

Estimation of Appropriate Management Scenarios for Solid Waste Generated in Small Cities: A Case Study

Aslani H¹, Taghipour H^{*1}, Amjad Z¹, Taghizadeh R¹, Dehghanzadeh R¹

1. Department of Environmental Health Engineering, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

** Corresponding author.* Tel: +984113357581 Fax: +98411 3340634 E-mail: hteir@yahoo.com

Received: Apr 26, 2015 Accepted: Jan 7, 2016

ABSTRACT

Background & Objectives: Nowadays, municipal solid waste is known as an environmental pollutant which requires appropriate management. Determination of quality and quantity of the generated waste in each city and region is one of the basic requirements for the design and implementation of a proper management action. The aims of present study were to estimate appropriate management scenarios in small cities, to determine solid waste management status and quality and quantity of generated wastes.

Methods: This research was a cross-sectional study. To determine the current status of the municipal solid waste management, field survey was performed from generation steps, storage, collection, transportation, and disposal of solid wastes and the necessary information was collected and documented. Also, solid waste status from quality and quantity point of view, average daily production, per capita generation, specific weight, moisture content, chemical and physical component and energy content were determined. This study was conducted for one year (2012-2013) in Khosrowshah, East Azarbaijan.

Results: Quantitative results showed that on average 11.60 tons of waste was generated daily and the average of waste generation rate was 0.688 kg capita-1 day-1. Physical analysis demonstrated the highest fraction to be food waste with 55.41 percent followed by plastic with 13.94 percent. Also the results showed that more than 32% of generated waste was recyclable.

Conclusion: Since a significant part of the generated waste are recyclable, implementing proper management action will reduce landfill required for disposal of wastes in Khosrowshah. Moreover, a considerable portion of the waste is compostable which may reduce more than 50 percent in the wastes arrived for landfilling. However, the composition of the waste was not suitable for burning and energy recovery.

Keywords: Municipal Solid Waste; Solid Waste; Management; Disposal.

پیش بینی سناریوهای مدیریتی مناسب برای پسماندهای تولیدی در شهرهای کم جمعیت: یک مطالعه موردی

حسن اصلانی^۱، حسن تقی پور^{۱*}، زهرا امجد^۱، رضا تقی زاده^۱، رضا دهقانزاده^۱

۱. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۴۱ ۳۳۳۵۷۵۸۰؛ فکس: ۰۴۱ ۳۳۳۴۰۶۳۴؛ ایمیل: hteir@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: در جهان امروز، پسماندها از جمله آلاینده‌های زیست محیطی شناخته شده هستند که نیاز به مدیریت مناسب دارند. تعیین مقادیر کمی و کیفی پسماندهای تولیدی در هر شهر و منطقه از پیش نیازهای اساسی جهت طراحی و اجرای یک برنامه صحیح مدیریت پسماند است. مطالعه حاضر با هدف تخمین سناریوهای مدیریتی مناسب برای پسماندهای تولیدی در شهرهای کوچک و همچنین تعیین وضعیت مدیریت پسماند و میزان کمیت و کیفیت پسماند تولیدی در این گونه شهرها انجام شده است.

روش کار: این مطالعه از نوع توصیفی-مقطعی بود. برای تعیین وضعیت موجود و نحوه مدیریت پسماندهای جامد شهری پس از بازدید میدانی از مراحل تولید، نگهداری، جمع آوری، حمل و نقل و محل دفن اطلاعات جمع آوری و مستند گردید. همچنین وضعیت پسماندهای تولیدی از نظر کمی و کیفی، میانگین پسماند تولید روزانه، سرانه هر فرد، چگالی، رطوبت، ترکیب فیزیکی و شیمیایی و ارزش حرارتی تعیین گردید. این مطالعه در بازه زمانی یکساله (در سال های ۹۱ و ۹۲) و در شهر خسرو شاه استان آذربایجان شرقی انجام شد.

یافته ها: نتیجه بررسی‌های کمی نشان داد که میانگین زباله تولید شده ۱۱/۶۰ تن در روز و متوسط سرانه زباله تولیدی برای هر نفر ۰/۶۸۸ کیلوگرم در روز می‌باشد. نتیجه آنالیز فیزیکی زباله نشان داد که بیشترین بخش زباله تولیدی به پسماند غذایی با میزان ۵۵/۴۱ درصد اختصاص داشته و بعد از آن پلاستیک با مقدار ۱۳/۹۴ درصد در رتبه بعدی قرار دارد. همچنین از کل زباله‌های تولیدی این شهر بیش از ۳۲ درصد آن قابل بازیافت می‌باشد.

نتیجه گیری: با توجه به اینکه بخش قابل توجهی از زباله‌های تولیدی خسرو شاه قابل بازیافت می‌باشد، لذا در صورت مدیریت صحیح زباله‌های تولیدی زمین مورد نیاز برای دفن به مقدار قابل توجهی کاهش خواهد یافت. علاوه بر این بخش قابل توجهی از پسماندهای این شهر قابلیت تبدیل به کمپوست را دارد که می‌تواند بیش از ۵۰ درصد زباله‌های ارسالی به محل دفن را کاهش دهد، با این حال ترکیب پسماندهای تولید شده به گونه‌ای است که برای سوزاندن و تولید انرژی مناسب نمی‌باشد.

واژه های کلیدی: پسماند شهری، زائدات جامد، مدیریت، دفع

دریافت: ۹۴/۲/۶ پذیرش: ۹۴/۱۰/۱۷

مقدمه

پسماند به کلیه زائدات جامد، ناشی از فعالیت‌های انسان گفته می‌شود که با توجه به وضعیت اقتصادی-اجتماعی و فرهنگی مردم در مناطق مختلف، کمیت و کیفیت آن متغیر است (۱). توسعه سریع شهرها و

صنایع، مصرف بی‌رویه منابع طبیعی و تغییرات الگوی مصرف باعث تولید مقادیر زیاد پسماند و به وجود آمدن بحران‌های عظیمی می‌شود که محیط زیست، بهداشت و سلامتی انسان‌ها را در معرض خطرهای گوناگون قرار می‌دهد (۲). در جهان امروز،

پسماندها از جمله آلاینده‌های زیست محیطی شناخته شده هستند که به مدیریت مناسب نیاز دارند. سیستم مدیریت پسماند مجموعه‌ای از فعالیت‌ها برای سامان دادن پسماندهای جامعه به روش‌های مهندسی، زیست محیطی و بهداشتی است (۳). در سال‌های اخیر اغلب کشورهای در حال توسعه سعی در بهبود روش‌های مدیریت پسماند داشته‌اند. با این حال مشکلاتی نظیر رشد سریع جمعیت، عدم تجربه کافی مسئولین زیربط، منابع مالی ناکافی و کمبود تجهیزات موجود و خلأ اطلاعات در مورد کمیت و کیفیت پسماندها سبب مدیریت نامناسب پسماندهای شهری شده است (۴،۲). از عوارض شناخته شده دفع نامناسب پسماندها می‌توان به آلودگی خاک در محل‌های دفن، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی توسط شیرابه ناشی از پسماند، تولید گازهای گلخانه‌ای، ایجاد بوهای ناخوشایند و رشد و تکثیر جوندگان اشاره نمود (۵). مدیریت پسماند شامل مراحل تولید، ذخیره در محل، جمع‌آوری، نگهداری، حمل و نقل، فرآوری و بازیافت و دفع نهایی می‌باشد (۳). تعیین مقادیر کمی و کیفی پسماندهای تولیدی در هر شهر و منطقه از پیش نیازهای اساسی جهت طراحی و اجرای یک برنامه صحیح مدیریت پسماند می‌باشد. بدون آگاهی از کمیت پسماند و نیز اجزای تشکیل‌دهنده آن امکان انجام برنامه‌ریزی دقیق و ارائه راهکارهای مناسب جمع‌آوری و دفع این زائدات فراهم نخواهد گردید. تعیین خصوصیات کمی و کیفی مواد زاید به چند دلیل اساسی صورت می‌گیرد که اطلاعات این بررسی را می‌توان به عنوان پایه‌ای برای تصمیم‌گیری در مواردی نظیر انتخاب گزینه‌های مختلف ذخیره، تفکیک، بازیافت، جمع‌آوری، ارزیابی و برگزیدن سیستم‌های حمل و نقل، فرآوری، آنالیزهای اقتصادی، مدیریت و بهره‌برداری سیستم‌های دفع یا تسهیلات بازیافت مواد و انرژی، طراحی، بهره‌برداری و بهینه‌سازی سیستم‌های فرآوری و دفع نهایی پسماندها قرار داده و در

