بررسی تولید بیوگاز از پسماندهای گیاهی و حیوانی(مطالعه موردی کمپ گردشگری کوره گز)

امید محمد علیخان[۱] ، شهرزاد خرم نژادیان[۱*]

۱- گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دماوند، دماوند ، ایران.

*ایمیل نویسنده مسئول: khoramnejad@damavandiau.ac.ir

شماره موبایل نویسنده مسئول: ۰۹۳۵۷۹۷۰۹۷۸

تاریخ دریافت:۹۸/۰۶/۲۸ تاریخ پذیرش:۹۸/۰۷/۱۳

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی تولید انرژی از پسماندهای گیاهی و حیوانی کمپ گردشگری کوره گز در میانه جنوبی دشت کویر بود. برای این منظور خوراک ورودی هاضم به صورت نمونه برداری بر اساس نمونه تصادفی انتخاب شده از ضایعات زباله تر (عمدتاً ترکیبات سبزیجات و صیفی جات) و ضایعات و فضولات حیوانی انتخاب شد. نمونه‌ها در پنج مرحله بارگزاری گردیدند. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، حجم متان و بیوگاز تولیدی اندازه گیری گردید. در طول این فرایند مقدار pH در حدود ۵/۸ تا ۷/۵ متغیر بود. در روزهای ابتدایی مقدار pH به تدریج رو به کاهش اندازه‌گیری شد و به طور تقریبی pH تا روز دهم محیط اسیدی و pH پایین اندازه گیری شد. منحنی‌های تولید گاز در تمام دوره ۲۵ روزه بارگزاری‌ها افزایش گاز تا روز ۱۵ بارگزاری را نشان داد و سپس پس از افزایش پیک تولید گاز از روز ۱۵ بارگزاری تا پایان دوره فرایند کاهش تولید گاز مشاهده گردید که نمایش رسیدن سیستم به ثبات را نشان می‌دهد. در نتیجه می‌توان قضیه نیاز زمانی ۱۵ روزه جهت فرایند کامل هضم در یک سیستم بی هوازی را مشاهده نمود که در روز ۱۵ بارگزاری افزایش فعالیت باکتری های متان ساز را نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی

"بیوگاز " ,"پسماند" ,"هاضم" ,"کوره گز" ,"پسماند حیوانی"

Study of Biogas Production from animal Manure and agrowaste (case study:Kureh gaz Camp)

Omid Mohamadalikhan[1,*], Shahrzad Khoramnejadian[1]

[1]Department of environment,Damavand branch, Islamic Azad University,Damavand, Iran

[*]Email Address: khoramnejad@damavandiau.ac.ir [*] Mobile Phone: +989357970978

Abstract

the purpose of the present study was to determine the feasibility of energy production from animal and plant waste from the Kureh Gaz tourism camp located near the Mohammad Abad Kurah Gaz Village in the middle of the southern desert. For this purpose, feed intake of digestion was selected based on random sampling from waste garbage (mainly vegetable and vegetable compositions) and animal waste. Samples were loaded in five steps. Physical and chemical characteristics, volume of methane and produced biogas were measured. During this process, the pH value varied from about 5.8 to 7.5. In the early days, the pH value was gradually reduced, and the pH was measured to about 10 d until the tenth day. The gas production curves for the entire 25-day delivery period showed an increase in gas up to 15 days, and then, after a peak increase in gas production from the 15th to the end of the cycle, we see the process of reducing the gas output, which shows the stability of the system. As a result, we can see the 15-day time requirement for the complete digestion process in an anaerobic system, which, on day 15, seeks to increase the activity of methane bacteria.

Keywords

“Biogas”, “Waste ”, “Digestor ”, “Koreh gaz”, “Animal manure”

۱- مقدمه

در حال حاضر میزان آلاینده ها در محیط زیست رو به افزایش است، ترکیبات نفتی که عمدتا منبع انرژی میباشند سبب آلودگی منابع آب و خاک میگردند(ساسانی و همکاران، ۱۳۹٦)منابع انرژی تجدید پذیر[1] (RES)، به علت قابلیت بازداری و ویژگی های سازگار با محیط زیست، می‌توانند پاسخی مناسب به مشکلات ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی باشند (Singh and Setiawan, 2013). در واقع منابع انرژی تجدید پذیر می‌توانند جایگزینی طبیعی، پاک، کم خطر و پایدار برای سوخت‌های فسیلی باشند (Amponsah et al., 2014). منابع انرژی تجدید پذیر شامل زیست توده، انرژی آبی، زمین گرمایی، انرژی خورشیدی، باد و زیست توده هستند (Deublein and Steinhauser, 2011). انرژی زیست توده از مواد چوب، مواد علفی، محصولات کشاورزی، باقیمانده و ضایعات آلی تولید می شود (Cheng, 2009). مواد گیاهی به علت کثرت، عمده ترین منابع تولید سوخت‌های جدید یا جایگزین سوخت‌های فسیلی محسوب شده و از طرفی آلودگی‌های کمتری نسبت به سوخت‌های فسیلی دارند. زباله‌ها و ته مانده‌های مربوط به غذاها و مواد دور ریختنی شرکت‌های صنایع غذایی و همچنین فاضلاب می‌تواند منبع خوبی جهت تولید سوخت‌های گیاهی باشد (Kuwahara et al., 1999). مواد آلی می‌توانند به منابع انرژی مانند بیودیزل، بیواتانول و بیوگاز تبدیل شوند. فن آوری تولید بیوگاز از مواد آلی به سرعت در حال پیشرفت بوده و به الطبع، به دلیل تجدید پذیر بودن، پایداری و هزینه موثر آن است (Bain and Overend, 2002). بیوگاز شامل محصولات پایدار از تخریب مواد آلی توسط میکروارگانیسم با فرایند بی هوازی است و به عنوان هضم بی هوازی نامیده می‌شود (Muzenda, 2013). این گاز که از ٦۰ تا ۷۰ درصد متان، ۲۰ تا ۲۵ درصد دی اکسید کربن و مقادیر جزئی بخار آب، سولفید هیدروژن، هیدروژن و نیتروژن تشکیل شده است، به صورت طبیعی در پساب ها و مرداب ها وجود دارد. در روستاها و برخی مناطق صعب العبور که امکان دسترسی به منابع انرژی وجود ندارد می توان با استفاده از فضولات دامی و انسانی، همراه با زائدات کشاورزی و چربی ها، بیوگاز تولید کرد (Alsayegh et al., 2010). مطالعات قبلی به منظور بررسی پتانسیل تولید بیوگاز از کود های مختلف انجام شده است (Abdeshahian et al., 2016). تولید حداکثر بیوگاز در ایران حدود ٦،۰۵۹،٦۰۰، ۵۷۳،٦۰۰ و ۱،۹٦٦،٦۰۰ مگاوات بر ساعت به ترتیب از کود گاو، بز و گوسفند و مرغی بوده است (Peyman et al., 2016). کود حیوانی بزرگترین منبع زباله های زیستی در بخش کشاورزی است. کود حیوانی حاوی مواد مغذی گیاهی است، در نتیجه برای تهیه خاک آنها از آن استفاده می‌کنند (Yorgey et al., 2014). با این وجود، می توان از آن برای تولید بیوگاز استفاده کرد و پس از آن هضم ممکن است به عنوان یک تهویه کننده خاک استفاده شود. هضم کود ممکن است میزان نیتروژن موجود را که می تواند گیاه را بهبود بخشد، افزایش دهد و پس از آن یک سیستم تهویه مناسب تر را فراهم می کند (LeaMaster et al., 1998). اگر چه کود حیوانی در بعضی از فعالیت ها سودمند است، اما اگر مناسب نباشد، می تواند برای محیط زیست زیان آور باشد (Sibiya et al., 2017). هر کود دارای خصوصیات خاصی است که عملکرد آن در طول هضم بی هوازی متفاوت است. ضایعات میوه و سبزیجات به طور عمده در بازارها و بسیاری از شرکت های صنایع غذایی تولید می شود. با توجه به زیست تخریب پذیری بالا، دست زدن و تخلیه آنها برای پذیرش جامعه بسیار حیاتی است (Asquer et al., 2013). هضم بی هوازی مناسب برای ضایعات حاوی رطوبت بالای ۵۰٪ از فرایندهای ترمو-تبدیل[2] است. مواد زاید میوه و سبزیجات حاوی رطوبت بسیار بالایی هستند (۷۵ تا ۹۰ درصد)، با این وجود استفاده از میوه و سبزیجات به عنوان یک سوبستر تنها برای تولید بیوگاز، به علت کمبود بستر، یک روند چالش برانگیز است (Asquer et al., 2013). بنابراین، برای به حداکثر رساندن بیوگاز و تولید متان از میوه و سبزیجات، می توان از پیش درمان های مختلف استفاده کرد. (. Sitorus and Seno, 2013) بازیابی بیوگاز را از طریق فرایند هضم بی هوازی از ضایعات مخلوط میوه و سبزیجات در یک فرآورده بی هوازی بطری خوراکی در دمای محیط به مدت ١٤ هفته ارزیابی کرد. محدودیت عمده AD از فرآیند میوه و سبزی به عنوان اسیدی سازی سریع شناخته شده است. این به PH پایین تر از ضایعات و انباشت اسید های چرب فرار[3] (VFA) مربوط می شود، که فعالیت متانوژنیک آن را کاهش می دهد (Sibiya et al., 2017).

