

Measuring the Heating value of municipal solid waste mixed with the output waste from processing facilities and comparing the results with Tanner triangle for assessment of combustibility of Waste (A case study on the garbage of Qazvin)

ABSTRACT

Background & objective: In 1393, the daily average of waste produced in Qazvin was 300 tons that Per capita waste generation is 680 grams per person per day. To control these wastes, methods including composting, landfill and waste-to-energy conversion should be applied. The most common method of converting waste to energy incineration is done in the power plant. According to the World Bank, to build a waste incineration plant for burning waste without using additional fuel. The calorific value must be at least 7 MJ/kg and not less than 6 MJ/kg. Also the weekly fluctuations should be less than 20%.

Materials & Methods: In this study the samples of mixed wastes were taken to determine the quantitative and qualitative characteristics of the mixed wastes for one year. The samples were collected during one year. (Saturday, Monday and Thursday of each week) each time 5 samples were taken. To determine the characteristics of the output waste from processing facilities. Analysis of moisture, combustible materials and ash content, heating value were done according to standard criteria.

Results: The results showed that the calorific value of Urban mixed waste of Qazvin is 6.133 MJ / Kg. The percentage of moisture was 50.3%, the ash 30.1% and the combustible materials 27.9%. The calorific value wastes output of processing facilities was 11.8 MJ / Kg.

Conclusion: The waste output of processing facilities is more adaptable with Tanner pattern. Due to the high calorific value wastes output from processing facilities and its low moisture content. The Refuse derived fuel facility should be applied for waste management in Qazvin.

Keywords: Calorific value, Municipal Solid Waste, Tanner triangle, Qazvin.

► **Citation:** Jabari V, Safari A, Ranaei A. Measuring the Heating value of municipal solid waste mixed with the output waste from processing facilities and comparing the results with Tanner triangle for assessment of combustibility of Waste (A case study on the garbage of Qazvin). *Journal of Research in Environmental Health*. Winter 2015;1 (4) : 306-313.

Vahid Jabari

MSc of Environmental Health Engineering, Municipal waste management in Qazvin, Iran.

Alireza Safari

MSc of Agriculture, Municipal waste management in Qazvin, Iran.

Alireza Ranaei

* MSc of Environmental Health Engineering, Mashhad University of Medical Sciences. (Corresponding Author) ranaeia1@mums.ac.ir

Received: 14 November 2015

Accepted: 26 January 2016

محاسبه میزان ارزش حرارتی زباله شهری مخلوط با پسماند خروجی از تاسیسات پردازش و مقایسه نتایج با مثلث ارزیابی سوزاندن زباله تانر (مطالعه موردی زباله شهر قزوین)

چکیده

زمینه و هدف: در سال ۱۳۹۳ به طور میانگین روزانه ۳۰۰ تن مواد زائد شهری در شهر قزوین تولید شده است که سرانه آن ۶۸۰ گرم به ازای هر نفر در روز است با توجه به تولید میزان زیاد پسماند در این شهر جهت مدیریت اصولی آنها نیاز است روش‌های تلفیقی شامل کمپوست سازی، دفن و تبدیل زباله به انرژی به کار گرفته شود. متداولترین روش تبدیل پسماند به انرژی در نیروگاه‌های زباله سوز انجام می‌شود. بر اساس گزارش بانک جهانی در خصوص ساخت نیروگاه زباله سوز، جهت سوختن پایدار زباله بدون نیاز به سوخت اضافی، حداقل ارزش حرارتی پایین زباله می‌بایست 7 Mj/kg باشد و هیچ زمانی کمتر از 6 Mj/kg نباشد همچنین نوسانات هفتگی آن کمتر از ۲۰٪ باشد.

