مستخرج از پایان نامه

پایداری، توسعه و محیط زیست، دوره سوم، شماره ٤، زمستان ١٤٠١(١٠٢-٩١)

تولید بیوگاز با استفاده از فضولات شتر و پسماند گیاه پالایی در مناطق حاشیه کویر با استفاده از روش AHP فازی

امید محمد علیخان [1]

شهرزاد خرم نژادیان [2] *

khoramnejad@damavandiau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۲۰ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۱**

چکیده

زمینه و هدف: تولید انرژی پاک و حذف پسماند از اولویتهای جوامع دوستدار محیط زیست میباشد. با تولید بیوگاز از کود هم میتوان آلودگی بیولوژیک در محیط را کاهش داد و هم میتوان انرژی تولید نمود، گیاه پالایی از روشهای حذف آلودگی خاک میباشد .هدف از این تحقیق بررسی تولید بیوگاز از فضولات شتر و پسماند گیاه پالایی و همچنین شناسایی متغیرها که باعث بهبود تولید بیوگاز میشوند با استفاده از روشAHP فازی میباشد.

روش بررسی: بارگزاری فضولات شتر در هاضم در دماهای مختلف مزوفیلیک(۳۶-۳۷)، ترموفیلیک (۵۵) انجام گرفته است. پسماند ناشی از گیاه پالایی سرب در خاک با فضولات شتر مخلوط گشته و در شرایط مشابه بارگزاری شد. در طول ۱ ماه بارگزاری مواد، میزان تولید بیوگاز اندازه گیری گردید. نتایج بدست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS آنالیز گردیده است.

یافته ها: نتایج نشان داد که میزان pH نقش مهمی در تولید بیوگاز ایفا میکند. بارگزاری اول به دلیل خوراک ورودی کم و همچنین نرسیدن به زمان مورد نظر جهت انجام عملیات هضم میزان pH هاضم کم و در نتیجه تولید گاز بسیار اندک بود که با تدریج با افزایش تعداد بارگزاری سرعت تولید گاز و مقدار تولید گاز افزایش پیدا کرد. همچنین مشخص شد با افزایش میزان پسماند گیاه پالایی میزان تولید بیوگاز کاهش می یابد. با استفاده از روش AHP فازی پارامترها رتبه بندی شدند.

بحث و نتیجه گیری: با توجه به نتایج بدست آمده، فضولات شتر پتانسیل مناسبی برای تولید بیوگاز دارند.میزان ازت و فسفر بیشتر اهمیت را در تولید بیوگاز دارند و نسبت مواد جامد فرار کمترین رتبه را طبق روش AHP فازی دارد. پسماند ناشی از گیاه پالایی را در مقادیر کم میتوان اضافه نمود.

واژه‌های کلیدی: بیوگاز، فضولات شتر، گیاه پالایی، پسماند.

۱- دانشجوی مقطع دکتری، گروه علوم و مهندسی محیط زیست، واحد دماوند، دانشگاه آزاد اسلامی، دماوند، ایران.

۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی محیط زیست ،واحد دماوند، دانشگاه آزاد اسلامی، دماوند، ایران. *(مسوول مکاتبات)

J. Sus. Dev. & Env., Vol 3, No.4, winter 2023, pp.91-102

Identifying and ranking factors influencing the sustainable development of environmental culture in sports

Omid Mohamad Alikhn [1]
Shahrazad Khoramnejadian [2 *]
khoramnejad@damavandiau.ac.ir

Admission Date:January 11, 2023 Date Received: September 11, 2022

Abstract

Background & Objective: Production of clean energy and elimination of waste is one of the priorities of environmentally friendly societies. By producing biogas from manure, biological pollution in the environment can be reduced and energy can be produced. Phytoremediation is one of the ways to remove soil pollutant. The purpose of this research is to investigate the production of biogas from camel dung and phytoremediation waste and also to identify the variables that improve biogas production using the fuzzy AHP method.