1 - Renewable Energy Sources

2 - Thermo- conversion processes

3 - Volatile Fatty Acid

در ارتباط با استفاده از ضایعات دامی و گیاهی به منظور تولید انرژی و بیوگاز مطالعات متعددی انجام شده است که از جمله آنها می‌توان به مطالعه بر روی پتانسیل انرژی بیوگاز در ترکیه توسط Onurbas (2012) با انگیزه استفاده از زباله های حیوانی که به عنوان ضایعات دفع شده مورد بررسی قرار گرفته است، انجام شده است. نتایج این تحقیق نشان می دهد که پتانسیل انرژی بیوگاز تولید شده از زباله های حیوانی ۲،۱۷۷،۵۵۳،۰۰۰ متر مکعب است. این مقدار گاز از گاو (۶۸٪)، گوسفند کوچک (۵٪) و مرغ (۲۷٪) به دست آمد. علاوه بر این، Afazeli و همکارانش (۲۰۱٤) تولید بیوگاز را از کود حیوانی در ایران بررسی می کنند. مشخص شده است که ۸۶۰۰ میلیون مگاوات در هر سال از زیست گازی می تواند از انواع کود حیوانی تولید شود. Almomani et al (2016) در زمینه کشاورزی و کود حیوانی برای تولید گاز بیوگاز از طریق هضم بی هوازی مطالعه کرد. پیاده سازی این مطالعه، بررسی تاثیر مواد تک و مخلوط بر تولید متان تحت دسته کنترل شده و با توجه به تاثیر اندازه سوبسترا به عنوان تاثیر پروسه فشرده سازی متوسط می پردازد. نتیجه نشان می دهد که افزایش میزان بارگذاری آلی منجر به کاهش تولید متان می شود. همچنین نشان می دهد که هضم بی هوازی از ضایعات کشاورزی مخلوط فیلتراسیون را بهبود می بخشد و آن را مناسب برای استفاده به عنوان کود خاک. علاوه بر این، شین و گوئولا (۲۰۱۷) با توجه به جنبه زیست محیطی، مزایای تولید بیوگاز در زامبیا را مورد بررسی قرار داد برآورد ۲۳۵۷ گرم معادل CO_2 در سال انتشار گازهای گلخانه ای غیر CO_2 از کودهای دام از ۲٦۵ گرم، ۱۰٤۹ گرم از بقایای محصول، ۲٦۸ گرم از زباله های جامد شهری و ٤۳۸ گرم از بقایای جنگل. با تمرکز زیست محیطی، Ingrao و همکاران (۲۰۱۵)، رد پای کربن در زنجیره تامین زیست بوم زراعی در جنوب ایتالیا را با استفاده از رویکرد چرخه عمر تجزیه و تحلیل می کنند. هدف این است که ۱۰۰ سال پتانسیل گرمایش جهانی (GWP100) را محاسبه کنید. موفقیت این مطالعه با برجسته شدن مهمترین گازهای خروجی گازهای گلخانه ای که شامل CO_2، N_2O و CH_4 است، ارائه شده است. آنها همچنین راهبردهای جدیدی را برای طراحی مخلوطی از مواد اولیه پیدا کردند که عملکرد کلی در پایداری محیطی را بهبود می بخشد و در عین حال صرفه جویی در عملکرد انرژی بیوگاز را بهبود می بخشد. در مالزی، مطالعه ای در مورد تولید بیوگاز موجود در زباله های حیوانی توسط Abdeshahian et al (2016) با انگیزه افزایش در دامداری در مالزی مورد مطالعه قرار گرفته است. با این وضعیت، مقدار زیادی از زباله های حیوانی مانند کود، محتوای خون و شکم می تواند منبع خوبی برای تولید بیوگاز باشد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که ٤۵۸۹,٤۹ میلیون مترمکعب سال تولید می شود که می توان تولید برق سالانه ۸,۲۷ × ۱۰۹ کیلووات ساعت انجام داد. با توجه به اهمیت موضوع در این مطالعه به بررسی امکان سنجی تولید انرژی از پسماندهای گیاهی و حیوانی کمپ گردشگری کوره گز پرداخته شد. این کمپ در نزدیکی روستای محمد آباد کوره گز در میانه جنوبی کویر بزرگ، از جنوب به دامنه کوههای ریگ کله، قم کوشک و کوه جن و از شمال به شن زارهای دشت کویر محدود می‌شود. بنابراین از جهت رویکرد تامین انرژی در محل مصرف و کاهش هزینه‌های حمل و نقل به مسئله نگاه شده است.

۲- روش انجام تحقیق

- آماده سازی نمونه

الف) ضایعات میوه و سبزیجات

خوراک ورودی هاضم به صورت نمونه برداری بر اساس نمونه تصادفی انتخاب شده از ضایعات زباله تر (عمدتاً ترکیبات سبزیجات و صیفی جات) می باشد. ترکیب شناختی مواد اولیه مورد استفاده در این پژوهش عبارتن از صیفی‌جات، سبزیجات و میوه‌ها بودند. مقدار ۱۵۰۰ گرم صیفی، ۱۲۰۰ گرم میوه، ۱۲۰۰ گرم سبزیجات به طور تصادفی از مرکز x جمع آوری شده و برای پیش تیمار به وسیله خرد کن به ذرات ریز ۵-۲۰ میلی متری تبدیل شدند. سپس مواد خرد شده، در کیسه نایلونی در دمای اتاق نگهداری گردید.

