

Research Paper

The Rate of Solid Waste Production in Mashhad, Iran, 2012

Mahdi Farzadkia¹, Leila Ghasemi², Ahmad Alah Abadi³, *Ayoob Rastegar⁴

1. Professor, Department of Environmental Health Engineering, Research Center for Environmental Health Technology, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. MSc. Student, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Environmental Health, School Health, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran.
4. PhD Student, Department of Environmental Health Engineering, Research Center for Environmental Health Technology, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.



Citation: Farzadkia M, Ghasemi L, Alah Abadi A, Rastegar A. [The Rate of Solid Waste Production in Mashhad, Iran, 2012 (Persian)]. Journal of Sabzevar University of Medical Sciences. 2017; 23(6): 888-895. <http://dx.doi.org/10.21859/sums-2306888>

doi: <http://dx.doi.org/10.21859/sums-2306888>

Received: 31 Jul. 2016

Accepted: 08 Dec. 2016

ABSTRACT

Backgrounds Recycling is one of the methods to improve the management of solid waste, which has considerable economic and environmental benefits. Without knowing the amount of the waste and its components, the possibility of planning and optimizing the waste management system is impossible. The current study aimed at investigating the recycling potential of solid wastes in 13 municipal districts of Mashhad, Iran, quantitatively and qualitatively.

Methods & Materials The current study was conducted in 2013 in 13 municipal districts of Mashhad. To conduct the study, it was necessary to know the physical analysis of municipal waste solid; therefore, the latest data of Waste Management Organization of Mashhad were used.

Results The solid ingredients of the studied waste were paper and cardboard (46.7%), bread (10.8%), plastics (9.7%), metals (6.8%), and glasses (5%), respectively. There was a significant difference between the mean of the studied solid waste in winter and summer months. The total proceeds from the recycled materials was about US\$ 369 836.45. The proceeds from the recycled metals was even more than that of other dry waste.

Conclusion The recycled dry solid waste compromised 26.15% of the total dry solid waste. It is suggested to establish a waste separation system and also systematize the existing recycling industries in Mashhad according to the regulations to reduce the amount of solid waste, manage the costs and benefits result from Mashhad solid waste, and create new job opportunities and sources of income.

Keywords:

Municipal waste,
Solid waste, Re-
cycling, Mashhad
Municipality

* Corresponding Author:

Ayoob Rastegar, PhD Student

Address: Department of Environmental Health Engineering, Research Center for Environmental Health Technology, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Tel: +98 (915) 9833229

E-mail: rastegar.89@gmail.com

بررسی میزان پسماندهای جامد تولیدشده شهر مشهد در سال ۱۳۹۱

مهدی فرزادکیا^۱، لیلا قاسمی^۲، احمد اله‌آبادی^۳، ایوب رستگار^۴

۱. استاده، گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران، تهران، ایران.
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران، تهران، ایران.
۳. استادیار، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی سبزوار، سبزوار، ایران.
۴. دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران، تهران، ایران.

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۰ مرداد ۱۳۹۵

تاریخ پذیرش: ۱۸ آذر ۱۳۹۵

اهداف: یکی از راه‌های مدیریت بهینه مواد زائد جامد، بازیافت آن است که دارای صرفه اقتصادی و فواید زیست‌محیطی درخور توجهی است. بدون اطلاع از میزان زباله و اجزای تشکیل‌دهنده آن، امکان برنامه‌ریزی دقیق و بهینه‌سازی سیستم مدیریت پسماند وجود ندارد. هدف از این تحقیق بررسی کمی، کیفی و پتانسیل بازیافت پسماندهای خشک شهری مناطق ۱۳ گانه شهر مشهد است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه در طول سال ۱۳۹۱ به مدت ۱۲ ماه در ۱۳ منطقه شهری مشهد انجام شد. این پژوهش نیازمند به دانستن آنالیز فیزیکی مواد زائد شهری بوده بنابراین از اطاعات و آنالیز آماری سازمان پسماند شهری مشهد استفاده شد.

یافته‌ها: اجزای خشک موجود در پسماند مطالعه‌شده شامل کاغذ و مقوا ۴۶/۷ درصد، نان خشک ۱۰/۸ درصد، پلاستیک ۹/۷ درصد، فلزات ۶/۸ درصد، شیشه ۵ درصد و دیگر موارد ۲۰ درصد بودند. ارتباط معناداری میان میزان مواد زائد تولیدی در ماه‌های تابستان و زمستان بود. کل درآمد حاصل از فروش مواد بازیافتی ۱۴,۷۹۳,۴۵۸,۰۰۰ ریال بود و درآمد حاصل از فروش کاغذ بازیافتی نسبت به دیگر پسماندهای خشک بیشتر است.

نتیجه‌گیری: مقدار پسماند خشک بازیافت شده ۲۶,۱۵٪ بود. پیشنهاد می‌شود که با انجام مطالعات جامع و مدیریت مناسب می‌توان درصد بازیافت زائدات خشک را به نحو موثری افزایش داد، به علاوه بازیافت صحیح موجب درآمدزایی و ایجاد اشتغال در این بخش خواهد شد.

