Archive of SID

پژوهش و فناوری محیط زیست، دوره چهارم، شماره شش، پاییز و زمستان ۹۸، صفحه‌ی ۵-۱۱

ارزیابی فنی و زیست محیطی تولید بیوگاز از بقایای کشاورزی (کلش برنج)

مهسا خدابخشی‌پور[۱]، محسن محمدی گلنگش[*۲]، محسن خدابخشی‌پور[۳]
M_mohammadi@guilan.ac.ir

چکیده

انرژی مصرفی در جهان به سرعت در حال افزایش است و انتظار می‌رود که منابع انرژی غیرقابل تجدید در آینده به پایان برسد. بنابراین، روش‌های نوین تولید انرژی در سراسر جهان متداول شده است. بیوگاز یکی از انرژی‌های جدید و پاک است که از تخمیر بی‌هوازی زیست توده تولید می‌شود. استان گیلان با ۲۳۸۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت برنج، پتانسیل قابل ملاحظه‌ای برای تولید بیوگاز از بقایای آلی را دارا می‌باشد. بر این اساس این تحقیق به منظور بررسی تولید بیوگاز از ترکیب کاه و کلش برنج و فضولات دامی به ترتیب با نسبت‌های (۱۰۰-۰)، (۹۵-۵)، (۹۰-۱۰)، (۸۵-۱۵)، (۸۰-۲۰) در سه تکرار انجام شد. آزمایش در دمای مزوفیلیک با روش هضم بی‌هوازی درون بطری‌های ۱/۵ لیتری اجرا شد. ارزیابی اقتصادی و زیست محیطی به‌منظور جایگزینی بیوگاز تولیدی در این فرایند با سوخت فسیلی در روستای پونل استان گیلان انجام شد. نتایج نشان داد نسبت ۱۰ درصد کلش بیشترین راندمان تولید بیوگاز را داشته و با جایگزینی بیوگاز ۲۱ درصد در مصرف سوخت فسیلی صرفه‌جویی خواهد شد. همچنین از انتشار مقدار ۳۲۸/۱۴ کیلوگرم گاز CO_2 در سال به اتمسفر جلوگیری خواهد شد.

کلید واژه‌ها: بیوگاز، ضایعات کشاورزی، کلش برنج، آلودگی

Environmental and Technical Assessment of Biogas Production using Rice Straw

Mahsa Khodabakhshipour[1], Mohsen Mohammadi Galangash[2*], Mohsen Khodabakhshipour[3]

1. M. Sc of Environmental Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowme Sara, Guilan, Iran
2. Associate Professor, Department of Environmental Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowme Sara, Guilan, Iran
3. Ph. D student of Agricultural Machinery Engineering and mechanization, Ramin University of Agriculture and Natural Resources, Khuzestan, Iran

Abstract

Energy consumption is increasing rapidly in the world and it is expected that unrenewable energy sources will expire in the future; therefore, new methods of energy production are becoming more common all over the world. Biogas is one of the new and clean energies, which is produced from anaerobic fermentation of biomass. Guilan province with 238,000 hectares of paddy lands has significant potential for biogas production from organic residues. In this way, this study was carried out to investigate the process of biogas production from the combination of rice straw and animal waste with the ratios of (0-100), (5-95), (10-90), (15-85), (20-80) respectively in three repetitions. The experiment was performed at mesophilic temperature by anaerobic digestion method in the 1/5 lit bottles. An economic and environmental assessment for replacement of biogas produced in this process with fossil fuels was implemented in the village of Pounel in Guilan Province. The results showed that the ratio of 10% of rice straw had the highest biogas production efficiency and by replacing the biogas, 21 percent will save in fossil fuel consumption. It will also prevent the emission of 328.42 kg of CO_2 gas into the atmosphere per year.

Keywords: Biogas, Agricultural wastes, Rice straw, Pollution

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان
۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان
۳- دانشجوی دکتری مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، خوزستان