ب) فضولات حیوانی و ضایعات خوراک مخلوط

در این مرحله مقدار نمونه های برداشت شده به میزانی بود که بتوان در سه دوره آزمایش انجام شود. پس از هر بار توزین مابقی فضولات جهت استفاده در دوره‌های بعدی داخل ظرف پلاستیکی در باز در یک محل خنک نگهداری شد. انتخاب نمونه‌ها به طور کاملا تصادفی انجام شد. نمونه برداری فضولات شتر به عنوان ترکیبات خوراک ورودی مشابه نمونه برداری سایر فضولات حیوانی بوده است. جهت تعیین مشخصات مورد نظر، نمونه‌ها را به طور جداگانه در پنج نوبت جمع آوری کرده و انالیز اولیه را انجام داده و در مجموع ۵ نمونه جمع اوری و بررسی گردید. جهت اطمینان در حصول نتیجه نمونه‌ها در روزهای مختلف برداشت گردیده و در دمای محیط نگهداری شدند.

بارگزاری فضولات شتر در هاضم به دلیل وسعت تولید در فصول مختلف سال جهت بررسی شرایط بهینه در دماهای مختلف مزوفیلیک، ترموفیلیک انجام گرفته است. حجم بارگزاری آن در راکتور و هاضم به حجم ۵ لیتر یکبار باحجم ۳۳۰ میلی لیتر به نسبت ۱ به ۱ مخلوط با آب گرم و بار گزاری دوم با حجم ۱٦٥ میلی لیتر در ٤ دور در یک روز و در بارگزاری‌های بعدی در ٤ نوبت متوالی در چهار روز به تقسیم بندی حجم ۸۲,۵ میلی لیتر تا حجم ۵ لیتر انجام گرفته است.

ج) مشخصات دستگاه پایلوت بیوگاز

دستگاه طراحی شده پایلوت برای تولید بیوگاز از یک مخزن پلاستیکی با حجم ۵ لیتر به عنوان مخزن هضم، یک لوله از جنس پولیکا به عنوان ورودی خوراک که به یک مخزن اولیه خوراک متصل شده است، و یک شیر کنترل خروجی گاز، تشکیل شده است مشخصات مخزن هضم پلاستیکی دارای قطر ۱۷ سانتی متری و ارتفاع ٢٤ سانتی متری است. شیر ورودی و خروجی به مخزن در ارتفاع ۱۰ سانتی متری از کف آن تعبیه گردید. لوله‌های ورودی و خروجی از جنس پولیکا و با قطر یک دوم اینچ در نظر گرفته شد لازم به ذکر است، در تمامی مراحل بارگذاری خوراک، تا ارتفاع ۸ سانتی متری از کف مخزن هضم و پیش از محل تعبیه لوله‌ها، مخزن پر شده است. سیستم کاملا باید پوشیده و عایق بندی گردد، مانع تبادل هوایی بین مواد درون هاضم با هوای بیرون شود. در شرایط بی هوازی بیوگاز تولید خواهد شد. ورود هوا به درون هاضم موجب اختلال در فرآیند هضم می گردد.

- تعیین خواص فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مواد اولیه مانند چگالی، درصد رطوبت، میزان کربن، نیتروژن و نسبت کربن به نیتروژن اندازه‌گیری گردید. چگالی مواد اولیه بر اساس فرمول نسبت جرم حجمی (ρ=M/V) محاسبه گردید. که

در این معادله ρ برابر با چگالی، M برابر با جرم و V برابر با حجم است. چگالی صیفی جات به دو صورت با جرم متراکم و غیر متراکم محاسبه گردید و میانگین آنها به عنوان چگالی مبنا واقع گردید. صیفی‌جات شامل بادمجان ۷۰ گرم، سیب زمینی ۱۵۰ گرم، خیار ۵۰ گرم، هویج ٦٠ گرم، گوجه۳۰ گرم، هندوانه و ...۲۷٦ گرم، مجموعا ٦٣٦ گرم معادل ۰/٦٣٦ لیتر بوده است. سبزیجات شامل مخلوط متراکم تره، جعفری، اسفناج، شنبلیله ۲۲۲ گرم و کاهو ۳۱۰ گرم، با مجموع ۵۳۲ گرم معادل ۰/۵۳۲ لیتر بودند. میوه‌ها شامل هلو، سیب، شلیل غیر متراکم ٤٧٢ گرم معادل ۰/٤٧٢ لیتر منظور شدند. به طور کلی وزن صیفی‌جات، میوه و سبزیجات برابر ۰/۵ گرم در نظر گرفته شد. مقادیر توزین شده از صیفی‌جات، سبزیجات و میوه‌ها (W0) پس از خرد کردن به قطعات دو سانتیمتری، به مدت ٢٤ ساعت درون آون ۱ با دمای C° ۱۰۵ قرار گرفت. پس از بیرون آوردن نمونه و سرد شدن آن در دسیکاتور۲، وزن نهایی نمونه (W1) محاسبه شد. این آزمایش در سه مرحله تکرار انجام شده است. میزان رطوبت نسبی با این رابطه محاسبه گردید.

$$(w.b) = \frac{(W_0 - W_1)}{W_0} \times ۱۰۰$$

نیتروژن نمونه‌ها با روش کجلدال[3] طی سه مرحله هضم، تقطیر و تیتراسیون مورد تجزیه قرار گرفتند. برای این کار از دستگاه اتوماتیک مدل Kjeltec Analyzer unit 2300 استفاده گردید؛ درصد نیتروژن کل نمونه‌ها با استفاده از فرمول زیر و با توجه به مقدار اسیدسولفوریک مصرفی برای تغییر رنگ ماده زرد رنگ درون ارلن محاسبه شد:

$$N\% = \frac{(N \times V \times ۱٤ \times ۱۰۰)}{(m \times ۱۰۰۰)}$$

در این معادله N% درصد نیتروژن کل، N نرمالیته اسیدسولفوریک برابر با ۰/۱، V حجم اسید مصرفی برای تغییر رنگ متیلن رد از حالت زرد به قرمز، m مقدار اولیه نمونه خشک می‌باشند.

برای اندازه گیری درصد کربن از روش احتراق استفاده شد. ۵ گرم از نمونه وزن و به مدت ٢٤ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد قرار داده شد تا نمونه خشک شود. سپس نمونه دوباره توزین شده تا وزن خشک نمونه محاسبه شود (A). نمونه خشک شده به مدت ۱ ساعت در داخل کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد قرار گرفت. متعاقباً نمونه به داخل دسیکاتور منتقل شد تا خنک شود و بعد از آن دوباره توزین شده تا وزن خاکستر اندازه گیری شود (B). نسبت کربن به نیتروژن (C/N) بر مبنای تقسیم مقدار کربن (به درصد) بر مقدار ازت (به درصد) محاسبه گردید، درصد ازت کل (NT) به صورت ضرب وزن هر ماده در میزان ازت آن ماده بدست آمد ($NT = M \times N\%$)،

1 - Aven
2 - Desiccator
3 - Kjeldahl

درصد کربن کل (CT) از ضرب میزان ازت کل هر ماده در نسبت کربن به نیتروژن آن ماده حاصل شد ($CT = NT \times C/N$)، و در نهایت نسبت کربن به نیتروژن کل ترکیب (CT/NT) نیز محاسبه شد.