مواد و روش‌ها: جهت انجام این مطالعه ابتدا از پسماند مخلوط شهر قزوین نمونه برداری انجام شد، نمونه‌ها (در تمام طول سال، هفته‌ای سه روز شنبه، دوشنبه و پنجشنبه و هر بار ۵ نمونه) تهیه شدند همه نمونه‌ها جهت مشخص کردن ویژگی‌های کمی و کیفی زباله مخلوط از ایستگاه انتقال زباله شهر قزوین تهیه شد. جهت تعیین ویژگی‌های پسماند خروجی از تاسیسات پردازش نیز ۲۶۰ نمونه از انتهای خط پردازش تهیه گردید و آنالیز رطوبت، مواد قابل احتراق و خاکستر و همچنین محتوای ارزش حرارتی بر اساس روش‌های استاندارد انجام شد.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه نشان داد میزان ارزش حرارتی پایین پسماند مخلوط شهر قزوین معادل Mj/kg $133/6$ می‌باشد، همچنین میزان رطوبت معادل $50/3\%$ و درصد خاکستر و مواد قابل احتراق به ترتیب $30/1$ و $27/9$ محاسبه شد. ارزش حرارتی پسماند خروجی از تاسیسات پردازش نیز معادل $11/8 \text{ Mj/kg}$ برآورد گردید، میزان خاکستر، مواد قابل احتراق و رطوبت نیز به ترتیب $42/25$ ، $49/46$ و $20/89$ درصد اندازه گیری شد. نتایج حاصل سپس با مثلث ارزیابی سوزاندن زباله تانر مقایسه گردید.

نتیجه‌گیری: پسماند خروجی از تاسیسات پردازش با الگوی تانر مطابقت بیشتری دارد. با توجه به بالا بودن ارزش حرارتی پسماند خروجی از تاسیسات پردازش و پایین بودن میزان رطوبت آن پیشنهاد می‌گردد جهت مدیریت پسماند شهر قزوین زباله سوز از نوع ریبک سوز استفاده گردد.

کلیدواژه‌ها: ارزش حرارتی، زباله شهری، مثلث تانر، قزوین

وحید جباری

کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، مدیر برنامه ریزی سازمان مدیریت پسماند شهرداری قزوین، ایران.

علیرضا صفاری

کارشناس ارشد کشاورزی سازمان مدیریت پسماند شهرداری قزوین، ایران.

علیرضا رعنائی

* کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، (نویسنده مسئول)

ranaeia1@mums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۰۶

◀ **استناد:** جباری و، صفاری ع، رعنائی ع. محاسبه میزان ارزش حرارتی زباله شهری مخلوط با پسماند خروجی از تاسیسات پردازش و مقایسه نتایج با مثلث ارزیابی سوزاندن زباله تانر (مطالعه موردی زباله شهر قزوین). *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. زمستان ۱۳۹۴ (۴): ۳۰۶-۳۱۳.

مقدمه

افزایش جمعیت، سرعت بالای شهر نشینی، مهاجرت، رونق اقتصادی و تغییر عادات مصرف باعث تولید مقادیر زیادی مواد زائد شهری در کشورهای جهان شده است (۱). در سال ۲۰۱۲ در حدود ۱/۳ میلیارد تن مواد زائد شهری در جهان تولید شده است و انتظار می‌رود این رقم در سال ۲۰۲۵ به ۲/۲ میلیارد تن برسد (۲). تولید میزان زیاد مواد زائد چالشی زیست محیطی و بهداشتی برای این کشورها ایجاد کرده است، مشکل مدیریت و دفع اصولی پسماندهای شهری در ایران نیز نمود بارزی دارد (۳). در ایران روزانه ۵۰ هزار تن مواد زائد شهری تولید می‌گردد (۴). سیستم مدیریت پسماند شامل کاهش تولید پسماند، استفاده مجدد و بازیافت است که در ادامه گزینه‌های بازیافت و کمپوست‌سازی، تبدیل پسماند به انرژی و فن در لندفیل وجود دارد. مواد زائد شهری حاوی مقادیر زیادی پلاستیک، کاغذ و سایر اقلام خشک می‌باشند که ارزش حرارتی بسیار بالایی دارند بنابراین آژانس بین المللی حفاظت محیط زیست زباله را به عنوان یکی از منابع انرژیهای تجدید پذیر در نظر گرفته است (۶). در بیشتر کشورهای دنیا متداولترین روش تبدیل زباله به انرژی در نیروگاههای زباله سوز انجام می‌شود. در ۱۸ کشور عضو اتحادیه اروپا بیش از ۵۰ میلیون تن زباله در سیستم‌های تبدیل زباله به انرژی پردازش حرارتی می‌شوند این میزان نیاز انرژی الکتریکی جمعیتی ۲۷ میلیون نفر و انرژی گرمایی ۱۳ میلیون نفر را فراهم می‌کند (۶). زباله سوز داری مزایایی از جمله کاهش قابل توجه حجم زباله (۷۰-۹۰ درصد) بازیابی انرژی (۷)، کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای (۸). کاهش نیاز به سوخت‌های فسیلی و افزایش عمر محل دفن است. در انتخاب زباله سوزی به عنوان یک روش دفع باید به مواردی مانند ترکیب زباله و نوسانات تولید آن، ارزش حرارتی زباله، مقررات زیست محیطی و موقعیت جغرافیایی، مسائل اقتصادی و وجود نیروی متخصص توجه شود. در صورت عدم توجه به این موضوعات پروژه با شکست مواجه خواهد شد (۹). اساس طراحی نیروگاه زباله سوز آگاهی از خصوصیات کمی و