Material and Methodology: The loading of camel dung in the digester has been done at different mesophilic and thermophilic temperatures (36-37 and 55). The waste from the lead phytoremediation was mixed with camel dung and was loaded in similar conditions. During 1 month of material loading, biogas production was measured. The results have been analyzed using SPSS software.

Findings: The results showed that pH plays an important role in biogas production. The first load was low due to low input feed as well as failing to reach the desired digestion operation, resulting in very low digestive pH, which gradually increased as the number of gas production speeds and gas production increased. It was also found to decrease the amount of biogas production as the amount of refined plant was increased. The parameters were ranked using the fuzzy AHP method.

Discussion and Conclusion: According to the results, camel dung has a good potential for biogas production. Nitrogen and phosphorus are more important in biogas production and the ratio of volatile solids has the lowest rank according to the fuzzy AHP method. Phytoremediation waste could be used in small amounts.

Keywords: biogas, camel dung, phytoremediation, solid waste.

1- PhD student, Department of Environment, Damavand Branch, Islamic Azad University, Damavand, Iran.
2- Assistant professor, Department of Environment, Damavand Branch, Islamic Azad University, Damavand, Iran. * (*Corresponding Author*)

مقدمه

امروزه تولید انرژی از اولویتهای جوامع بشری میباشد. رویکرد جهانی با افزایش تقاضای انرژی و وابستگی شدید آن به سوختهای فسیلی نیاز به انرژیهای جایگزین را مورد توجه قرار داد (۱) . در این راستا و با توجه به محدودیت منابع سوختهای فسیلی و آلودگیهای زیست محیطی ناشی از مصرف آنها، دانشمندان در سراسر جهان وادار به جستجوی جایگزین هایی برای آنها شده اند (۲) . قناوری هضم بی هوازی برای تیمارهای ارگانیک و کارایی آنها در کاهش ضایعات، تولید انرژی قابل تجدید، کاهش میکرواورگانسیمهای بیماری زا و ضایعات آلی مورد بررسی قرار گرفته است.(۳) استفاده از سیستم بیوگاز یکی از راههای حفظ حیات پوششهای گیاهی بخصوص در مناطق خشک است. نیاز روستاییان به انرژی حرارتی و بوته کنی و جنگل تراشی سبب نابودی جنگل ها، مراتع، پیشروی مناطق کویری و بیابانی و کاهش استعداد حاصلخیزی زمینهای کشاورزی شده است. فضولات حیوانی منابع مهم کود مزارع و افزایش مواد آلی خاک بصورت سنتی میباشند . نشخوارکنندگان و دامهای اهلی، متان را در سیستم گوارشی خود تولید می‌کنند که این امر در گرمایش جهانی موثر است (۴). شتر گونه مناطق خشک میباشد که نسبت به سایر دامها جیره غذایی کمتری دارد(۵) لجن حاصل از دستگاه بیوگازنیز میتواند بعنوان کود مورد استفاده قرار گیرد(۶)

صالحی و همکارانش(۷) در مقیاس آزمایشگاهی از زباله آشپزخانه و کود گوسفند بیوگاز تولید نمودند. از بطری های یک لیتری به عنوان رآکتور استفاده کردند و اثر هوازدگی زباله،کود گوسفند، غلظت زباله، درصد کود گوسفند و زمان آماده سازی محیط باکتری ها بر راندمان تولید گاز و درصد متان را بررسی نمودند.در این پژوهش اعلام نمودند که پسماندهایی می توانند در تجزیه بی هوازی گاز متان را تولید کنند که تحت شرایط تجزیه هوازی نباشند و اضافه کردن کود گوسفند بعنوان منبع تامین کننده میکروارگانیسمهای بی هوازی نیز مقدار بیوگاز تولیدی را بیشتر میکند.

