸۴۴/۳
۱۲	۴۷۸۷۹/۸	۲۶۳۷۲/۱	۱۴۴۹۶۰/۳	۵۲۷۱۶/۶	۳۲۰۴۶/۷	۲۸۱۳۳/۸	۴۶۳۱۳/۸	۵۳۱۱۸/۳	۳۰۰۸۰/۱	۳۰۰۸۰/۱	۲۸۲۶۵/۴	۲۲۸۵۲/۸
۱۳	۴۰۸۳۵/۲	۱۷۷۸۷/۲	۶۳۸۳۰/۳	۴۵۵۱۲/۸	۹۷۱۴/۱	۱۶۰۶۱/۲	۱۶۰۶۱/۲	۳۵۳۶۰/۲	۹۴۰۷/۱	۵۰۸۵/۷	۳۷۴۸۷/۳	۱۰۹۲۹/۹
۱۴	۴۸۹۷۱/۶	۷۱۶۴/۴	۱۵۳۰۱۰/۲	۶۳۰۸۴/۴	۳۵۰۳۵/۶	۳۳۷۱۳/۹	۱۹۱۰۷/۸	۳۸۳۷/۶	۳۸۳۷/۶	۱۹۷۰/۲	۷۴۲۶۴/۴	۳۱۷۲۵/۴
۱۵	۵۸۵۸۵/۳	۱۱۳۰۶/۷	۴۳۰۴۱/۵	۵۲۱۹/۰	۱۴۸۶۸/۵	۱۵۸۰۶/۴	۱۴۱۶۶/۷	۱۵۵۱۹/۴	۴۳۲۴/۳	۴۷۳۳/۴	۴۱۸۸۸/۷	۱۴۳۱۵/۱
۱۶	۲۹۲۵۸/۱	۵۲۳۱/۱	۱۰۵۲۸۲/۸	۳۴۸۵۵/۶	۱۷۲۰۷/۹	۷۹۷۱/۱	۲۶۵۷۵/۰	۱۰۷۸۸/۵	۶۶۹۱/۰	۴۰۰۷/۴	۱۴۱۰۲۴/۳	۹۳۴۴۹/۷
۱۷	۲۱۴۱۶/۶	۵۸۰۹/۲	۱۵۵۹۵/۸	۴۲۰۲/۴	۱۶۷۶۴/۱	۱۲۷۸۹/۹	۵۳۷۱/۱	۸۷۴۷/۶	۱۳۱۰/۱	۷۷۶/۵	۴۲۷۴۲/۸	۱۲۰۴۰۴/۴
۱۸	۶۳۰۵/۳	۳۳۹۷/۳	۵۰۴۵/۹	۱۹۵۰/۳	۲۶۸۱/۹	۲۲۰۱/۰	۲۶۰۰/۴	۳۹۰۶/۹	۱۴۰۵/۱	۲۱۱۰/۳	۳۹۷۷/۱	۲۹۸۹/۴
۱۹	۱۳۳۴/۴	۲۴۴۸/۱	۱۳۸۵۳/۷	۷۹۹۳/۷	۹۲۵۴/۵	۷۳۱۰/۵	۹۶۸۲/۷	۱۵۰۰۹/۷	۷۳۳/۳	۱۰۷۸/۶	۱۵۸۹/۱	۱۹۲۶/۸
۲۰	۲۴۳۹۹/۹	۸۳۹/۸	۱۳۶۱۸/۳	۲۵۵۴۷/۵	۲۶۳۳۶/۸	۱۷۲۵۲/۸	۲۳۶۱۳/۸	۱۱۲۵۳/۰	۲۵۹۲۸/۷	۲۱۲۲۳/۳	۱۵۹۳۶/۷	۱۳۳۸/۴
۲۱	۳۱۵۱۲/۲	۱۳۱۲۴/۸	۳۵۷۱۴/۷	۱۲۵۹۳/۴	۳۶۷۸۳/۲	۲۵۶۱۶/۸	۶۱۵۴/۸	۱۳۸۸۳/۱	۱۳۴۰/۴	۱۸۹۳/۱	۷۰۳۹/۲	۳۶۶۰/۵
۲۲	۱۴۱۱۷/۲	۶۸۸۶/۰	۱۷۰۱۰/۲	۷۶۲۸/۴	۷۵۵/۵	۶۵۳۲/۱	۳۳۹۳/۴	۵۱۱۱/۵	۲۲۷۸/۱	۱۲۳۴/۰	۸۸۱۶/۴	۲۷۹۹/۲



جدول ۲- پارامترهای غیرنرمال پسماند جامد مناطق ۲۲ گانه شهر تهران طی ۹ ماه ابتدای سال ۱۳۸۶