کیفی زباله مانند ارزش حرارتی زباله، رطوبت و خاکستر آن است. بر اساس گزارش بانک جهانی در خصوص ساخت نیروگاه زباله سوز حداقل ارزش حرارتی پایین زباله می‌بایست 7 Mj/kg باشد و هیچ زمانی کمتر از 6 Mj/kg نباشد همچنین نوسانات هفتگی آن بیش از ۲۰ درصد نباشد. (۱۰-۱۳). در صورت عدم توجه به موضوعات فنی در طراحی نیروگاه زباله سوز ممکن است کل پروژه با شکست همراه شود به عنوان مثال در سال ۱۹۸۷ اولین نیروگاه زباله سوز کشور هند در شهر Timarpur با ظرفیت ۳۰۰ تن در روز با هزینه سرمایه گذاری ۵/۷ میلیون دلار افتتاح گردید اما بعد از ۶ ماه از شروع به کار فرایند به علت عملکرد نامناسب متوقف شد (۱۴). ارزش حرارتی زباله‌های کشورهای و حتی شهرهای یک کشور متفاوت است و علت آن تفاوت در ترکیب زباله شهری است. ویژگیهای کمی و کیفی زباله به علت تفاوت در جمعیت جوامع، شرایط اجتماعی و اقتصادی، شرایط آب و هوای و... متغیر است (۱۵). بنابراین جهت مطالعات اولیه ساخت نیروگاه زباله سوز می‌بایست ترکیب زباله‌ای که قرار است در نیروگاه قرار گیرد و ارزش حرارتی آن به درستی محاسبه گردد. مدل‌های مختلفی جهت محاسبه ارزش حرارتی زباله مخلوط توسعه یافته اند، محاسبه ارزش حرارتی براساس ترکیب عنصری (۱۶) ترکیب فیزیکی زباله (۱۷ و ۱۸) آنالیز تقریبی (محاسبه میزان رطوبت، خاکستر و مواد قابل احتراق) (۱۹) از متداولترین آنها هستند. ارزش حرارتی به دو صورت ارزش حرارتی پایینتر (LHV)^۱ و ارزش حرارتی بالاتر (HHV)^۲ تقسیم بندی می‌گردد. در محاسبه ارزش حرارتی پایین رطوبت موجود در ترکیب زباله به شکل بخار آب درمی‌آید ولی کندانس و برگشت داده نمی‌شود در مورد دومی بعد از تبخیر محتوی رطوبت زباله بخار آب تولید شده به شکل آب کندانس شده و برگشت داده می‌شود بنابراین همیشه ارزش حرارتی HHV بزرگتر از LHV است (۱۵). ارزش حرارتی پایین همان میزان انرژی است که در حین سوزاندن زباله آزاد می‌گردد بنابراین جهت طراحی زباله سوزها از ارزش حرارتی

1. lower Heating Value
2. Higher Heating Value

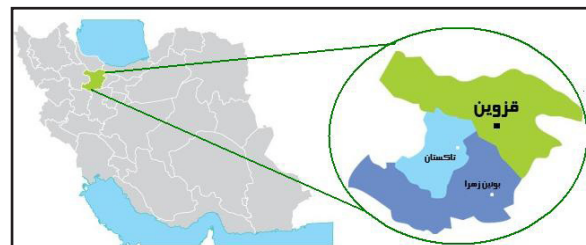
طی یکسال، هر هفته روزهای سه روز شنبه، دوشنبه و پنج شنبه و هر بار ۵ نمونه تهیه گردید. همه نمونه برداریها از ایستگاه انتقال زباله شهر قزوین انجام شد و علت انتخاب ایستگاه انتقال به عنوان محل نمونه برداری این بود که تمام پسماندهای شهری به این ایستگاه انتقال داده می شود همچنین در این محل منطقه مسقفی وجود دارد که از تاثیر شرایط اقلیمی مانند بارندگی بر روی نمونه ها جلوگیری می کند ترکیب مواد زائد شهر قزوین در جدول شماره یک مشخص شده است. همچنین جهت بررسی پسماند خروجی از سالن پردازش، ۲۶۰ نمونه بطور همزمان با نمونه برداری پسماند شهری، از پسماند خروجی پروسه پردازش اخذ شد. نمونه برداری و آماده سازی نمونه ها بر اساس استاندارد ASTM D ۵۲۳۱-۹۲ انجام گرفت. بر اساس این روش همه اجزای زباله پس از توزین توسط ترازوی دیجیتالی به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد در هاون قرار داده شدند محتوی خاکستر نیز پس از قرار گرفتن در دمای ۷۷۰ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت مشخص شد (۲۲). جهت محاسبه ارزش حرارتی زباله وزن خشک هر جزء زباله در محتوی انرژی آن ضرب شد (۲۳). سپس با استفاده از نرم افزار SPSS میانگین و انحراف معیار هر یک از پارامترها برای اجزای مختلف پسماند نمونه برداری شده (جدول شماره یک و دو) در سطح معنی داری ۰/۰۵ آزمون شده و سپس مقادیر محاسبه شده با مثلث ارزیابی سوزاندن زباله تانر مقایسه گردید.