- خصوصیات خوراکی هاضم

پارامترهای موثر بر تولید بیوگاز در خوراک پیش از ورود به هاضم و پس از آن اندازه گیری شدند. این پارامترها شامل درصد جامدات کل (TS)؛ درصد جامدات فرار به کل نمونه (VS/TS)؛ و تقاضای شیمیایی اکسیژن[1] (COD) بر حسب میلی گرم بر لیتر (mg/l) بودند. تمامی آنالیزهای آزمایشگاهی این بخش بر اساس روش‌های استاندارد آزمایشات آب و فاضلاب اتون۲ و همکاران (۲۰۰۵) صورت گرفت. مقادیر TS و VS/TS به وسیله کروماتوگرافر مدل Metrohm 861 اندازه گیری شدند. برای سنجش میزان COD، ابتدا نمونه محلول با استفاده از کاغذ واتمن ٤٢ صاف شده و سپس با واکنش دادن مواد آلی محلول با پتاسیم دی کرمات و تعیین مقادیر آنها با کروماتوگرافر، در نهایت به وسیله معادله (32).(RMO).(C/FW)=COD محاسبه شد؛ که C برابر غلظت ترکیبات اکسیژن خواه۳ در نمونه؛ FW یا وزن فرمولی ترکیبات اکسیژن خواه در نمونه؛ و RMO یا نسبت مول‌های اکسیژن به مول‌های ترکیبات اکسیژن خواه (در واکنش با دی اکسید کربن، آب و آمونیوم) می‌باشند. اسیدیته یا pH در طول مراحل آزمایش توسط یک pH سنج پرتابل مدل Orion 230A به صورت مستمر کنترل شده و در دامنه ٦/٨-٦/٥ نگه داشته می‌شد. تنظیم اسیدیته به وسیله تزریق بی کربنات سدیم ۱ مولار و هیدروکسید سدیم ۱ مولار به صورت دوره ای صورت گرفت. در این تحقیق مخزن به صورت هضم مزوفیلی و در شرایط دمایی محیط واقع شده بود. روش سنجش دما توسط دماسنج جیوه‌ای بوده است و در هر مرحله گاز گیری از مخزن، دما قرائت می‌شد. بیشینه دمای قرائت شده ۳۵ و کمینه آن ۲۵ درجه سانتی گراد بود. محققان نظر دارند که گاز تولیدی در حین هضم بی هوازی بسیار به دما وابسته است. نمونه برداری از گاز متان بدین صورت بوده است که یکی از ارلن‌ها را پر از آب کرده و ارلن دیگر خالی بر اساس خاصیت چگالی گاز (چگالی گاز سبکتر از چگالی آب است) گاز حاصل به آب داخل ارلن فشار اورده و آب به داخل ارلن خالی منتقل می گردد. حجم آب انتقال یافته با حجم گاز تولیدی برابر است. پس از اینکه گازها نمونه برداری شدند توسط دستگاه متان سنج، درصد متان هر نمونه تعیین گردید. سنسور دستگاه را درون لوله ارتباط ارلن قرار داده و کاملا با چسب محکم بسته شد، تا خروجی هوا وجود نداشته باشد. با تکان دادن ظرف نمونه، گاز از درون ظرف منتقل شده سپس سنسور میزان درصد متان توسط دستگاه متان سنج تعیین شد.

جدول ۱- مشخصات خوراک مخلوط سبزیجات و میوه در مراحل بارگزاری

مراحل بارگزاری	تاریخ بارگزاری	میانگین درصد رطوبت	میزان پسماند جامد ورودی بر حسب گرم	درصد پسماند جامد آلی ورودی به حجم هاضم	بار پسماند مرطوب بر حسب گرم	درصد پسماند مرطوب ورودی به حجم هاضم	زمان ماند - روز
بارگزاری اول	۰۱خرداد۹۷	91	160	3.2	320	6.4	25
بارگزاری دوم	۰۸خرداد۹۷	91.5	320	6.4	640	12.8	25
بارگزاری سوم	۱۵خرداد۹۷	91	640	12.8	1280	25.6	25
بارگزاری چهارم	۲۳خرداد۹۷	92	1280	25.6	2560	51.2	25
بارگزاری پنجم	۳۰خرداد۹۷	92	2560	51.2	5120	102.4	25

1 - Chemical Oxygen Demand
2 - Eaton
3- Oxidizable

۳- نتایج

خصوصیات خوراک‌های هاضم در مراحل بارگزاری‌مشخصات خوراک ورودی در مراحل مختلف بارگزاری مطابق با انجام پیش تیمار و تعیین وزن دوغاب مورد نظر برای خوراک مخلوط میوه ها و سبزیجات و همچنین مخلوط ضایعات حیوانی به ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه شده‌اند. همانور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود میزان رطوبت در طی مراحل مختلف بارگزاری با تغییرات اندکی در محدوده ۹۰ تا ۹۲ درصد در تغییر بوده است. زمان ماند در همه مراحل بارگزاری برای خوراک مخلوط میوه ها و سبزیجات برابر ۲۵ روز و برای خوراک مخلوط ضایعات حیوانی ۳۰ روز بوده است. سایر مشخصات خوراک‌ها شامل میزان پسماند جامد ورودی، پسماند جامد آلی، چسماند مرطوب و چسماند مرطوب ورودی در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. در جدول ۳ مشخصات خوراک ورودی در مراحل بارگزاری با ضایعات شتر به عنوان خوراک سوم ارائه گردیده است. میزان رطوبت آن در مراحل مختلف بارگزاری نسبت به دو خوراک قبلی کمتر و در محدوده ۵۰ تا ۸٤ درصد می‌باشد. زمان ماند برای خوراک ضایعات شتر نیز همانند خوراک مخلوط ضایعات حیوانی برابر ۳۰ روز در هر مرحله در نظر گرفته شده است. در هر مرحله بارگذاری نسبت‌های مورد نیاز و موثر بر تولید بیوگاز، شامل درصد جامدات کل (TS)، درصد جامدات فرار به جامدات کل نمونه (VS/TS) و همچنین میزان تقاضای شیمیایی اکسیژن (COD) نیز اندازه گیری و نتایج آن برای خوراک‌های مخلوط سبزیجات و میوه و خوراک مخلوط ضایعات حیوانی در مراحل مختلف بارگزاری در جداول ٤ و ٥ ارائه گردیده است.