نهایت از این اطلاعات برای افزایش ظرفیت تاسیسات فرآوری نظیر تولید کود کمپوست، دفن بهداشتی و غیره استفاده کرد (۳).

مطالعات در زمینه تعیین کمیت و کیفیت مواد زاید و انتخاب روش مناسب مدیریتی از جمله مطالعات بسیار رایج در سطح کشور و جهان بوده و چنین مطالعاتی به عنوان مثال در شهرهایی مثل همدان (۶)، سیستان و بلوچستان (۷)، گرگان (۱)، کاشان (۸)، اردکان (۹)، ملایر (۱۰)، رشت (۱۱)، ساری (۱۲) و همچنین در سایر کشورهای دنیا نظیر فلسطین (نابلس) (۱۳)، نیجریه (ابوجا) (۱۴)، مکزیک (چیئوآوا) (۵)، ایالات متحده آمریکا (تگزاس) (۱۵)، چین (پکن) (۱۶)، هند (کلکنه) (۲)، مقدونیه (والزا) (۱۷) و بنگلادش (چیتاگونگ) (۱۸) انجام شده است.

هدف مطالعه حاضر بررسی وضعیت مدیریت پسماند و تعیین میزان کمیت و کیفیت آن در شهرهای کم جمعیت و پیش بینی روش‌های مدیریتی مناسب برای آن می‌باشد. همچنین میزان کل پسماند تولیدی در فصول مختلف و سرانه پسماند و نیز ترکیب آن از نظر اجزاء فیزیکی و شیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفت. اطلاعات حاصله می‌تواند به عنوان اطلاعات پایه برای ارتقاء نحوه مدیریت پسماند جامد در کشور مورد استفاده گیرد. بعنوان نمونه پسماندهای تولیدی در شهر خسروشاه مورد مطالعه قرار گرفت.

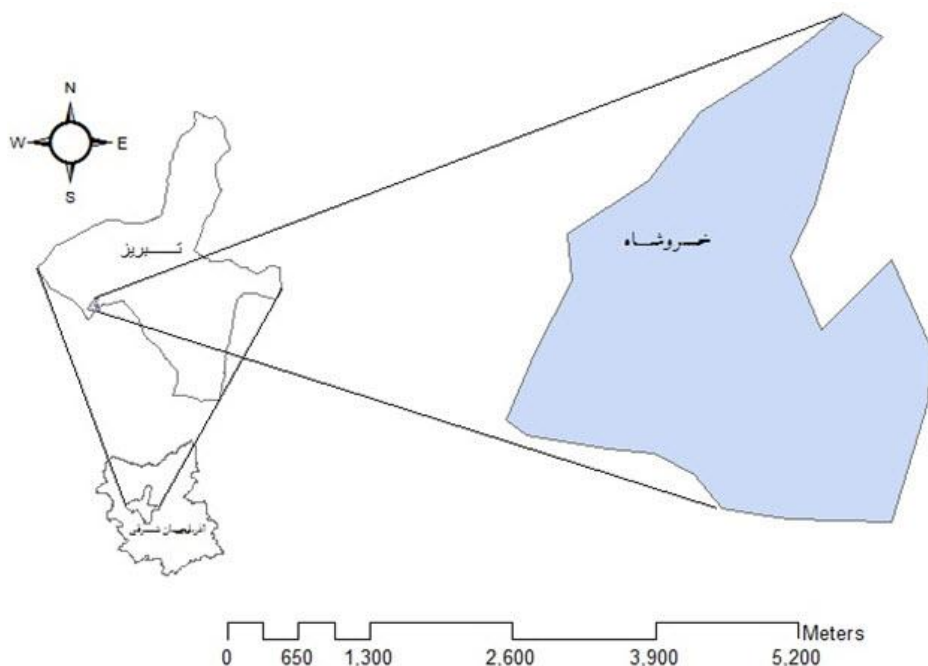
روش کار

مشخصات منطقه مورد مطالعه

خسروشاه در جنوب غرب شهر تبریز در منتهی‌الیه ارتفاعات کوه‌های سهند واقع شده و جزئی از شهرستان تبریز می‌باشد. جمعیت شهر خسروشاه بر اساس سرشماری‌های سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۱ به ترتیب برابر با ۱۰۸۳۷، ۱۴۹۲۵ و ۱۶۴۱۶ نفر بوده است. بخش خسروشاه دارای ۱ شهر (خسروشاه)، ۲ دهستان، ۱۴ آبادی دارای سکنه و ۱

شده است. شکل شماره ۱ موقعیت جغرافیایی خسروشهر در استان آذربایجان شرقی و نسبت به شهر تبریز را نشان می‌دهد.

آبادی خالی از سکنه می‌باشد که در این مطالعه شهر خسروشاه مورد مطالعه قرار گرفت. مساحت شهر ۲۴۴ کیلومتر مربع و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۵۷ متر می‌باشد، قسمتی از شهر نیز در داخل دره واقع



شکل ۱. محدوده شهر خسروشاه و موقعیت آن در استان آذربایجان شرقی

بررسی کمیت پسماندهای جامد در محدوده مورد مطالعه

این مطالعه در یک دوره زمانی یک ساله از تابستان سال ۹۱ شروع و در بهار سال ۹۲ به اتمام رسید. برای تعیین میزان کمیت پسماندهای تولیدی در یک جامعه معمولاً از روش آنالیز (توزین) و شمارش کامیون‌ها استفاده می‌شود که از دلایل انتخاب این روش می‌توان به دقت بالا، به صرفه بودن و ساده بودن این روش اشاره نمود (۳). برای تعیین تناژ و میزان سرانه پسماند تولیدی در شهر خسروشاه و بر اساس روش آنالیز (توزین) و شمارش کامیون‌ها به این صورت عمل گردید که پسماند تولیدی به مدت یک هفته در هر چهار فصل سال (زمستان، بهار، تابستان و پاییز) با استفاده از باسکول توزین شد.