یافته ها

نتایج نشان داد میزان ارزش حرارتی پایین زباله مخلوط شهر قزوین معادل $6/133 \text{ MJ/Kg}$ می باشد همچنین میزان رطوبت معادل $50/3$ درصد و خاکستر و مواد قابل احتراق به ترتیب $30/1$ و $27/9$ محاسبه شد. نتایج حاصل از بررسی زباله مخلوط شهر قزوین در جدول شماره یک نشان داده شده است در شکل شماره ۲ نیز مقایسه وضعیت رطوبت، مواد قابل اشتعال و خاکستر زباله مخلوط شهر قزوین با مثلث تانر نشان داده شده است.

پایین استفاده می گردد (۱۵). یکی از قدیمی ترین و در عین حال متداولترین روش های جهت بررسی سوزاندن پایدار زباله در نیروگاه زباله سوز مثلث ارزیابی تانر است. در این مثلث اضلاع نشان دهنده میزان رطوبت، درصد خاکستر و درصد مواد قابل احتراق بر حسب وزن مرطوب است (۲۰).

استان قزوین در حوزه مرکزی ایران با مساحتی معادل 15821 کیلو متر مربع در موقعیت جغرافیایی 48 درجه و 45 دقیقه تا 50 درجه و 50 دقیقه طول شرقی و 35 درجه و 37 دقیقه تا 36 درجه و 45 دقیقه عرض شمالی قرار دارد شکل شماره یک موقعیت شهر قزوین در ایران را نشان می دهد جمعیت شهر قزوین در سال 1390 معادل 540187 نفر بوده که 276070 نفر مرد و 264117 نفر زن می باشند جمعیت این شهر به سرعت در حال افزایش می باشد به طوری که جمعیت از 88000 نفر در سال 1345 به 540187 نفر در سال 1390 (۲۱). به همین علت تولید مواد زائد در این شهر به سرعت در حال افزایش می باشد.



شکل ۱: موقعیت استان قزوین

مدیریت پسماندهای شهری در قزوین بر عهده سازمان مدیریت پسماند شهرداری قزوین می باشد. این مطالعه جهت بررسی تبدیل پسماند به انرژی و میزان ارزش حرارتی زباله مخلوط و پسماند دفعی از خط پردازش شهر قزوین و مقایسه آن با مثلث ارزیابی سوزاندن زباله های شهری صورت پذیرفته است.

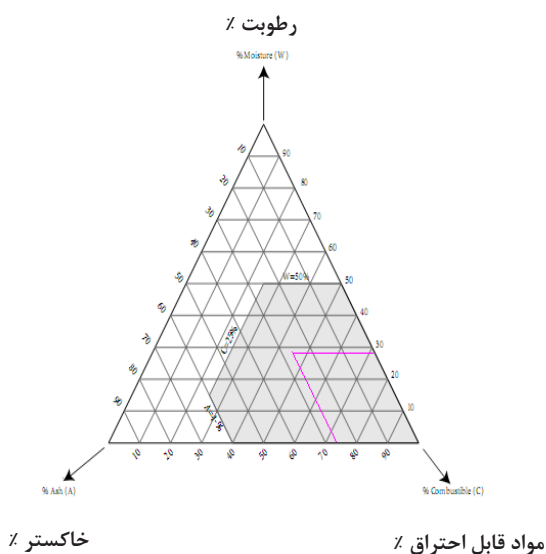
روش کار

در سال 1393 به طور میانگین روزانه 300 تن مواد زائد در شهر قزوین تولید می گردد که سرانه آن 680 گرم به ازای هر نفر در روز است. طی این مطالعه از پسماند مخلوط شهری تعداد 260 نمونه