جدول ۲- مشخصات خوراک مخلوط ضایعات حیوانی در مراحل بارگزاری

مراحل بارگزاری	تاریخ بارگزاری	میانگین درصد رطوبت	میزان پسماند جامد ورودی بر حسب گرم	درصد پسماند جامد آلی ورودی به حجم هاضم	بار پسماند مرطوب بر حسب گرم	درصد پسماند مرطوب ورودی به حجم هاضم	زمان ماند - روز
بارگزاری اول	۳تیر۹۷	۸۴.۷۰٪	۳۳۰	۶.۶	۶۶۰	۱۳.۲	۳۰
بارگزاری دوم	۵تیر۹۷	۸۷٪	۱۶۵	۳.۳	۳۳۰	۶.۶	۳۰
بارگزاری سوم	۵تیر۹۷	۸۹٪	۱۶۵	۳.۳	۳۳۰	۶.۶	۳۰
بارگزاری چهارم	۵تیر۹۷	۹۰٪	۱۶۵	۳.۳	۳۳۰	۶.۶	۳۰
بارگزاری پنجم	۵تیر۹۷	۹۰٪	۲۴۷.۵	۴.۹۵	۴۹۵	۹.۹	۳۰
بارگزاری ششم	۱۰تیر۹۷	۹۰٪	۳۳۰	۶.۶	۶۶۰	۱۳.۲	۳۰
بارگزاری هفتم	۱۱تیر۹۷	۹۱٪	۴۱۲.۵	۸.۲۵	۸۲۵	۱۶.۵	۳۰
بارگزاری هشتم	۱۲تیر۹۷	۹۲٪	۴۹۵	۹.۹	۹۹۰	۱۹.۸	۳۰

جدول ۳- مشخصات خوراک ضایعات شتر در مراحل بارگزاری

مراحل بارگزاری	تاریخ بارگزاری	میانگین درصد رطوبت	میزان پسماند جامد ورودی بر حسب گرم	درصد پسماند جامد آلی ورودی به حجم هاضم	بار پسماند مرطوب بر حسب گرم	درصد پسماند مرطوب ورودی به حجم هاضم	زمان ماند - روز
بارگزاری اول	۳فروردین ۹۸	۸۳.۷۰٪	۳۳۰	۶.۶	۶۶۰	۱۳.۲	۳۰
بارگزاری دوم	۵فروردین ۹۸	۸۴٪	۱۶۵	۳.۳	۳۳۰	۶.۶	۳۰
بارگزاری سوم	۵فروردین ۹۸	۷۹٪	۱۶۵	۳.۳	۳۳۰	۶.۶	۳۰
بارگزاری چهارم	۵فروردین ۹۸	۷۹٪	۱۶۵	۳.۳	۳۳۰	۶.۶	۳۰
بارگزاری پنجم	۵فروردین ۹۸	۷۹٪	۲۴۷.۵	۴.۹۵	۴۹۵	۹.۹	۳۰
بارگزاری ششم	۱۰فروردین ۹۸	۷۹٪	۳۳۰	۶.۶	۶۶۰	۱۳.۲	۳۰
بارگزاری هفتم	۱۱فروردین۹۸	۷۹٪	۴۱۲.۵	۸.۲۵	۸۲۵	۱۶.۵	۳۰
بارگزاری هشتم	۱۲فروردین۹۸	۵۰٪	۴۹۵	۹.۹	۹۹۰	۱۹.۸	۳۰

جدول ٤- پارامترهای خوراک مخلوط سبزیجات

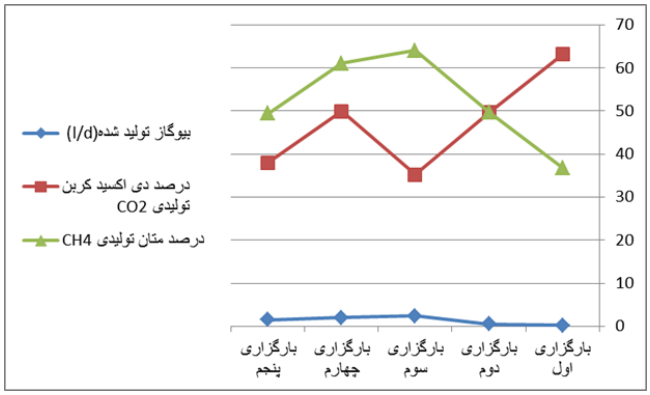
مراحل بارگزاری	تاریخ بارگزاری	N٪	P٪	TS	COD	NT	CT	CT/NT	C/N	VS/TS	pH	M(gr)	C٪
بارگزاری اول	۱ مرداد۹۷	۰.۴	۰.۰۴	۶	۵۵۰	۰.۶۴	۲۰.۸۳۲	۳۲.۵۵	۳۲.۵۵	۹۷.۵	۶.۲۹	۱۶۰	۱۳.۰۲
بارگزاری دوم	۸ مرداد۹۷	۰.۴	۰.۰۴	۵.۴	۶۰۱	۱.۲۸	۴۲.۴۹۶	۳۳.۲	۳۳.۲	۹۷.۵	۵.۸	۳۲۰	۱۲.۵۹
بارگزاری سوم	۱۵ مرداد۹۷	۰.۵	۰.۰۴	۵.۴	۱۰۸۰	۳.۲	۸۳.۴۵۶	۲۶.۰۸	۲۶.۰۸	۹۷.۵	۷.۵۸	۶۴۰	۱۳.۰۴
بارگزاری چهارم	۲۳ مرداد۹۷	۰.۵	۰.۰۴	۴.۷	۲۱۶۰	۶.۴	۲۱۲.۴۸	۳۳.۲	۳۳.۲	۹۷.۵	۷.۶	۱۲۸۰	۱۳
بارگزاری پنجم	۳۰ مرداد۹۷	۰.۴	۰.۰۴	۶	۲۵۴۰	۱۰.۲۴	۳۳۹.۹۶۸	۳۳.۲	۳۳.۲	۹۷.۵	۷.۰۱	۲۵۶۰	۱۲.۰۶

جدول ٥- پارامترهای خوراک مخلوط ضایعات حیوانی

تاریخ بارگزاری	N٪	P٪	TS	COD	NT	CT	CT/NT	C/N	VS/TS	pH	M(gr)	C٪	VS	درصد پسماند جامد آلی ورودی به حجم هاضم
۳تیر۹۷	۰.۱۸	۰.۰۶	۱۵.۷۴	۳۸۴۰۰	۱.۰۹۲	۳۶.۰۳۶	۳۳	۳۳	۴.۸۹۸۳۵	۷	۳۳۰	۱۱.۸۸	۷۷.۱	۶.۶
۵تیر۹۷	۰.۱۷	۰.۰۱	۱۵.۳	۴۲۰۰۰	۱.۰۷۹	۳۷.۷۰۱۵	۳۴.۹۴۱۲	۳۴.۹۴۱۲	۵.۳۸۰۳۹	۶.۹	۱۶۵	۵.۹۴	۸۲.۳۲	۳.۳
۵تیر۹۷	۰.۱۸	۰.۰۱	۲۳.۷۶	۴۹۰۰۰	۱.۰۸۹	۳۵.۹۳۷	۳۳	۳۳	۳.۶۱۹۵۳	۶.۸	۱۶۵	۵.۹۴	۸۶	۳.۳
۵تیر۹۷	۰.۱۷	۰.۰۱	۱۶.۷۴	۳۹۰۰۰	۱.۰۹	۳۸.۰۸۵۹	۳۴.۹۴۱۲	۳۴.۹۴۱۲	۴.۶۶۵۴۷	۶.۸	۱۶۵	۵.۹۴	۷۸.۱	۳.۳
۵تیر۹۷	۰.۱۸	۰.۰۶	۱۷.۷۴	۳۷۰۰۰	۱.۰۹۱	۵۴.۰۰۴۵	۴۹.۵	۴۹.۵	۴.۴۵۸۸۵	۶.۷	۲۴۷۵	۸.۹۱	۷۹.۱	۴.۹۵
۱۰تیر۹۷	۰.۱۷	۰.۰۶	۱۷.۳	۳۵۰۰۰	۱.۰۷۷	۳۵.۵۴۱	۳۳	۳۳	۴.۸۷۳۹۹	۶.۶	۳۳۰	۱۱.۸۸	۸۴.۳۲	۶.۶
۱۱تیر۹۷	۰.۱۸	۰.۰۶	۲۳.۷۵	۳۶۰۰۰	۱.۰۷۸	۳۵.۵۷۴	۳۳	۳۳	۳.۶۲۱۰۵	۶.۵	۴۱۲.۵	۱۴.۸۵	۸۶	۸.۲۵
۱۲تیر۹۷	۰.۱۷	۰.۰۶	۱۸.۷۴	۳۶۸۰۰	۱.۰۸۹	۳۵.۹۳۷	۳۳	۳۳	۴.۲۷۴۲۸	۶.۶	۴۹۵	۱۷.۸۲	۸۰.۱	۹.۹