کلیدواژه‌ها:

پسماند شهری، پسماند خشک، بازیافت، شهرداری مشهد

مقدمه

مجدد، کمپوست، تبدیل زباله به انرژی یا فرایندهای دیگر به‌منظور بازیابی مواد و انرژی، منبع جایگزین درخور توجهی از مواد خام را فراهم می‌کند و وابستگی به مواد خام را کاهش می‌دهد. تولید محصولات بازیافت باید از اصول امنیتی پیروی کنند؛ به این معنی که باید کیفیت، کمیت و قیمت مطمئنی داشته باشند [۵]. در واقع بازیافت قسمت اصلی و زیربنایی هر طرح جامع مدیریت پسماند است و در صورتی که درست اجرا شود به فعالیتی دلخواه شهروندان برای مدیریت مواد زائد جامد شهری تبدیل خواهد شد [۶].

در برخی کشورهای پیشرفته درصد بازیافت مواد مختلف از زباله‌های شهری بین ۱۵ تا ۵۰ درصد وزنی کل زباله تولیدی محاسبه شده است [۷]. نتایج تحقیقاتی توسط تعدادی از پژوهشگران در ایران فرزادکیا، دهقانی، صالحی و محرم‌نژاد نشان داده است که میانگین زباله بازیافتی خشک در شهرهای متفاوت ایران ۳۰ درصد است [۸]. از آنجا که درصد بیشتری از پسماند

امروزه با توسعه علوم و فناوری، تولید مواد زائد جامد و مدیریت آن‌ها بسیار دگرگون شده است. مشکل تولید انبوه زباله یکی از مشکلات و معضلات شهری در کل جهان به‌ویژه در کلان‌شهرهاست که مشکلات بهداشتی، زیست‌محیطی، اقتصادی-اجتماعی و غیره را به‌وجود آورده است [۱]. توسعه علوم و صنایع مبتنی بر فناوری، به‌طور درخور توجهی به افزایش حجم و سمیت مواد زائد کمک می‌کند [۲]. یکی از بهترین گزینه‌ها در مدیریت مواد زائد جامد، بازیافت آن است که سبب صرفه‌جویی در منابع ملی و بهبود محیط زیست می‌شود [۳].

با توجه به افزایش نرخ تولید زباله و مقدار محدود زمین برای دفن زباله و نیز مشکلات در به‌دست‌آوردن محل دفن جدید، بهبود برنامه‌های بازیافت زباله باید به‌عنوان یکی از راه‌حل‌های عملی به‌رسمیت شناخته شود [۴]. کاربرد بازیافت، استفاده

* نویسنده مسئول:

ایوب رستگار

نشانی: تهران، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران، مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط.

تلفن: ۹۸۳۳۲۲۹ (۹۱۵) ۹۸

پست الکترونیکی: rastegar.89@gmail.com

وضعیت مواد زائد جامد قابل بازیافت در زباله‌های شهر مشهد صورت گرفته است. برای شناخت مواد تشکیل‌دهنده پسماند شهری (تجزیه فیزیکی پسماند) با مراجعه به سازمان پسماند شهر مشهد و به‌منظور گرفتن آخرین اطلاعات و آمارهای موجود مراجعه شد. همچنین مصاحبه با مقامات و مهندسان مشغول در شهرداری و سازمان پسماند انجام شد. این مطالعه روی پسماندهای شهری مناطق ۱۳ گانه شهر مشهد در طول سال ۱۳۹۱ (از فروردین تا اسفند) به‌منظور تعیین درصد بازیافت فعلی هر یک از عناصر خشک پسماند و مشخص کردن قابلیت بازیافت زائدات خشک شهر مشهد، انجام شد. با توجه به بهای هر کیلوگرم از ضایعات زباله اعم از پلاستیک، کاغذ، مقوا، شیشه و دیگر اجزای پسماند خشک در مقطع زمانی این تحقیق، ارزش اقتصادی مواد قابل بازیافت زباله تعیین شد.

یافته‌ها

منابع تولید کل پسماند جامد تولیدشده در سطح شهر مشهد در طی سال ۱۳۸۷ و ۱۳۹۱ در جدول شماره ۱ و درصد پسماند تولیدی در هر یک از منابع تولید در تصویر شماره ۱ نشان داده شده است. بیشترین درصد زباله تولیدی در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۹۱ مربوط به پسماند شهری بوده که این میزان به ترتیب ۷۶/۰۲ و ۶۶/۰۱ درصد بوده و کمترین درصد تولیدی مربوط به پسماند بیمارستانی است. طبق تصویر شماره ۱، یک درصد میزان بازیافت پسماند خشک در سال ۱۳۸۷، ۷/۲ درصد، ولی در سال ۱۳۹۱ این میزان بازیافت به ۲۶/۱۵ درصد رسیده است.

جدول شماره ۲ نشان‌دهنده، میزان پسماند تولیدی هر یک از مناطق و درصد پسماند خشک جداسازی‌شده در ۱۳ منطقه شهر مشهد است. میزان زباله تولیدی شهر مشهد به‌ازای هر روز ۱۳۹۷/۴۵ تن است که از این مقدار به‌طور متوسط ۲۶،۱۵ پسماند خشک است و از بین مناطق، منطقه ۱۳ (ثامن) بالاترین سرانه تولید زباله به مقدار ۱/۴۷۸ کیلوگرم به ازای هر نفر و کمترین سرانه زباله تولیدی مربوط به منطقه ۱۲ به میزان ۴۲۰/۳۷ گرم در روز است. متوسط سرانه کل پسماند شهری در شهر مشهد ۵۵۳/۸ گرم به ازای هر نفر در روز است که از این مقدار ۴۸۹/۸ گرم آن را پسماند تر و ۶۴ گرم آن را زباله خشک جمع‌آوری‌شده تشکیل می‌دهد که این میزان درصد پسماند خشک جمع‌آوری‌شده در تمام مناطق شهری تقریباً یکسان بود.