بررسی وضعیت موجود مدیریت پسماند

یکی از عناصر اصلی برای تعیین وضعیت موجود و نحوه مدیریت پسماندهای جامد شهری، مشخص کردن منابع تولید پسماند در منطقه می‌باشد که در این مطالعه منابع تولید پسماند به بخش‌های شهری (خانگی، تجاری، آموزشی و اداری)، صنعتی و کارگاهی، کشاورزی، بهداشتی و درمانی و پسماند ویژه تقسیم‌بندی شده است. در ادامه‌ی تعیین وضعیت موجود و نحوه مدیریت پسماندهای جامد شهری، پس از بازدید میدانی از مکان‌های تولید، نگهداری، جمع‌آوری، حمل و نقل و محل دفن، اطلاعات جمع‌آوری و مستند گردید.

اولیه نمونه بر حسب kg و d وزن نمونه پس از ۲۴ ساعت خشک شدن در دمای 2 ± 10.3 درجه سلسیوس می‌باشد.

آنالیزهای شیمیایی

به منظور انجام آزمایش‌های شیمیایی که شامل تعیین ازت، کربن، فسفر و خاکستر می‌باشد، نمونه‌های برداشته شده در هفت روز متوالی در هر فصل پس از خشک شدن با هم مخلوط شده و یک نمونه همگن تهیه گردید. نمونه مورد نظر آسیاب و کاملاً مخلوط شده و مقداری از آن برای آنالیز و تعیین پارامترهای فوق‌الذکر مورد استفاده قرار گرفت. روش مورد استفاده جهت تعیین مقادیر کربن، ازت، فسفر و میزان خاکستر روش آنالیز نهایی اجزاء پسماند می‌باشد (۳).

تعیین فرمول شیمیایی پسماند

جهت تعیین فرمول بسته شیمیایی پسماند در محدوده مورد مطالعه، علاوه بر استفاده از نتایج بدست آمده از آنالیزهای شیمیایی بخش فسادپذیر پسماند، درصد کربن، ازت، فسفر و گوگرد که در متون علمی برای سایر عناصر موجود در ترکیب پسماند از قبیل کاغذ، پلاستیک و... اشاره شده است، مورد استفاده قرار گرفت (۳).

تعیین ارزش حرارتی پسماند

از آنجایی که پی بردن به ارزش حرارتی پسماندها عمدتاً برای انتخاب و استفاده‌های زباله سوز از اهمیت خاصی برخوردار است. در مطالعه حاضر جهت تعیین ارزش حرارتی پسماندهای تولیدی در محدوده مورد مطالعه از روش محاسبه‌ای استفاده گردید (۱۹). برای محاسبه ارزش حرارتی از رابطه شماره ۳ استفاده گردید.

رابطه (۳)

$$(Kj / Kg) = 334C + 1426(H - \frac{1}{8}O) + 92S$$

ارزش حرارتی

مقادیر تناژ پسماند تولیدی در روز و سال تعیین گردید و همچنین سرانه (روزانه) پسماند تولیدی با تقسیم وزن کل پسماندهای تولید شده به جمعیت ساکن در محدوده مورد مطالعه، بدست آمد. جهت تعیین ترکیب فیزیکی از روش نمونه برداری یک چهارم استفاده گردید (۳). نمونه‌های برداشته شده در یک سطح صاف پخش می‌شدند. تفکیک، توزین و تعیین درصد اجزای فیزیکی (پسماند غذایی، کاغذ و کارتن، پلاستیک، فلزات، لاستیک، منسوجات، شیشه، چوب و سایر مواد) و همچنین نمونه‌برداری جهت تعیین مقادیر درصد رطوبت، ازت، کربن، فسفر و خاکستر انجام می‌گرفت.

تعیین چگالی پسماندها

تعیین دانسیته به کمک یک ظرف ۲۰۰ لیتری و باسکول انجام گرفت. روش کار به این ترتیب بود که ۳ بار ظرف مورد نظر با پسماند غیر فشرده پر می‌شد. لذا حجم کل نمونه برداشته شده ۶۰۰ لیتر بود سپس با لحاظ کردن وزن کل ۳ نمونه و رابطه ۱ دانسیته پسماند تعیین گردید (۳).

$$D = \frac{(W - W_T)}{V} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه D دانسیته پسماند بر حسب $W, (Kg/m^3)$ وزن ظرف پر بر حسب $W_T, (kg)$ وزن ظرف خالی (kg) و V حجم ظرف بر حسب (m^3) می‌باشد.

در حقیقت جهت تعیین دانسیته در هر فصل طی مدت ۷ روز و هر روز سه نمونه برداشته شده و میانگین آنها به عنوان دانسیته ثبت گردید. در کل ۲۱ نمونه در هفته یا ۸۴ نمونه در سال از شهر خسرو شاه جهت تعیین دانسیته برداشته شده بود.

تعیین رطوبت پسماندها

در این مطالعه جهت بیان رطوبت نمونه‌ها از روش وزن مرطوب استفاده شده و میزان رطوبت با استفاده از رابطه ۲ تعیین گردید (۳).

$$M = (w - d) / w \times 100 \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه M میزان رطوبت به درصد، W وزن

در این رابطه C درصد وزنی کربن، H درصد وزنی هیدروژن و S درصد وزنی گوگرد می‌باشد.

یافته‌ها

نحوه مدیریت پسماند در شهر خسروشاه

در حال حاضر در شهر خسروشاه ذخیره‌سازی پسماندها در داخل منازل با استفاده از ظروف و سطل‌های زباله به همراه کیسه‌های پلاستیکی انجام می‌شود و همچنین جهت ذخیره‌سازی پسماندها در بیرون منازل از کانتینرهای فلزی مخصوص استفاده می‌گردد که در تمامی معابر و کوچه‌ها نصب شده‌اند. نتیجه بررسی بر روی سیستم جمع‌آوری پسماند در شهر خسروشاه نشان می‌دهد که جمع‌آوری پسماندهای تولیدی و ذخیره شده اغلب به صورت مکانیکی صورت می‌گیرد، با این حال در برخی از خیابان‌ها و کوچه‌هایی که پسماندها توسط تولید کنندگان در کنار خیابان‌ها و کوچه گذاشته می‌شود، جمع‌آوری به صورت دستی انجام می‌شود. در جدول شماره یک، نوع و تعداد دستگاه‌های مورد استفاده در سیستم جمع‌آوری پسماند در شهر خسروشاه ارائه شده است.

جدول ۱. نوع و تعداد دستگاه‌های جمع‌آوری در شهر خسروشاه

تعداد کل وسایل جمع‌آوری		۴
نوع	کامیون ۱۰ تنی	۱
	کامیون ۴ تا ۶ تنی	۲
	وانت ۳ تنی	۱
	وانت ۲ تنی	-
	تراکتور	-
ظرفیت کل ناوگان موجود (تن)		۲۵
کل پسماند تولیدی (تن در روز)		۱۱/۶۰
وجود و یا عدم وجود تناسب در شرایط کنونی		متناسب

نتیجه بررسی بر روی سیستم پردازش در شهر خسروشاه نشان داد که عملیات بازیافت و پردازش پسماند جامد به صورت سیستماتیک انجام نشده و کلیه پسماندهای جمع‌آوری شده به طور

مستقیم به محل دفن ارسال می‌گردد. فقط بخشی از پسماندها به طور محدود در مبدأ تفکیک شده و قسمتی هم در کانتینرها و یا در محل‌های دفن به صورت غیرقانونی بازیافت می‌شود و در کارگاه‌ها و صنایع مجاز و یا غیرمجاز مورد فرآوری قرار می‌گیرند. پسماند تولیدی در شهر خسروشاه به محل دفن فعلی که در جنوب شهر خسروشاه و در فاصله حدود ۴ کیلومتری شهر، در یک منطقه نسبتاً مسطح واقع شده است، انتقال داده می‌شود. این مرکز دفن در حقیقت مرکز تلنبار غیربهداشتی پسماندها می‌باشد. لذا در این مرکز علاوه بر اینکه امکاناتی نظیر وجود نگهبانی، فنس کشی و محوطه‌سازی، باسکول، فضای سبز، ساختمان اداری و رفاهی، ماشین‌آلات خاک برداری و خاکریزی، سیستم‌های کنترل شیرابه و گاز وجود نداشته، ظرفیت آن جهت دریافت و تلنبار پسماند جدید نیز به اتمام رسیده است.

