بررسی تخنیکی و ارزیابی مقایسوی به‌منظور بهترین انتخاب تکنولوژی جهت تولید برق از زباله در شهر کابل

پوهنیار محمدشعیب محسنی[۱]، پوهنیار نثاراحمد رحمانی[۲]

[۱،۲]دیپارتمنت انرژی، پوهنځی انجنیری، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
ایمیل: shuaib.mohsini@Gmail.com

چکیده

هدف این تحقیق دریافت نمودن بهترین روش برای مدیریت زباله‌های شهری در شهر کابل می‌باشـــد. انکشاف شهری و افزایش دوام‌دار نفوس در شهرکابل سبب ازدیاد زباله‌های شهری گردیده که بر اساس آمار سال ۲۰۱۸ به‌طور اوسط ۳،۰۵۰ تن زباله در یک شبانه‌روز تولید می‌شود. در این تحقیق ابتدا بحث بالای روش‌های مؤثر اســتحصـال انرژی از زباله‌ها و آشنایی با خصوصـیات و مشخصات مربوط به هر روش سوق داده می‌شود. در اخیر با درنظرداشت ویژگی‌های اجتماعی و فرهنگی شـهروندان کابل و مطالعات امکان‌سـنجی، تکنولوژی مناسـب جهت مدیریت زباله مورد توجه و بررسـی قرار گرفته اسـت. نتایج تحقیق نشـان‌دهنده این اسـت که اسـتفاده از میتود زباله‌سـوزی(Incineration of Waste) از کارایی خوب‌تری برخوردار خواهد بود و سـاخت دسـتگاه زباله‌سـوز، راه حل مناسـب برای مدیریت زباله‌های جامد شـهری در کابل می‌باشد.

اصطلاحات کلیدی: شهرکابل؛ زباله‌های شهری؛ دفن‌زباله؛ هضم یا تجزیه در عدم موجودیت آکسیجن؛ دستگاه زباله‌سوز

Technical Review and Comparative Evaluation for the Selection of the Best Power Generation Technology from Waste in Kabul City

Jr. Teaching Asstt. Mohammad Shuaib Mohsini[1], Jr. Teaching Asstt. Nisar Ahmad Rahmany[2]

[1,2]Department of Energy, Faculty of Engineering, Kabul University, Kabul, Afghanistan
Email: shuaib.mohsini@Gmail.com

Abstract

The purpose of this research is to find the best method for urban waste management in the capital city of Kabul. Urban development and constant population growth in Kabul City have caused an increase in urban waste. As per 2018 statistics, Kabul produces an average of 3,050 tons of waste daily. In this research, primarily the effective methods of energy extraction from waste are discussed, followed by the characteristics and specifications of each method. Consequently, appropriate technology for waste management has been investigated, considering the social and cultural characteristics of the citizens of Kabul and feasibility studies. The results of the research show that the use of the Incineration of Waste approach will have better efficiency, and the construction of a waste incinerator is a suitable solution for the management of urban solid waste in Kabul City.

Keywords: Kabul City; Urban Waste; Landfill of Waste; Anaerobic Digestion; Waste Incineration of Waste Plan

مقدمه

افـــزایش نفوس، بلندرفتن ســطح زندگی، مصــارف گوناگون در جوامع مختلف و اســتفاده از تکنولوژی‌های تبدیل و بسته‌بندی مواد مصــرفی باعث ایجـــاد مشکلات در رابطه با محـــدودیت منابع طبیعی، به‌خصوص انرژی و بروز مشکلات آلودگــی محیط گــردیده است.

روزانه میلیون‌ها تُن مواد زاید و اضافی در مناطق مختلف کشور اعم از شهری و دهات تولید می‌شود که ناشی از دو حالت نمی‌باشند؛ از یک جهت اثرات منفی و آلوده‌سازی آن‌ها که به‌شکلی می‌تواند بر کیفیت و کمیت طرز زندگی و منابع طبیعی مؤثر باشد و از طرف‌دیگر، دارای خاصیت طبیعی سودمندی می‌باشد که می‌توان دوباره از آن‌ها استفاده مفید در جهت تولید به‌خصوص انرژی نمود که می‌تواند تأثیر به‌سزای در کاهش تأثیرات آلودگی محیط‌زیست داشته و در ضمن نقش مؤثر اقتصادی را نیز در بر دارد (۴).