را پسماند تر تشکیل می‌دهد و قابلیت زیادی برای تبدیل به کمپوست دارد، ولی مطالعات نشان می‌دهند که فقط ۱۰ درصد از آن به کود کمپوست تبدیل می‌شود و مابقی به‌صورت غیراصولی دفن یا تلنبار می‌شود که مطالعات انجام‌شده در شهرهای رشت، سنندج و قزوین بیانگر این است که مقادیر زیادی از گازهای گلخانه‌ای و شیرابه در این مکان‌ها تولید می‌شود [۹-۱۱].

در سیستم مدیریت مواد زائد جامد، به‌منظور کاهش حجم مواد زائد تولیدی و بازیافت آن، اطلاع از ترکیب فیزیکی و شیمیایی مواد زائد جامد برای تعیین نحوه کاهش و نوع فرایند بازیافت لازم است. همچنین بررسی دقیق و جامع خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پسماند امری ضروری است [۱۲]. تفکیک زائدات از مبدأ می‌تواند نقش اساسی در کاهش هزینه‌های مدیریت مواد جامد زائد شهری داشته باشد. به‌نظر می‌آید برنامه اصولی بازیافت آستی‌دهنده و همسوکننده فعالیت‌های اقتصادی با برنامه‌های حفاظت از محیط زیست باشد. با افزایش استانداردهای زیست‌محیطی هزینه‌های دفن در آینده افزایش می‌یابد؛ بنابراین به‌منظور کاهش هزینه‌ها ملزم به بازیافت مواد است و در نهایت می‌توان اظهار داشت که بازیافت اصلی اقتصادی است و توجه بیشتر مسئولان را می‌طلبد [۱۳]. برای مثال در خصوص کاغذ، بازیافت آن به‌دلیل جلوگیری از تخریب جنگل‌ها با بازیافت هر تن کاغذ از قطع ۱۷ اصله درخت تنومند جلوگیری می‌شود [۱۳].

همچنین مطالعات حیدری در خصوص بازیافت پسماندهای شهری در شهر همدان نشان داد که بازیافت سبب سودآوری بیش از یک میلیارد در سال را به‌همراه دارد [۱۴]. شهر مشهد در شمال شرقی ایران، بین رشته‌کوه‌های بینالود و هزار مسجد واقع شده است و دومین شهر پرجمعیت ایران بعد از تهران است. با تولید تقریبی روزانه ۱۷۸۲۲۷ کیلوگرم پسماند جامد، دارای مشکلاتی در زمینه مدیریت پسماند است، حال آنکه با مدیریت مناسب و بازیافت زباله تولیدی می‌توان مشکلات موجود در این زمینه را کاهش داد. هدف نهایی این تحقیق بررسی کمی، کیفی و پتانسیل بازیافت پسماندهای شهر مشهد به تفکیک مناطق ۱۳ گانه آن است و همچنین ارائه نمایی کلی از وضعیت موجود با توجه به بازیافت پسماندهای خشک و بررسی ارزش اقتصادی آن‌هاست.

مواد و روش‌ها

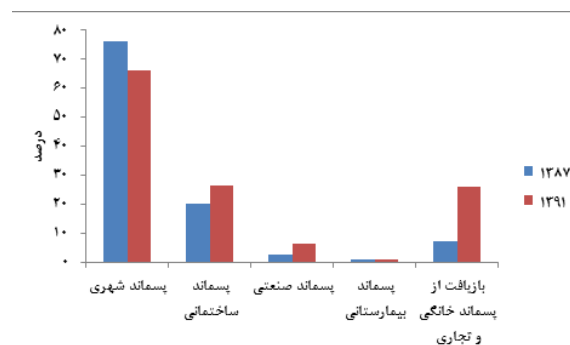
این مطالعه از نوع توصیفی-تحلیلی است که به‌منظور تعیین

جدول ۱. کل پسماند جامد جمع‌آوری‌شده در شهر مشهد در دو سال متفاوت (برحسب تن در سال).

سال	پسماند خانگی و تجاری	پسماند بیمارستان	پسماند صنعتی	پسماند ساختمانی	حجم کل پسماند جمع‌آوری‌شده
۱۳۸۷	۴۵۹۲۳۱	۵۱۲۹	۱۶۵۱۲	۱۳۳۱۸۱	۶۰۴۰۵۳
۱۳۹۱	۵۱۰۰۷۲	۶۸۷۳	۵۱۰۲۶	۲۰۴۷۲۸	۷۷۲۶۹۸

که با گرم شدن هوا (از اردیبهشت ماه تا اول مردادماه) میزان تولید پسماند تر و خشک روند افزایشی داشته و در ماه مردادماه کاهش یافته است؛ ولی دوباره در شهریور افزایش یافته است. همچنین با شروع فصل مدارس از اول مهرماه تا اسفند کاهش داشته است؛ ولی در اسفند میزان تولید پسماند رشد داشت؛ به طوری که این میزان رشد در زمینه پسماندهای تر کمتر از هر سه فصل (بهار، تابستان و پاییز) بود.