در پژوهش علیدادی و همکاران (۸) فرآیند تولید بیوگاز با استفاده از مخلوط شیرابه زباله شهری و فضولات حیوانی را مطالعه نمودند. در این پژوهش شیرابه زباله محل دفن زباله شهری مشهد و فضولات تازه گاوی با نسبت های مختلف مخلوط شد و با شرایط یکسان تحت هضم بی هوازی قرار گرفت تا توانایی تولید گاز متان در نسبت های مختلف مشخص گردد. این پژوهش نشان داد که تولید بیوگاز از اختلاط شیرابه زباله و فضولات حیوانی ممکن است و تولید کود حاوی مواد مغذی (فسفر، نیتروژن، سدیم و پتاسیم) که از نظر پارامترهای تثبیت کود ازجمله: هدایت الکتریکی، اسیدیته ، کاهش جامدات فرار و نسبت C/N مطابق استانداردها می باشد.

در پژوهش آسور و همکاران(۶) مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی کود حاصله از ترکیب فضولات دامی و طیور در سیستم بیوگاز را بررسی نمودند. فضولات دامی و طیور جمع‌آوری شده و به نسبت ۲ : ۱ در پایلوت قرار داده شد و پس از ۲ ماه میزان گاز را اندازه گیری نمودند. یزان pH به‌دست آمده از کود حاصله ۷/۲ بود. هدایت الکتریکی نمونه موردنظر در دمای استاندارد برابر با ۲۹/۵۳ میلی زیمنس بر سانتی متر گزارش گردید. رطوبت محاسبه شده ۵ درصد به‌دست آمد.

پاکسازی خاک بوسیله گیاهان روشی ارزان و دوستدار محیط زیست میباشد که میتواند عناصر سنگین و آلاینده ها را در محیط حذف کرده یا فراهمی زیستی آنها را کاهش دهد، پاکسازی گیاهی بر استفاده از گیاهان مبتنی است که گیاهان میتوانند مقادیر بسیار کم آلاینده ها در خاک را جذب کنند (۹). پس از جذب آلاینده ها توسط گیاهان، پسماند این گیاهان نیازمند مدیریت دفع صحیح میباشد در این پژوهش سعی شده است کاربردی برای این پسماندها در نظر گرفته شود که کم هزینه باشد.

در این مقاله به بررسی تولید بیوگاز از فضولات شتر درمقیاس آزمایشگاهی پرداخته شده است. با توجه به اینکه در مناطق کویری کشور ایران گله های شتر وجود دارد میتوان از فضولات آنها برای خوراک دستگاههای بیوگاز استفاده نمود.. در این

تحقیق از پسماند گیاه پالایی بعنوان خوراک در یک بارگزاری همراه با فضولات شتر استفاده شده است که نوآوری محسوب میگردد.

روش بررسی

نمونه برداری فضولات شتر به عنوان ترکیبات خوراک ورودیه طور کاملا تصادفی انجام شده است. در مجموع ۵ نمونه جمع اوری و بررسی گردید.

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 ۱۶۵ میلی لیتر در ۴ دور در یک روز و در بارگزاریهای بعدی در ۴ نوبت متوالی در چهار روز به تقسیم بندی حجم ۸۲,۵ میلی لیتر تا حجم ۵ لیتر انجام گرفته است.