تأثر و سرانه پسماند تولیدی در فصول مختلف در شهر خسروشاه

نتایج توزین و اندازه‌گیری چگالی پسماند در شهر خسروشاه در دوره زمانی انجام این مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به این جدول مشاهده می‌شود که بیشترین مقدار تولید زباله مربوط به فصل پاییز و زمستان بوده که بطور متوسط در حدود ۱۴ تن در روز می‌باشد. کمترین مقدار تولید زباله در فصل تابستان به ثبت رسید که به طور متوسط در حدود ۶ تن در روز بوده است. همچنین متوسط تولید زباله روزانه در خسروشاه در طول سال حدود ۱۱/۶ تن در روز به دست آمده است. با مقایسه مقادیر به دست آمده برای چگالی زباله در فصول مختلف در جدول ۲ مشاهده می‌شود که بیشترین مقدار چگالی زباله مربوط به فصل تابستان و پاییز بوده است که به طور متوسط حدود ۲۱۷ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد، کمترین مقدار چگالی زباله مربوط به فصل زمستان بوده که به طور

دهنده پسماند طی فصول از نظر کمی تغییر محسوسی نشان نمی دهد (بجز لاستیک). پس از تفکیک اجزاء تشکیل دهنده زباله، مشخص شد که مواد فسادپذیر با میزان ۵۵/۴۱ درصد بیشترین و فلزات با میزان ۰/۸۶ درصد از کل زباله تولیدی، کمترین مقدار را داشته است. همچنین مقادیر کاغذ و کارتن به میزان ۶/۳۱ درصد از کل نمونه‌های مورد بررسی نیز قابل توجه است.

جدول ۳. ترکیب اجزای فیزیکی پسماندهای تولیدی در شهر خسروشاه

ترکیب	زمستان	بهار	تابستان	پاییز
	درصد (%)			
پسماند غذایی	۵۹/۳۳	۵۹/۱۸	۴۷/۵۱	۵۶/۳۴
کاغذ و کارتن	۶/۵۵	۴/۵۳	۶/۶۸	۷/۴۷
پلاستیک	۸/۸۰	۱۰/۳۵	۱۸/۰۷	۱۷/۶۱
فلزات	۰/۷۰	۱/۴۷	۰/۶۷	۰/۶۰
لاستیک	۰/۵۳	۰/۴۵	۲/۲۴	۰/۳۸
منسوجات	۱۰/۰۸	۱۱/۱۷	۸/۱۶	۶/۹۶
شیشه	۱/۱۰	۱/۹۸	۱/۱۳	۰/۳۲
چوب	۱/۱۷	۱/۳۰	۱/۱۵	۰/۸۸
سایر مواد	۱۱/۷۴	۹/۵۶	۱۴/۴۰	۹/۴۴
کل	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

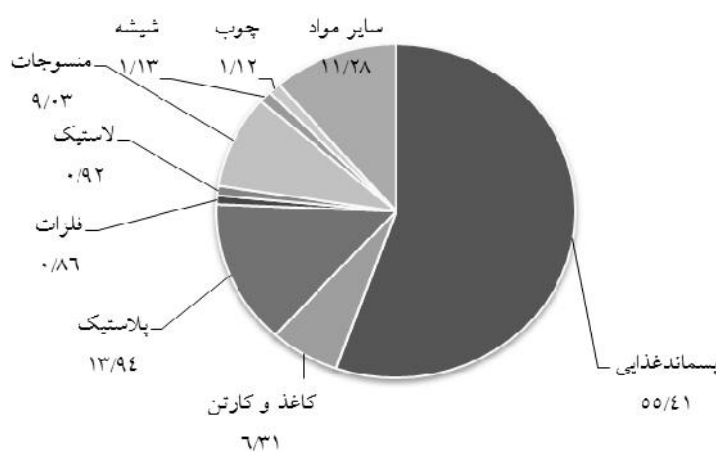
متوسط در حدود ۱۸۳ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. همچنین متوسط چگالی زباله در شهر خسروشاه، طی چهار فصل مورد بررسی در حدود ۲۰۷/۳۶ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمده است.

جدول ۲. نتایج حاصل از تعیین تناژ و سرانه پسماندهای تولیدی در فصول مختلف در شهر خسروشاه

فصول	میانگین مقدار پسماند تولیدی (تن در روز)	میانگین چگالی (kg/m^3)
زمستان	$14/37 \pm 7/59$	$183/93 \pm 23/38$
بهار	$11/86 \pm 1/7$	$210/40 \pm 17/75$
تابستان	$6/20 \pm 0/59$	$217/45 \pm 44/77$
پاییز	$14 \pm 5/68$	$217/64 \pm 35/79$
میانگین کل	$11/60 \pm 3/26$	$207/36 \pm 13/84$
کل پسماند سالانه	۴۲۳۶/۷۳	
جمعیت (سال ۹۲)	۱۶۸۴۸	
سرانه	۰/۶۸۸ (Kg/day)	

آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی

نتایج حاصل از آنالیز فیزیکی پسماندها در فصول مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است، همچنین میانگین سالانه اجزاء تشکیل دهنده زباله در شکل شماره ۲ ارائه شده است. درصد اجزای تشکیل



شکل ۲. میانگین سالانه اجزاء پسماندهای تولیدی در شهر خسروشاه

رطوبت پسماند در فصل تابستان حدود ۴۸/۸۶ درصد و میانگین سالانه رطوبت حدود ۶۰/۱۰ درصد بوده است.

نتایج حاصل از تعیین میزان رطوبت ۲۴ ساعته در فصول مختلف سال و همچنین میانگین سالانه رطوبت در نمونه‌های (پسماندهای غذایی) محدوده مورد مطالعه در جدول ۴ ارائه شده است. کمترین درصد

جدول ۴. میزان رطوبت در پسماندهای تولیدی در فصول مختلف و میانگین سالانه آن در خسروشاه

میزان رطوبت (%)	فصل				میانگین سالانه
	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	
۶۱/۴۹	۷۰/۳۱	۴۸/۸۶	۵۹/۷۷	۶۰/۱۰	

حالی که میزان فسفر کمتر از بقیه می‌باشد. فرمول شیمیایی تعیین شده برای مواد فسادپذیر و کل پسماند در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۵. نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی در پسماندهای غذایی در فصول مختلف و میانگین سالیانه آن در شهر خسروشاه

منطقه	فصل	درصد وزنی خشک			خاکستر
		C	N	P	
خسروشاه	زمستان	۴۲/۹۵	۱/۷۵	۰/۲۶۵	۳۳/۱۰
	بهار	۳۹/۳۰	۱/۵۱	۰/۳۴۵	۳۹/۳۰
	تابستان	۵۲/۴۱	۱/۸۳	۰/۳۵۶	۳۶/۸۰
	پاییز	۴۸/۲۸	۱/۵۹	۰/۲۵۳	۳۱/۳۰
میانگین		۴۵/۷۴	۱/۶۷	۰/۳۰	۳۵/۱۳