ماه	پارامتر غیرنرمال
فروردین	منسوجات
اردیبهشت	منسوجات
خرداد	منسوجات، زایدات قابل دفن
تیر	منسوجات
مرداد	منسوجات، زایدات قابل دفن
شهریور	منسوجات
مهر	فلزات، شیشه، زایدات قابل دفن
آبان	فلزات، زایدات قابل دفن
آذر	فلزات، زایدات قابل دفن

نمودار ۱- میانگین درصد اجزاء خشک موجود در پسماندهای مناطق ۲۲ گانه شهر تهران طی ۹ ماه ابتدای سال ۱۳۸۶

می‌باشد و بعد از آن پلاستیک با ۲۵٪، فلزات با ۱۳٪، منسوجات با ۸٪ و شیشه با ۴٪ رتبه‌های بعدی را به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به نمودار ۲ می‌توان دریافت که میانگین اجزاء خشک پسماندهای مناطق ۲۲ گانه شهر تهران در ماه‌های فصل پاییز نسبت به فصل تابستان دارای اختلاف معنادار می‌باشند که به دلیل پایان تعطیلات تابستانی و بازگشت مردم از سفرهای برون شهری می‌باشد ($P < 0.05$).

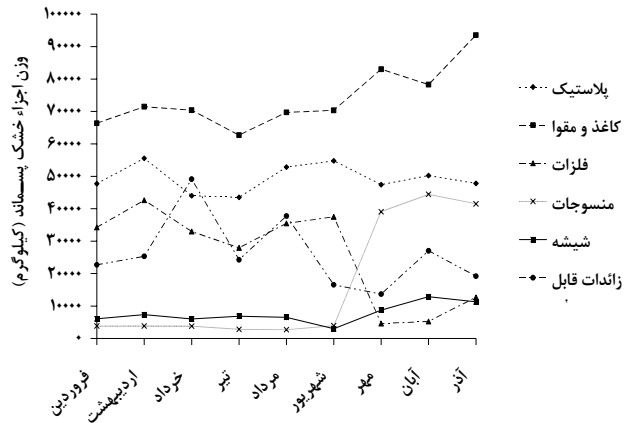
نمودار ۲ نشان‌دهنده روند تغییرات اجزاء خشک موجود در پسماندهای مناطق ۲۲ گانه شهر تهران به تفکیک ۹ ماه ابتدای سال ۱۳۸۶ می‌باشد. با توجه به این نمودار می‌توان دریافت که بیش‌ترین مقدار کاغذ و مقوا در آذرماه می‌باشد. با این حال بیش‌ترین مقدار پلاستیک و فلزات در اردیبهشت ماه، بیش‌ترین مقدار منسوجات و شیشه در آبان‌ماه و بیش‌ترین مقدار زایدات قابل دفن در خردادماه بودند.

با توجه به نمودار ۱، می‌توان دریافت که کاغذ با ۳۷٪ دارای بیش‌ترین سهم در پسماندهای خشک قابل بازیافت مناطق ۲۲ گانه شهر تهران

و مقوا ۷/۷٪، شیشه ۱/۵٪، فلزات ۰/۸٪، منسوجات ۱/۲٪ و مواد قابل دفن ۰/۲٪ به دست آمد (۱۱). اختلاف موجود در بین اجزاء مختلف پسماندهای مورد مطالعه این مناطق را می‌توان به دلیل اختلاف شرایط اقلیمی، اقتصادی و فرهنگی دانست. در نتیجه می‌توان استنباط نمود که در مناطق با آب و هوای گرم درصد پسماندهای تر کاهش می‌یابد.

در مطالعه‌ای که در شهر ولیس کشور مقدونیه انجام شد، اجزای موجود در پسماند این شهر برای کاغذ و مقوا ۲۴/۵٪، پلاستیک ۸٪، فلزات ۳/۸٪ و شیشه ۷/۲٪ به دست آمد که به جز پارامترهای کاغذ و مقوا و فلزات، بقیه اجزاء به دست آمده در این مطالعه بیش‌تر از مطالعه کنونی می‌باشد (۱۲). دلیل این امر را می‌توان تفکیک از مبدأ این دو پارامتر به دلیل ارزش بالای آن در کشور مقدونیه دانست. در مطالعه دیگری که در شهر مترومانیلا کشور فیلیپین انجام شد، درصد کاغذ و پلاستیک موجود در پسماند آن به ترتیب ۱۷٪ و ۱۶٪، منسوجات ۴٪، فلزات ۵٪، شیشه ۳٪ و زایدات قابل دفن ۲٪ به دست آمد که میزان تمامی اجزاء خشک موجود در زباله این منطقه از مطالعه کنونی کم‌تر می‌باشد (۱۳). در مطالعه‌ای که در جزیره کریت یونان انجام شد، مقدار کاغذ و پلاستیک موجود در پسماند این منطقه به ترتیب برابر ۱۹/۹٪ و ۵/۳٪، فلزات ۴/۹٪، شیشه ۵/۳٪ می‌باشد که به جز پارامتر شیشه، بقیه اجزاء آن بسیار کم‌تر از مقادیر به دست آمده در مطالعه کنونی بودند (۱۴).