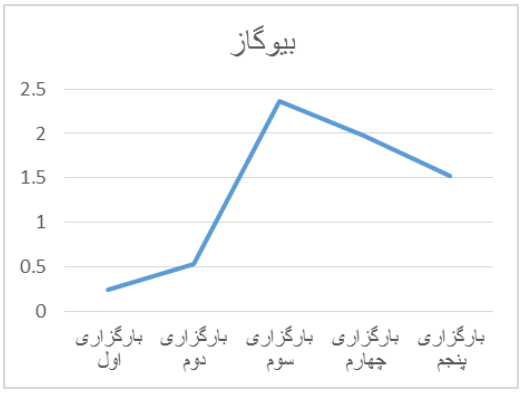
در این بررسی در روزهای ابتدایی ورود خوراک مخلوط سبزیجات، تولید گاز به دلیل درصد بالای جامدات و بالابودن درصد سلولز به کندی انجام می‌گرفت و شروع انجام عملیات هیدرولیز به زمان نیاز داشت و از روز هشتم افزایش تولید گاز دیده شد. روند کاهش خاش به طور تقریبی در روز دهم پس از بارگزاری اغاز گردید که نشان دهنده شروع فعالیت باکتری‌های متان ساز و محلول شدن بیشتر جامدات سلولزی در دوغاب هاضم بوده و اغاز روند نسبی وضعیت پایدار هاضم در دوره بارگزاری به طور تقریبی از روز پانزدهم و شانزدهم شروع گردید که نشان دهنده کاهش خاش در سیستم می‌باشد. در شکل ۱ میزان بیوگاز تولید شده در بارگزاری‌های مختلف نشان داده می‌شود. در طول این فرایند مقدار pH در حدود ۵/۸ تا ۷/۵ متغیر بود. در روزهای ابتدایی مقدار pH به تدریج رو به کاهش اندازه-گیری شد و به طور تقریبی pH تا روز دهم محیط اسیدی و pH پایین اندازه گیری شد. همانطور که اطلاعات تغییرات اسیدی و قلیایی محیط ثبت گردید، در آغاز بارگزاری به دلیل مقدار کم خوراک ورودی و نیاز به زمان جهت شروع فرایند هیدرولیز و مرحله اسیدسازی با ادامه فرایند باکتری‌ها، تولید اسیدهای چرب مشاهده می‌شود

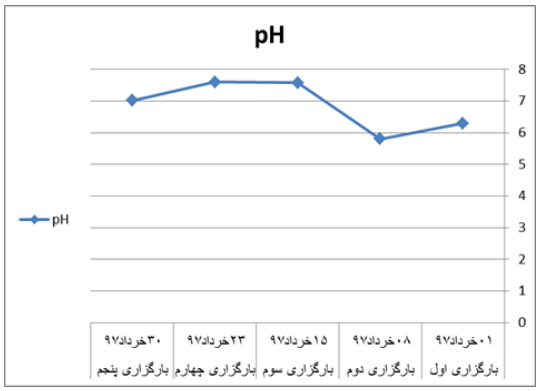
در اینجا متابولیسم‌های باکتریایی که از اسیدهای چرب استفاده می کنند واکنش آهسته نسبت به دیگر فرایندها دارند بنابراین در این گام عامل محدود کننده در واکنش می‌باشد. کاهش زیاد pH سرعت واکنش را نشان می‌دهد به این معنی که واکنش هیدرولیز و اسیدوژنیز سریع می-باشد و میکروارگانیسم‌ها به سرعت از خوراک ورودی استفاده کرده‌اند. در این حالت برای ایجاد شرایط مناسب از محلول بی کربنات سدیم ۰/۱ درصد جهت تنظیم pH استفاده شد و از روز دهم افزایش pH دیده شد.



شکل ۱- روند حجم بیوگاز، متان و دی اکسیدکربن تولیدی در طول فرایند برای خوراک مخلوط میوه و سبزیجات

شکل ۲ روند تغییرات pH در طول دوره فرایند را نشان می‌دهد. در این نمودار بیشترین میزان گاز تولیدی در بارگزاری سوم در حدود ۲,۳۷ لیتر در روز بدست آمد. افزایش خوراک ورودی در بارگزاری‌های چهارم و پنجم به تدریج روند تولید گاز به دلیل کاهش محیط قلیایی سیستم و pH کاهش یافت و به اثبات حساسیت باکتری های متان ساز به محیط قلیایی و افزایش pH رسیدیم. همچنین منحنی های تولید گاز در تمام دوره ۲۵ روزه بارگزاری ها افزایش گاز تا روز ۱۵ بارگزاری را نشان می دهد و سپس پس از افزایش پیک تولید گاز از روز ۱۵ بارگزاری تا پایان دوره فرایند کاهش تولید گاز را می بینیم که نمایش رسیدن سیستم به ثبات را نشان می دهد. در نتیجه می‌توان قضیه نیاز زمانی ۱۵ روزه جهت فرایند کامل هضم در یک سیستم بی هوازی را مشاهده نمود که در روز ۱۵ بارگزاری افزایش فعالیت باکتری‌های متان ساز مشاهده گردید. در سنجش‌های انجام شده در بارگزاری‌های اولیه درصد دی اکسید کربن به نسبت بیوگاز تولیدی بالا و درصد متان تولیدی پایین بود که به تدریج با افزایش خوراک و سایر پارامترهای ذکر شده در بارگزاری سوم دی اکسید کربن کاهش و فعالیت میکروارگانیسم های متان ساز به بالاترین مقدار در سیستم رسید و در بارگزاری های بعدی (چهارم و پنجم) میزان تولید متان مجددا کاهش پیدا کرد.