پایلوتی که برای تولید بیوگاز استفاده شد از یک مخزن پلاستیکی با حجم ۵ لیتر به عنوان مخزن هضم، یک لوله به عنوان ورودی خوراک که به یک مخزن اولیه خوراک متصل شده ، و یک شیر کنترل خروجی گاز، تشکیل شده بود، در تمامی مراحل بارگذاری خوراک، تا ارتفاع ۸ سانتی متری از کف مخزن هاضم و پیش از محل قرارگیری لوله ها، مخزن پر شده بود. سیستم کاملا باید عایق بندی گردد تا مانع انتقال هوا درون مخزن با هوای بیرون شود و شرایط بیهوازی حفظ شود. ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی مواد اولیه مانند چگالی، درصد رطوبت، میزان کربن، نیتروژن و نسبت کربن به نیتروژن اندازه گیری گردید. جدول شماره (۱) مشخصات خوراک هاضم در مراحل بارگزاری را نشان میدهد. پارامترهای موثر بر تولید بیوگاز در خوراک پیش از ورود به هاضم شامل درصد جامدات کل (TS)؛ درصد جامدات فرار به کل نمونه (VS/TS)؛ و تقاضای شیمیایی اکسیژن (COD)بر حسب میلی گرم بر لیتر (mg/l)بودند. جدول (۲) اندازه گیری پارامترهای ورودی به هاضم را نشان میدهد. تمامی آنالیزهای آزمایشگاهی بر اساس روشهای استاندارد آزمایشات آب و فاضلاب اتون و همکاران (۲۰۰۵) صورت گرفت(۱۰). اسیدیته در طول مراحل آزمایش توسط یک pH سنج پرتابل مدل A۲۳۰Orion به صورت مداوم اندازه گیری شده و در دامنه ۶/۸-۶/۵ نگه داشته شد. تنظیم اسیدیته به وسیله تزریق بی کربنات سدیم ۱ مولار و هیدروکسید سدیم ۱ مولار به صورت دوره ای صورت گرفت.

در این پژوهش شرایط پایلوت به صورت تجزیه مزوفیلی و در شرایط دمایی محیط واقع شده بود. روش سنجش دما با استفاده از دماسنج جیوه‌ای بوده و در هر مرحله گاز گیری از مخزن، دما اندازه گیری می‌شد. بیشترین دمای قرائت شده ۳۵ و کمترین آن ۲۵ درجه سانتی گراد بود. نمونه برداری از گاز متان بدین صورت بوده است که یکی از ارلن‌ها مملو از آب بوده و ارلن دیگر فاقد آب بوده است که بر اساس خاصیت چگالی گاز (چگالی گاز سبکتر از چگالی آب است) گاز تولیدی به آب داخل ارلن اول فشار اورده و آب به داخل ارلن خالی وارد می گردد. حجم آب منتقل شده برابر با حجم گاز تولید شده در مخزن است. پس از اینکه گازها نمونه برداری شدند توسط دستگاه متان سنج، درصد متان هر نمونه تعیین گردید. سنسور دستگاه درون لوله مرتبطه ارلن قرار گرفت شده و با چسب آکواریم عایق بندی شده تا نشت هوا نداشته باشد. با تکان دادن ظرف نمونه، گاز تولیدی منتقل گشته و پس از آن میزان متان توسط دستگاه سنجش متان اندازه گیری شد.

یافته ها

در جدول (۱) مشخصات ورودی به هاضم در پنج نوبت بارگزاری آورده شده است. زمان ماند در تمامی بارگزاریها ۳۰ روز در نظر گرفته شده است. میانگین رطوبت بین ۹۱ تا ۹۲ درصد بوده است. با افزایش میزان ورودی میزان تولید بیوگاز افزایش یافته است.

جدول ۱- مشخصات خوراک هاضم در مراحل بارگزاری

Table 1. Characteristics of digester feed in loading stages

مراحل 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	pH	بیوگاز تولید شده(l/d)
بارگزاری اول	۹۱	۱۶۰	۳/۲	۳۲۰	۶/۴	۳۰	۶/۲۹	۰/۲۴
بارگزاری دوم	۹۱/۵	۳۲۰	۶/۴	۶۴۰	۱۲/۸	۳۰	۵/۸	۰/۵۳
بارگزاری سوم	۹۱	۶۴۰	۱۲/۸	۱۲۸۰	۲۵/۶	۳۰	۷/۵۸	۲/۳۷
بارگزاری چهارم	۹۲	۱۲۸۰	۲۵/۶	۲۵۶۰	۵۱/۲	۳۰	۷/۶	۱/۹۷
بارگزاری پنجم	۹۲	۲۵۶۰	۵۱/۲	۵۱۲۰	۱۰۲/۴	۳۰	۷/۰۱	۱/۵۲