در حال حاضر، بازیافت پسماندهای خشک در شهر تهران توسط کارگاه‌های کوچک و با تکنولوژی ابتدایی انجام می‌شود. با این حال، این کارگاه‌ها در زمینه بازیافت اجزاء خشک پسماندهای جامد فعال بوده و علاوه بر سود قابل ملاحظه، موجب ایجاد اشتغال در این بخش نیز می‌شوند. با توجه نتایج این مطالعه، مشخص شد که درصد عمده‌ای از اجزاء خشک پسماندهای جامد شهر تهران از کاغذ و مقوا با ۳۷٪، پلاستیک با ۲۵٪ و فلزات با ۱۳٪ تشکیل شده است که در صورت اجرای برنامه مدون تفکیک از مبدأ و بازیافت پسماندهای جامد توسط شهرداری تهران، علاوه بر اینکه حجم عمده‌ای از پسماندهای ورودی به مناطق دفن کاسته شده و در نتیجه هزینه مدیریت پسماندهای جامد کاهش می‌یابد، سود قابل ملاحظه‌ای نصیب شهرداری تهران شده و نیز اشتغال‌زایی مناسبی ایجاد خواهد شد. در جدول ۳ قیمت خرید و فروش و نیز هزینه بازیافت هر یک از اجزای پسماند جامد آنالیز شده، در بازار غیر رسمی تهران ارایه شده است. با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌شود که در زمینه بازیافت پلاستیک، کاغذ و مقوا و فلزات سود بسیار خوبی نصیب صنایع خواهد شد که این امر با توجه به هزینه‌های سرمایه‌گذاری پایین برای بازیافت پلاستیک و فلزات و وجود بازار بسیار مناسب فروش محصولات آن‌ها بسیار قابل توجه است. صنایع مربوط به بازیافت کاغذ و مقوا، دارای هزینه‌های سرمایه‌گذاری نسبتاً بالا بوده که در این زمینه نیاز به حمایت‌های مالی بخش دولتی از بخش خصوصی لازم می‌باشد. اما با



نمودار ۲- روند تغییرات اجزاء خشک موجود در پسماندهای مناطق ۲۲ گانه شهر تهران طی ۹ ماه ابتدای سال ۱۳۸۶

جدول ۳- قیمت خرید، فروش و هزینه بازیافت هر یک از اجزاء پسماند جامد آنالیز شده در بازار غیر رسمی تهران در سال ۱۳۸۶

نوع پسماند	قیمت هر کیلوگرم (ریال)		
	فروش	خرید	هزینه بازیافت
پلاستیک	۷۰۰۰	۳۲۰۰	۳۴۰
پلاستیک	۵۰۰۰	۳۲۰۰	۲۳۰
کاغذ و مقوا	۴۶۰۰	۲۱۰۰	۹۶۰
فلزات آهنی	۳۰۰۰	۱۵۰۰	۱۶۰
منسوجات	اطلاعاتی به دست نیامد		
شیشه	بستگی به نوع محصول	۲۲۰	۳۰۰

بحث

مدیریت پسماندهای جامد شهر تهران به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محورهای فعالیت شهرداری تهران محسوب می‌شود و تاکنون طرح‌های تحقیقاتی مختلفی در زمینه مدیریت جامع پسماندهای جامد شهر تهران انجام شده است، اما متأسفانه تاکنون استفاده مناسبی از نتایج این مطالعات صورت نپذیرفته است. هر تهرانی به‌طور متوسط ۷۰۰-۱۰۰۰ گرم پسماند تولید نموده که حدود ۷۰٪ آن پسماندهای غذایی، ۲۹٪ آن پسماندهای خشک قابل بازیافت و ۱٪ آن را پسماند خطرناک تشکیل می‌دهد (۱۰). در مطالعه‌ای که بر روی پسماندهای جامد استان سیستان و بلوچستان انجام شد، مشخص گردید که درصد پلاستیک ۱۰/۸٪، کاغذ و مقوا ۱۰/۵٪، فلزات ۴/۹٪، شیشه ۲/۳٪ و منسوجات ۲/۲٪ می‌باشد (۱). با این حال در مطالعه‌ای که بر روی پسماندهای جامد شهر گرگان انجام شد، درصد اجزاء خشک آن شامل پلاستیک ۱۳/۹٪، کاغذ

