

امکان سنجی تولید بیوگاز از پسماندهای زباله کلانشهر رشت

عماد ضیایی، پوریا ثروتی

دانشجوی مهندسی انرژی های تجدیدپذیر دانشکده علوم و فنون نوین دانشگاه تهران، emadziaee@ut.ac.ir

دانشجوی مهندسی انرژی های تجدیدپذیر دانشکده علوم و فنون نوین دانشگاه تهران، pooria_servati@ut.ac.ir

چکیده

بحث مدیریت شهری یکی از معضلات چند سال اخیر شهرهای بزرگ جهان بوده است. این معضل در اکثر شهرهای کشورمان بخصوص شهرهای شمالی نیز وجود دارد که بدلیل افزایش مصرف گرایی و به تبع آن رشد تولید زباله، محدودیت فضا و تخریب محیط زیست بیش از دیگر شهرها با این معضل مواجه اند. برای رفع مشکل اشاره شده، به امکان سنجی تولید بیوگاز از پسماندهای زباله کلانشهر رشت پرداخته شده و تاثیرات آن بر محیط زیست مورد بررسی قرار گرفته است. بیوگاز به عنوان یکی از منابع عمده تأمین انرژی در دنیا مطرح است و این گاز را هم به طور مستقیم در تأمین انرژی حرارتی و روشنایی و هم به عنوان یک گزینه مناسب جهت استفاده در مولدهای احتراق داخلی، میکروتوربینها، پیلهای سوختی و موارد دیگر جهت تولید برق مورد استفاده قرار میدهند. سرانه تولید زباله در کلانشهر رشت ۹۰۰-۱۰۰۰ گرم به ازای هر نفر و میزان آن ۶۳۰-۷۰۰ تن در روز است. بیشترین درصد اجزا موجود در زباله مربوط به پسماند مواد غذایی ۶۵.۳۲٪، پلاستیک ۱۰.۹۷٪ و کاغذ ۸.۸۱٪ و میزان رطوبت میانگین سالانه زباله ۶۲٪ و PH آن ۷.۲ است. می توان با استخراج گاز از محل دفن زباله با حفر ۲۰ حلقه چاه با عمق ۲۰ متر گازهای متصاعد شده را به وسیله لوله های PVC به یک لوله اصلی منتقل نمود و به بخش فیلتراسیون انتقال داد. درصد گازهای تولیدی ۴۵-۴۰٪ دی اکسید کربن و ۵۵-۶۰٪ متان می باشد. با توجه به شرایط موجود می توان یک نیروگاه برق ۴.۴۲MW احداث نمود.

واژه های کلیدی: بیوگاز، انرژی تجدیدپذیر، نیروگاه، شهر رشت، LAND GEM

مقدمه:

یکی از انواع مواد سوختی بیوگاز (biogas) یا گازهای حاصل از تخمیر (fermentation) یا هضم (digestion) بی هوازی مواد زائد گیاهی و فضولات دامی و انسانی به وسیله موجودات ذره بینی است که در نبود اکسیژن و نور و در حضور آب و در درجه حرارت معین و فشار محیط انجام می پذیرد. دسته ای از این موجودات ذره بینی، مواد آلی یادشده را که حاوی مواد هضم شده و هضم نشده ی لیگنوسلولزی هستند، نخست به کربوهیدراتها تبدیل نموده سپس این کربوهیدراتها به وسیله دسته دیگری از میکروارگانیسم ها به بیوگاز که مخلوطی از ۵۰ تا ۷۰ درصد متان (CH₄)، اندکی کمتر از ۵۰ تا ۳۰ درصد گاز کربنیک (CO₂) و مقدار بسیار کمی سولفید هیدروژن (H₂S)، هیدروژن (H₂)، ازت (N₂) و منو اکسید کربن (CO) و پاره ای از میکروکربن ها است، تبدیل می شوند. [۳]

با فناوری موجود، میانگین سالانه استخراج گاز از محل های دفن زباله حدود ۷ متر مکعب از هر تن زباله می باشد که در مقایسه با بازده نظری تولید بیوگاز بسیار پایین است. استخراج گاز در این شرایط برای شهرهای بسیار بزرگ مقرون به صرفه خواهد بود اما با بهره گیری از فرآیند هضم بی هوازی زباله های فسادپذیر، مجموع بیوگاز قابل تولید در کشور (با فرض ۶۰٪ بازدهی فرآیند)، ۱۶۴۵.۷ میلیون مترمکعب در سال بدست می آید. [۱] از موارد اشاره شده تنها به طور میانگین سالانه ۱۶۱۴۶ میلیون متر مکعب بیوگاز (۹۱۷۵ میلیون متر مکعب متان) قابل استحصال می باشد که با در نظر گرفتن ارزش حرارتی متان ۳۶.۷ mJ/m³، این حجم متان $10^{17} \times 3.367$ انرژی می باشد. [۴]

در این مقاله ابتدا ویژگی های زباله در شهر رشت از حیث نوع، مقدار، میزان رطوبت و خاصیت اسیدی یا PH مورد بررسی قرار گرفت و سپس توانستیم مقدار مجموع گازهای تولیدی و همچنین متان و دی اکسیدکربن را در دفنگاه زباله با برنامه LAND GEM محاسبه نماییم و با توجه به شرایط موجود، پتانسیل تولید انرژی را در شهر رشت را بدست آوریم.