نتایج آنالیزهای شیمیایی که شامل تعیین درصد وزنی خشک ازت، کربن، فسفر و خاکستر در بخش فسادپذیر پسماند است، در جدول ۵ نشان داده شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود در بین عناصر شیمیایی مقدار کربن (با میانگین حدود ۴۵٪) به میزان قابل توجهی بالاتر از سایر عناصر بوده، در

جدول ۶. تعیین فرمول شیمیایی پسماندهای تولیدی در شهر خسروشاه

ترکیب	پسماندهای غذایی (نسبت مولی (گوگرد=۱)		کل پسماندها (نسبت مولی (گوگرد=۱)	
	بدون آب	همراه آب	بدون آب	همراه آب
کربن	۳۰۴/۴	۳۰۴/۴	۸۴۵	۸۴۵
هیدروژن	۵۰۶/۶	۱۸۳۰/۲	۱۲۷۱	۲۶۳۲
اکسیژن	۱۸۷/۸	۸۵۶/۵	۳۷۱	۱۰۶۰
نیتروژن	۹/۵	۹/۵	۱۹	۱۹
گوگرد	۱	۱	۱	۱
فسفر	۰/۸	۰/۸	-	-
% خاکستر	-	-	-	-
فرمول شیمیایی	$C_{304.4}H_{506.6}O_{187.8}N_{9.5}P_{0.8}S$	$C_{304.4}H_{1830.2}O_{856.5}N_{9.5}P_{0.8}S$	$C_{845}H_{1271}O_{371}N_{19}S$	$C_{845}H_{2632}O_{1060}N_{19}S$
C/N	۲۷/۳۹		۳۷/۲۴	

بحث

وضعیت موجود مدیریت پسماند

در حال حاضر برای نگهداری کوتاه مدت زباله‌ها (تا زمان جمع‌آوری) در سر کوچه‌ها و معابر از کانتینرهای فلزی استفاده می‌شود. از مشکلات این کانتینرها می‌توان به بحث عدم شستشوی دوره‌ای آن‌ها، بازیافت غیرقانونی در برخی نقاط شهر توسط دوره‌گردها و همچنین عدم وجود کانتینرهای مجزا جهت تفکیک پسماندهای خشک و تر از مبداء تولید، اشاره کرد. با این حال، جلوگیری از پخش و پراکنده شدن پسماندها توسط عوامل محیطی نظیر باد و حیوانات ولگرد (نظیر گربه و سگ‌ها)، ایجاد مناظر

قابل قبول و خوشایند در سر کوچه و کنار خیابان‌ها، عدم دسترسی آسان کودکان و احتمال ایجاد مشکلات بهداشتی برای آن‌ها، برداشت راحت‌تر و سریع‌تر و همچنین کاهش آسیب‌های فیزیکی برای کارکنان شهرداری هنگام برداشت مکانیکی از مزایای این تجهیزات می‌باشد.

با توجه به قرارگیری مکان دفن فعلی در داخل حریم شهری، عدم وجود ظرفیت برای دفن پسماند در آینده، و تبدیل شدن مکان دفن فعلی به محل تلنبار غیر بهداشتی پسماند، عدم وجود امکاناتی نظیر نگهبانی، فنس، باسکول و غیره نیاز است یک مکان دفن بهداشتی جدید که به شیوه مهندسی طراحی

شده و دارای سیستم جمع آوری شیرابه، دفع یا بازیافت گاز، زهکش مناسب و سایر امکانات مورد نیاز باشد، احداث شود. با توجه به اینکه در حال حاضر زمین مورد استفاده برای دفن زباله‌ها هیچ‌یک از ملاحظات مهندسی مورد نیاز را ندارد، خطر بالقوه آلودگی خاک منطقه و آب‌های زیرزمینی، علی‌الخصوص در فصول پربارش سال به شدت احساس می‌شود. از طرف دیگر به دلیل نزدیک بودن شهرهای اطراف، احداث یک مکان دفن مشترک با شهرهای مجاور در برنامه طرح جامع و تفصیلی مدیریت پسماند شهرهای اسکو، آذرشهر و خسروشهر نیز می‌تواند مدنظر قرار بگیرد.

در مطالعه انجام شده در استان سیستان و بلوچستان (۷) و همچنین در شهرهای اردکان (۹)، ساری (۱۲)،

بعضی از مناطق آذربایجان مشخص شده است که بیشترین بخش پسماند تولیدی به ترتیب از مواد غذایی، پلاستیک و کارتن تشکیل شده است که با نتایج بدست آمده در این مطالعه همسو می‌باشد. در مطالعات انجام شده در ایالات متحده امریکا (۲۱،۲۰) مشخص شده است که بیشترین درصد پسماند تولیدی به ترتیب مربوط به کاغذ و کارتن، پلاستیک و مواد غذایی بوده است. از دلایل عمده تفاوت نتایج این مطالعات با مطالعه حاضر احتمالاً بتوان به مواردی همچون مسائل فرهنگی، استفاده زیاد از مواد غذایی آماده و فست فود و استفاده از وسایل خردکننده که مواد غذایی را وارد شبکه فاضلاب می‌کنند، اشاره نمود. جزئیات این مقایسه در جدول ۷ ملاحظه می‌شود.

جدول ۷. مقایسه ترکیب اجزای فیزیکی پسماندهای تولیدی در شهر خسروشاه با میانگین کشوری و میانگین گزارش شده در مطالعات

ترکیب	خسروشاه	آذربایجان شرقی	ایران	ساری	اردکان (یزد)	زاهدان	آمریکا (۲۰۰۵)	نیجریه (ابوجا)
	درصد (%)							
پسماند غذایی	۵۵/۴۱	۶۷/۳۴	۷۲/۰۴	۷۶	۵۸/۵۳	۵۴/۵۱	۹/۸	۶۲/۹
کاغذ و کارتن	۶/۳۱	۸/۶۷	۶/۴۳	۷/۹۵	۸/۹۰	۱۳/۳	۳۹/۶	۱۰/۲
پلاستیک	۱۳/۹۴	۱۱/۸۵	۷/۷۷	۸/۳۹	۱۰/۱۰	۱۱/۸۵	۱۱/۲	۸/۹
فلزات	۰/۸۶	۲/۲۵	۲/۵۲	۱/۳۳	۶/۳۰	۵/۶۳	۷/۸	۳/۲
لاستیک	۰/۹۲	۰/۰۰	۱/۱۴	۰/۶	۱/۶۰	-	۳/۲	-
منسوجات	۹/۰۳	۲/۸۷	۲/۸۶	۱/۵۵	۴/۹۵	۱/۵۳	۴/۳	۱/۶
شیشه	۱/۱۳	۱/۸۱	۲/۰۳	۱/۱	۳/۸۰	۲/۰۰	۴/۷	۲/۶
چوب	۱/۱۲	۲/۳۹	۱/۱	۱	-	-	۶/۶	-
سایر مواد	۱۱/۲۸	۲/۸۲	۴/۱۱	۲/۰۸	۵/۸۲	۱۱/۱۸	۱۲/۸	۱۰/۶
چگالی (kg/m ³)	۲۰۷/۳۶	-	-	۲۶۷/۵	۲۳۴/۶۲	۱۴۶/۰۰	۲۹۶/۶۳	۲۴۰
سرانه (Kg/d)	۰/۶۸۸	۰/۷۹	۰/۶۴	-	۰/۶۴۸	۰/۴۴۲	۲/۰۴	۰/۶۳۴