زباله‌های شهری، از چند اجزای مختلف تشکیل شده‌اند که مهم‌ترین آن‌ها عبارت از:

۱. تجزیه زباله‌ها.

۲.اجزای موادسوخت زباله‌ها می‌باشند.

تکنولوژی‌های مختلفی، توانایی به‌میان آوردن انرژی برق را از زباله‌ها و مواد اضافی پسمانده دارند (۴).

هدف این تحقیق، بررسی میتودهای مختلف برای مدیریت زباله‌های جامد شهری جهت تولید انرژی برق و مدیریت زباله می‌باشد. بدین لحاظ شهر کابل به‌عنوان نمونه مورد بررسی و تحقیق قرار می‌گیرد.

تکنولوژی‌های مروج در سطح دنیا جهت تولید انرژی از زباله‌های شهری

تکنولوژی‌ها و میتودهای مختلفی جهت تولید انرژی از مواد زاید و پسمانده‌های شهری و دهاتی وجود دارد. در بعضی این تکنولوژی‌ها، تولید انرژی اولویت داده می‌شود و تعداد دیگر آن، از بین‌بردن زباله در اولویت قرار می‌گیرد. به‌طور عموم، تکنولوژی‌های ذیل در سطح جهان استفاده می‌شود (۱):

۱. دفن‌کردن زباله.

۲. زباله‌سوز.

۳. گازسازی زباله.

۴. پیرولیز زباله.

۵. هضم غیرهوازی.

٦. بیوگاز.

۷. تولید سوخت‌زباله.

۸. پلاسما.

از نظر تخنیکی بادرنظرداشت شرایط محیطی کشور و مشخصات مواد اضافی و پسمانده‌های تولیدی، تکنولوژی‌های فوق‌الذکر می‌تواند قابل استفاده و بهره‌برداری باشند، ولی موضوع‌که قابل مطرح است، انتخاب تکنولوژی خوب و مناسب برای شهرکابل با توجه به ترکیبات زباله‌های جامد شهری، تکنولوژی های اثبات‌شده و استراتژی مدیریت آن می‌باشد.

در جدول (۱) ارزیابی تکنولوژی‌های یادشده، با درنظرداشت امکانات هر تکنولوژی برای شهرکابل و باتوجه بر سه مشخصه مشاهده‌شده در سطح جهان، داشتن پوتنسیل تولید انرژی و این‌که برای شهرکابل مناسب است؛ ذکر گردیده است (۲).

جدول۱: خلاصه‌یی از انتخاب تکنولوژی های تبدیل زباله به انرژی

تکنولوجی	وضعیت استفاده و بهره‌برداری در سطح جهان	مطالعه برای شهر کابل	قابلیت تولید انرژی
گاز لندفیل	کاربرد در مقیاس صنعتی به میزان زیاد	مناسب است. نوت: از این‌که در شهر کابل تعدادی فابریکات و صنعت موجود است و تولید زباله آن‌ها نیز قابل هنگفت می‌باشد از این‌رو می‌توان جهت مدیریت و تولید انرژی از این تکنولوجی استفاده کرد.	دارد
زباله‌سوز	کاربرد نسبت صنعتی زیاد-		دارد
زباله‌سوز توده‌سوز	کاربرد در مقیاس صنعتی زیاد- تکنولوجی بسیار مناسبی است	مناسب است	دارد
گازی‌سازی	تعداد بسیار کمی کاربرد در مقیاس صنعتی	برای مدیریت مناطق غیر صنعتی شهر کابل مناسب است	دارد
پیرولیز	کاربرد در مقیاس صنعتی ندارد	برای مدیریت مناطق غیرصنعتی شهر کابل مناسب است	دارد
هضم یا تجزیه در عدم موجودیت آکسیجن(Anaerobic Digestion)	در آلمان زیاد- در اروپا درحال رشد	مناسب است	دارد
تولید سوخت‌زباله	در آلمان تعدادی زیادی- در اروپا در حال رشد	مناسب است	دارد
گازی‌سازی پلاسما	استفاده نسبت به صنعت ندارد	مناسب است	دارد

میتودهای مختلف اجرایی به‌منظور تولید برق از زباله‌ی جامد شهری در شهر کابل

شهرکابل، دارای بیشتر از پنج میلیون نفوس می‌باشد که تولید زباله‌ی آن به‌طور متوسط روزانه حدود ۳,۰۵۰ تُن می‌رسد و از جمله آلوده‌ترین شهرهای کشور است و این شهر به‌عنوان نمونه مورد تحقیق و بررسی قرار می گیرد (۹).