وضعیت محل دفن زباله:

زباله های شهر رشت در سال ۱۳۶۳ به منطقه جنگلی سراوان انتقال یافت. این مکان در فاصله ۲۰ کیلومتری جنوب شهر رشت (۴۹ و ۲۷ درجه شمالی و ۳۷ و ۴ درجه شرقی) واقع شده است. فاصله این محل تا جاده اصلی قزوین _ رشت حدود ۲ کیلومتر می باشد، ارتفاع این محل از سطح دریا ۲۰۰ متر است که روزانه بیش از ۸۵۰ تن زبال بصورت غیر اصولی در آن دفن میشود. این مکان ۲۹ سال است که پذیرنده زباله شهر های رشت، فومن، شفت، صومعه سرا، خشکبیجار، کوچصفهان، لشت نشا میباشد که در این بین سهم شهر رشت بیش از ۶۸۰ تن زباله در روز است. ۹۰ درصد از زباله انتقال یافته به مرکز دفن زباله سراوان توسط شهر رشت تولید میشود. شیرابه های زباله سراوان از طریق رودخانه زرجوب و پیر بازار رود وارد تالاب انزلی میشود. [۲]

این محل دفن را نمی توان به عنوان یک محل دفن بهداشتی قلمداد نمود زیرا این محل فاقد اکثر معیارها و تجهیزات و تمهیدات مورد نیاز محل دفن بهداشتی می باشد و این کمبودها شامل خاک پوششی مورد نیاز روزانه، حفاظ پوششی، زه کشی شیرابه، سیستم جمع آوری و تصفیه شیرابه و سیستم جمع آوری و تصفیه گاز می باشد.

این محل تلنبار در یک دره دارای پوشش گیاهی طبیعی قرار دارد و مشابه همه مناطق شمالی ایران به علت گسترش جنگل سراوان در جنوب شرقی رشت، به وسیله جنگل احاطه شده است.

در حال حاضر پسماندهای جامد شهری ورودی به این محل روی نقاط پر شده قبلی تخلیه شده و به سمت قسمت باز محل دفن در حال پیشروی می باشد. این محل دفن مشرف بر دو جریان آب سطحی مهم و اصلی سفیدرود (یکی از مهمترین منابع آب در استان گیلان که جهت استفاده های کشاورزی، مصارف شهری و نیروگاهی مورد بهره برداری قرار می گیرد) و سیاهرود می باشد. رودخانه سفیدرود در نهایت به دریای خزر می ریزد، در حالی که رودخانه سیاهرود به سمت تالاب انزلی (که دارای یک اهمیت بین المللی در حفظ اکوسیستم ها می باشد) در جریان است. این محل فاقد امکانات و تجهیزات لازم جهت جانمایی و فشرده سازی پسماندها می باشد. برای این منظور فقط یک ک دستگاه بلدوزر وجود دارد که برای فشرده سازی جزئی پسماندها مورد استفاده قرار می گیرد. همیشه یک طرف محل دفن باز است و به هوای آزاد راه دارد ولی قسمت های بالایی (سطوح بالایی) بوسیله مقادیر محدود شن و ماسه ورودی به محل دفن پوشانده می شود. مقدار کمی از شیرابه تولیدی در لایه های خاک زیر سطحی نفوذ می کند و احتمالاً وارد سیستم آب های زیرزمینی محلی می گردد. قسمت اعظم شیرابه تولیدی با توجه به شیب طبیعی محل به سمت رودخانه چپلی رودخان که یکی از سرشاخه های رودخانه سیاهرود می باشد، جریان پیدا می کند.

اثرات بهره برداری از محل دفن بر محیط زیست:

محل تلنبار زباله سراوان رشت براساس اصول مهندسی محل دفن طراحی و اجرا نشده است و فاقد اجزاء لازم برای محل دفن بهداشتی مانند لاینر، پوشش روزانه خاک، سیستم جمع آوری کننده گاز و شیرابه و سیستمهای تصفیه ای و سایر سیستمهای لازم برای دفن بهداشتی است. مهمترین مسائل محیط زیست شناخته شده در این محل دفن عبارتند از:

- ❖ آلودگی آبهای سطحی توسط انتشار شیرابه
- ❖ نفوذ شیرابه به لایه های زیرین و احتمال آلودگی آبهای زیرزمینی
- ❖ انتشار گاز در اتمسفر
- ❖ تغذیه حیوانات بومی از زباله ها
- ❖ آسیب به پوشش گیاهی و حیات وحش موجود