تصویر شماره ۳ تجزیه فیزیکی پسماندهای خشک که به میزان ۱۱/۳۵ درصد (به مقدار ۴۲۷۲۶ تن در سال) از پسماند شهری را کاغذ و مقوا به مقدار ۳۰۴۶۲/۸۳ تن در سال یا به عبارتی روزانه ۸۳/۴۵ تن و منسوجات کمترین میزان درصد پسماندهای خشک را به میزان بیش از ۶ تن در روز را تشکیل داده است. **جدول شماره ۴** کل میزان زباله‌های تر و خشک، بازیافت‌شدنی و بازیافت‌نشده را نشان می‌دهد. نتایج بیانگر این است که از مقدار زباله‌های خشک به میزان ۷۵ درصد از آن‌ها قابلیت بازیافت دارند که توسط شهرداری جمع‌آوری می‌شود و به میزان ۱۰/۸ درصد آن را نان خشک تشکیل می‌دهد که توسط خود تولیدکننده جمع‌آوری می‌شود و مابقی درصد پسمان خشک به میزان ۱۴/۲ درصد از آن را مواد بی‌ارزش تشکیل می‌دهد که وارد مکان



تصویر ۱. درصد پسماند تولیدی از منابع مختلف در طی سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۹۱.

که بین ۱۲/۹۹ درصد تا ۱۳/۶۸ درصد است. همچنین نتایج نشان می‌دهد مناطقی که درصد جمعیت بیشتری دارند میزان زباله تولیدی آن‌ها هم بیشتر است.

جدول شماره ۳ و **تصویر شماره ۲** درصد زباله تولیدی در ماه‌ها و فصول مختلف از سال ۱۳۹۱ را نشان می‌دهد که به‌طور متوسط ۸۸/۶۵ درصد از زباله‌های تولیدی زباله تر و ۱۱/۳۵ درصد از آن را پسماند خشک تشکیل می‌دهد. **جدول شماره ۳** بیانگر این است

جدول ۲. مقایسه مقدار پسماند تر و خشک جمع‌آوری‌شده از مناطق سیزده‌گانه شهر مشهد در سال ۱۳۹۱.

منطقه	جمعیت	زباله تر	زباله خشک (کیلوگرم)	زباله تولیدی برحسب کیلوگرم			درصد
				سرانه زباله تولیدی (گرم)	سرانه زباله تر (کیلوگرم)	پسماند خشک	
۱	۱۹۹۵۷۷	۴۲۹۳۳۳۷۰	۵۵۸۱۲۰۸	۶۶۶	۰/۵۹۰	۱۲/۹۹	
۲	۴۶۴۴۶۴	۷۸۳۰۴۵۰۰	۱۰۱۷۹۵۸۵	۵۲۲	۰/۴۶۲	۱۳	
۳	۳۴۴۱۷۲	۵۵۴۵۲۷۰۰	۷۲۰۸۸۵۱	۴۹۸/۸	۰/۳۴۲	۱۳	
۴	۲۴۷۵۷۰	۳۹۶۵۰۹۴۰	۵۱۵۴۶۲۲	۴۹۵/۸	۰/۴۳۹	۱۲/۹۹	
۵	۱۶۳۹۶۰	۲۵۶۵۲۳۹۰	۳۳۳۴۸۱۱	۴۸۴/۳۵	۰/۴۲۸	۱۳	
۶	۲۰۰۶۷۵	۳۹۳۴۲۰۸۰	۵۱۱۴۴۷۰	۶۰۶/۸	۰/۵۳۷	۱۲/۹۹	
۷	۲۳۴۴۹۱	۴۳۸۰۰۴۶۰	۵۹۹۴۰۵۹	۶۰۷/۱۵	۰/۵۳۴	۱۳/۶۸	
۸	۱۱۷۳۳۱	۲۷۰۲۴۷۹۰	۳۵۱۴۵۲۲	۷۱۴	۰/۶۳۲	۱۲/۹۹	
۹	۳۳۱۲۶۰	۵۳۸۹۰۹۷۰	۷۰۰۵۸۲۶	۵۰۴	۰/۴۴۶	۱۲/۹۹	
۱۰	۲۶۷۴۸۰	۴۴۵۴۴۶۱۰	۵۷۹۳۳۹۹	۵۱۵/۳۴	۰/۴۵۶	۱۲/۹۹	
۱۱	۲۲۱۶۳۱	۳۸۲۵۷۳۰	۵۰۲۱۳۴۵	۵۴۰	۰/۴۷۸	۱۳	
۱۲	۳۷۱۹۸	۵۰۴۹۰۵۰	۶۵۶۳۷۶	۴۲۰/۳۴	۰/۳۷۲	۱۲/۹۹	
ثامن	۳۲۹۶۲	۱۵۷۴۰۹۰۰	۲۰۴۶۳۱۷	۱۴۷۸	۱/۳۰۸	۱۲/۹۹	