شکل ۲- روند حجم بیوگاز (سمت راست) تولیدی و pH در طول فرایند برای خوراک مخلوط ضایعات دامی (سمت چپ)

روند حجم بیوگاز تولیدی و pH در طول فرایند برای خوراک مخلوط ضایعات دامی در شکل ۲ نشان داده شده است. مقدار حجم گاز تولیدی در بارگزاری‌های مختلف و با تغییر pH متفاوت می‌باشد. از بارگزاری‌های اول به بارگزاری‌های بعدی روند تولید بیوگاز افزایش یافت. بیشترین مقدار بیوگاز تولیدی در روز شانزدهم آزمایش نشان داده شد و نمایانگر آن می باشد که جهت انجام فرایند کامل هضم در هاضم با خوراک ورودی مخلوط ضایعات حیوانی به شانزده روز زمان نیاز می-باشد. پس از انجام کامل فرایند هضم روند تولید بیوگاز کاهش یافت و میزان pH در محدوده ۷/۱ تا ۷/۵ ثابت شد که کاهش اسیدیته محیط هاضم را نشان می‌دهد به تعبیر دیگر فعالیت باکتری‌ها به توازن رسیده است. با توجه به میزان مناسب رطوبت و نسبت C/N صیفی جات که مورد نیاز در فرآیند تولید بیوگاز است و همچنین حجم بیشتر این نوع پسماند در ضایعات تره بار، در این تحقیق سعی شد تا از درصد بالاتری از این گروه برای خوراک ورودی به هاضم استفاده شود (۷۵ درصد). اندازه ذرات باید به اندازه کافی کوچک باشد، تا سطح تماس مناسبی برای حمله و تغذیه میکروارگانیسم‌ها فراهم شود. در غیر اینصورت، موجب ایجاد لخته شده و به علت وجود رطوبت، یک سطح غیر قابل نفوذ و عدم فعالیت تغذیه‌ای برای میکروارگانیسم‌ها ایجاد می کند. . نتایج تحقیق حاضر نشان داد که درصد نیتروژن میوه‌ها بیشتر از صیفی و سبزی بوده است و C/N که ارتباط معکوسی با مقدار ازت دارد در صیفی جات بیشتر از سبزی و میوه‌ها دیده شد. سوخت های زیستی، نوعی افزودنی یا جانشین برای سوخت‌های فسیلی به ویژه سوخت‌های حاصل از نفت خام محسوب می‌شوند که می‌تواند از منابع وافر زیست توده سلولزی خانگی و کشاورزی مورد استفاده قرار گیرند. زیست توده یک منبع انرژی تجدیدپذیر و کاربردی با طیف گسترده

جغرافیایی است که با استفاده از مواد سوختی جمع آوری شده از مزارع و نهالستان‌های طبیعی، محصولات کشاورزی و جنگلی، ضایعات مواد غذایی، مواد زائد جامد شهری، فاضلاب‌ها و گیاهان آبزی و همچنین ضایعات دامی برای تولید بیوانرژی به کار گرفته می‌شوند (محمدپور اقدم.، محمدعلی نصیری خلیلی، ۱۳۹۲). تولید بیوگاز علاوه بر فوایدی که برای کشاورز دارد، دارای فواید اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی زیادی است. بیوگاز باعث افزایش توانایی اقتصادی کشاورزان، اشتغال زایی، اصلاح استانداردهای زندگی و توسعه اقتصادی و اجتماعی می‌شود. از نظر اجتماعی، منبعی است تجدیدپذیر که باعث کاهش گازهای گلخانه ای و گرمایش جهانی، وابستگی به سوخت های فسیلی و مواد زائد می شود و اشتغال زایی را افزایش می دهد و دارای قابلیت انعطاف برای اهداف مختلف است (محمد نژاد سیگارودی و همکاران، ۱۳۸۹). در مطالعه حاضر سه نوع خوراک ورودی به هاضم در نظر گرفته شد که خوراک اول ضایعات مخلوط میوه و سبزیجات و خوراک-های دوم و سوم مربوط به ضایعات حیوانی بودند. تولید بیوگاز در خوراک مخلوط سبزیجات و ضایعات حیوانی تقریبا روند مشابهی را نشان داد. در واقع رطوبت خوراک‌های مذکور در حد مطلوب قرار داشتند. هضم بی هوازی مناسب برای ضایعات حاوی رطوبت بالای ۵۰ درصد از فرایندهای ترمو تبدیل است. ضایعات میوه و سبزیجات حاوی رطوبت بسیار بالایی هستند (۷۵ تا ۹۰ درصد)، با این وجود استفاده از میوه و سبزیجات به عنوان یک سوبسترا برای تولید بیوگاز، به علت کمبود بستر، یک روند چالش برانگیز است (Asquer et al., 2013). Sanjaya و همکاران (۲۰۱٦) عنوان نمودند که سطح تولید متان از هسته میوه‌ها بیشتر از گوشت و پوسته آنها می‌باشد. Sitorus و Seno (۲۰۱۳) بازیابی بیوگاز را از طریق فرایند هضم بی هوازی از ضایعات مخلوط میوه و سبزیجات در یک فرآورده بی هوازی بطری خوراکی در دمای محیط به مدت ۱٤ هفته ارزیابی کرد. ضایعات شامل ۷۸ درصد ضایعات سبزی، ٤ درصد زباله های گوشتی و ۱۸ درصد ضایعات میوه بودند. بالاترین مقدار متان ٦۵ درصد در جریان با بیوگاز ۲۰-٤۰ میلی لیتر در دقیقه به دست آمده است که میزان متان تولیدی از خوراک مخلوط سبزیجات و میوه در محدوده متان تولیدی گزارش شده توسط این محققین بود. محدودیت عمده در فرآیند میوه و سبزی به عنوان اسیدی شدن سریع شناخته شده است. در این راستا، مقدمات تیمار برای کاهش میزان بارگذاری آلی ضروری است (Appels et al., 2008). در مطالعه حاضر برای خنثی سازی محیط اسیدی از بی کربنات ۰/۱ درصد استفاده گردید. در حال حاضر فضولات تولیدی در سطح دامداریهای استان در محوطه یا بیرون واحد دپو میشود تا پس از گذشت یک دوره چند هفته یا چند ماهه)بسته به فصل و تقاضای بازار) برای مصارف کودی جمع آوری و در سطح زمین‌های زراعی توزیع گردد. دپوی فضولات و یا کاربرد بیش از حد آن به عنوان کود مشکلاتی را از قبیل انتشار نیتروژن، فسفر، فلزات کمیاب، آمونیاک، بوی بد و عوامل بیماریزا در پی خواهد داشت (Shafiei et al., 2013). لذا با احداث واحدهای تولید بیوگاز می‌توان گامی اساسی در جهت کاهش گازهای گلخانه‌ای و آلودگیهای زیست محیطی برداشت. علاوه بر این، در صورت به کارگیری این بخش برای تولید بیوگاز می‌توان سهم بزرگی از نیاز منطقه به گاز طبیعی به ویژه در مناطق روستایی را مرتفع نمود. در این مطالعه ما نشان دادیم که استفاده از ضایعات حیوانی به عنوان خوراک هاضم منبع مناسبی برای تولید بیوگاز و متان است. میزان تولید بیوگاز در بارگزاری اول تا پنجم برابر l/d ٦/٦۳ محاسبه گردید که حداقل آن در بارگزاری اول (۰/۲٤) و حداکثر ان در بارگزاری سوم (۲/۳۷) حاصل گردید. پژوهشهای معدودی در زمینه تخمین پتانسیل تولید بیوگاز از پسماندهای آلی دامی برای بعضی از مناطق ایران صورت گرفته است اگرچه در مناطق متعدد دنیا این مطالعات انجام و برآورد از آنها صورت گرفته است. Abdeshahian و همکاران (۲۰۱٦) گزارش نمودند که از ضایعات آلی به دست آمده از حیوانات مزرعه و کشتارگاه‌ها در مالزی می‌توان مقدار ٤۵۸۹ میلیون متر مکعب در سال بیوگاز تولید کرد. مطالعات دیگری پتانسیل تولید بیوگاز از پسماندهای آلی را در چند کشور محاسبه کرده و سهم بیوگاز تولیدی را در تأمین و پوشش بخشی از نیازهای انرژی از جمله در تولید برق و بخش حمل و نقل گزارش کردند (Lopez Moreda, 2016; Lonnqvist et al., 2015). در یک پژوهش پتانسیل تولید بیوگاز از فضولات دامی و ضایعات کشتارگاهی در مناطقی از ایران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که پتانسیل تولید بیوگاز از فضولات حیوانی قابل دسترس در ایران ۸٦۰۰ میلیون متر مکعب در هر سال است (Afazeli et al., 2014). مقدار پتانسیل بیوگاز از کود دامی در سطح استان خراسان رضوی ۹٤۱۹۸ میلیون متر مکعب و پتانسیل

انرژی ۲۰۳۵ تراژول برآورد شد (Aminian et al., 2013). در مطالعه حاضر نیز ما نشان دادیم که با استفاده از ضایعات حیوانی شامل ضایعات مرغی و دامی می‌توان به میزان بیوگاز مناسبی دست یافت که با نتایج این محققین مطابقت دارد.