مشخصات پسماند در محل دفن:

❖ تفکیک از نظر نوع:

در جدول زیر درصد مواد تشکیل دهنده زباله های شهری را در محل دپوی زباله در سراوان را مشاهده می نمایید:

جدول ۱_ درصد مواد تشکیل دهنده زباله های شهری [۲]

مواد ارگانیک	٪۸۵
فلزات	٪۳
شیشه	٪۷
کاغذ	٪۲
پلاستیک	٪۱
سایر مواد	٪۲

❖ مقدار و سرانه تولید زباله:

مقادیر تولید در شهر رشت عمدتاً شامل پسماندهای خانگی و پسماندهای جمع آوری شده از برخی مراکز تجاری است که خصوصیات پسماند آن شبیه پسماند خانگی است. بر اساس گفته مدیر موسسه بازیافت و مدیریت پسماندهای جامد استان گیلان سرانه تولید پسماند در شهر رشت حدود ۹۰۰ تا ۱۰۰۰ گرم در هر روز می باشد. باید توجه داشت که سرانه تولید ذکر شده بر اساس شمارش کامیون های ورودی به محل دفن سراوان تعیین شده لذا یک مقدار تقریبی است. با توجه به جمعیت فعلی شهر رشت (حدود ۷۰۰۰۰۰ بر اساس سرشماری سال ۹۰) و سرانه تولید پسماند (۱۰۰۰_۹۰۰ گرم به ازای هر نفر) در شهر رشت، نرخ تولید روزانه پسماند جامد شهری حدود ۶۳۰ تا ۷۰۰ تن در روز محاسبه می شود. همچنین با توجه به افزایش تعداد جمعیت در طول ماه های فروردین تا شهریور به علت وجود توریست در منطقه، نرخ تولید پسماند نیز به تبع آن تا حدود ۸۰۰ تا ۸۵۰ تن در روز افزایش می یابد. [۲]

❖ مقدار رطوبت پسماند شهری شهر رشت:

پسماند شهری رشت به علت بالا بودن درصد مواد آلی موجود در آن دارای مقادیر رطوبت نسبتاً بالایی است. مقادیر رطوبت پسماند شهری و تغییرات فصلی مربوط به آن در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول ۲_ مقدار رطوبت پسماند شهری [۲]

فصول	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	میانگین سالانه
میزان رطوبت	٪۵۹	٪۶۱	٪۶۷	٪۶۶	٪۶۳

❖ خاصیت اسیدی یا PH مواد :

باکتریهای متان زا که در فرایند تخمیر شرکت می کنند نسبت به PH محیط حساسیت دارند و فعالیت این باکتریها و دیگرارگانیسیمهای بیهوازی در محیطی با PH در حدود ۶.۸_۷.۲ امکان پذیر م یباشد. کاهش PH باعث اختلال در زندگی باکتری های متان زا شده و تولید گاز متان متوقف م یشود. در صورتی که محیط قلیایی شود و PH آن بالا رود، باید صبر نمود تا PH محیط دوباره به حالت تعادل برگردد و سپس مواد اولیه را به آن اضافه نمود. در شهر رشت PH برابر ۷.۲ می باشد که مقدار قابل قبولی می باشد. [۲]

محاسبه پتانسیل تولید انرژی و مقدار متوسط گاز قابل تولید:

بخشی از پتانسیل تولید انرژی از پسماند در محل های دفن موجود ذخیره شده است. به عبارت دیگر هرگونه برنامه ریزی در مورد استحصال انرژی از پسماند می باید با در نظر گرفتن پتانسیل موجود محل دفن انجام شود زیرا پسماندهایی که در سنوات قدیم تولید شده اند بخشی از انرژی خود را به صورت انباشته در محل های دفن موجود ذخیره نموده اند. تخمین میزان پتانسیل تولید انرژی از پسماند دارای چندین مرحله است. در ابتدا باید با بازدید از محل های دفن فعلی، ثبت رقوم جغرافیایی شامل تخمین وضعیت کلی و مشخص نمودن توزیع زمانی - مکانی دفن (که یک عامل اساسی در تخمین میزان گاز می باشد) انجام شود. سپس جریان ورودی پسماند به محل دفن در سالهای گذشته برآورد شود. زیرا تولید گاز از محل دفن وابستگی مستقیم به میزان جرم دفن شده دارد. در مرحله بعدی باید میزان تولید گاز با استفاده از مدل های تولید گاز تخمین زده شود که با استفاده از نرم افزار Land Gem صورت می گیرد. در انتها پتانسیل تولید انرژی از گاز محل دفن با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود: [۵]

$$Pel(MW) = Gel \left(\frac{m^3}{d} \right) * 50\% * 38000 \left(\frac{kJ}{m^3} \right) * 1.51 * (E - 8) \quad (1)$$

Pel : پتانسیل تولید انرژی از پسماند از محل دفن موجود

Gel : مقدار متوسط گاز قابل تولید از محل دفن در یک روز با فرض توقف دفن در حال حاضر (محاسبه شده توسط نرم افزار Land Gem)

عدد ۵۰٪ مقدار معمول غلظت متان در گاز حاصل از محل دفن و عدد 38000 kJ/m^3 ارزش حرارتی متان می باشد.