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

پیشرفت علم و فناوری در بخش‌های مختلف توانسته است رفاه و آسایش را برای زندگی بشر به ارمغان بیاورد اما این موفقیت جهان را با بحران‌های جدی زیست محیطی و انرژی مواجه کرده است (عادلی گیلانی و همکاران، ۱۳۹۲). بحران‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی و نگرانی به اتمام رسیدن این سوخت‌ها و مدیریت پسماندهای فعالیت‌های مختلف مانند سوزاندن و دفن ضایعات آلی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی و دامی باعث شد است تا توجه به انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر مانند آب، باد و انرژی حاصل از بیوماس بیشتر از گذشته مورد توجه قرار گیرد (قوامی و همکاران، ۱۳۹۵؛ سلطان‌علی و همکاران، ۱۳۹۶). امروزه زیست توده‌های مختلف از خاک اره و ریزه‌های چوب‌های درختان تا بقایای کشاورزی همچون کاه و کلش به‌طور عمده در تولید بیوگاز استفاده قرار می‌گیرند (گانگول[1]، ۲۰۱۲). از آنجائی‌که سوزاندن این بقایا سبب آلودگی شدید محیط زیست می‌شوند و سلامت انسان را نیز تهدید می‌کند می‌توان با استحصال بیوگاز از این مواد به عنوان سوخت دوستدار محیط زیست، آسیب‌های ناشی از سوزاندن آن‌ها را تا حدودی کاهش داد و در مقابل، از انرژی تولیدی به عنوان سوخت جهت تولید توان مکانیکی، الکتریکی و یا انرژی حرارتی برای مصارف مختلف استفاده کرد (قوامی و همکاران ۱۳۹۵؛ گتا[2]،۱۹۹۰) و همچنین از لجن تولیدی در فرایند بیوگاز به عنوان کود برای تقویت خاک در اراضی کشاورزی استفاده نمود (گوپینات[3]، ۲۰۱۶). با این رویکرد علاوه بر بهره‌گیری از ارزش‌های یک محصول فرعی از مصرف سوخت‌های فسیلی که بار آلودگی زیادی تولید می‌کنند نیز صرفه‌جویی خواهد شد. این موضوع وقتی ارزش بیشتری پیدا می‌کند که ماده اولیه مصرفی به دلیل وفور و گستردگی خود بعنوان معضلی مهم در بخش‌های مختلف مطرح باشد (بیسواز[4]، ۲۰۱۷). مطالعات انجام شده در چرخه حیات و اثرات زیست محیطی مربوط به تولید بیوگاز نشان می‌دهد که فاکتورهای تاثیر پتانسیل گرمایش جهانی که حاوی گازهای گلخانه ای چون CO_2، CH_4 و N_2O است با جایگزین شدن بیوگاز با سوخت‌های فسیلی تا ۵۰ درصد قابل کاهش است بنابراین پتانسیل اسیدی کردن و یوتریفیکاسیون اکوسیستم‌های طبیعی با مصرف سوخت‌های فسیلی به ترتیب ۲۵ و ۱۲ بار بیشتر از گاز طبیعی گزارش شده است(ویتینگ و آزاپاگی[5]، ۲۰۱۴). بررسی‌های محیط زیستی در خصوص جایگزین شدن بیوگاز با برخی از سوخت‌های فسیلی در مصارف گرمایی، برق و حمل‌ونقل وسایل نقلیه سبک و سنگین نشان می‌دهد بین آثار منفی زیست محیطی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی با جایگزینی آن‌ها با بیوگاز اختلاف معنی داری وجود دارد بطوری‌که پتانسیل گرمایش جهانی بین ۸۰-۵۰ درصد، هنگامی که بیوگاز جانشین بنزین و دیزل به عنوان سوخت در سیستم حمل و نقل وسایل سبک و سنگین شود، کاهش می‌یابد (بورجسون[6]، ۲۰۰۷). استفاده از بیوگاز به عنوان یکی از سوخت‌های زیستی که از ترکیب متان و مقداری دی اکسیدکربن تشکیل شده است قرن‌ها است که در جوامع مختلف شناخته شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد (پیرلو و همکاران، ۱۳۹۵؛ جین[7]، ۱۹۹۲). علی رغم سابقه طولانی مدت استفاده از بیوگاز مطالعات در خصوص افزایش راندمان، بهرگیری از مواد اولیه مختلف، استفاده از نسبت‌های ترکیبی و آنالیز محصولات جانبی همواره مورد علاقه مراکز علمی و تحقیقاتی است. مطالعه تنوع ترکیبات بیوگاز تولید شده در سیستم‌های مختلف جهت استفاده به‌عنوان سوخت زیستی نشان می‌دهد که ترکیباتی مانند متان، کربن دی‌اکسید، اکسیژن، نیتروژن، اسیدهای چرب فرار و ترکیبات سولفوره در این فرایند تولید می‌شوند (راسی و همکاران[8]، ۲۰۰۷). کاهش هزینه‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی و کاهش آلایندگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف این سوخت‌ها و سهولت استفاده از سیستم‌های تولید بیوگاز و تولید کود غنی شده در فرایند تخمیر، توجه به تولید و مصرف بیوگاز را در جهان گسترش داده است. به‌دلیل فراوانی و در دسترس بودن منابع تولید بیوگاز در روستاها به ویژه در روستاهای با زمینه غالب دامداری و کشاورزی همچنین سادگی ساخت و طراحی سیستم‌های بیوگاز باعث شده است تا واحدهای بیوگاز برای هر خانواده و یا به طور مشترک برای چند خانوار قابل ساخت و بهره‌برداری باشد (گوپینات، ۲۰۱۶). استان‌های شمالی و جنوبی کشور هر ساله در فصولی از سال با مشکل مدیریت ضایعات