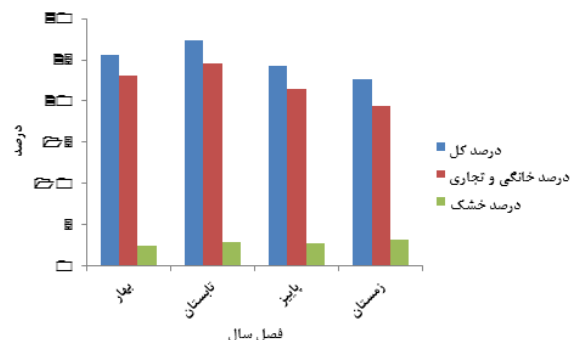
جدول ۳. مقدار کل پسماند شهری تولید شده در شهر مشهد در ماه‌های مختلف سال ۱۳۹۱.

ماه	کل پسماند شهری	پسماند تر	پسماند خشک	درصد کل
فروردین	۴۵۸۶۰/۳۶	۴۱۵۱۴/۱۴	۴۳۴۶/۲۲۳	۷/۹۷۱۵
اردیبهشت	۴۹۶۷۴/۱۵	۴۴۹۱۴/۶۲	۴۷۳۹/۵۳۱	۸/۶۳۴۴
خرداد	۵۱۸۴۳/۷	۴۶۷۲۳/۱۹	۵۱۲۰/۵۱۳	۹/۰۱۱۵
تیر	۵۲۵۶۷/۵۴	۴۷۰۱۰/۲	۵۵۵۷/۳۴۳	۹/۱۳۷۳
مرداد	۵۲۱۵۵/۵۶	۴۶۹۱۷/۸۱	۵۲۲۷/۷۵	۹/۰۶۵۷۶
شهریور	۵۲۹۷۰/۷۷	۴۷۱۲۳/۸	۵۸۲۶/۹۷۱	۹/۲۰۳۹
مهر	۴۸۸۴/۳	۴۳۴۱۰/۲۵	۵۴۷۴/۰۵۳	۸/۴۹۷۱
آبان	۴۷۷۹۳/۰۵	۴۲۶۷۰/۲۳	۵۱۲۲/۸۲۲	۸/۳۰۷۴
آذر	۴۲۶۰۱/۸۱	۳۷۵۴/۵۹	۴۸۴۷/۳۳۲	۷/۴۰۵۱
دی	۴۰۷۰۸/۴۲	۳۵۴۵۰/۷۱	۵۲۵۷/۷۱۲	۷/۰۷۶
بهمن	۴۳۱۱۱/۱۸	۳۷۰۷۵/۰۸	۶۰۳۷/۰۹۵	۷/۴۹۳۶
اسفند	۴۷۱۵۱/۸۲	۳۹۴۷۶/۸۷	۷۶۷۴/۹۵۴	۸/۱۹۶۰

مجله علمی پژوهشی
دانشگاه ملی سبزوار

کل پسماند تولیدی در این شهر به میزان ۷۸ صدم درصد در سال ۱۳۹۱ نسبت به سال ۱۳۸۷ افزایش یابد. افزایش درصد رشد برای پسماند صنعتی ۳/۸۶ و پسماند ساختمانی ۱/۶ درصد بوده است؛ اما پسماند بیمارستانی در طی این سال‌ها افزایش چندانی نداشته و کمترین بخش پسماند تولیدی در شهر مشهد را شامل می‌شود. دلیل اینکه پسماند ساختمانی و صنعتی افزایش داشت، می‌تواند به دلیل رشد ساخت‌وسازهای ساختمانی و رشد دیگر صنایع در سال‌های اخیر و نبود آموزش به صنایع باشد.

مطالعاتی که توسط مهدوی در سال ۲۰۰۸ در شهر تهران انجام گرفته است، بیانگر این است که ۹۷ درصد پسماند جمع‌آوری شده در شهر تهران مربوط به منابع شهری بوده است



مجله علمی پژوهشی
دانشگاه ملی سبزوار

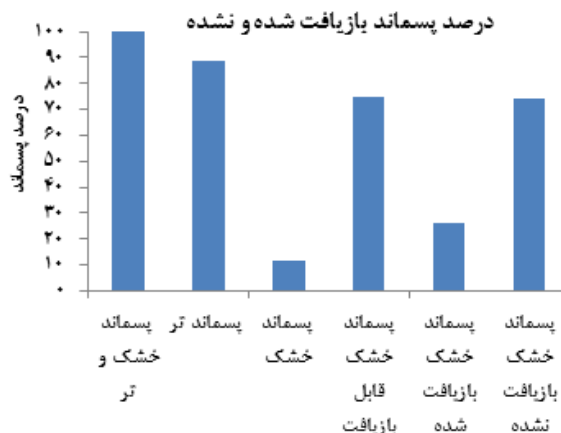
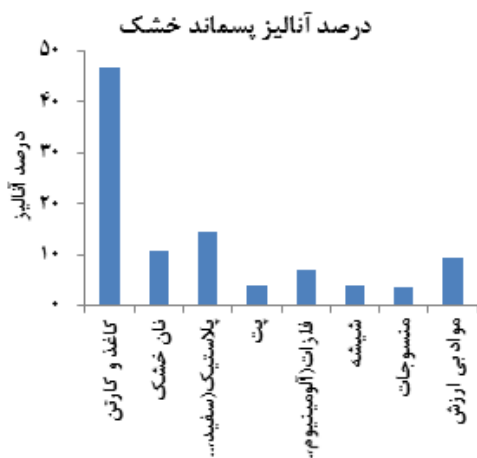
تصویر ۲. درصد پسماندهای تر و خشک جمع‌آوری شده شهر مشهد در فصل‌های مختلف سال ۱۳۹۱.