٤- نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر برای بررسی پتانسیل تولید بیوگاز از مخلوط سبزیجات و میوه و همچنین ضایعات حیوانی به عنوان خوراک ورودی هاضم انجام شد. میزان رطوبت خوراک مخلوط سبزیجات از مخلوط ضایعات حیوانی بود. روند تولید حجم بیوگاز در هر دو خوراک مشابه و بیشترین محجم بیوگاز تولیدی در بارگزاری سوم (روز شانزدهم) حاصل گردید. میزان pH در طی فرآیند هضم کاهش یافت که این کاهش موجبات حذف میکروب‌ها را فراهم آورد و این مهم توسط خنثی کردن محیط اسیدی توسط بی کربنات کنترل گردید. از آنجا که در اکثر مناطق نه تنها استفاده‌ای از پسماندهای گیاهی و حیوانی نمی‌شود بلکه دفع و دفن آنها با صرف هزینه‌های فراوان انجام می‌گردد. به منظور حفاظت از محیط زیست و حفظ سلامتی انسان‌ها و سایر موجودات زنده، اتخاذ راهکارهای لازم برای حل این معضل امری ضروری است. احداث و توسعه واحدهای تولید بیوگاز در این مناطق به عنوان یک روش مناسب برای جمع آوری و استفاده بهینه فضولات دامی و پسماندهای گیاهی با کنترل و کاهش انتشار آلاینده‌های زیست محیطی ناشی از انباشت این ضایعات، در کنار تولید انرژی به عنوان یک ضرورت باید بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد.

منابع

- ساسانی معصومه، خرم نژادیان شهرزاد، صفری رضا.۱۳۹٦، تجزیه هیدروکربن‌های سه‌حلقه‌ای آنتراسن با استفاده از سودوموناس آئروجینوزا .مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان. ۱۹ (۲) :٦٥-۷۱.
- محمد نژاد سیگارودی، ج.، شعبانی کیا، ا و بوغان دشتی، ب. ۱۳۸۹. پتانسیل سنجی تولید انرژی از پسماندهای کشاورزی ایران، نخستین همایش بیوانرژی ایران، تهران
- مهدی محمدپور اقدم.، محمدعلی نصیری خلیلی. ۱۳۹۲. امکان سنجی تولید انرژی زیستی از پسماندهای کشاورزی. اولین همایش سراسری محیط زیست، انرژی و پدافند زیستی.

Kuwahara, N., Berni, M. D. and Bajay, S. V., 1999, Energy supply from municipal wastes: The potential of biogas – fuelled buses in Brazile. Renewable energy, 16: 1000– 1003.

Noxolo Thandeka Sibiya, Edison Muzenda, Member, IAENG, Charles Mbohwa. 2017. Evaluation of Potential Substrates for Biogas Production via Anaerobic Digestion: A Review. Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2017 Vol II.

B. Sitorus, and D. P. Seno, "Biogas recovery from anaerobic digestion process of mixed fruit-vegetable wastes." Energy Procedia 32, pp.176-182, 2013.

C. Asquer, A. Pistis, and E.A. Scano, ―CHARACTERIZATION OF FRUIT AND VEGETABLE WASTES AS A SINGLE SUBSTRATE FOR THE ANAEROBIC DIGESTION Extended abstract,‖ Environmental Engineering and Management Journal, vol.12,pp.89-92, 2013..

B. LeaMaster, J.R. Hollyer, and J.L. Sullivan, ―Composted animal manures: Precautions and processing,‖ 1998.

G. Yorgey, C. Frear, C. Kruger, and T. Zimmerman, ―The Rationale for Recovery of Phosphorus and Nitrogen from Dairy Manure,‖ 2014.

A. Peyman, J. S. Lim, W. S. Ho, H. Hashim, and C. T. Lee. "Potential of biogas production from farm animal waste in Malaysia," Renewable and Sustainable Energy Reviews 60 ,pp. 714-723, 2016.

P. Abdeshahian, J. S. Lim, W. S. Ho, H. Hashim, and C. T. Lee, "Potential of biogas production from farm animal waste in Malaysia." Renewable and Sustainable Energy Reviews 60, pp.714-723, 2016.

O. Alsayegh, S. Alhajraf and H. Albusairi, ―Grid-connected renewable energy source systems: challenges and proposed management schemes,‖ Energy Conversion and Management, vol. 51(8), pp.1690-1693, 2010.

Edison Muzenda, "Bio-methane Generation from Organic Waste: A Review," Lecture Notes in Engineering and Computer Science: Proceedings of The World Congress on Engineering and Computer Science 2014, WCECS 2014, 22-24 October, 2014, San Francisco, USA, pp647-652,

R.L. Bain, and R.P. Overend, ―Biomass for heat and power,‖ Forest Products Journal, vol.52,pp.12-19, 2002.

J. Cheng, Biomass to renewable energy processes. CRC press, United State of America,pp.151, 2009.

D. Deublein, and A. Steinhauser, Biogas from waste and renewable resources: an introduction. John Wiley & Sons, 2011.

N.Y. Amponsah, M. Troldborg, B. Kington, I. Aalders, and R.L. Hough, ―Greenhouse gas emissions from renewable energy sources: A review of lifecycle considerations,‖ Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol.39,pp.461-475, 2014.

R. Singh, and A. D. Setiawan,‖ Biomass energy policies and strategies: Harvesting potential in India and Indonesia,‖ Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol.22,pp.332-345,2013.

C. Asquer, A. Pistis, and E.A. Scano, ―CHARACTERIZATION OF FRUIT AND VEGETABLE WASTES AS A SINGLE SUBSTRATE FOR THE ANAEROBIC DIGESTION Extended abstract,‖ Environmental Engineering and Management Journal, vol.12,pp.89-92, 2013..

A.P. Sanjaya, M.N. Cahyanto, and R. Millati, ―Mesophilic batch anaerobic digestion from fruit fragments,‖ Renewable Energy, 2016.

B. Sitorus, and D. P. Seno, "Biogas recovery from anaerobic digestion process of mixed fruit-vegetable wastes." Energy Procedia 32, pp.176-182, 2013.

L. Appels, J. Baeyens, J. Degrève, and R. Dewil, ―Principles and potential of the anaerobic digestion of waste-activated sludge,‖ Progress in energy and combustion science, vol.34,pp.755-781, 2008.