پتانسیل عملی تولید انرژی از پسماند بصورت زیر بدست می آید:

$$Prel = Pel * 0.35 \quad (2)$$

با استفاده از برنامه LAND GEM مدل ۳.۰۲ Landfill Gas Emissions Model, Version توانستیم مقدار متان و دی اکسیدکربن تولید شده را بدست آوریم:

از سال ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۲ مقدر پسماند دفن شده در برنامه قرار داده شد و نتایج زیر بدست آمد:

جدول ۳: مقدار پسماند دفن شده و مجموع گاز تولیدی [۲] و [۶]

Year	Waste Accepted		Waste-In-Place		Total landfill gas		
	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg)	(short tons)	(Mg/year)	(m ³ /year)	(av ft ³ /min)
۱۹۸۴	۲۲۰	۲۴۲	۰	۰	۰	۰	۰
۱۹۸۵	۲۲۲	۲۴۴	۲۲۰	۲۴۲	۴.۵۶۷E+۰۰	۳.۶۵۷E+۰۳	۲.۴۵۷E-۰۱
۱۹۸۶	۲۲۶	۲۴۹	۴۴۲	۴۸۶	۸.۹۵۳E+۰۰	۷.۱۶۹E+۰۳	۴.۸۱۷E-۰۱
۱۹۸۷	۲۳۰	۲۵۳	۶۶۸	۷۳۵	۱.۳۲۱E+۰۱	۱.۰۵۸E+۰۴	۷.۱۰۶E-۰۱
۱۹۸۸	۲۳۸	۲۶۲	۸۹۸	۹۸۸	۱.۷۳۴E+۰۱	۱.۳۸۸E+۰۴	۹.۳۲۹E-۰۱
۱۹۸۹	۲۱۸	۲۴۰	۱,۱۳۶	۱,۲۵۰	۲.۱۴۳E+۰۱	۱.۷۱۶E+۰۴	۱.۱۵۳E+۰۰
۱۹۹۰	۲۳۰	۲۵۳	۱,۳۵۴	۱,۴۸۹	۲.۴۹۱E+۰۱	۱.۹۹۵E+۰۴	۱.۳۴۰E+۰۰
۱۹۹۱	۲۴۵	۲۷۰	۱,۵۸۴	۱,۷۴۲	۲.۸۴۷E+۰۱	۲.۲۸۰E+۰۴	۱.۵۳۲E+۰۰
۱۹۹۲	۲۵۸	۲۸۴	۱,۸۲۹	۲,۰۱۲	۳.۲۱۷E+۰۱	۲.۵۷۶E+۰۴	۱.۷۳۱E+۰۰
۱۹۹۳	۲۷۰	۲۹۷	۲,۰۸۷	۲,۲۹۶	۳.۵۹۶E+۰۱	۲.۸۷۹E+۰۴	۱.۹۳۵E+۰۰
۱۹۹۴	۲۹۵	۳۲۵	۲,۳۵۷	۲,۵۹۳	۳.۹۸۱E+۰۱	۳.۱۸۸E+۰۴	۲.۱۴۲E+۰۰
۱۹۹۵	۳۲۰	۳۵۲	۲,۶۵۲	۲,۹۱۷	۴.۳۹۹E+۰۱	۳.۵۲۳E+۰۴	۲.۳۶۷E+۰۰
۱۹۹۶	۳۵۶	۳۹۲	۲,۹۷۲	۳,۲۶۹	۴.۸۴۹E+۰۱	۳.۸۸۳E+۰۴	۲.۶۰۹E+۰۰
۱۹۹۷	۳۸۶	۴۲۵	۳,۳۲۸	۳,۶۶۱	۵.۳۵۲E+۰۱	۴.۲۸۵E+۰۴	۲.۸۷۹E+۰۰
۱۹۹۸	۳۹۰	۴۲۹	۳,۷۱۴	۴,۰۸۵	۵.۸۹۲E+۰۱	۴.۷۱۸E+۰۴	۳.۱۷۰E+۰۰
۱۹۹۹	۳۹۰	۴۲۹	۴,۱۰۴	۴,۵۱۴	۶.۴۱۴E+۰۱	۵.۱۳۶E+۰۴	۳.۴۵۱E+۰۰
۲۰۰۰	۳۹۶	۴۳۶	۴,۴۹۴	۴,۹۴۳	۶.۹۱۱E+۰۱	۵.۵۳۴E+۰۴	۳.۷۱۸E+۰۰
۲۰۰۱	۴۰۰	۴۴۰	۴,۸۹۰	۵,۳۷۹	۷.۳۹۶E+۰۱	۵.۹۲۲E+۰۴	۳.۹۷۹E+۰۰
۲۰۰۲	۴۲۲	۴۶۴	۵,۲۹۰	۵,۸۱۹	۷.۸۶۶E+۰۱	۶.۲۹۸E+۰۴	۴.۲۳۲E+۰۰
۲۰۰۳	۴۳۴	۴۷۷	۵,۷۱۲	۶,۲۸۳	۸.۳۵۸E+۰۱	۶.۶۹۳E+۰۴	۴.۴۹۷E+۰۰
۲۰۰۴	۴۵۶	۵۰۲	۶,۱۴۶	۶,۷۶۱	۸.۸۵۱E+۰۱	۷.۰۸۸E+۰۴	۴.۷۶۲E+۰۰
۲۰۰۵	۴۶۲	۵۰۸	۶,۶۰۲	۷,۲۶۲	۹.۳۶۶E+۰۱	۷.۵۰۰E+۰۴	۵.۰۳۹E+۰۰
۲۰۰۶	۴۷۰	۵۱۷	۷,۰۶۴	۷,۷۷۰	۹.۸۶۹E+۰۱	۷.۹۰۲E+۰۴	۵.۳۱۰E+۰۰
۲۰۰۷	۴۷۱	۵۱۸	۷,۵۳۴	۸,۲۸۷	۱.۰۳۶E+۰۲	۸.۲۹۸E+۰۴	۵.۵۷۶E+۰۰
۲۰۰۸	۴۷۱	۵۱۸	۸,۰۰۵	۸,۸۰۶	۱.۰۸۴E+۰۲	۸.۶۷۷E+۰۴	۵.۸۳۰E+۰۰
۲۰۰۹	۴۷۳	۵۲۰	۸,۴۷۶	۹,۳۲۴	۱.۱۲۸E+۰۲	۹.۰۳۶E+۰۴	۶.۰۷۲E+۰۰
۲۰۱۰	۴۷۲	۵۱۹	۸,۹۴۹	۹,۸۴۴	۱.۱۷۲E+۰۲	۹.۳۸۲E+۰۴	۶.۳۰۴E+۰۰
۲۰۱۱	۴۷۴	۵۲۱	۹,۴۲۱	۱۰,۳۶۳	۱.۲۱۲E+۰۲	۹.۷۰۹E+۰۴	۶.۵۲۳E+۰۰
۲۰۱۲	۴۷۵	۵۲۳	۹,۸۹۵	۱۰,۸۸۵	۱.۲۵۲E+۰۲	۱.۰۰۲E+۰۵	۶.۷۳۵E+۰۰
۲۰۱۳	۴۷۵	۵۲۳	۱۰,۳۷۰	۱۱,۴۰۷	۱.۲۸۹E+۰۲	۱.۰۳۲E+۰۵	۶.۹۳۷E+۰۰