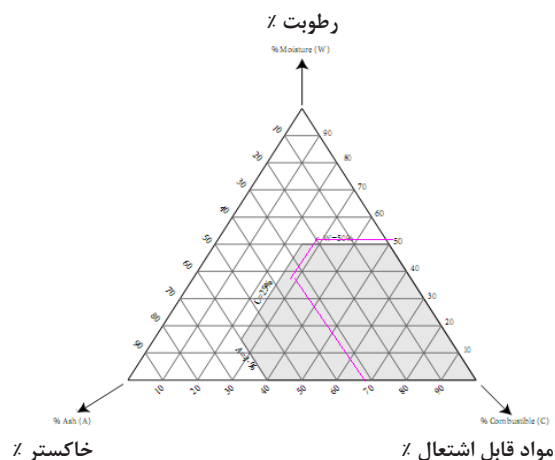
جدول ۱: خصوصیات کمی و کیفی زباله مخلوط شهر قزوین

محتوای انرژی MJ/ Kg	درصد مواد قابل احتراق	درصد خاکستر	درصد رطوبت	درصد اجزاء	ترکیب
۱/۱	۱۴	۹/۱۷	۴۷/۸۱	۶۸/۳	پسماند آلی
۱/۲	۳/۵	۰/۳۳۶	۰/۳۴۸	۵/۸	کاغذ و مقوا
۱/۹	۳/۸	۰/۱۵۶	۰/۱۱۸	۵/۹	پلاستیک
۰/۵۸	۲/۴	۰/۴	۰/۲۹	۲/۹	منسوجات
۰/۶۸	۱/۹	۰/۵۱۶	۰/۰۳۸	۱/۹	لاستیک
۰/۳	۱/۲	۲/۵۸	۰/۰۹	۰/۹	چرم
۰/۱۴	۱/۱	۳/۱۲	۱/۱۴	۱/۹	چوب
۰/۰۰۴	۰	۱/۹۴	۰/۰۶۶	۳/۳	شیشه
۰/۰۰۹	۰	۱/۸۸	۰/۰۴۸	۲/۴	فلزات آهنی
۰/۰۲	۰	۲/۸۲	۰/۰۵۱	۱/۷	فلزات غیر آهنی
۰/۲	۰	۷/۲	۰/۴	۵	غیره
۶/۱۳۳	۲۷/۹	۳۰/۱۱۸	۵۰/۳۹۹	۱۰۰	جمع

زباله حاصل از تاسیسات پردازش معادل $11/8 \text{ MJ/kg}$ برآورد گردید، همچنین میزان خاکستر، مواد قابل احتراق و رطوبت به ترتیب $46/42/25/49$ و $89/20$ درصد اندازه گیری شد. نتایج حاصل از بررسی وضعیت زباله خروجی از تاسیسات پردازش زباله در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. نتایج حاصله با نمودار تانر در شکل شماره ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳: مقایسه میزان رطوبت، خاکستر و مواد قابل احتراق زباله خروجی از خط پردازش با مثلث ارزیابی تانر



شکل ۲: مقایسه میزان رطوبت، خاکستر و مواد قابل احتراق زباله مخلوط شهر قزوین با مثلث ارزیابی تانر

در تاسیسات پردازش زباله مواد آلی توسط سیستم پردازش توسط سرندهایی با اندازه مش 80 mm جداسازی می‌شوند، همچنین فلزات آهنی توسط مگنت‌ها جدا شده و موادی مانند PET و کاغذ و سایر فلزات غیر آهنی توسط جداسازی دستی تفکیک می‌گردند خروجی سیستم پردازش بیشتر شامل کیسه‌های نایلونی و پارچه و تا حدودی مواد آلی است، جداسازی میزان بالایی از مواد آلی در سیستم پردازش باعث افزایش کاهش میزان رطوبت و افزایش ارزش حرارتی زباله می‌شود. ارزش حرارتی