1. Gunguly
2. Geeta
3. Gopinath
4. Biswas
5.Whiting and Azapagic
6. Borisson
7. Jain
8. Rasi

www.SID.ir

Archive of SID

کشاورزی مواجه هستند و این موضوع گاهی در صدر اخبار رسانه‌های منطقه‌ای نیز قرار می‌گیرد. سوزاندن ضایعات کشاورزی با انتشار انواع گازهای آلاینده و ذرات همواره مشکلات جدی تنفسی برای افراد به ویژه برای کسانی که ناراحتی‌های تنفسی دارند ایجاد می‌نماید. گاهی قرار گرفتن این نوع از بقایای کشاورزی با حجم زیاد در مسیر رودخانه‌ها و آبراه‌ها باعث انحراف مسیر طبیعی آب در فصول بارندگی شده و باعث بروز مشکلات زیست محیطی و بهداشتی در منطقه می‌شود. این تحقیق به منظور بررسی توان جایگزینی کاه و کلش برنج به عنوان بخشی از مواد اولیه تولید بیوگازانجام شده است. از آنجائی‌که هر ساله مقادیر قابل توجهی از این محصولات در مزارع آستان گیلان سوزانده می‌شود و مشکلات بهداشتی و زیست محیطی زیادی را ایجاد می‌نماید این تحقیق در ادامه به اثرات زیست محیطی جایگزینی بیوگاز با سوخت فسیلی در محیط‌های روستایی در استان گیلان می‌پردازد. از آنجایی که در نواحی روستایی این استان فعالیت‌های تلفیقی زراعی و دامی بر پایه تولید برنج در حال انجام است، استفاده از بقایای کشاورزی حاصل از این فعالیت‌ها که به‌عنوان یک معضل در این جوامع مطرح می‌باشد در هر مقیاسی می‌تواند در رفع معضلات منطقه بسیار موثر باشد. فراوانی کاه و کلش در مزارع کشاورزی بالاخص در استان گیلان که با فعالیت‌های دامداری همراه می باشد می‌تواند برای تولید بیوگاز به‌عنوان یک سوخت زیستی مورد استفاده قرار گیرد تا ضمن صرفه اقتصادی سبب کاهش آلاینده‌های زیست محیطی ناشی از سوزاندن این محصولات و به‌طور ویژه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای شود و از لجن تولیدی این فرایند نیز به‌طور مستقیم یا پس از اقدامات اصلاحی برای بهسازی خاک مزارع مورد استفاده گیرد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به منظور استفاده از کاه وکلش مزارع برنج با ترکیب با کود گاوی به منظور تولید بیوگاز در اطراف مزارع برنج استان گیلان از طریق مطالعه آزمایشگاهی و تعمیم آن به مقیاس بزرگتر انجام شد. در این تحقیق براساس ضریب تولید CO_2 تولیدی توسط بیوگاز و مقایسه آن با سوخت‌های فسیلی و سوزاندن کاه و کلش براساس مقادیر مصرف برای یک طرح پایلوت در نظر گرفته شده براساس نتایج آزمایشگاهی برای روستای پونل از توابع شهرستان رضوانشهر در استان گیلان انجام شد. در ادامه مقادیر ضریب حرارتی بیوگاز تولیدی بر اساس مقادیر مصرف گاز مایع کپسولی که در نتیجه مطالعات میدانی ۳ کپسول ۱۱ کیلوگرمی برای یک خانوار ۵ نفره برای یک ماه بدست آمد، مطابق روابط اشاره شده بدست آمد. نمونه‌ها از مزارع اطراف دانشگاه جمع آوری و با دستگاه چاپر به قطعات حدود یک سانتی‌متری خردگردید (کلوری، ۱۳۹۱). به منظور تعیین وزن خشک کلش نمونه‌ها در آون تا رسیدن به وزن ثابت در ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد (محمدی مجد و خدابخشی‌پور، ۱۳۹۷) و عملیات آزمایش در محل کارگاه تحصیلات تکمیلی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان در بهار ۱۳۹۸ انجام شد. فرایند تولید بیوگاز در شرایط مزوفیلیک (دمای ۳۰-۴۰ درجه سلسیوس) با توجه به دمای محیط انجام شد. کود دامی تازه پس از انتقال به کار گاه با کاه و کلش آماده شده با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم توزین شدند. ترکیب درصد ماده جامد با نسبت‌های اختلاط ۰، ۵٪، ۱۰٪، ۱۵٪ و ۲۰٪ کلش به کود گاوی در کل ماده جامد در ۵ نمونه و هر نمونه با سه تکرار به مدت سه هفته در محیط آزمایشگاه دردرون بطری‌های ۱/۵ لیتری در شرایط بی‌هوازی نگهداری شد (سعیدی و همکاران،۱۳۹۲). شرایط همگن‌سازی با جابجا کردن روزانه ترکیب و هر بار به مدت ۲ تا ۳ دقیقه به منظور پیشگیری از ته‌نشینی مواد، یکنواخت کردن دما در تمام هاضم، حذف یا کاهش تشکیل کف در سطح مواد و حفظ یکنواختی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی زائدات درون هاضم انجام شد. (یادویکا[1]، ۲۰۰۴). برای جلوگیری از تخمیر هوازی که منجر به افزایش دی‌اکسید کربن می‌گردد، فضولات دامی به صورت تازه استفاده گردید. فضولات تازه گاو با دارا بودن کربن، نیتروژن و همچنین میکروارگانیسم‌های فراوان برای انجام فرایند زیستی هضم بی‌هوازی مناسب بوده و می‌تواند برای تولید بیوگاز مورد استفاده قرار گیرد (علیدادی، ۱۳۹۶). به منظور جلوگیری از ورود هوا در فرایند بی‌هوازی بطری‌ها قبل از آماده‌سازی، با استفاده از پارافین عایق‌بندی شدند و بعد از اطمینان از سالم بودن مورد استفاده قرار گرفتند (محمدی مجد، ۱۳۹۷). پس از تولید بیوگاز، بطری‌های هاضم به آزمایشگاه دانشکده علوم دام منتقل گردید و توسط دستگاه فشارسنج دیجیتال فشار گاز تجمع یافته در فضای بالای بطری اندازه‌گیری شد. حجم کل مواد با توجه به حجم آب، حجم کاه و حجم فضولات ریخته شده در مخزن برآورد گردید. دمای