مقدار زباله تولید شده

آگاهی از میزان تولید زباله برای دفع، جمع آوری، پردازش و ارزیابی بسیار مهم می‌باشد. جمعیت شهر خسروشاه در طی سال‌های گذشته با شیب نسبتاً تندی در حال افزایش بوده است. بر اساس آمار سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۲ جمعیت با نرخ رشد ۲/۶ درصد از حدود یازده هزار نفر به ۱۷ هزار نفر رسیده و تخمین زده می‌شود که در سال ۱۴۰۴ این

تعداد به ۲۳ هزار نفر افزایش پیدا کند. همان گونه که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود، میزان کل پسماند برابر ۴۲۳۷ تن در سال می‌باشد. با توجه به نرخ رشد جمعیت و سرانه فعلی، پیش‌بینی می‌شود میزان پسماند در سال ۱۴۰۴ به حدود ۵۷۷۶ تن در سال افزایش یابد. از آنجائی که طراحی مکان دفن برای پسماندهای شهری برای یک دوره ۲۰ الی ۲۵ ساله صورت می‌گیرد، لذا آگاهی از جمعیت نهایی دوره

طرح و میزان تولید پسماند ضروری است. بر اساس اطلاعات بدست آمده از این مطالعه جمعیت شهر خسروشاه در سال ۱۴۱۹ به حدود ۳۴ هزار نفر خواهد رسید و با نرخ تولید روزانه ۰/۶۸۸ کیلوگرم به ازای هر نفر تخمین زده می شود که میزان پسماند تولیدی این شهر در حدود ۸۵۳۸ تن در سال باشد. ملاحظه می شود که میزان پسماند تولیدی در ۲۰ سال آینده به دو برابر میزان فعلی افزایش خواهد یافت، لذا برنامه ریزی و مدیریت صحیح آن می تواند علاوه بر اینکه از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد، از نظر بهداشتی نیز بسیار حائز اهمیت خواهد بود.

متوسط مقدار زباله تولید شده در شهرهای بزرگ الجزایر ۰/۹ کیلوگرم در روز به ازای هر نفر می باشد، در حالی که این مقدار برای شهرهای با اندازه متوسط در حدود ۰/۶ کیلوگرم در روز به ازای هر نفر برآورد شده است (۲۲). نتایج بدست آمده برای شهر خسروشاه آن را در طبقه شهرهای کوچک با فعالیت کشاورزی بالا قرار می دهد.

بررسی آماری مقدار زباله تولید شده در فصول مختلف نشان داد که مقدار زباله $(p=0/002)$ و سرانه تولید $(p=0/016)$ برای فصل تابستان بصورت معنی داری با فصول دیگر سال متفاوت بوده است. با توجه به اینکه این فصل از سال موقع اصلی برای برداشت محصولات کشاورزی است و اغلب ساکنین این شهر در باغات خود به سر می برند، لذا می توان این کاهش مقدار تولید را به این امر نسبت داد.

میزان و نوع زباله تولید شده نشان دهنده وضعیت اجتماعی- اقتصادی یک جامعه بوده و تابعی از میزان توسعه یافتگی شهر می باشد. تفاوت چشم گیر نرخ تولید زباله در شهرهای توسعه یافته و در حال توسعه بیشتر ناشی از تفاوت در نوع مصرف مواد می باشد. کشورهای صنعتی مواد بیشتری با بسته بندی های متنوعی را مصرف می کنند، البته نرخ تولید زباله در شهرها و حاشیه شهرها در کشورهای در حال توسعه

نیز متفاوت می باشد. در داخل یک شهر نیز اقشار مختلف جامعه بر اساس کیفیت زندگی خود، مقادیر متفاوتی پسماند تولید می کنند (۲۳). سایر عوامل نظیر شرایط آب و هوایی، توریسم و مهاجرت نیز می توانند بر میزان تولید پسماند موثر باشند (۲۵،۲۴،۲۲).

بررسی ترکیب زباله در شهر خسروشاه

نتایج آنالیز فیزیکی پسماند در شهر خسروشاه (شکل ۱) نشان می دهد که بیشترین بخش زباله تولیدی به پسماند غذایی (۵۵/۴۱٪) و سپس به پلاستیک (۱۳/۹۴٪) و بعد از آن به کاغذ و کارتن (۶/۳۱٪) اختصاص دارد. میانگین زباله تولید شده ۱۱/۶۰ تن در روز و متوسط سرانه زباله تولیدی برای هر نفر ۰/۶۸۸ کیلوگرم در روز می باشد. این میزان سرانه بالاتر از میانگین سرانه کشوری بوده ولی کمتر از میانگین استانی است (جدول ۷). این مقدار سرانه تولیدی بیش از سرانه تولیدی میانمار (۰/۴۵)، بنگلادش (۰/۵) و کابل (۰/۴) بوده، در حالی که از سرانه تولیدی لائوس (۰/۷۵)، کامبوج و تایلند پایین تر می باشد (۲۶). چگالی متوسط زباله تولید شده در شهر خسروشاه ۲۰۷/۳۶ کیلوگرم بر مترمکعب ثبت شده است که بیشترین آن مربوط به فصل پاییز با مقدار ۲۱۷/۶۴ کیلوگرم بر مترمکعب می باشد. این تحقیق نشان می دهد در فصول مختلف سال به دلیل مصرف مواد غذایی مختلف نرخ تولید پسماند و چگالی آن ها متفاوت است، برای مثال در اواخر تابستان و اوایل پاییز به دلیل استفاده بیشتر از سبزیجات و میوه جات مواد زائد بیشتری تولید می گردد و همچنین به علت رطوبت بالا این مواد باعث افزایش چگالی مواد زائد می گردد (۲۷). تعیین چگالی زباله برای برنامه ریزی مناسب و پایدار محل دفن ضروری است، دانسیته زباله با توجه به نوع زباله و روش دفع آن متغیر می باشد. برای کشورهای در حال توسعه دانسیته بین ۰/۳۵ تا ۰/۵ تن در مترمکعب متغیر می باشد. دانسیته زباله در این

مطالعه پایین تر از میانگین کشورهای در حال توسعه (بورکینوفاسو ۶۳۰؛ مراکش ۳۵۰؛ تونس ۳۰۰) می باشد (۲۹،۲۸). دانسیته زباله برای کشورهای ثروتمند، کشورهای با درآمد متوسط و کشورهای کم درآمد به ترتیب در رنج ۱۷۰-۱۰۰، ۳۳۰-۱۷۰ و ۵۰۰-۲۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب قرار دارد (۱۴).

ارزش زباله تولید شده

با آگاهی از پارامترهای فیزیکوشیمیایی تشکیل دهنده پسماند می توان اثرات بالقوه آن بر سلامتی و محیط زیست را تعیین نمود. همچنین تعیین پارامترهای فیزیکی- شیمیایی پسماندها بهترین روش برای ارزش گذاری آنها می باشد. مهم ترین پارامترهای تعیین ارزش زباله عبارتند از: میزان رطوبت، میزان ارزش حرارتی حداقل، مقدار خاکستر، نسبت کربن به ازت و pH.