References

1. Omrani GA, Maleki A, Sherafat Mola A. Quality and quantity evaluation of solid waste and recycling potential in sistan & Baluchestann province. Environmental Science and Technology 2007;8(4):11-17.[Persian].
2. Salvato JA, Nemerow NL, Agardy FJ. Environmental Engineering. 5th ed. New York:John Wiley&Sons;2003.
3. Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil S. Integrated solid waste management. New York:McGraw-Hill;1993.
4. Omrani GA. Mavade jamede zayed. 2nd ed. Tehran: Islamic Azad University Press;1998.[Persian].
5. Vesilind PA. Environmental engineering. Boston: McGraw-Hill;1997.
6. Gitashennasi Institute of Geography and Cartography. Tehran History. 2nd ed. Tehran: The Institute; 2008.[Persian].
7. Dehghanifard E, Dehghani M.H, Azam K, Asgari A.R. Quality and quantity evaluation of paper and plastic in the solid waste of region 10th of Tehran city in 2007. Proceeding of 8th Seminar of Knowledge and Health,2008 Nov 28-29;Shahroud,Iran.[Persian].
8. Environmental Protection Agency (US). Waste sampling draft technical guidance: Planning, Implementation, and Assessment. Washington: The Agency;2002.
9. Gilbert RO. Statistical methods for environmental pollution monitoring. New York: Van Nostrand Reinhold;1987.
10. Taleb N. Assessment of fundamental factors for establishment of compost industry. Proceeding of 1st seminar of material recycling and processing organization of Tehran municipality;1991;Tehran,Iran. 1991. [Persian].
11. Raghimi M, Shahpasandzadeh M, Yaghmaee F, Gholipour M. Physical degradation of domestic solid waste with recycling standpoint (case study: Gorgan city). Agricultural and Natural sources sciences 2006;13(3):21-28.[Persian].
12. Hristovski K, Olson L, Hild N, Peterson D, Burge S. The municipal solid waste system and solid waste characterization at the municipality of Veles, Macedonia. Waste Manage 2007;27(11):1680-9.
13. Eugenia M, Bennagen C, Nepomuceno G, Covar R. Solid waste segregation and recycling in metro Manila: household attitudes and behavior. Environment & Economics Center for Studies (REECS); Manila;2002. Report No. 2002-RR3
14. Gidarakos E, Havas G, Ntzamilis P. Municipal solid waste composition determination supporting the integrated solid waste management system in the island of Crete. Waste manage 2006;26:668-679.

توجه به اختلاف زیاد بین قیمت خرید کاغذ بازیافتی و کرافت تولید شده و نیز درصد زیاد کاغذ و مقوای وجود در پسماندهای خشک شهر تهران، می‌توان انتظار داشت که بازگشت سرمایه این صنعت در مدت زمان کوتاهی محقق شده و صنعت در مدت کوتاهی به سوددهی برسد. پیشنهادات زیر با توجه به اهداف و نتایج به‌دست آمده از مطالعه حال حاضر، به شرح زیر ارائه می‌شوند:

تدوین برنامه جامع تفکیک از مبدا اجزاء خشک و تر پسماندهای جامد شهری شهر تهران توسط سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران و واگذاری اجرای برنامه به بخش خصوصی که در راستای سیاست‌های کلی اصل ۴۴ بوده و منجر به رشد بخش خصوصی، اشتغال‌زایی و کاهش هزینه‌های مدیریت پسماندهای شهری می‌شود.

آموزش و فرهنگ‌سازی عمومی در مورد لزوم توجه به امر تفکیک از مبدا و بازیافت پسماندهای جامد و لزوم مشارکت عمومی جهت تحقق اهداف این برنامه، توسط شهرداری تهران. اجرای برنامه تفکیک از مبدا اجزای خشک زباله با محوریت شهرداری تهران و مشارکت بخش خصوصی. ساماندهی کارگاه‌های کوچک بازیافت موجود در شهر تهران و تبدیل آنها به تکنولوژی‌های پیشرفته از طریق برنامه‌های حمایت از صنایع کوچک و زود بازده. ترغیب بخش خصوصی در زمینه سرمایه‌گذاری و انتقال تکنولوژی بازیافت به کشور و مشارکت در امر بازیافت پسماندهای شهری.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از شهرداری تهران در جهت همکاری آن‌ها در جمع‌آوری داده‌های این مطالعه، قدردانی نمایند.