جدول ۴: مقدار متان و دی اکسید کربن تولیدی [۲] و [۶]

YEAR	Methane			Carbon dioxide		
	(Mg/year)	(m ^۳ /year)	(av ft ^۳ /min)	(Mg/year)	(m ^۳ /year)	(av ft ^۳ /min)
۱۹۸۴
۱۹۸۵	۱.۲۲۰E+۰۰	۱.۸۲۹E+۰۳	۱.۲۲۹E-۰۱	۳.۳۴۷E+۰۰	۱.۸۲۹E+۰۳	۱.۲۲۹E-۰۱
۱۹۸۶	۲.۳۹۱E+۰۰	۳.۵۸۵E+۰۳	۲.۴۰۸E-۰۱	۶.۵۶۲E+۰۰	۳.۵۸۵E+۰۳	۲.۴۰۸E-۰۱
۱۹۸۷	۳.۵۲۸E+۰۰	۵.۲۸۸E+۰۳	۳.۵۵۳E-۰۱	۹.۶۸۰E+۰۰	۵.۲۸۸E+۰۳	۳.۵۵۳E-۰۱
۱۹۸۸	۴.۶۳۱E+۰۰	۶.۹۴۲E+۰۳	۴.۶۶۴E-۰۱	۱.۲۷۱E+۰۱	۶.۹۴۲E+۰۳	۴.۶۶۴E-۰۱
۱۹۸۹	۵.۷۲۵E+۰۰	۸.۵۸۲E+۰۳	۵.۷۶۶E-۰۱	۱.۵۷۱E+۰۱	۸.۵۸۲E+۰۳	۵.۷۶۶E-۰۱
۱۹۹۰	۶.۶۵۵E+۰۰	۹.۹۷۵E+۰۳	۶.۷۰۲E-۰۱	۱.۸۲۶E+۰۱	۹.۹۷۵E+۰۳	۶.۷۰۲E-۰۱
۱۹۹۱	۷.۶۰۶E+۰۰	۱.۱۴۰E+۰۴	۷.۶۶۰E-۰۱	۲.۰۸۷E+۰۱	۱.۱۴۰E+۰۴	۷.۶۶۰E-۰۱
۱۹۹۲	۸.۵۹۳E+۰۰	۱.۲۸۸E+۰۴	۸.۶۵۵E-۰۱	۲.۳۵۸E+۰۱	۱.۲۸۸E+۰۴	۸.۶۵۵E-۰۱
۱۹۹۳	۹.۶۰۵E+۰۰	۱.۴۴۰E+۰۴	۹.۶۷۳E-۰۱	۲.۶۳۵E+۰۱	۱.۴۴۰E+۰۴	۹.۶۷۳E-۰۱
۱۹۹۴	۱.۰۶۳E+۰۱	۱.۵۹۴E+۰۴	۱.۰۷۱E+۰۰	۲.۹۱۸E+۰۱	۱.۵۹۴E+۰۴	۱.۰۷۱E+۰۰
۱۹۹۵	۱.۱۷۵E+۰۱	۱.۷۶۱E+۰۴	۱.۱۸۳E+۰۰	۳.۲۲۴E+۰۱	۱.۷۶۱E+۰۴	۱.۱۸۳E+۰۰
۱۹۹۶	۱.۲۹۵E+۰۱	۱.۹۴۱E+۰۴	۱.۳۰۴E+۰۰	۳.۵۵۴E+۰۱	۱.۹۴۱E+۰۴	۱.۳۰۴E+۰۰
۱۹۹۷	۱.۴۲۹E+۰۱	۲.۱۴۳E+۰۴	۱.۴۴۰E+۰۰	۳.۹۲۲E+۰۱	۲.۱۴۳E+۰۴	۱.۴۴۰E+۰۰