بر اساس نتایج ارائه شده در شکل ۱، مواد غذایی با بیش از ۵۵ درصد بیشترین جزء تشکیل دهنده زباله ها می باشد، در حالی که پلاستیک و کاغذ به ترتیب در رتبه های دوم و سوم قرار می گیرند. این ترکیب زباله نشان دهنده میزان کربن بالا در آن می باشد. همان گونه که در جدول ۵ نشان داده شده است، میانگین کربن در مواد غذایی بیش از ۴۵ درصد می باشد. میزان خاکستر نیز نشان دهنده مواد معدنی موجود در پسماند است که بطور متوسط برابر ۳۵ درصد (بین ۳۱/۳ تا ۳۹/۳٪) می باشد. مقایسه نتایج بدست آمده با مطالعه گرمود و همکاران در الجزایر نشان می دهد که میزان خاکستر زباله در هر دو مطالعه مشابه بوده اما میزان کربن موجود در پسماند غذایی در مطالعه حاضر بالاتر از مطالعه آنان (۲۹ درصد کربن) بوده است (۲۲).

مواد قابل بازیافت

بازیافت مواد با ارزش از زباله های تولیدی یکی از مهم ترین پارامترها در چرخه مدیریت پسماند بوده و می تواند نقش مهمی در کاهش مقدار زباله های وارد شده به محل دفن و به دنبال آن کاهش زمین

مورد نیاز برای دفن زباله ها داشته باشد. در حال حاضر فرایند بازیافت زباله در خسروشاه خارج از حلقه مدیریت پسماند بوده و اغلب توسط دوره گردها و بصورت غیرقانونی انجام می گیرد. میزان مواد قابل بازیافت پسماند تولید شده در خسروشاه حدود ۳۱/۵ درصد می باشد (شکل ۱)، که این مقدار با مقادیر بدست آمده در مطالعات سایر کشورهای در حال توسعه همخوانی دارد. بعنوان مثال این میزان در عمان (اردن) ۳۱ درصد (۳۰) و در استانبول ۳۴ درصد (۳۱) بوده است. با این حال این مقدار در مقایسه با کشورهای صنعتی نظیر ایتالیا ۴۵/۹ درصد (۳۲)، فرانسه ۵۳/۶ درصد (۲۹) و کانادا ۵۴ درصد (۳۳) مقدار ناچیزی می باشد. احتمالاً دلیل اصلی این اختلاف به مقدار کم (۳۵ تا ۴۰٪) مواد آلی مصرفی در کشورهای صنعتی مربوط بوده که با سایر موادی (کاغذ، قوطی حلبی، پلاستیک، شیشه) که به آسانی قابل بازیافت هستند، جایگزین شده است.

محتوای انرژی زباله

تعیین ارزش حرارتی یا محتوای انرژی پسماند در تعیین امکان بازیافت انرژی از سوزاندن موثر می باشد. برای تعیین ارزش حرارتی حداقل فرمول های مختلفی بر اساس آنالیز تخمینی، آنالیز اجزاء و آنالیز نهایی پسماند ارائه شده است (۳۴). میزان انرژی حرارتی پسماند شهر خسروشاه با استفاده از فرمول های ارائه شده برای پیش بینی ارزش حرارتی حداقل در جدول شماره ۸ محاسبه شده است. حداقل مقدار ارزش حرارتی توصیه شده برای استفاده از زباله سوزها برای بازیافت انرژی ۱۷۰۰ kcal/kg می باشد (۲۲)، همان گونه که ملاحظه می شود، انرژی بدست آمده در آنالیز تخمینی و آنالیز نهایی کمتر از میزان توصیه شده بوده، ولی مقدار انرژی بدست آمده در آنالیز فیزیکی بالاتر از میزان توصیه شده است. با این حال بر اساس مطالعات انجام شده، نتایج بدست آمده از آنالیز نهایی دقیق تر بوده و مبنای تصمیم گیری می باشد

(۳۵). لذا استفاده از زباله سوز برای زباله‌های تولیدشده در شهر خسروشاه جهت بازیافت انرژی از نظر مهندسی قابل توجیه نیست.

جدول ۸. ارزش حرارتی حداقل بر اساس آنالیز تخمینی، آنالیز اجزاء و آنالیز نهایی

آنالیز نهایی	آنالیز در کتب فیزیکی	آنالیز تخمینی	آنالیز نهایی
ارزش حرارتی (Kcal/Kg)	فرمول		
۱۲۷۶/۵	$LHV = 45 \times V - 6 \times W$		
۱۲۹۵	$LHV = 44.75 \times V - 5.85 \times W + 21.2$		
۲۱۸۲	$LHV = [88.2 \times P_{pl} + 40.5 \times (P_{fo} + P_{pa})] \times \left(\frac{100 - W}{100}\right) - 6 \times W$		
۱۷۱۴	$LHV = 2229.91 + 7.90 \times P_{pa} + 28.16 \times P_{pl} + 4.87 \times P_{ga} - 37.28 \times W$		
۲۴۵۵/۴	$LHV = (38.52 \times P_{pa} + 92.09 \times P_{pl} + 49.24 \times P_{ga} + 38.34 \times P_{wo} + 37.55 \times P_{fo} + 64.07 \times P_{ra}) \times \left(\frac{100 - w}{100}\right) - 6 \times W$		
۶۶۱/۸	$LHV = 81 \times C + 342.5 \times \left(H - \frac{O}{8}\right) + 22.5 \times S - 6 \times (W + 9 \times H)$		
۷۶۷/۸	$LHV = 81 \times \left(C - \frac{3}{8} \times O\right) + 57 \times \frac{3}{8} \times O + 345 \times \left(H - \frac{O}{16}\right) + 25 \times S - 6 \times (W + 9 \times H)$		
۱۲۰۶/۵	$LHV = 81 \times \left(C - \frac{O}{4}\right) + 342.5 \times H + 22.5 \times S + 57 \times \frac{3 \times O}{4} - 6 \times (W + 9 \times H)$		

نتیجه‌گیری

زباله تولید شده در شهر خسروشاه از نظر کمیت و کیفیت فیزیکی و شیمیایی به مدت یک سال مورد مطالعه قرار گرفت. این مطالعه نشان داد که در حال حاضر زباله‌های تولیدشده بیشتر بصورت سنتی مدیریت شده و از مرحله تولید تا دفع نهایی که بصورت تلنبار می‌باشد، به بحث مدیریت مهندسی و بهداشتی توجهی نشده است. مقدار زباله تولیدی خسروشاه تا سال ۱۴۰۹ به بیش از ۸۵۰۰ تن در سال خواهد رسید که دو برابر میزان تولید فعلی زباله است. نتایج بدست آمده نشان داد که بین مقدار زباله تولیدی در فصول مختلف سال تفاوت وجود دارد، بطوری‌که مقدار زباله تولیدی در فصول مرطوب سال بیش از فصل خشک (تابستان) بوده است. میانگین سرانه زباله تولیدی برای کل سال ۰/۶۸۸ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز بدست آمد. از کل پسماند تولیدی سالانه بطور میانگین ۵۵/۴۱ درصد آن پسماند غذایی بوده و ۳۲/۳۹ درصد از مواد بازیافتی شامل کاغذ، پلاستیک، منسوجات، فلزات

و شیشه تشکیل شده است. بر اساس نتایج بدست آمده مشخص شد که استفاده از زباله برای تهیه کود کمپوست مناسب بوده (C/N=۳۷/۲۴) و همچنین مقدار قابل توجهی از مواد قابل بازیافت نظیر کاغذ و پلاستیک در زباله‌های تولیدی وجود دارد. اما استفاده از زباله‌های تولیدی خسروشاه برای تولید انرژی (سوزاندن) مناسب نمی‌باشد. این مطالعه نشان داد که در صورت مدیریت صحیح زباله‌های تولیدی خسروشاه علاوه بر صرفه جویی در مورد زمین محل دفن سود اقتصادی زیادی نیز فراهم خواهد شد که می‌تواند بخشی از هزینه‌های انجام شده برای مدیریت صحیح را جبران نماید.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از سازمان همیاری سازمان همیاری های شهرداری استان آذربایجان شرقی (قرارداد طرح به شماره ۴۲۷۳) و شهرداری خسروشاه به دلیل تامین هزینه‌های این پژوهش کمال تشکر و قدردانی را دارند.