در ابتدا سه میتود دفن‌زباله (Landfill of Waste of Waste)، زباله‌سوزی (Incineration of Waste) و تجزیه زباله توسط مایکروارگانیزم (Anaerobic Digestion) به‌عنوان سه تکنولوژی و روش مناسب برای کنترول زباله در شهر کابل و تولید انرژی برق انتخاب می‌شوند. در ادامه کوشش به عمل می‌آید تا به‌طور مختصر به بررسی روش‌های فوق‌الذکر پرداخته شود و در اخیر یک میتود مناسب برای تولید برق از زباله‌های شهر کابل پیشنهاد گردد.

احداث دفن زباله به‌منظور تولید برق از زباله در شهر کابل

دفن‌زباله به‌مفهوم انتقال مواد اضافی جامد به محل خاص و دفن آن‌ها در تحت خاك، قسمی‌که ضرری متوجه محیط‌زیست نشود، می‌باشد. در این روش اساساً احداث مسیرهای پایپ‌دوانی مناسب در بستر و انتقال گازهای تولیدی به تصفیه‌خانه، به‌منظور راه‌اندازی موتور انجن‌های احتراق داخلی مورد توجه قرار می‌گیرد.

موضوع مهم درباره دفن زباله(Landfill of Waste of waste)، این است که باید، بدون نظرداشت مراعات جنبه‌های اقتصادی از نظر تخنیکی، انتخاب محل و عملیات(Operation)، شرایط استفاده مجدد از زمین و مواد دفن‌شده، پس از گذشت زمان مناسب فراهم شود (٦).

قیمت‌های احداث دفن زباله

مصارف‌پولی دفع‌زباله(کثافات) به طریقه دفن در زیرزمین و قیمت‌های ساخت و احداث محل دفن‌گاه اندك و کم نمی‌باشد؛ در صورتی‌که به‌شکل اصولی آن ساخته شوند، دارای قیمت هنگفتی می‌باشند. قیمت اولیه‌ی این‌گونه سایت‌ها بادرنظرداشت قیمت زمین محل دفن‌گاه می‌تواند بسیار متفاوت باشد. اما آن‌چه‌که بدیهی به‌نظر می‌رسد؛ باتوجه به رشد نفوس این قیمت‌ها روزبه‌روز تغییر کرده و افزایش می‌یابد. هزینه‌های بهره‌برداری و دیگر مصارف نیز وابسته به‌موقعیت و فاصله آن از محل تولید زباله متغییر می‌باشد. مصارف احداث دفن زباله‌ها را می‌توان به مراحل ذیل تقسیم نمود (٦).

١. هزینه احداث و ساخت دفن‌زباله.
٢. هزینه بهره‌برداری.
٣. هزینه خاتمه دادن و بستن آن.
٤. مصارف محافظت طویل‌المدت.

تخمین سالانه حجم دفن‌زباله شهرکابل (۱)

با استفاده ازاین فورمول می‌توان حجم سالانه دفن‌زباله را دریافت کرد.

$$V = d\left[\frac{R}{W} + C_v\right] \dots\dots\dots\dots\dots \quad \text{فورمول (۱)}$$

در این فورمول

V = حجم لندفیل برای هر نفر در سال (m^3/day/year)

R = جریان تولید زباله جامد (Kg/capita/day)

W = وزن حجمی زباله جامد پس از فشرده‌شدن (Kg/m^3)

C_V = حجم مخصوصه مورد نیاز برای لایه‌ای پوششی در ته یا لایه‌های پوششی بین بسترهای زباله جامد و لایه پوششی نهایی و بالایی (m^3/capita/day)

d= تعداد روز در سال

حجم دفن‌زباله برای شهر کابل با استفاده از فورمول اول چنین بدست می‌آید:

تعداد روزها در یک سال ۳۶۰، جریان تولید زباله در شهر کابل ۰,۵ (روز/نفر/کیلوگرام)، ۴۷۰ وزن حجمی زباله‌های جامد پس از فشرده شدن، ۰,۰۰۲۷ حجم‌مخصوصه‌ی مورد نیاز برای لایه‌ی پوششی در ته یا لایه‌های پوششی بین بسترهای زباله‌ی جامد و لایه پوششی نهایی و بالایی در نظر گرفته شده (۱۲،۱۰).

$$V = ۳۶۰\left[\frac{۰.۵}{۴۷۰} + ۰.۰۰۲۷\right] = ۱.۳۵۴۹۸$$

حجم دفن زباله مورد نیاز برای زباله شهر کابل برابر با حاصل ضرب حجم دفن زباله مورد نیاز برای هر نفر در سال، با نفوس شهر کابل است (۳).