1. Yadyika

www.SID.ir

Archive of SID

محلول با استفاده از دماسنج جیوه‌ای محاسبه شد و سپس مقدار ۱ مول بیوگاز برای هر واحد آزمایشی براساس رابطه زیر محاسبه گردید.

$$PV=nRT \quad (۱)$$

P= فشار گاز جمع شده درون مخزن (پاسگال)

V= حجم گاز جمع شده درون مخزن (مترمکعب)

n= جرم مولی (گرم بر مول)

R= ثابت جهانی گاز

T= درجه حرارت (کلوین)

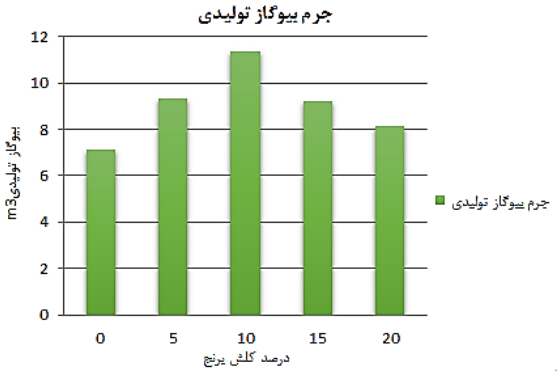
نسبت ترکیب کربن به ازت با توجه به نسبت وزنی کلش برنج و فضولات دامی براساس نتایج آزمایش‌های تجربی که که نسبت کربن به ازت در پهن گاو تقریبا برابر ۱۸ و در کلش برنج برابر ۶۱/۲۹ درنظر گرفته شده است نسبت مناسب برای فرایند برآورد شد (نجفی،۱۳۹۰). نوع و درصد گازهای موجود در هاضم به کمک دستگاه GC-Mass بر پایه گاز در آزمایشگاه تخصصی شرکت نفت و فراورده‌های گازی تعیین گردید. (علیدادی، ۱۳۹۶). پس از جمع آوری داده‌ها آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS، نسخه ۲۴ انجام شد.

یافته‌های پژوهش

براساس نتایج آنالیز واریانس تاثیر درصد تیمارهای آزمایشی بر جرم گاز تولیدی در هاضم مطابق جدول ۱ نشان می‌دهد که بیشترین مقدار بیوگاز تولید شده در ترکیب ۱۰ درصد کلش برنج و ۹۰ درصد کود دامی بدست آمد. که دلیل آن می‌تواند در نتیجه نسبت C/N مناسب در این ترکیب و همچنین میزان مناسب گود گاوی جهت تأمین مواد مغذی موردنیاز باکتری‌ها برای بقا، تکثیر و فعالیت می‌باشد.