References

- 1- Mehdeinezhad MH. Quantity and quality of municipal solid wastes in spring and autumn seasons in Gorgan 1989. Journal of Gorgan University Medical Sciences. 2002;4 (9) :72-6.
- 2- Hazra T, Goel S. Solid waste management in Kolkata, India: Practices and challenges. Waste Management. 2008;29 (1) :470-78.
- 3- Tchobanoglous G. Integrated solid waste management. USA: Mc Graw-Hill 1993.
- 4- Hassanvand MS, Nabizadeh R, Heidari M. Municipal solid waste analysis in Iran. Iranian Journal of Health and Environment. 2008;1 (1) :9-18.
- 5- Gómez G, Meneses M, Ballinas L, Castells F. Seasonal characterization of municipal solid waste (MSW) in the city of Chihuahua, Mexico. Waste Management. 2009;29:2018-24.
- 6- Samadi Mt, Morshedi SM. investigation of physical composition and amount of produced waste in Hamadan. Hamadan Medical Sciences. 2002:34-8.
- 7- Omrani GA, Maleki A, Mola AS. Evaluate the quality and quantity of solid waste and recyclable in Sistan and Baluchestan. Environmental Science and Technology. 2006;8 (4) :11-7.
- 8- Moharamnejad N, Omrani G, Amirhossein G, Mostafaei G, Akbari.h. survey on characterization and quantity solid waste in kashan. Feyz. 2011;15 (3) :275-9.
- 9- Zareimahmoodabady H, Chabok M, Morady Mahmoudabadi F. Investigation of the Potential & Management of the Urban Solid Wastes recycling. TOLOO-E-BEHDASHT. 2010;1 (28) :1-11.
- 10- Sayyahzadeh AH, Samadi MT. Quantity and Quality Analysis of Malayer Municipal Solid Wastes from Autumn 2006 until Summer 2007. Iranian Journal of Health & Environment. 2009;2 (2) :94-103.
- 11- Moghadam MRA, Mokhtarani N, Mokhtarani B. Municipal solid waste management in Rasht City Iran. Waste Management. 2008.29 (1) :485-89.
- 12- Omrani GH, Karbassi AR, Arjmande R, Poor AH. Compilation of Optimal Strategies of Urban Waste Management System by Using SWOT and QSPM; Case Study of City of Sari. Urban Managment Iran J. 2010;26:41-62.
- 13- Al-Khatib IA, Monou M, Zahra ASFA, Shaheen HQ, Kassinos D. Solid waste characterization, quantification and management practices in developing countries. A case study: Nablus district – Palestine. Journal of Environmental Management. 2010;91:1131-8.
- 14- Ogwueleka TC. Survey of household waste composition and quantities in Abuja Nigeria. Resources, Conservation and Recycling. 2013;77:52-60.
- 15- Chang N-B, Davila E. Municipal solid waste characterizations and management strategies for the Lower Rio Grande Valley Texas. Waste Management. 2008;28:776–94.
- 16- Xiao Y, Bai X, Ouyang Z, Zheng H, Xin F. The composition, trend and impact of urban solid waste in Beijing. Environ Monit Assess. 2007;135:21-30.
- 17- 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 Management. 2007;27:1680-9.
- 18- Sujauddin M, a SSMH, Hoque ATMR. Household solid waste characteristics and management in Chittagong Bangladesh. Waste Management. 2007;28 (9) :1688-95.
- 19- Vesilind A, Worrel W, Reinhart D. Solid waste engineering 2nd ed. University of Central Florida. 2002.
- 20- Tchobanoglous G, Kreith F. Handbook of solid waste management: McGraw-Hill New York; 2002.
- 21- Chang N-B, Davila E. Municipal solid waste characterizations and management strategies for the Lower Rio Grande Valley, Texas. Waste Management. 2008;28 (5) :776-94.
- 22- Guermoud N, Ouadjnia F, Abdelmalek F, Taleb F. Municipal solid waste in Mostaganem city (Western Algeria) . Waste Management. 2009;29 (2) :896-902.
- 23- Ojeda-Benitez S, Armijo de Vega C, Ramirez-Barreto ME. Characterization and quantification of household solid wastes in a Mexican city. Resources, Conservation and Recycling. 2003;39 (3) :211-22.
- 24- De Vries J, Schuster M, Procee P, Mengers H. Environmental Management of Small and Medium Sized Cities in Latin America and the Caribbean. Washington: Institute for Housing and Urban Development Studies. 2001.

- 25- Ngnikame E. Environmental assessment and economic management systems, municipal solid waste: Analysis of the case of Yaounde in Cameroon. Lyon,, France: LAEPSI. 2000.
- 26- Dangi MB, Pretz CR, Urynowicz MA, Gerow KG, Reddy JM. Municipal solid waste generation in Kathmandu, Nepal. *Journal of environmental management*. 2011;92 (1) :240-9.
- 27- Moharamnejad N, Gh.R M, Omrani GA, Javid AH, Akbari H. survey on characterization and quantity solid waste in kashan. *Feyz*. 2011;15 (3) :274-9.
- 28- Tezanou J, Koulidiati J, Proust M, Sougoti M, Goudeau J, Kafandou P, et al. Characterization of MSW in Ouagadougou city (Burkina Faso) . Ouagadougou University, Burkina Faso. 2001.
- 29- Aina M. MSW Landfills techniques in developing countries: methodology and experimental applications: Doctoral Thesis, Limoges University, France; 2006.
- 30- Abu-Qudais Md, Abu-Qdais HA. Energy content of municipal solid waste in Jordan and its potential utilization. *Energy conversion and management*. 2000;41 (9) :983-91.
- 31- Metin E, Eröztürk A, Neyim C. Solid waste management practices and review of recovery and recycling operations in Turkey. *Waste Management*. 2003;23 (5) :425-32.
- 32- Mastro FL, Mistretta M. Cogeneration from thermal treatment of selected municipal solid wastes. A stoichiometric model building for the case study on Palermo. *Waste Management*. 2004;24 (3) :309-17.
- 33- Vogt G, Liu H, Kennedy K, Vogt H, Holbein B. Super blue box recycling (SUBBOR) enhanced two-stage anaerobic digestion process for recycling municipal solid waste: laboratory pilot studies. *Bioresource technology*. 2002;85 (3) :291-9.
- 34- Lin C-J, Chyan J-M, Chen I-M, Wang Y-T. Swift model for a lower heating value prediction based on wet-based physical components of municipal solid waste. *Waste management*. 2013;33 (2) :268-76.
- 35- Chang Y-F, Lin C-J, Chyan J, Chen I, Chang J. Multiple regression models for the lower heating value of municipal solid waste in Taiwan. *Journal of environmental management*. 2007;85 (4) :891-9.