اداره احصایه ملی افغانستان نفوس شهر کابل را (۵۲۰۴۶۶۷) اعلان کرده است و با درنظرداشت آن داریم(۱۰):

حجم لندفیل =1.35499 (m3/capita.year) x 5204667=7,052,219.70 m^3/year

ناگفته نباید گذاشت که برای مشخصات دفن‌زباله بعضی قیمت‌ها نظر به دیزاین آن در مناطق مختلف فرضی انتخاب گردیده است.

جدول ۲: مشخصات احداث دفن‌زباله برای زباله‌های شهر کابل (۵)

مشخصات	میزان	واحد
مدت زمان قابل استفاده	۲۵	سال
فاصله میان محل دفن الی شهر	۸	کیلومتر
خاک برای پوشش زباله برای هر نفر	۱	سال/ مترمربع
میل یا شیب پوشش نهایی نظربه سطح زمین	۲ الی ۴	فیصد
ضخامت پوشش نهایی	۶۰	سانتی‌متر
نوعیت خاک	رس	-
ضخامت خاک رس در پوشش نهایی	۱۵	سانتی‌متر
ضخامت خاک رس برای رشد نبات و گیاهان در پوشش نهایی	۴۵	سانتی‌متر
حد اکثر عمق لایه‌های زباله پس فشردگی نهایی	۳,۷	متر
جریان تولید زباله جامد	۰,۴۸	روز/نفر/کیلوگرام
وزن حجمی زباله جامد	۴۷۰	مترمکعب/کیلوگرام
حجم مخصوصه برای لایه پوششی	۰,۰۰۲۷	روز/نفر/ متر مربع
حجم لندفیل برای شهر کابل	۶۹۷۲۶۹۲	سال/ مترمکعب
سطح لندفیل برای شهر کابل برای هر سال(با فرضیه ۴ متر عمق)	۱۷۴۳۱۷۳	متر مربع

احداث دستگاه زباله‌سوز به‌منظور تولید برق از زباله در شهر کابل

انتخاب دوم برای مدیریت زباله‌های جامد در شهر کابل و تولید انرژی از آن احداث دستگاه زباله‌سوز می‌باشد. در مجموع زباله‌سوزی پروسه‌ی است که توسط آن زباله‌ها حرارت داده شده و موادی مثل خاکستر و گازهای مختلف به‌عنوان محصولات احتراق تولید می‌شوند. دستگاه‌های مبتنی بر استفاده‌های مناسب از مواد زاید اضافی یا کثافات جامد شهری با استفاده از روش زباله‌سوزی، دارای فواید بیشتر مانند عدم ضرورت به اراضی و زمین زیاد برای دفن‌زباله، تولید انرژی برق و حرارتی در مقیاس نیروگاهی یا دستگاه (Power House) و برخورداری از ظرفیت‌های متغیر(امحاء مواد اضافی یا کثافات و تولید انرژی) می‌باشند (۷).

اجزای اصلی دستگاه زباله‌سوز عبارتند از: انبار زباله نیروگاه، وسیله تزریق زباله به کوره زباله‌سوز(جرثقیل)، کوره زباله‌سوز، بایلر بازیافت حرارت، تجهیزات کنترول آلودگی هوا (scraper، فیلتر) دودکش و هم‌چنین مسیر آب- بخار می‌باشد. انتخاب پروسه مناسب برای احداث و ساخت دستگاه زباله‌سوز با درنظرداشت خصوصیات اقلیمی و فرهنگی محل احداث و زباله انجام می‌گیرد. علاوه برآن، طرح و دیزاین صحیح و درست می‌تواند گامی مهم در جهت عمل‌کرد اهداف زباله‌سوز محسوب گردد (۷،۲). یک زباله‌سوز خوب و مناسب دارای خصوصیات ذیل می‌باشد (۷):

۱. باید همواره احتراق کامل داشته باشد.
۲. دارای دودکش مناسب باشد و به‌موقع پاک گردد.
۳. هیچ‌گونه آلودگی در محیط اعم از اتمسفر یا سایر محیط‌ها به وجود نیاورد.
۴. دارای هزینه‌های نگهداری زیاد نباشد.
۵. قیمت سوخت آن زیاد نبوده و در حد اعتدال باشد.
٦. ظرفیت آن کافی و مناسب باشد.