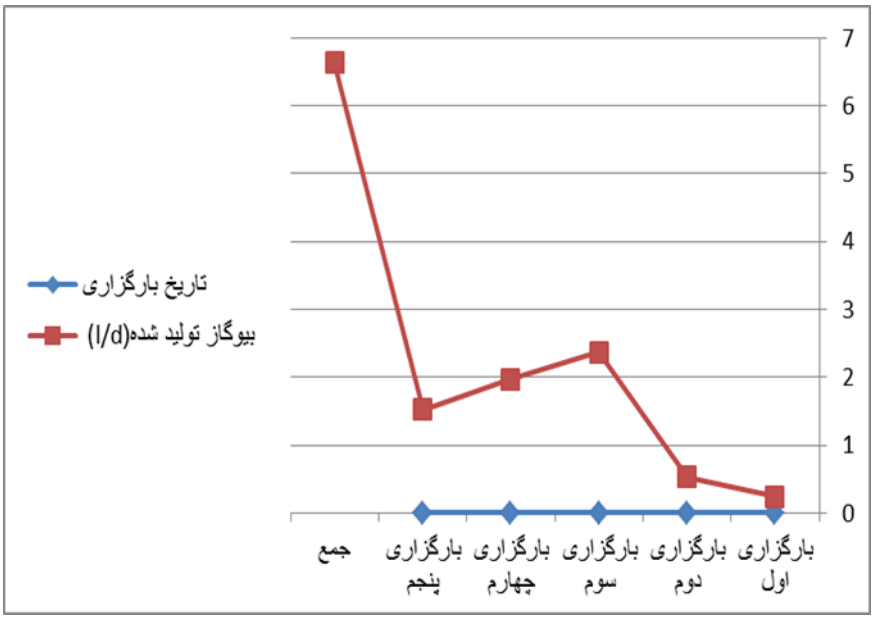
جدول (۲) میزان پارامترهای ورودی به هاضم را بیان میکند. چنانچه در جدول مشهود است درصد ازت و فسفر در بارگزاریها تفاوت زیادی ندارند که ناشی از یکسان بودن مواد مغذی خوراک ورودی است.

جدول ۲- اندازه گیری پارامترهای ورودی به هاضم

Table 2. Measurement of input parameters to the digester

مراحل بارگزاری	N%	P%	TS	C/N	VS/TS	pH	M(gr)	C%
بارگزاری اول	۰/۴	۰/۰۴	۶	۳۲/۵۵	۹۷/۵	۶/۲۹	۱۶۰	۱۳/۰۲
بارگزاری دوم	۰/۴	۰/۰۴	۵/۴	۳۳/۲	۹۷/۵	۵/۸	۳۲۰	۱۲/۵۹
بارگزاری سوم	۰/۵	۰/۰۴	۵/۴	۲۶/۰۸	۹۷/۵	۷/۵۸	۶۴۰	۱۳/۰۴
بارگزاری چهارم	۰/۵	۰/۰۴	۴/۷	۳۳/۲	۹۷/۵	۷/۶	۱۲۸۰	۱۳
بارگزاری پنجم	۰/۴	۰/۰۴	۶	۳۳/۲	۹۷/۵	۷/۰۱	۲۵۶۰	۱۲/۰۶