دفن می‌شود. از مقدار درصد پسماند خشک بازیافت‌شدنی ۷۵ درصدی در شهر مشهد، فقط ۲۶/۱۵ درصد از آن بازیافت شده و مابقی به میزان ۷۲/۴ درصد از آن بازیافت نشده است و همراه با مواد بی‌ارزش خشک و پسماند تر وارد مکان دفن می‌شود.

جدول شماره ۴ در آمد ناخالص سالیانه حاصل از مواد بازیافتی را نشان می‌دهد نتایج بیانگر این است که بیشترین درآمد مربوط به فلزات است. کل درآمد حاصل از فروش مواد بازیافتی نه میلیارد هفتصد ۳۴ میلیون تومان است، در صورتی که با توجه به درصد بازیافت کم پسماند فقط یک میلیارد و ۴۷۹ میلیون ریال حاصل می‌شود. مابقی پول وارد محل‌های دفن می‌شود.

بحث

نتایج بیانگر این است که بیشترین درصد پسماند تولیدی در شهر مشهد مربوط به منابع پسماند شهری در مقایسه با دیگر منابع است؛ ولی رشد پسماند شهری (تر و خشک) در طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۱ به میزان تقریباً ۱۰ درصد کاهش داشت. اما میزان بازیافت در طول مطالعه (۱۳۸۵-۱۳۹۱) به میزان ۸/۱۳ درصد رشد داشت. این میزان رشد منفی و افزایش درصد بازیافت نشان‌دهنده این است که برنامه کمینه‌سازی تولید و ارتقای سطح بازیافت در سال‌های اخیر در شهر مشهد برنامه‌ای موفق بوده است؛ ولی از طرف دیگر رشد پسماند منابع ساختمانی و صنعتی در طی سال‌های مطالعه شده افزایش یافته است که این باعث شده است با توجه به اینکه تولید پسماند شهری رشد منفی داشته، ولی



تصویر ۳. آنالیز پسماندهای خشک و درصد پسماند خشک بازیافت شده و بازیافت نشده شهر مشهد در سال ۱۳۹۱.

سازمان محیط زیست

اقتصادی و عادات روزانه و سبک زندگی است. می‌تواند دلیل این میزان تفاوت در سرانه باشد.

طبق تصویر شماره ۲ بیشترین درصد میزان خشک جمع‌آوری شده در طول ماه زمستان و بیشترین درصد پسماند تر و کل پسماند تولیدی در فصل تابستان است؛ زیرا یکی از عوامل مؤثر بر رشد تولید پسماند شرایط آب‌وهوایی است که در فصل تابستان مصرف میوه‌جات نسبت به دیگر فصول بیشتر است، همچنین به دلیل زیارتی بودن شهر مشهد مسافران سبب تولید پسماند زیادتر شده‌اند. اما علت اینکه در اسفندماه درصد پسماند خشک بیشترین میزان است به دلیل رسم و آداب فرهنگ ایرانی است که در اواخر زمستان شروع به خانه‌تکانی می‌کنند که وسایل اضافی یا وسایل کهنه را با وسایل نو جایگزین می‌کنند که این عامل علت اصلی رشد پسماند خشک است. مطالعات نشان دادند که پسمان تر تولیدی در فصل تابستان نسبت به دیگر فصول سال بیشتر است که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد [۱۲].

نتایج این مطالعه بیانگر این است که ۱۱/۵ درصد از پسماند

[۱۵]. این می‌تواند به دلیل برنامه جامع بازیافت و آموزش‌های کافی به تولیدکنندگان در شهر تهران باشد؛ چرا که زباله‌های صنعتی و ساختمانی توسط تولیدکنندگان جمع‌آوری و به فروش می‌رساند؛ ولی در شهر مشهد نیاز به اجرای قوانین و آموزش به تولیدکنندگان در امر جمع‌آوری زباله‌های تولیدی دارند؛ زیرا وجود این نوع زباله‌ها در پسماند شهری سبب افزایش هزینه جمع‌آوری می‌شود. از این رو منابع تولید پسماند در شهر مشهد با مطالعه بیان شده همخوانی دارد [۱۰، ۸]؛ ولی نتایج این پژوهش با دیگر مطالعات در زمینه رشد پسماند شهری همخوانی ندارد؛ به طوری که مطالعه‌ای که سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰ در شهر قم روی پسماندهای شهری صورت انجام شده نشان‌دهنده این است که رشد پسماند در شهر قم در طی ۵ سال ۱۴/۵ درصد رشد داشت [۸]. سرانه زباله تولیدی در مشهد ۵۵۳ گرم بر روز، در حالی که در شهرهای ایران به طور متوسط ۶۴۰ گرم در روز و در شهر تهران ۸۸۰ گرم است [۱۶] تفاوت معناداری دارد. دلیل سرانه کم نسبت به دیگر شهرها می‌تواند برنامه کمینه‌سازی در مشهد باشد. از دیگر عوامل مؤثر بر تولید زباله شهری شرایط جغرافیایی،

جدول ۴. برآورد درآمد ناخالصی حاصل از فروش مواد بازیافتی.