۱۹۹۸	۱.۵۷۴E+۰۱	۲.۳۵۹E+۰۴	۱.۵۸۵E+۰۰	۴.۳۱۸E+۰۱	۲.۳۵۹E+۰۴	۱.۵۸۵E+۰۰
۱۹۹۹	۱.۷۱۳E+۰۱	۲.۵۶۸E+۰۴	۱.۷۲۵E+۰۰	۴.۷۰۱E+۰۱	۲.۵۶۸E+۰۴	۱.۷۲۵E+۰۰
۲۰۰۰	۱.۸۴۶E+۰۱	۲.۷۶۷E+۰۴	۱.۸۵۹E+۰۰	۵.۰۶۵E+۰۱	۲.۷۶۷E+۰۴	۱.۸۵۹E+۰۰
۲۰۰۱	۱.۹۷۶E+۰۱	۲.۹۶۱E+۰۴	۱.۹۹۰E+۰۰	۵.۴۲۰E+۰۱	۲.۹۶۱E+۰۴	۱.۹۹۰E+۰۰
۲۰۰۲	۲.۱۰۱E+۰۱	۳.۱۴۹E+۰۴	۲.۱۱۶E+۰۰	۵.۷۶۵E+۰۱	۳.۱۴۹E+۰۴	۲.۱۱۶E+۰۰
۲۰۰۳	۲.۲۳۳E+۰۱	۳.۳۴۶E+۰۴	۲.۲۴۸E+۰۰	۶.۱۲۶E+۰۱	۳.۳۴۶E+۰۴	۲.۲۴۸E+۰۰
۲۰۰۴	۲.۳۶۴E+۰۱	۳.۵۴۴E+۰۴	۲.۳۸۱E+۰۰	۶.۴۸۷E+۰۱	۳.۵۴۴E+۰۴	۲.۳۸۱E+۰۰
۲۰۰۵	۲.۵۰۲E+۰۱	۳.۷۵۰E+۰۴	۲.۵۲۰E+۰۰	۶.۸۶۵E+۰۱	۳.۷۵۰E+۰۴	۲.۵۲۰E+۰۰
۲۰۰۶	۲.۶۳۶E+۰۱	۳.۹۵۱E+۰۴	۲.۶۵۵E+۰۰	۷.۲۳۳E+۰۱	۳.۹۵۱E+۰۴	۲.۶۵۵E+۰۰
۲۰۰۷	۲.۷۶۸E+۰۱	۴.۱۴۹E+۰۴	۲.۷۸۸E+۰۰	۷.۵۹۵E+۰۱	۴.۱۴۹E+۰۴	۲.۷۸۸E+۰۰
۲۰۰۸	۲.۸۹۴E+۰۱	۴.۳۳۸E+۰۴	۲.۹۱۵E+۰۰	۷.۹۴۱E+۰۱	۴.۳۳۸E+۰۴	۲.۹۱۵E+۰۰
۲۰۰۹	۳.۰۱۴E+۰۱	۴.۵۱۸E+۰۴	۳.۰۳۶E+۰۰	۸.۲۷۱E+۰۱	۴.۵۱۸E+۰۴	۳.۰۳۶E+۰۰
۲۰۱۰	۳.۱۳۰E+۰۱	۴.۶۹۱E+۰۴	۳.۱۵۲E+۰۰	۸.۵۸۷E+۰۱	۴.۶۹۱E+۰۴	۳.۱۵۲E+۰۰
۲۰۱۱	۳.۲۳۹E+۰۱	۴.۸۵۵E+۰۴	۳.۲۶۲E+۰۰	۸.۸۸۶E+۰۱	۴.۸۵۵E+۰۴	۳.۲۶۲E+۰۰
۲۰۱۲	۳.۳۴۴E+۰۱	۵.۰۱۲E+۰۴	۳.۳۶۷E+۰۰	۹.۱۷۴E+۰۱	۵.۰۱۲E+۰۴	۳.۳۶۷E+۰۰
۲۰۱۳	۳.۴۴۴E+۰۱	۵.۱۶۲E+۰۴	۳.۴۶۸E+۰۰	۹.۴۴۹E+۰۱	۵.۱۶۲E+۰۴	۳.۴۶۸E+۰۰