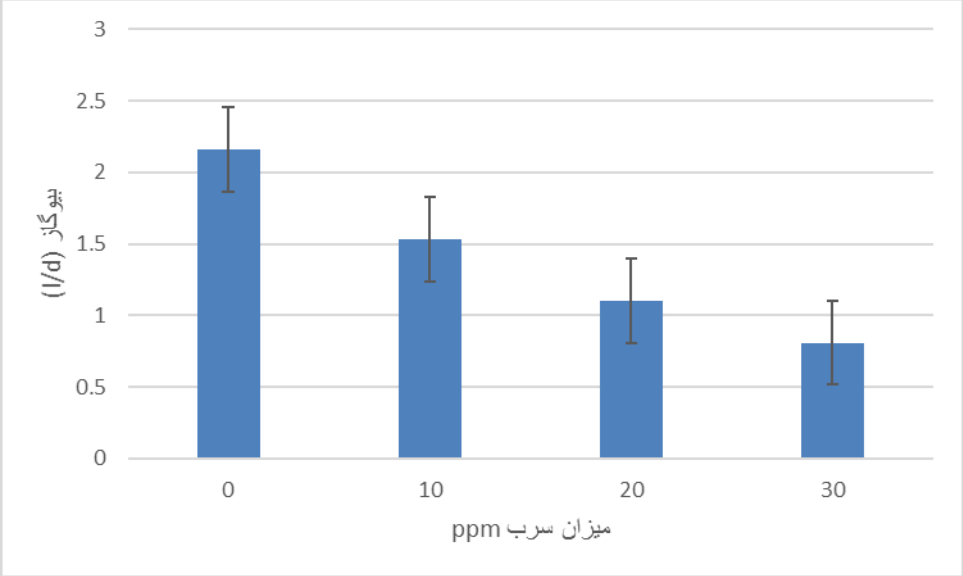
نمودار (۱) نرخ تولید بیوگاز در هر بارگزاری را نشان میدهد. همچنان که در شکل مشخص است در آخرین بارگزاری میزان تولید بیوگاز افزایش قابل توجهی داشته است.از بارگزاری سوم به بعد کاهشی در نرخ تولید گاز دیده شده است که میتواند بدلیل افزایش ورود اسید های چرب و کاهش اسیدیته باشد این امر در سایر پژوهشها نیز دیده شده است (۱۱)



نمودار ۱- نرخ تولید بیوگاز در هر بارگزاری

Figure 1. Biogas production rate per loading

نمودار(۲) نسبت میزان سرب موجود در پسماند گیاه پالایی بـه تولید بیوگاز را نشان میدهد. با افزایش میزان سـرب بـا کـاهش تولید بیوگاز روبرو هستیم



نمودار۲- نسبت میزان سرب به تولید بیوگاز

Figure 2. The ratio of lead content to biogas production

جداول ۳ تا ۸ مربوط به منطق فازی میباشند. با توجه به اینکـه منطق فازی یک منطق چند ارزشی میباشد برای حل مشـکلات روش بهتری نسبت به منطق صفر و یک میباشد(۱۲).

جدول ۳- محاسبه وزن نهایی

Table 3. Calculate the final weight

	N%	P%	TS	COD	N/T	CT	CT/NT	VS/TS	pH	M	VS
وزن نرمال شده نهایی	۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۱۷	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۱۴

جدول ۴- متغیرهای کلامی برای مقایسه زوجی معیارهای تصمیم گیری

Table 4. Verbal variables for pairwise comparison of decision criteria

متغیر زبانی	عدد	مقیاس عدد فازی مربوطه
اهمیت یکسان	۱	(۱، ۱، ۱)
بینابین	۲	(۱، ۲، ۳)
اندکی مهم‌تر	۳	(۲، ۳، ۴)
بینابین	۴	(۳، ۴، ۵)
مهم‌تر	۵	(۴، ۵، ۶)
بینابین	۶	(۵، ۶، ۷)
بسیار مهم	۷	(۶، ۷، ۸)
بینابین	۸	(۷، ۸، ۹)
اکیداً مهم	۹	(۹، ۹، ۹)