جدول ۱- نتایج آزمون تجزیه واریانس یکطرفه برای بررسی مقادیر مختلف کلش برنج بر جرم بیوگاز تولیدی

	مجموع مربعات	df	میانگین مربعات	F	Sig
بین گروه‌ها	۲۹/۴۸۳	۴	۷/۳۷۱	۳/۹۳۶	۰/۰۳۶
داخل گروه‌ها	۱۸/۷۲۷	۱۰	۱/۸۷۳		
مجموع	۴۸/۲۰۹	۱۴			



شکل۱- میانگین تولید بیوگاز در نسبت‌های مختلف کلش برنج

نتایج حاصل از آنالیز دستگاه GC-MASS که شامل نوع و درصد گازهای موجود در هاضم می‌باشد نشان داد که بیوگاز تولیدی شامل ۳۵/۷۰ درصد CH_4 ، ۳۹/۱۰ درصد CO_2 و ۲۵/۲۰ درصد N_2 می‌باشد. با توجه به اطلاعات بدست آمده از ساکنین روستای پونل که در بخش رضوانشهر استان گیلان واقع شده است مشخص گردید که روستاییان در حال حاضر برای تأمین انرژی موردنیاز جهت پخت وپز و تأمین آب گرم مصرفی از کپسول‌های گاز مایع ۱۱ کیلوگرمی و برای گرمایش خانه از نفت استفاده می‌کنند. در ادامه درصد صرفه‌جویی انرژی در صورت جایگزینی بیوگاز با انرژی لازم در بخش‌های پخت و پز و آب گرم مصرفی و گرمایش خانه برآورد گردید. در این راستا برای سادگی در محاسبات، یک نمونه انتخاب گردید تا درنهایت با تعمیم دادن نتیجه محاسبات به کل روستا، درصد صرفه‌جویی در کل روستا مشخص گردد. همان‌طور که اشاره شد، طبق مطالعات میدانی انجام شده، ساکنین روستا درحال حاضر برای پخت وپز و آب گرم مصرفی جهت استحمام، از کپسول‌های گاز مایع ۱۱ کیلوگرمی استفاده می کنند. این کپسول‌ها حاوی ۵۰٪ پروپان و ۵۰٪ بوتان می‌باشند. با توجه به این که ارزش حرارتی پروپان برابر ۴۹/۶ مگاژول برکیلوگرم و ارزش حرارتی بوتان ۴۹/۱ مگاژول برکیلوگرم است، بنابراین در محاسبات پیش رو، ارزش حرارتی گاز مایع ۴۹/۳ مگاژول برکیلوگرم درنظر گرفته می شود (خداداد کاشی و همکاران، ۱۳۹۵) مطابق براساس اطلاعات به دست آمده از ساکنین و شورای روستای پونل یک خانواده ۵ نفره در طول یک ماه به طور میانگین، از سه کپسول ۱۱ کیلوگرمی برای پخت‌وپز و آب گرم مصرفی و از ۳۰۰ لیتر نفت جهت گرمایش خانه استفاده می‌کند. با توجه به ارزش حرارتی گاز مایع، انرژی هر کپسول ۱۱ کیلوگرمی برابر۵۴۲/۳ مگاژول مطابق رابطه (۲) و در نتیجه

www.SID.ir

Archive of SID

کل انرژی مصرفی یک خانواده ۵ نفره برای پخت وپز وگرمایش آب مصرفی، در طول یک ماه مطابق رابطه (۳) به مقدار برابر با ۱۶۲۶/۹ مگاژول برآورد شد.

۱۱Kg ×۴۹/۳Mj/Kg =۵۴۲/۳Mj (۲)

۵۴۲/۳Mj ×۳ = ۱۶۲۶/۹ Mj/Month (۳)

با درنظرگرفتن بیوگاز تولیدی در هر ماه به مقدار ۱۵/۶۳ متر مکعب، انرژی این مقدار از بیوگاز مطابق رابطه (۴) با توجه به ارزش حرارتی آن برابر با ۳۴۳/۸۶ مگاژول می‌باشد (۳).

۲۲ Mj/m^3*۱۵/۶۳ m^3 =۳۴۳/۸۶Mj (۴)

با تقسیم ، انرژی معادل بیوگاز به انرژی مورد استفاده در روستا، مطابق رابطه (۵) میزان صرفه‌جویی در بخش پخت وپز و آب گرم مصرفی به دست می آید. لازم به توضیح است از آنجایی که ۲۵٪ از گاز جمع شده N_2 بوده است درصد N_2 تولیدی از مقدار کل گاز کاسته می‌شود.