پتانسیل عملی تولید انرژی از پسماند از طریق استخراج گاز از محل دفن به صورت زیر حاصل می گردد: [۷]

$$Prl = Rbio \left(\frac{t}{d} \right) * 110 \left(\frac{m^3}{t} \right) * 50\% * 38000 \left(\frac{kJ}{m^3} \right) * 1.157 * (E - 8) * 35\% \quad (3)$$

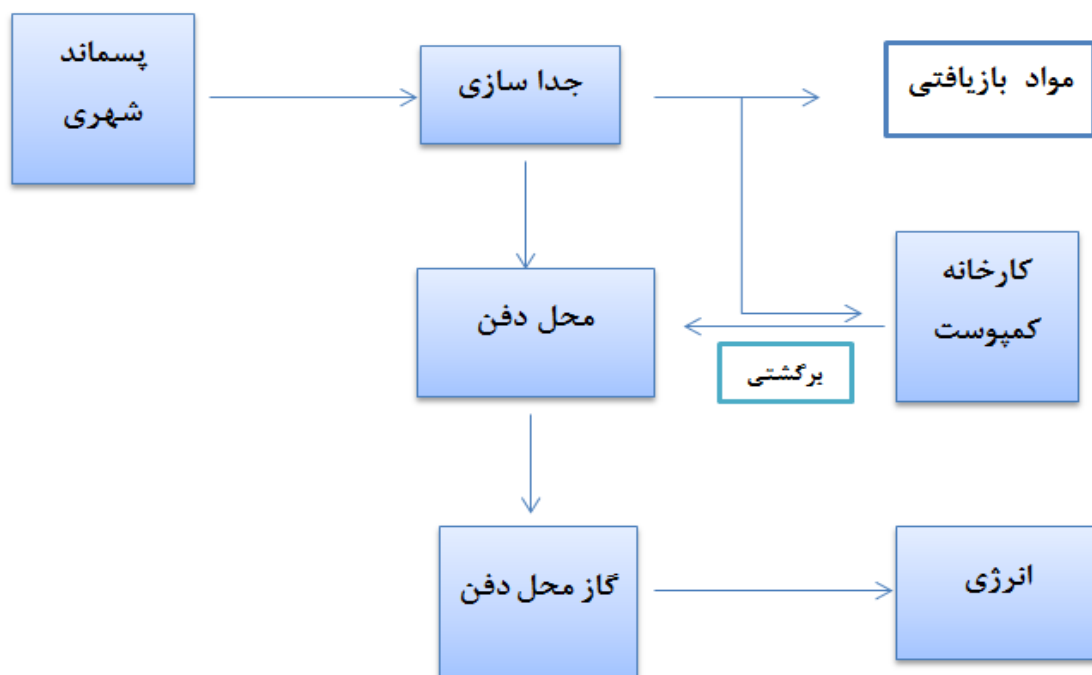
PrI : پتانسیل عملی تولید انرژی از پسماند از طریق استخراج گاز محل دفن

لازم به ذکر است در این فرمول درصد متان موجود در گاز محل دفن ۵۰ درصد و بازدهی معمول سیستم استخراج ۶۰ درصد فرض شده است. همچنین بازده معمول موتورهای الکترونیکی برای تولید انرژی ۳۵ درصد در نظر گرفته شده است. که با استفاده از فرمول بالا پتانسیل عملی تولید انرژی از پسماند از طریق استخراج گاز محل دفن ۴.۴۲ MW خواهد شد.

سناریوی پیشنهادی برای استحصال انرژی از پسماند شهر رشت:

از حدود ۷۰۰ تن زباله تولیدی ۵۲۰ تن در روز به محل دفن سراوان و ما بقی به کارخانه کمپوست با ظرفیت اسمی ۲۵۰ تن در ۵ کیلومتری جنوب شهر رشت، انتقال می یابد.