خصوصیات دستگاه زباله‌سوز مورد نظر برای شهر کابل

سوزاندن یا احتراق مواد عضوی مـانند زباله به‌منظور تولید انرژیِ مروج‌ترین هدف تبدیل زباله به انرژی است. فابریکه‌های جدید تبدیل زباله به انرژی در همه کشورهای «سازمان همکاری اقتصادی و توسعه» باید تمامی استانداردها در رابطه با تولید گازهای قابل‌استحصال از سوزاندن زباله از جمله اکسیدهای نایتروجن (NOx)، اکسیدهای گوگرد (SOx) فلزات سنگین و دیوکسین(۱۲،۱۱) را به‌طور دقیق مورد آزمایش قـرار دهند.

جدول۳: مشخصات سیستم زباله‌سوز برای شهر کابل

مشخصات	میزان	واحد
جریان زباله ورودی	۳۰۰	تن در فی روز
میزان مواد قابل سوخت در زباله ورودی	۹۴	فیصد
میزان رطوبت	٦۱	فیصد
اوسـط محتوای انرژی زباله شـهر کابل(با درنظرداشـت نتیجه مقالات نشرشده فرض می‌کنیم ۵۴۸۷ کیلو ژول فی کیلوگرام) (۵)	۵۴۴۸ کیلو ژول فی کیلوگرام	کیلو ژول فی کیلو گرام (KJ/kg)
تکنولوژی مورد نظر جهت استفاده دستگاه زباله‌سوز شهر کابل	پروسه توده‌سوزی	-
نوع کوره مورد استفاده	کوره شبکه متحرک	-

محاسبه پتانسیل عملی تولید انرژی از پسماند

برای دریافت پتانسیل عملی تولید انرژی از پسماند با درنظرداشت فورمول ذیل محاسبه می‌گردد:

$$P_{CV}(MW) = R\left(\frac{t}{d}\right) * CV\left(\frac{KJ}{Kg}\right) * ۱.۱۵۷ * ۱۰^{-۵} * ٪۲۰ \ldots\ldots (۵)$$

P_{CV} = پتانسیل تولید انرژی از پسماند (بر حسب ارزش حرارتی) (Mega Watt)

R= جریان پسماند ورودی سیستم زباله‌سوز (Ton/day)

CV = ارزش حرارتی پسماند برحسب کیلو ژول بر کیلوگرم(KJ/kg)

٪۲۰ = تولید توان الکتریکی در زباله‌سوزها تقریباً ۲۰% بازدِه دارد.

محاسبه توان عملی تولید انرژی از پسماند شهر کابل

۱. جریان پسماند ورودی سیستم زباله‌سوز روزانه در شهر کابل به‌طور اوسط ۳۰۵۰ تن در روز در نظر گرفته‌شده است (۹).

۲. ارزش حرارتی پسماند شهرکابل ۵۴۸۷ کیلو ژول بر کیلوگرم می‌باشد (۵).

۳. بازدِه یا مؤثریت زباله‌سوز برای تولید انرژی برقی در شهر کابل ۲۰% در نظر گرفته‌شده است.

نوت: درصورتی‌که گرمای حاصل از سوزاندن زباله به‌صورت صحیح و بهینه استفاده شود و به مصارف حرارتی نیز برسد، بازدهی این نیروگاه‌ها به۶۰% تا ۷۰% افزایش میابد.