۳۴۳/۸۶Mj ÷۱۶۲۶/۹ Mj ×۱۰۰=٪۲۱ (۵)

برای تخمین وضعیت آلایندگی ناشی از سوزاندن بقایا از رابطه (۶) استفاده شد (فلاح و همکاران،۱۳۹۲)

(۶) میزان بقایا ×۰/۴ =کل کربن آزاد شده = گاز گلخانه‌ای

در این تحقیق میزان بقایای برنج (کاه وکلش) طی یک دوره با توجه به مقدار مصرف شده در سطح آزمایشگاهی و تعمیم آن به مقیاس بزرگتر برآورد گردید. با توجه به اینکه در سطح روستایی از مخزن ۳۳۰۰ لیتری به جهت هاضم استفاده گردید میزان بقایا ۲۲ کیلوگرم در هر دوره یک ماهه محاسبه گردید که طی یک سال برابر با ۲۶۴ کیلوگرم خواهد شد که با توجه به رابطه (۶) و محاسبه انجام شده در رابطه (۷) میزان CO_2 تولیدی در یک سال بدست آمد.

۲۶۴ × ۰/۴ = ۱۰۵/۶ Kg (۷)

با توجه به اینکه ضریب انتشار دی‌اکسید کربن گاز مایع ۱۴۲۶/۶ گرم بر لیتر می‌باشد (خداداد کاشی و همکاران، ۱۳۹۵)، براساس مقدار مصرف گاز مایع ۳۳ لیتر در ماه و ضریب انتشار I میزان CO_2 تولید شده ناشی از مصرف سوخت فسیلی(گاز مایع) در یک سال ۲۲۲/۵۴ کیلوگرم برآورد شد. از طرفی فاکتور انتشار گازهای گلخانه ای در هر متر مکعب بیوگاز معادل ۰/۰۰۵ کیلوگرم دی اکسید کربن است. با توجه به حجم بیوگاز تولید شده در هر دوره ۲۸ روزه معادل ۱۵/۶۳ متر مکعب، میزان بیوگاز طی یک سال برابر با ۱۸۷/۵۶ مترمکعب برآورد گردید. براساس ضریب انتشار گازهای گلخانه ای برای بیوگاز و مقدار تولید سالیانه بیوگاز، مقدار تولید CO_2 ناشی از مصرف آن برابر با ۰/۹۳۷کیلوگرم در سال می‌باشد. درصورتی‌که بیوگاز تولید نشود مقدار CO_2 ناشی از سوزاندن کاه و کلش و مصرف سوخت فسیلی در مجموع ۳۲۸/۱۴ کیلوگرم در سال در اتمسفر رها خواهد شد و این موضوع نشان‌دهنده کاهش چشم گیر انتشار گازهای گلخانه ای در نتیجه استفاده از بیوگاز می‌باشد.

بحث و نتیجه گیری

تعیین نسبت بهینه ترکیبات و اجزای مورد استفاده برای تولید بیوگاز همواره نقش مهمی برای رسیدن به راندمان مطلوب داشته است. در این تحقیق نیز به منظور دست یابی به راندمان بهینه بین نسبت‌های مختلف کلش برنج و کود گاوی نسبت ۱۰:۹۰درصدکلش برنج به کود گاوی از بیشترین راندمان تولید بیوگاز برخوردار بود. در همین راستا مطالعات محمدی مجد و خدابخشی پور۱۳۹۷ که با متدلوژی مشابه با این تحقیق انجام شده بود نسبت بهینه کلش ذرت و کود گاومیش مورد بررسی قرار گرفت و نتایج به دست آمده نشان داد که نسبت ۲۰:۸۰درصد کلش ذرت به کود گاومیش مناسب‌ترین نسبت برای تولید حداکثر مقدار بیوگاز می‌باشد که بیشترین مطابقت را با نتایج این تحقیق داشت. همچنین براساس مطالعات نجفی ۱۳۹۰ و عوامل متعددی از جملهpH نسبت C/N نقش بسیار مهمی در تولید بیوگاز دارند. در تحقیق مشابه که توسط کلوری ۱۳۹۸ انجام شد، نسبت‌های بهینه کودهای گاوی، مرغی و کلش برنج و همین‌طور اثر تک تک متغیرها به‌طور جداگانه به منظور تعیین مقادیر بهینه تولید بیوگاز مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد که همواره اثر ترکیبی کودها با کلش از راندمان بیشتری نسبت به استفاده از یک نوع کود داشته است که این موضوع نیز نتایج این تحقیق را تایید میکند. بررسی‌های انجام شده نسبت بهینه سبوس برنج با کودهای دامی توسط الیجا[1] و همکاران ۲۰۰۹ نشان داد که در نسبت‌های ۵۰:۵۰ درصد سبوس برنج به کود دامی و نسبت ۲۵:۷۵ درصد سبوس و کود دامی این نسبت از راندمان بیش‌تری برای بیوگاز برخوردار بود که این موضوع نیز، درصد کم ضایعات کشاورزی نسبت به کود دامی نتایج تحقیق حاضر را تایید می‌کند. بررسی منابع نشان می‌دهد استان گیلان به عنوان دومین استان کشور