جدول ۲: خصوصیات کمی و کیفی زباله خروجی از تاسیسات پردازش

محتوای انرژی MJ/ Kg	درصد مواد قابل احتراق	درصد خاکستر	درصد رطوبت	درصد اجزاء	ترکیب
۰/۱۵	۱/۹۴	۲/۶۲	۱۱/۳۳	۹/۴	پسماند آلی
۱/۰۳	۳/۰۹	۰/۸۹	۴	۶/۵	کاغذ و مقوا
۱/۶۳	۳/۲۳	۰/۲۴	۰/۱۲۳	۵/۱	پلاستیک
۴/۲۲	۱۷/۱۳	۰/۶	۲/۵۲	۲۷/۲	منسوجات
۲/۲۹	۶/۲	۲/۳۲	۰/۰۲۲	۹/۸	لاستیک
۱/۲۲	۵	۲/۵۸	۰/۰۲۱	۷/۹	چرم
۰/۷۳	۶	۳/۱۲	۲/۳۱	۹/۹	چوب
۰/۰۱	۰	۱/۹۴	۰/۰۰۶	۷/۳	شیشه
۰/۰۱۴	۰	۱/۷۱	۰/۰۱۱	۲/۱	فلزات آهنی
۰/۰۵۳	۰	۲/۱۲	۰/۰۵۱	۷/۹	فلزات غیر آهنی
۰/۴۴	۰	۷/۳۲	۰/۳۲	۶/۹	غیره
۱۱/۸	۴۲/۴۹	۲۵/۴۶	۰/۸۹۴	۱۰۰	جمع

بحث

آلی زیاد در ترکیب زباله (۴۰-۶۰ درصد)، محتوای بالای رطوبت زباله (۳۰ تا ۵۰ درصد)، میزان مواد بی اثر زیاد در زباله (۳۰ تا ۵۰ درصد) و در نهایت ارزش حرارتی پایین زباله (۸۰۰ تا ۱۱۰۰ کیلو کالری بر کیلوگرم) زباله سوزی نسبت به روش کمپوست سازی و هضم بی هوازی کمتر مورد استفاده قرار گرفته است (۲۶، ۲۷). همچنین در مطالعه Hongtao Wang و همکاران در خصوص بررسی کیفیت زباله و مدیریت آن در شهرهای کشور چین میزان رطوبت زباله شهر هنگ کنگ معادل ۳۹٪ و ارزش حرارتی پایین زباله معادل ۶۱۷۹ کیلو ژول بر کیلوگرم محاسبه شد (۲۸).

همچنین در مطالعه W.T. Tsai و همکارانش در مورد استفاده از انرژیهای تجدید پذیر حاصل از سوزاندن زباله تایوان در سال ۲۰۰۰ ارزش حرارتی زباله مخلوط ۲۱۸۴ کیلو کالری بر کیلوگرم و رطوبت و خاکستر به ترتیب ۵۱ و ۱۱ درصد محاسبه شده است. در مواد زائد شهر قزوین به ترتیب میزان مواد قابل احتراق، میزان رطوبت و خاکستر ۲۷/۹ درصد، ۵۰/۴ درصد و ۳۰/۱ درصد می باشد تنها رطوبت زباله شهر قزوین بیشتر از موارد پیشنهادی می باشد. بنابراین جهت مقابله با این مشکل زباله باید به مدت ۳ روز در پیت زباله سوز نگهداری شود تا شیرابه

همانطور که پیشتر اشاره شد، سوختن پایدار زباله در نیروگاه زباله سوز بدون نیاز به سوخت اضافی به ارزش حرارتی پایین زباله وابسته است. بر اساس مثلث تانر زباله زمانی بدون نیاز به سوخت اضافی می سوزد که میزان رطوبت آن کمتر و مساوی ۵۰ درصد خاکستر کمتر و مساوی ۶۰ درصد و مواد قابل احتراق بیشتر و مساوی ۲۵ درصد باشد (۲۰) در مطالعه محمد مهدی رجایی فر و همکاران در سال ۲۰۱۵ در خصوص ارزیابی سناریوهای مختلف مدیریت پسماند شهری در ایران میزان ارزش حرارتی پایین زباله شهر تهران معادل ۵/۳۸۲ Mj/kg محاسبه گردید (۲۴). مانند بسیاری از شهرهای کشورهای در حال توسعه از مهمترین علل پایین بودن ارزش حرارتی زباله مخلوط شهر قزوین میزان بالای زباله آلی در ترکیب پسماند این شهر و رطوبت بالای آن است. نتایج مطالعه حسونند و همکاران نشان داد میانگین مواد آلی در زباله جامد شهری ایران ۷۲/۰۴ می باشد این میزان در زباله شهر قزوین ۶۸/۳ درصد می باشد (۲۵). همچنین در مطالعه Mufeed Sharholly و همکاران در خصوص مطالعه مدیریت پسماند در شهرهای کشور هند مشخص شده در این کشور به علت وجود مواد