یا هضـــم و تجزیه در عدم موجودیت آکســیجن مواد عضــوی زباله به‌منظور تولید برق از زباله در شهرکابل

سومین روش پیشنهادی به‌منظور مدیریت زباله‌های شهر کابل و تولید انرژی برقی، روش هضم در عدم موجودیت آکسیجن زباله‌های جامد شهری می‌باشد. این روش بر پروسه بیولوژیکی استوار است و قابلیت‌های بسیاری دارد. تجزیه بیولوژیکی موادعضوی موجود در زباله‌های جامد شهری در عدم موجودیت آکسیجن و مایکروارگانیزم‌هـای که به اکسیجن نیاز ندارند، انجام می‌گیرد. هضم بی‌هوازی عبارت از فعل و انفعالات متابولیکی در بین گروه‌های مختلف میکروارگانیزم‌ها می‌باشد. این پروسه در سه‌مرحله‌ی هیدرولیز (Hydrolysis) یا مایع‌سازی، اسیدسازی و میتان‌سازی رخ می‌دهد. هضم - بی‌هوازی در هاضم‌های بزرگی انجام می‌شوند که درجه حرارت آن در حدود ۳۰ تا ۶۵ درجه سانتی‌گراد نگه داشته می‌شوند.

به‌طور عموم پروســه هضــم در عدم موجودیت آکســیجن از لحاظ عملیات می‌تواند به چهار مرحله تقسیم گردد:

۱. پاک‌سازی و تصفیه‌سازی قبل از عملیه.

۲. هضم زباله.

۳. تولید گاز.

٤. تصفیه پسماندها.

برای دسترسی به موادخام، بیشتر سیستم‌های هاضم یا هضم‌کننده (Digester system) به پاک‌سازی و تصفیه قبلی زباله نیاز دارند؛ مانند جداسازی مواد غیرقابل هضم و کوچک کردن آن‌ها می‌باشد. در عملیه جداسازی ابتداء مواد نامطلوب؛ مانند شیشه، فلزات، سنگ‌ها و غیره حذف می‌شوند و مواد قابل بازیافت از زباله‌های عضوی جدا می‌گردند. اگر جداسازی در مرحله‌ی ابتدایی ممکن نباشد،

می‌توان از جداسازی میخانیکی استفاده نمود. البته در این‌حالت، محصول پروسه‌که بسیار آلوده است و دارای قابلیت کمپوست اندک می‌باشد. زباله قبل از داخل شدن در هاضم (Digester) کوچک و خرد می‌گردد .گاز تولیدشده در(Anaerobic Digestion) یا هضم در عدم موجودیت آکسیجن توسط اسکرابر (Scrubber) تصفیه می‌شود تا به کیفیت مطلوب برسد.

اسکرابر یکی از آیتم‌هایی است که برای پاک‌سازی گاز پرفشار در بخش ابتدایی دستگاه گاز نصب می‌گردد و هدف آن پالایش مقدماتی(Pre-Filtration) است. بیوگاز تصفیه‌شده به سیستم موتور- جنراتور ارسال‌شده تا در آن‌جا برای تولید انرژی برق مورد استفاده قرار گیرد. در مرحله تصفیهٔ پسماند جریان خروجی از هاض آب آن جدا گردیده و مایع حاصل‌شده در رقیق‌سازی تغذیه ورودی استفاده می‌گردد. بایوگاز جامدات به دست آمده با موجودیت اکسیجن(Aerobic) تحت عمل قرار می‌گیرند تا محصول کمپوست به دست آید. کمپوست یک پروسه‌ی طبیعی پوسیده شدن یا تجزیه‌ی مواد عضوی توسط میکروارگانیسم‌ها در شرایط کنترول شده است که طی این پروسه مواد عضوی خام مانند؛ بقایای زراعتی، حیوانات، مواد غذایی، قسمتی پسماندهای شهری و ضایعات صنعتی مناسب به ترکیبات پوسیده‌شده تبدیل می‌شوند. این ترکیبات به‌عنوان کود کمپوست و یک منبع غنی از مواد عضوی در حفظ حاصل‌خیزی و به تعقیب آن در زراعت پایدار نقش ارزنده دارد (۸).