نوع بازیافتی	مقدار پسماند بازیافتی (تن/سال)	درصد پسماند بازیافت شده	درصد پسماند بازیافت نشده	قیمت به ازای هر کیلوگرم	درآمد حاصل از بازیافت (در سال)	درآمد از دست رفته ناشی از عدم بازیافت
کاغذ و مقوا	۳۰۴۶۲/۸۳	۳۴/۶۴	۶۵/۳۶	۶۰	۶۳۳/۱۳۹۰۰	۱۱۹۴/۶۳۰۳
پلاستیک	۸۱۵۳/۶۳	۱۷	۸۳	۲۶۰	۳۶۰/۳۹۰۴۵۰	۱۷۵۹/۵۵۳۴
فلزات (آهن، مس، آلومینیوم)	۴۴۳۴/۷۶	۸/۴۵	۹۱/۵۵	۱۰۸۰	۴۰۴/۷۱۶۲۰۰	۴۳۸۴/۸۲۳۴۶
پت	۲۶۰۹/۲۴	۸/۰۹	۹۱/۹۱	۳۲۰	۶۷/۵۴۸۰۰۵	۷۶۷/۴۰۸۷
شیشه	۳۲۲۶/۵۵	۸/۳۱	۹۱/۶۹	۵۰	۱۳/۵۵۱۷۴	۱۴۹/۵۲۵۷۷۶
					۱۴۷۹/۳۴۵۸	۸۲۵۵/۹۴۲۹

سازمان محیط زیست

از طرف دیگر کود حاصله از کمپوست مواد آلی (پسماند تر) کود مناسب برای کاربرد زمین‌های کشاورزی به‌شمار می‌رود و میزان درآمد ناخالص حاصل از فروش کل مواد بازیافتی به بیش از ۹ میلیارد در سال می‌رسد. 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 مشهد شده و نیز اشتغال‌زایی مناسبی ایجاد خواهد شد.

تشکر و قدردانی

این مطالعه با کمک شهرداری مشهد و سازمان مدیریت پسماند مشهد انجام شد. نویسندگان این مقاله مراتب تشکر خود را از مدیریت و کارشناسان این سازمان اعلام می‌دارند. همچنین این پژوهش حامی مالی نداشته است.

تولیدی شهر مشهد را پسماند خشک تشکیل می‌دهد که ۷۵ درصد از آن قابلیت بازیافت دارد. در حالی که فقط ۲۶/۱۵ درصد از آن در شهر مشهد توسط شهرداری بازیافت می‌شود، مطالعه فرزادکیا نشان داد که پتانسیل بازیافت در شهر قم ۲۱ درصد است؛ ولی ۵ درصد از آن بازیافت می‌شود [۸]. از این رو میزان بازیافت در شهر مشهد نسبت به میانگین کشور ۲۱ درصد و دیگر شهرها ایران (تهران ۲۹/۳ درصد، سبزوار ۲۳/۵ درصد) بهتر است؛ اما تفاوت زیادی با کشورهای پیشرفته از قبیل آلمان و سوئیس ۸۰ درصد، امریکا ۵۶/۵ درصد در زمینه بازیافت دارد [۸].

با توجه به آیین‌نامه سازمان پسماند مصوبه ۱۳۸۴ بایستی درصد بازیافت تا ۱۰ سال بعد از مصوبه به ۸۰ درصد برسد [۱۶]؛ ولی هنوز شهر مشهد فاصله زیادی با مصوبه کشور دارد که این می‌تواند به دلیل نبود همکاری و مشارکت مردم در فرایند تفکیک از مبدأ، نبود زیرساخت‌های مناسب از طریق شهرداری‌ها و به کارگرفته نشدن بخش خصوصی در فرایند بازیافت باشد؛ بنابراین شهر مشهد هنوز به برنامه‌های جامع از قبیل آموزش بازیافت و ایجاد بستر برای مشارکت مردم نیاز دارد.

همچنین نتایج این مطالعه بیانگر این بود که بیشترین اجزای بازیافتی در شهر مشهد مربوط به کاغذ، مقوا و پلاستیک و کمترین میزان بازیافت مربوط به منسوجات است. مطالعات مشابه که در شهر تهران و همدان صورت گرفته نشان داده است که بیشترین جزء پسماند بازیافتی را کاغذ، مقوا و پلاستیک و کمترین جزء آن را منسوجات تشکیل داده است که این میزان کاهش بازیافت می‌تواند به دلیل ارزش کم آن یا نبود تکنولوژی نوین برای استفاده مجدد از منسوجات باشد؛ بنابراین نتایج این مطالعه با مطالعات بیان شده همخوانی دارد [۱۷]. کل درآمد حاصل از مواد بازیافتی به‌طور میانگین در سال بیش از یک میلیارد ۴۷۹ میلیون تومان درآمد ناخالصی است، در حالی که دپارتمان بهداشت و کنترل محیط زیست امریکا در طی مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی سود اقتصادی بازیافت با میزان بازیافت ۵۶/۵ درصد باعث ایجاد درآمد ۱/۵ میلیارد دلاری در سال است؛ از این رو با افزایش میزان بازیافت در شهر مشهد می‌توان درآمد حاصل از آن را افزایش داد [۱۱].