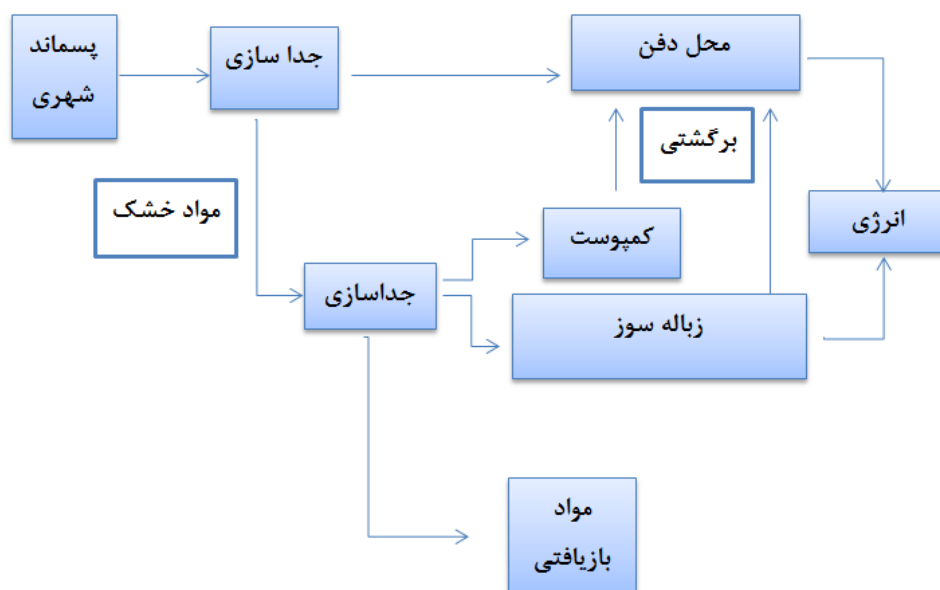
با توجه به موارد بالا می توان در ابتدا با جداسازی زباله، مواد بازیافتی را جدا نمود و سپس مواد خوراک کارخانه کمپوست را به کارخانه تحویل داد و پسماند مخلوط را به محل دفن منتقل کرد. در شکل زیر الگوی پیشنهادی نشان داده شده است.



شکل ۱: سناریوی پیشنهادی برای استحصال انرژی در وضعیت موجود

نتیجه گیری:

با عنایت به میزان زباله در شهر رشت که مقدار آن بین ۶۳۰-۷۰۰ تن در روز می باشد و حدود ۵۲۰ تن آن در منطقه سراوان دفن می شود، توانستیم میزان گاز متان و دی اکسید کربن تولیدی را توسط برنامه LANDGEM محاسبه نماییم. همچنین پتانسیل تولید انرژی در دفنگاه زباله را بدست آوردیم که مقدار آن ۴.۲ MW می باشد. یه دلیل دفن غیر اصولی و غیر بهداشتی در منطقه سراوان هر چه سریعتر باید نسبت به تغییر مکان آن اقدام نمود، زیرا اثرات جبران ناپذیری بر محیط زیست اطراف، شهر رشت و بخصوص تالاب انزلی بر جای می گذارد. شیرابه های این دفنگاه به رودخانه سیاهرود ریخته و توسط آن از شهر رشت عبور کرده و به تالاب انزلی می ریزد. با توجه به الزام تغییر مکان دفن زباله و الگوی مطرح شده پیشنهاد می گردد که مکان دفنگاه در نزدیکی کارخانه پسماند در نظر گرفته شود. همچنین با راه اندازی زباله سوز می توان طرح مطلوب تری را ارائه نمود که بصورت زیر در نظر گرفته شده است.



شکل ۲: الگوی پیشنهادی برای استحصال انرژی با در نظر گرفتن زباله سوز



منابع:

- [۱]. علاقبندراد، مجتبی. (۱۳۶۹) بیوگاز چیست؟ چگونه تولید میشود؟ چه مصرفی دارد؟ سازمان ترویج کشاورزی، تهران
- [۲]. پارک علم و فناوری گیلان، ۱۳۸۹، طرح جامع مدیریت پسماند، حوزه مرکزی گیلان، سازمان مدیریت پسماند شهرداری رشت
- [۳]. Kolumbus FI. ۲۰۰۷ Basic Information on Biogas, www.kolumbus.fi, retrieved ۲.۱۱.۰۷
- [۴]. Promotion of Renewable Energy, Efficiency and Green house Gas Abatement (PREGA) (۲۰۰۶) “Biogas Product at Vanith Farm”, A Pre- feasibility Study Report, Lao PDR
- [۵]. Gendebin, A., Pauwels, M., et al., ۱۹۹۲, “ Landfill Gas from Environment to Energy, Office for Official Publications of the tropean
- [۶]. United States Environmental Protection Agency, May ۲۰۰۵, “Landfill Gas Emissions Model (LandGEM) Version ۳.۰۲ User’s Guide”.
- [۷]. H.Christensen, Thomas, et al., ۱۹۹۶, “Lanfilling of Waste:Biogas”,