انتخاب خوب‌ترین روش جهت تولید برق از زباله جامد شهری در شهر کابل

روش احداث و ساخت دفن زباله

احداث دفن‌زباله(Landfill of Waste) روش ارزان است، اما مطابق محاسبات انجام‌شده در تخمین مساحت زمین مورد نیاز برای داشتن یک دفن‌زباله (Landfill of Waste) برای زباله‌های شهری شهر کابل، زمینی با مساحت تقریباً ۱۷۴۳۱۷۳ مترمربع در سال نیاز می‌باشد و با درنظرداشت این‌که قسمتی از آب نوشیدنی و آب‌های زراعتی شهر کابل از آب‌های زیرزمینی تأمین می‌شود، مسأله تصفیه و پاک‌سازی شیریه زباله(leachate) به‌عنوان یک چالش مطرح خواهد بود و از جانب دیگر بخاطر آب و هوای سرد و نسبتاً خشک شهر کابل، خصوصاً در زمستان‌ها به‌خاطر سردی هوای پایدار تقریباً تجزیه زباله (خروج گاز از دفن‌زباله) در زمستان‌ها متوقف می‌شود. لذا پیشنهاد احداث دفن‌زباله برای مدیریت زباله‌های جامد شهری در شهرکابل توصیه نمی‌شود.

روش هضم بی‌هوازی یا هضم در عدم موجودیت آکسیجن

به‌طور عموم روش هضم بی‌هوازی یا هضم در عدم موجودیت آکسیجن روشی است که در دو دهه‌ی گذشته در جهان بسیار مورد توجه قرار گرفته و هنوزهم به تحقیقات بیشتری نیاز دارد. از طرف دیگر، بر اساس تحقیقات‌که صورت گرفته، بیشتر کشورهایی که از روش هضم بی‌هوازی برای پروسه زباله و تولید انرژی استفاده می‌کنند، دارای فرهنگ جداسازی زباله در محل تولید برای کاهش قیمت پاک‌کاری و تصفیه‌سازی زباله قبل از پروسه (Anaerobic Digestion) برخلاف فرهنگ حاکم بر کشور ما هستند که جداسازی زباله در محل تولید در سطح جامعه اجرا نمی‌گردد. مسأله دیگری‌که وجود دارد این است که معمولاً فابریکه‌هایی‌که از روش هضم بی‌هوازی با ظرفیت بالا استفاده می‌کنند، برای تولید بیشتر گاز میتان و بالابردن مؤثریت، بخش عضوی زباله‌های جامد شهری را با زباله‌های بیولوژیکی مثل فاضلاب‌های شهری و ضایعات کشتارگاه‌ها و غیره مخلوط می‌کنند و چون میزان زباله تولیدی در شهرکابل زیاد می‌باشد، در ضمن جداسازی در محل تولید صورت نگرفته و سیستم فاضلاب شهری نیز وجود ندارد تا با زباله‌های شهری و ضایعات کشتارگاه‌ها و غیره و برای بلند بردن مؤثریت این پروسه مخلوط گردد. بناءً، به‌نظر می‌رسد که پروسه‌ی بخش عضوی زباله‌های جامد این شهر با این روش چندان سودمند نباشد.

روش زباله‌سوزی

دستگاه‌های مبتنی بر بهره‌گیری از زایدات جامد شهری بر روش زباله‌سوزی دارای فواید زیادی است، مانند؛ عدم‌ضرورت به اراضی زیاد برای دفن زایدات، عدم‌آلودگی هوا، تولید انرژی برق و حرارتی نسبت نیروگاهی و برخورداری از ظرفیت‌های متغیر(امحاء زایدات و تولید انرژی). در عموم روش سوزاندن زباله‌های جامد شهری نسبت به هر دو روش احداث دفن‌زباله و هضم بی‌هوازی (Anaerobic Digestion) از مزایای بیشتر و نواقص کم‌تری(مطالعات خاص برا ی شهر کابل "هدف این مقاله است") برخوردار است و با توجه به شرایط منطقه‌یی شهر کابل می‌توان این‌طور نتیجه‌گیری نمود که برای مدیریت زباله جامد شهری در شهر کابل به‌منظور تولید انرژی برق، روش زباله‌سوزی انتخاب مناسب‌تری می‌باشد.