جدول ۵- ماتریس تصمیم گیری

Table 5. Decision matrix

	N%	P%	TS	COD	N/T	CT	CT/NT	VS/TS	pH	M	VS
N%	۱/۰۰	۰/۹۶	۰/۹۲	۱/۰۰	۰/۹۴	۰/۹۰	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۹۲	۱/۰۸	۰/۸۵
P%	۱/۰۴	۱/۰۰	۰/۹۶	۱/۰۴	۰/۹۸	۰/۹۴	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۹۶	۱/۱۳	۰/۸۹
TS	۱/۰۸	۱/۰۴	۱/۰۰	۱/۰۸	۱/۰۲	۰/۹۸	۰/۹۰	۰/۹۰	۱/۰۰	۱/۱۷	۰/۹۲
COD	۱/۰۰	۰/۹۶	۰/۹۲	۱/۰۰	۰/۹۴	۰/۹۰	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۹۲	۱/۰۸	۰/۸۵
N/T	۱/۰۷	۱/۰۲	۰/۹۸	۱/۰۷	۱/۰۰	۰/۹۶	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۹۸	۱/۱۵	۰/۹۱
CT	۱/۱۱	۱/۰۶	۱/۰۲	۱/۱۱	۱/۰۴	۱/۰۰	۰/۹۱	۰/۹۲	۱/۰۲	۱/۲۰	۰/۹۴
CT/NT	۱/۲۱	۱/۱۶	۱/۱۱	۱/۲۱	۱/۱۳	۱/۰۹	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۱۱	۱/۳۰	۱/۰۳
VS/TS	۱/۲۱	۱/۱۶	۱/۱۱	۱/۲۱	۱/۱۳	۱/۰۹	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۱۱	۱/۳۰	۱/۰۳
pH	۱/۰۹	۱/۰۴	۱/۰۰	۱/۰۸	۱/۰۲	۰/۹۸	۰/۹۰	۰/۹۰	۱/۰۰	۱/۱۷	۰/۹۲
M	۰/۹۳	۰/۸۹	۰/۸۵	۰/۹۳	۰/۸۷	۰/۸۴	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۸۵	۱/۰۰	۰/۷۹
VS	۱/۱۷	۱/۱۳	۱/۰۸	۱/۱۷	۱/۱۰	۱/۰۶	۰/۹۷	۰/۹۷	۱/۰۸	۱/۲۷	۱/۰۰

جدول ۶- فاصله تا ایده آل مثبت

Table 6. Distance to the positive ideal

متغیر	فاصله	متغیر	وزن	متغیر	وزن
N%	۰/۱۲۳	N/T	۰/۱۰۲	pH	۰/۱۰۲
P%	۰/۱۱۵	CT	۰/۱۰۱	M	۰/۱۰۰
TS	۰/۱۰۶	CT/NT	۰/۱۰۳	VS	۰/۰۹۵
COD	۰/۱۰۹	VS/TS	۰/۱۰۰		

جدول ۷- فاصله تا ایده آل منفی

Table 7. The distance to the negative ideal

متغیر	فاصله	متغیر	وزن	متغیر	وزن
N%	۰/۳۷۴	N/T	۰/۲۰۴	pH	۰/۲۱۰
P%	۰/۳۳۰	CT	۰/۱۹۱	M	۰,۱۷۶
TS	۰/۲۵۲	CT/NT	۰/۲۱۶	VS	۰,۰۷۳
COD	۰/۲۷۷	VS/TS	۰/۱۸۲		

جدول ۸- رتبه بندی متغیر ها

Table 8. Ranking variables

متغیر	فاصله تا مقدار ایده ال	رتبه
N%	۰/۷۵۳	۱
P%	۰/۷۴۱	۲
TS	۰/۷۰۴	۳
COD	۰/۷۱۹	۴
N/T	۰/۶۶۷	۵
CT	۰/۶۵۴	۶
CT/NT	۰/۶۷۸	۷
VS/TS	۰/۶۴۵	۸
pH	۰/۶۷۲	۹
M	۰/۶۳۸	۱۰
VS	۰/۴۳۴	۱۱

بحث و نتیجه گیری

جدول (۱) مشخصات خوراک هاضم در مراحل بارگزاری را نشان میدهد.در آغاز بارگزاری به دلیل مقدار کم خوراک ورودی و نیاز به زمان جهت شروع فرایند هیدرولیز و مرحله اسید سازی با ادامه فرایند باکتری های تولید اسیدهای چرب مشاهده می شود در اینجا متابولیسم های باکتریایی که از اسیدهای چرب استفاده می کنند واکنش آهسته نسبت به دیگر فرایندها

دارند بنابراین در این گام عامل محدود کننده در واکنش می باشد کاهش زیاد pH سرعت واکنش را نشان می دهد به این معنی که واکنش هیدورولیز و اسیدوژنیز سریع می باشد و میکروارگانیسم ها به سرعت از خوراک ورودی استفاده کرده است و برای ایجاد شرایط مناسب از محلول بی کربنات سدیم ۰/۱٪ جهت تنظیم pH استفاده شد و از روز دهم افزایش pH دیده شده است .