1. Elijah

www.SID.ir

Archive of SID

از نظر تولید برنج و با تولید ۳۷۲/۲ تن کاه و کلش برنج با مشکلات فصلی زیست محیطی و بهداشتی در مدیریت پسماندهای کشاورزی به‌ویژه مدیریت کاه و کلش باقیمانده در مزارع برنج روبرو است. بنابراین تغییر یک باور غیرعلمی در بین کشاورزان که سوزاندن کاه و کلش مزارع خود را برای تقویت خاک و از بین بردن آفات کشاورزی مفید می‌دانند (وهاب زاده ۱۳۸۵) نیاز به معرفی اقدامی جایگزین و قابل درک برای این افراد دارد. بنابراین گام اول نتایج این تحقیق می‌تواند با دریافت ۱۰ درصد نیاز سیستم‌های بیوگاز با کلش برنج از مقدار این پسماندها کم نماید. براساس نتایج بدست آمده در صورتی‌که مقدار ۱۸۷/۵۶ Kg بیوگاز تولید شده در این فرآیند مورد مصرف قرار گیرد می‌تواند سالیانه۰/۹۳۷ Kg گاز CO_2 تولید کند. در مقابل در صورت عدم استفاده از سیستم تولید بیوگاز سالانه مقدار ۳۳۸/۱۴۱ کیلوگرم CO_2 در نتیجه استفاده از سوخت‌های فسیلی جایگزین بیوگاز و سوزاندن کاه و کلش استفاده نشده در سیستم تولید بیوگاز تولید خواهد شد. در ادامه نتایج مربوط به برآورد ارزش حرارتی این مقدار در بیوگاز معادل ۲۱ درصد ارزش حرارتی سوخت‌های فسیلی منطقه برآورد شد. مطالعات محمدی مجد و همکاران ۱۳۹۷ نشان داده است که علاوه بر تولید بیوگاز و کاهش پسماندهای کشاورزی لجن باقیمانده در هاضم بی‌هوازی فرایند بیوگاز به‌عنوان کود ارگانیک می‌تواند نقش بسیار موثری در بهبود و تقویت خاک مزارع کشاورزی داشته باشد. بنابراین در یک جمع‌بندی کلی می‌توان گفت توسعه تکنولوژی بیوگاز با بهره‌گیری از ضایعات کشاورزی و بطور خاص کاه و کلش برنج در استان‌هایی که با مشکل مدیریت این پسماند مواجه هستند علاوه بر کاهش کمی آن‌ها می‌تواند با تولید کود ارگانیک، کاهش تولید CO_2، کاهش ۲۱ درصد مصرف سوخت‌های فسیلی در کاهش انواع آلاینده‌ها، بهبود محیط زیست، رونق اقتصادی و ارتقای سلامت عمومی در راستای توسعه پایدار و درخور بسیار مفید باشد.

منابع

احمدی پیرلو، منصور؛ ابراهیمی نیک، محمد علی؛ خجسته پور، مهدی؛ ابراهیمی، سیدهادی (۱۳۹۵). تأثیر پیش تصفیه قلیایی بر بهبود تخریب پذیری زیستی مواد آلی پسماندهای جامد شهری و تولید بیوگاز در هضم بی هوازی. مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه ی علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران .دوره ۹، شماره ۴، ۴۸-۴۱

بی نام، آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۰—۱۳۸۹ وزارت جهاد کشاورزی

خداداد کاشی، فرهاد؛ اکابری تفتی، مهدی؛ موسوی جهرمی، یگانه؛ خسروی نژاد، علی اکبر (۱۳۹۵). محاسبه هزینه اجتماعی انتشار دی اکسید کربن به تفکیک استان‌های مختلف در ایران، فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه ریزی انرژی ، سال دوم، شماره۲، ۱۱۰-۷۷

سلطانعلی، حمزه؛ نیکخواه، امین؛ روحانی، عباس (۱۳۹۶). امکان‌سنجی کاهش انتشار گازهای گلخانه ای در واحدهای تولیدی شیر با بکارگیری سامانه‌های بیوگاز، فصلنامه پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی، سال۳، شماره ۶، ۱۳۴-۱۱۵

سعیدی، سودابه؛ هاشمی، سید جعفر؛ کاظمی، سید یحیی (۱۳۹۲). بررسی اثر پیش تیمار شیمیایی کاه برنج با آمونیاک، اوره و سود بر تولید بیوگاز، مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۴۴، شماره ۱، ۷۵-۶۷ .