به طور کلی، نتایج این مطالعه نشان داد برنامه کمینه‌سازی و ارتقای بازیافت در شهر مشهد نسبت به میانگین کشوری بهتر است ولی فاصله زیادی با کشورهای پیشرفته دارد. با توجه به اینکه درصد زیادی از پسماند تولیدشده در شهر مشهد پسماند شهری است که ۸۸/۶۵ درصد آن شامل پسماند تر است که نسبت به دیگر مطالعات انجام شده بیشتر است. همچنین ۴۶/۸ درصد از پسماند خشک را کاغذ و مقوا تشکیل داده است. اگر همه پسماندهای تر و خشک بازیافتی شوند کمتر از یک درصد (۰/۸۳ درصد) از پسماند تولیدی شهر مشهد دفن می‌شود که باعث کاهش مکان‌های دفن، کاهش آلودگی آب‌های زیرزمینی و کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای می‌شود.

References

- [1] Dehghani MH, Dehghanifard E, Azam K, Asgari A, Baneshi MM. [A quantitative and qualitative investigation of tehran solid waste recycling potential (Persian)]. *Journal of Knowledge & Health*. 2009; 4(1):40-44.
- [2] Norom IC, Ohakwe J, Osibanjo O. Survey of willingness of residents to participate in electronic waste recycling in Nigeria - A case study of mobile phone recycling. *Journal of Cleaner Production*. 2009; 17(18):1629-37. doi: 10.1016/j.jclepro.2009.08.009
- [3] Omrani GA, Maleki A, Sherafat Mola A. [Quality and quantity evaluation of solid waste and recycling potential in sistan & Baluchestann province (Persian)]. *Journal of Environmental Sciences and Technology*. 2007; 8(4):11-18.
- [4] Farzadkia M, Jorfi S, Akbari H, Ghasemi M. [Evaluation of dry solid waste recycling from municipal solid waste: Case of Mashhad city, Iran (Persian)]. *Waste Management & Research*. 2011; 30(1):106-12. doi: 10.1177/0734242x10395659
- [5] Cheremisinoff NP. *Handbook of solid waste management and waste minimization technologies*. Oxford: Butterworth-Heinemann; 2003.
- [6] Zareimahmoodabady H, Chabok M, Morady Mahmoudabadi F. [Investigation of the potential & management of the urban solid wastes recycling (Persian)]. *Toloo-e-Behdasht*. 2010; 9(1):17-26.
- [7] Salvato JA, Nemerow NL, Agardy FJ. *Environmental engineering*. New York: John Wiley & Sons; 2003.
- [8] Nazari A, Farzadkia M, Rastgar A, Ahmadi A. [The 20 years view study of dry waste recycling in Qom and it's economic benefits (Persian)]. *Journal of Sabzevar University of Medical Sciences*. 2014; 20(4): 530-8.
- [9] Safavi E, AsadollahFardi G, Ghaghtaei F. [Examine the possibility of reducing methane emissions from Municipal solid waste landfills in the Rasht on clean development mechanism (Persian)]. Paper presented at: The 2nd Environmental Engineering Conference. 2008 May 20, Tehran, Iran.
- [10] Rezazade S, Ghanavi Z. [Check qualitative changes in groundwater and leachate near a landfill in Qazvin (Persian)]. Paper presented at: The 4th National Conference on Waste Management. 2008 April 21, Mashhad, Iran.
- [11] Ghavami A. [Check Leachate effects on the groundwater resources quality in landfill on Sanandaj (Persian)]. Paper presented at: The 4th National Conference on Waste Management. 2008 April 21, Mashhad, Iran.
- [12] Monavari M, Omrani GA, Abedi Z, Mousa Zadeh R. [Survey of the economic value of houshold recyclable dry west in Karaj (Persian)]. Paper presented at: The 3^d National Congress on Waste Management. 2007 April 21-22, Tehran, Iran.
- [13] Raghimi M, Shahpasandzadeh M, Yaghmaei F, Gholipour M. [Investigation of physical analysis of houshold solid wastes with aspect of recycling (Case study : Gorgan City) (Persian)]. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 2006; 13(3):172-184.
- [14] Heidari M, Samadi MT. [Determine the economic benefits of recycling municipal solid waste Hamedan (Persian)]. Paper presented at: 10th National Conference on Environmental Health. 2007 October 30, Hamedan, Iran.
- [15] Damghani AM, Savarypour G, Zand E, Deihimfard R. Municipal solid waste management in Tehran: Current practices, opportunities and challenges. *Waste Management*. 2008; 28(5):929-34. doi: 10.1016/j.wasman.2007.06.010
- [16] Hassanvand MS, Nabizadeh R, Heidari M. [Municipal solid waste analysis in Iran (Persian)]. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2008; 1(1):9-18.
- [17] Almasi H, Rezaei Mofrad MR, Akbari H. [Surveying the recyclable component rate and economical importance of Kashan solid waste material in rural household (Persian)]. *Feyz*. 2004; 8(3):62-67.