نتیجه‌گیری

برای تولید انرژی برق از زباله‌های جامد شهری در شهر کابل و باتوجه به‌شرایط زباله‌های آن، سه روش احداث دفن‌زباله، احداث نیروگاه زباله‌سوز و استفاده از پروسه هضم بی‌هوازی قابل استفاده هستند. روش احداث دفن زباله نسبت با دو روش دیگر، ساده‌ترین و ارزان‌ترین روش است؛ ولی به

زمین زیاد نیاز دارد و بانظرداشت این‌که قسمت عمده‌یی از آب مصـرفی شهر کابل از آب‌های زیرزمینی تأمین می‌شود، مسأله تصفیه و پاک‌سازی شیریه به‌عنوان یک چالش مطرح خواهد بود و از طرفی به‌خاطر آب و هوای سرد خشک منطقه شهر کابل، خصوصاً در زمستان‌ها به‌خاطر سردی هوای مداوم و بیش‌ازحد، تقریباً تجزیه زباله در زمستان‌ها متوقف می‌شود. لذا، پیشنهاد احداث دفن‌زباله برای مدیریت زباله‌های جامد شهری در شهر کابل از بین دو روش زباله‌سوزی و هضم بی‌هوازی، با در نظرگرفتن فرهنگ حاکم در جامعه خصوصاً در شهر کابل (جداسازی زباله در محل تولید) توصیه نمـی‌گردد. علاوه‌برآن، عدم موجودیت سیستم فاضلاب شهری که مـی‌توان با مخلوط‌کردن آن با زباله-های شهری مؤثریت این روش را بلند ببرد، متـأسفانه وجود ندارد و رفع این نواقص زمان‌گیر و بودیجه کافی نیازد دارد. هم‌چنان بادرنظرداشت شرایط عملیاتی هر کدام از دو روش ذکرشده، روش زباله‌سوزی به‌عنوان مناسب‌ترین روش برای مدیریت زباله‌ی جامد شهری به‌منظور تولید انرژی برق در شهر کابل پیشنهاد می‌گردد.

منابع

(۱) شفقت، روزبه و شفقت، هدی و خدام رضایی، فرشته. ارزیابی مقایسه‌یی جهت انتخاب بهترین روش برای تولید برق از زباله در استان‌های شمال کشور. ششمین همایش ملی و اولین همایش بین‌المللی مدیریت پسماند، مشهد، ۱۳۹۱: (https://civilica.com/doc/146415).

(۲) پژوهشگاه نیرو. گزارش بررسی انواع نیروگاه‌های زباله، فصل‌اول ۱۳۸۰.

(۳) سازمان مدیریت پسماند شهرداری اراگ. گزارش اطلاعات درخواستی مورد نیاز جهت تهیه طرح توجیهی نیروگاه برق از زباله در اراک، ۱۳۹۵.

(٤) عمرانی، قاسم. مواد زائد جامد زباله سوزها. بازیافت مواد و روش‌های جمع‌آوری و دفع مواد سمی و خطرناک، جلد دوم، مرکز انتشارات علمی پوهنتون آزاد اسلامی، ۱۳۸۴.

(۵) محمد ناصری، وحید امیر، و علی اکبر ابریشمی، امکان‌سنجی فنی و ارزیابی مقایسه‌یی جهت انتخاب بهترین تکنولوژی برای تولید برق از زباله در استان مرکزی، سومین کنفرانس ملی برق و کمپیوتر سیستم‌های توزیع‌شده، شبکه‌های هوشمند، ۱۳۹۵.

(6) Bagchi A. Design, construction, and monitoring of Landfill of Wastes. 2nd ed. P 302-315.

(7) Niessen WR. Air pollution aspects of Incineration of Waste processes. Combustion. 1995:462-515.

(8) Verma S. Anaerobic digestion of biodegradable organics in municipal solid wastes. Columbia University. 2002 May 4;7(3):98-104.

(9) Khoshbeen AR, Logan M, Visvanathan C. Integrated solid-waste management for Kabul city, Afghanistan. Journal of Material Cycles and Waste Management. 2020 Jan;22(1):240-53.

(10) افسانه حیدری. Apr 2022. :ادارهٔ ملی احصائیه. – Pajhwok Afghan News. Retrieved June 26, 2022. Apr 2022.https://pajhwok.com/fa/2022/04/16/national-bureau-of-statistics-population-of-the-country-will-reach-1-2-million-people-in-5-years)/ 1401-1-13.

(11) Nammari DR, Hogland W, Marques M, Nimmermark S, Moutavtchi V. Emissions from a controlled fire in municipal solid waste bales. Waste Management. 2004 Jan 1;24(1):9-18.

(12) Sora MJ. Incineration of Waste overcapacity and waste shipping in Europe: the end of the proximity principle. Fundacio Ent January 7th. 2013 Jan 7.