عادلی گیلانی، الهیار؛ سوری، فیروزه؛ پوراحمدی، مجتبی(۱۳۹۲). کاربرد فناوری بیوگازدر روستاهای ایران؛ برآورد صرفه جویی انرژی، حاصل از کاربرد فناوری بیوگاز در روستای گالش کلام (گیلان) ، شماره۱۴۵، ۵۳-۳۱.

علیدادی، حسین؛ اعتمادی مشهدی، سمیه؛ نجف پور،علی اصغر؛ محب راد، بتول؛ دهقان، علی اکبر (۱۳۹۶). مطالعه ی فرایند تولید بیوگاز با استفاده از مخلوط شیرابه زباله شهری و فضولات حیوانی. مجله تحقیقات سلامت در جامعه، دوره ۳، شماره ۲، ۵۴-۴۴

فلاح، سیف الله؛ پورعزیزی، مرضیه؛ رستمی، سجاد (۱۳۹۲). ضرورت و پتانسیل تولید سوخت زیستی از بقایای غلات در کشور، نشریه انرژی ایران/ دوره۱۷، شماره۱، ۸۴-۶۵

قوامی، باقر؛ راستگو، حمید؛ عسگریی، شیوا (۱۳۹۵). تحلیل فنی و مالی سیستم‌های استحصال برق و حرارت از لجن تصفیه خانه فاضلاب شهری دهمین همایش ملی انرژی‌های تجدیدپذیر پاک و کار آمد. دوره ۱۰، شماره۳، ۴۶-۳۱

کلوری، علیرضا؛ طباطبایی کلور، رضا؛ هاشمی، سید جعفر (۱۳۹۱). بررسی مقادیر ترکیبات مختلف فضولات گاوی و مرغی

www.SID.ir

Archive of SID

به همراه کلش برنج بر میزان تولید بیوگاز، سومین همایش بیـو انرژی ایران (بیوماس و بیوگاز)، دوره ی ۳، ۷۶-۵۳

محمدی مجد، جبار؛ خدابخشی پور، محسن (۱۳۹۷). بررسـی و ارزیابی تولید گاز متان از ترکیب کود گاومیش و کلـش ذرت در استان خوزستان.انرژی‌های تجدیدپـذیر و نـو، دوره۶، شـماره۲، ۱۹-۲۴

نجفی، بهمن (۱۳۹۰). بررسی تجربی تأثیر استفاده از بیودیزل و بیوگاز به جای گازوییل و گاز طبیعی درموتور دیزل دوگانه سوز. نشریه سوخت و احتراق، دوره‌ی۴، شماره۱، ۸۵-۷۳

وهاب‌زاده، عبدالحسین (۱۳۸۵). شناخت محیط زیسـت (زمـین سیاره من)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، چاپ چهارم-۶۹۶ صفحه

Borjesson, p., Berglund, M. (2006). Environmental systems analysis of biogas systems—Part I: Fuel-cycle emissions, Biomass and Bioenergy, 30 (2): 469–485.

Biswas. B., Singh, B., Krishna, B. B., Kumar, J., Bhaskar, T. (2017). Pyrolysis of azolla, sargassum tenerrimum and water hyacinth for production of bio-oil. Bioresource Technology, 24(2): 145-139

Elijah, I., Sayyadi Mohammad, M. Y. (2009). The study of cow dung as co-substrate with rice husk in biogas production. Scientific Res. 4(9): 861-869.

Ganguly, A., chatterjce, P. K., Day, A. (2012). studies on ethanol production from wather hyacinth-Areview ، Renewable and sustainable Energy Reviewe , 10(3): 627-618

Geeta, g. s., jagadesh, k. s., Reddy, t.k.r. (1990). Nickel as an accelerator of biogas production in water hyacinth, biomass, 21(2): 157-161.

Gopinath, k., jabaraj, D.B. (2016). *Investigation on emission characteristics of biogas from azolla*. 12(4): 231-311

Jain, s.k., gujral, g.s., vasudevan, p. (1992). production of biogas from azolla pinnata R.Br and lemna minor:efect of heavy metal contamination.bioresource technology International Conference on Engineering Innovations and Solutions, 9(4): 21-33

1.Rasi, s., veijanen, A., Rintala, j. (2007). Trace compounds of biogas from different biogas production plants, Energy, 3(2): 1375–1380

Whiting, A., Azapagic, A. (2014). Life cycle environmental impacts of generating electricity and heat From biogas produced by anaerobic digestion Energy.6(2): 193-181

Yadvika , s. s., kohli,T. R., Rana ,v. (2004). Enhancement of biogas production from solid substrates using Different Techniques-A review.Bio-resource.Technol

www.SID.ir