از زباله جدا گردد و به میزان رطوبت کمتر از ۵۰ درصد برسد. همچنین در کوره از نوع استوکر بهتر است جریان زباله و هوای احتراق متقابل باشد این روش مناسب زباله‌های با رطوبت بالا و ارزش حرارتی پایین می‌باشد در این حالت در قسمت ابتدایی کوره عمل خشک شدن زباله به وسیله هوای گرم انجام می‌شود و در قسمت دوم عمل احتراق زباله صورت می‌پذیرد. به این ترتیب از سوختن ناقص زباله جلوگیری می‌شود.

همچنین در مطالعات مشخص شد مواد خروجی از تاسیسات پردازش در مقایسه با مواد زائد شهر قزوین (رطوبت معادل ۵۰/۴ درصد) داری میزان رطوبت پایینی هستند (۲۰/۸۹ درصد) که علت آن جدا شدن مواد آلی در سرندهای خط پردازش می‌باشد همچنین به علت جدا شدن فلزات آهنی و غیر آهنی توسط مگنت‌ها و جداسازی دستی میزان زیادی از مواد با ارزش حرارتی پایین از زباله جدا شده و ارزش حرارتی زباله بالایی رود و میزان مواد قابل احتراق پسماند مخلوط شهری از ۲۷/۹ درصد، پس از پردازش پسماندها به ۴۲/۴۹ درصد و میزان خاکستر از ۳۰/۱۱ درصد به ۲۵/۴۶ درصد رسیده است.

تبدیل زباله به انرژی گزینه‌ای موثر برای مدیریت زباله‌های شهری است (۲۹). آگاهی از خصوصیات کمی و کیفی زباله مهمترین گزینه جهت ارزیابی استفاده از نیروگاه‌های زباله سوز است. تفاوت ترکیب زباله در کشورهای مختلف مشهود است در

کشورهای در حال توسعه مانند هند حدود ۵۰ درصد زباله ماده آلی است در حالی که در کشورهای توسعه یافته مانند کشورهای UK ۵۰ درصد ترکیب زباله قابل بازیافت ۳۴ درصد مواد آلی و ۱۶ درصد شامل سایر مواد است (۳۰).

نتیجه گیری:

با توجه به خصوصیات کمی و کیفی زائدات شهری قزوین و نیز نتایج حاصل از بررسی پسماند خروجی از تاسیسات پردازش زباله (ریجکت) که با مثلث ارزیابی تانر مطابقت بیشتری نشان می‌دهد، با توجه به حجم پسماند روزانه شهر قزوین (حدود ۳۰۰ تن در روز)، به عنوان منبع تغذیه در دسترس زباله سوزها و استحصال برق از انرژی حاصل از ریجکت بدون نیاز به سوخت کمکی به لحاظ اقتصادی قابل توجیه می‌باشد و همچنین میتوان با این روش از هزینه‌های زیست محیطی ناشی از دفن پسماندهای شهری کاست و ضمن در نظر گرفتن رویکرد جهانی تولید انرژی از پسماندها به منافع حاصل از آن دست یافت.

تشکر و قدردانی

در پایان از مدیریت و کارشناسان سازمان مدیریت پسماند شهرداری قزوین که در انجام این معالعه کمال همکاری را داشتند، قدر دانی می‌شود.

References:

1. Henry RK, Yongsheng Z, Jun D. Municipal solid waste management challenges in developing countries—Kenyan case study. Waste management. 2006;26(1):92-100.
2. Hoornweg D, Bhada-Tata P. What a waste: a global review of solid waste management. 2012.
3. Mohammadi A, Ebrahimi A, Amin MM. Feasibility energy recovery potential of municipal solid waste in Northwest of Iran. International Journal of Environmental Health Engineering. 2012;1(1):14.
4. Touraj N. Evaluating Citizen Attitudes and Participation in Solid Waste Management in Tehran, Iran. Journal of Environmental Health. 2008:1-8.
5. Babaei AA, Alavi N, Goudarzi G, Teymouri P, Ahmadi K, Rafiee M. Household recycling knowledge, attitudes and practices towards solid waste management. Resources, Conservation and Recycling. 2015;102:94-100.
6. Udomsri S, Martin AR, Fransson TH. Economic assessment and energy model scenarios of municipal solid waste incineration and gas turbine hybrid dual-fueled cycles in Thailand. Waste Management. 2010;30(7):1414-22.
7. Komilis D, Kissas K, Symeonidis A. Effect of organic matter and moisture on the calorific value of solid wastes: An update of the Tanner diagram. Waste management. 2014;34(2):249-55.
8. Saikia N, Kato S, Kojima T. Production of cement clinkers from municipal solid waste incineration (MSWI) fly ash. Waste Management. 2007;27(9):1178-89.
9. Ebrahimi A, Amin MM, Bina B, Mokhtari M, Alaghebandan HR, Samaei MR, et al. Prediction of the energy content of the municipal solid waste. International Journal of Environmental Health Engineering. 2012;1(1):45.
10. Zhang DQ, Tan SK, Gersberg RM. Municipal solid

- waste management in China: status, problems and challenges. *Journal of Environmental Management*. 2010;91(8):1623-33.
11. Weitz KA, Thorneloe SA, Nishtala SR, Yarkosky S, Zannes M. The impact of municipal solid waste management on greenhouse gas emissions in the United States. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 2002;52(9):1000-11.
 12. Barducci G, editor *Gasification of wastes and refuse-derived fuel: leading edge technology for energy and the environment*. Proceedings of Energy from Biomass Contractors Meeting, Florence, Italy; 1990.
 13. Barducci G. The RDF gasifier of florentine area (Greve in Chianti Italy). The first Italian-Brazilian symposium on Sanitary and Environmental Engineering. 1992.
 14. Sharholi M, Ahmad K, Mahmood G, Trivedi R. Municipal solid waste management in Indian cities—A review. *Waste management*. 2008;28(2):459-67.
 15. Komilis D, Evangelou A, Giannakis G, Lympers C. Revisiting the elemental composition and the calorific value of the organic fraction of municipal solid wastes. *Waste management*. 2012;32(3):372-81.
 16. Liu J-I, Paode RD, Holsen TM. Modeling the energy content of municipal solid waste using multiple regression analysis. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 1996;46(7):650-6.
 17. 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.
 18. Khan MA, Abu-Ghararah ZH. New approach for estimating energy content of municipal solid waste. *Journal of Environmental Engineering*. 1991;117(3):376-80.
 19. Kathiravale S, Yunus MNM, Sopian K, Samsuddin A, Rahman R. Modeling the heating value of Municipal Solid Waste. *Fuel*. 2003;82(9):1119-25.
 20. Tanner R. Die Entwicklung der Von Roll Müllverbrennungsanlagen. *Schweizerische Bauzeitung*. 1965;16.
 21. Pakpour AH, Zeidi IM, Emamjomeh MM, Asefzadeh S, Pearson H. Household waste behaviours among a community sample in Iran: An application of the theory of planned behaviour. *Waste management*. 2014;34(6):980-6.
 22. Gidaracos E, Havas G, Ntzamilis P. Municipal solid waste composition determination supporting the integrated solid waste management system in the island of Crete. *Waste management*. 2006;26(6):668-79.
 23. Kreith F, Tchobanoglous G. *Handbook of solid waste management*: McGraw-Hill New York, NY; 1994.
 24. Rajaeifar MA, Tabatabaei M, Ghanavati H, Khoshnevisan B, Rafiee S. Comparative life cycle assessment of different municipal solid waste management scenarios in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015;51:886-98.
 25. Hassanvand M, Nabizadeh R, Heidari M. Municipal solid waste analysis in Iran. *ijhe*. 2008; 1 (1) :9-18
 26. Bundela P, Gautam S, Pandey A, Awasthi M, Sarsaiya S. Municipal solid waste management in Indian cities—A review. *International journal of environmental sciences*. 2010;1(4):591-606.
 27. Unnikrishnan S, Singh A. Energy recovery in solid waste management through CDM in India and other countries. *Resources, Conservation and Recycling*. 2010;54(10):630-40.
 28. Wang H, Nie Y. Municipal solid waste characteristics and management in China. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 2001;51(2):250-63.
 29. Yap H, Nixon J. A multi-criteria analysis of options for energy recovery from municipal solid waste in India and the UK. *Waste Management*. 2015.
 30. Futures R. *Municipal Waste Composition: Review of Municipal Waste Component Analysis*. Department for environment food and rural affairs, London, UK. 2009.