تولید گاز تحت تأثیر ویژگی های جریان ورودی به هاضم، دمای هاضم و نرخ بارگذاری آلی به هاضم است. به عنوان مثال، چربی ها و روغن ها نسبت به پروتئین ها یا کربوهیدرات ها نرخ تولید گاز در واحد جرم تخریب شده بالاتری دارند(۱۳). تولید گاز همچنین تحت تأثیر چگونگی تجزیه زیستی مواد آلی خواهد بود (۱۴).

باکتری های متان ساز نسبت به تغییرات محیطی از باکتری‌های اسیدساز و تخمیر کننده حساس تر می باشند لذا اولین و مهم ترین پارامتر pH سیستم می باشد. بررسی عملکرد هاضم در بارگزاری های مختلف نشان داد در بارگزاری اول به دلیل خوراک ورودی کم و همچنین نرسیدن به زمان مورد نظر جهت انجام عملیات هضم میزان pH هاضم کم و در نتیجه تولید گاز بسیار اندک بود که با تدریج با افزایش تعداد بارگزاری سرعت تولید گاز و مقدار تولید گاز افزایش پیدا کرد و به میزان بهینه در سیستم رسید و غلبه باکتری های متان ساز بر باکتری های اسید ساز و فعالیت هیدرولیز را می توان نتیجه گرفت(۱۵) . بیشترین میزان گاز تولیدی در بارگزاری سوم در حدود ۲,۳۷ لیتر در روز بدست آمد.افزایش خوراک ورودی در بارگزاری های 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 ۳۰ روزه بارگزاری‌ها 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 ببینیم که نمایش رسیدن سیستم به ثبات را نشان می دهد.اسیدیته و میزان بار جامع برای فضولات مختلف، متفاوت میباشد که این مساله در تولید گاز نقش دارد(۱۶).

پسماند گیاه پالایی خاک آلوده به سرب بوده است. حاوی ۲۰،۳۰،۱۰ ppmسرب بود که با افزودن این پسماند نرخ تولید بیوگاز اندازه گیری شد.

چنانچه در نمودار(۲) آمده است با افزایش میزان سرب تولید بیوگاز کاهش می یابد. تولید بیوگاز با هضم ترکیبات آلی موجود در مواد ورودی رابطه مستقیم دارد(۱۷). کارایی سیستم هاضم بیهوازی با وجود فلزات سنگین کاهش مییابد. این امر در پژوهش نگویان در سال ۲۰۱۹ نیز مشاهده شده است(۱۸).

با این حال، مقدار بیوگاز تولید شده به شدت تحت تاثیر شرایط تخمیر بی هوازی قرار گرفت.

نتایج آزمایش‌ها نشان داد که همیشه دو راس حداکثر گاز وجود دارد. این پدیده نشان داد که تولید بیوگاز با هضم ترکیبات آلی موجود در مواد ورودی مرتبط است. اولین فاز گاز قوی مربوط به هضم ترکیبات آلی در حال تجزیه بود و فاز دوم ضعیف تر هضم ترکیبات آلی پایدار را نشان داد که زمان کافی برای سازگاری و حل شدن سیستماتیک میکروارگانیسم ها طول کشید.

حجم گاز تولید شده از ۸ تا ۱۰ روز با نمونه SBS بیشترین مقدار بود. نمونه های با مکمل فلزات دارای زمان تولید گاز از روز دهم بیشترین مقدار را داشتند. سپس حجم گاز نمونه ها به تدریج کاهش یافت.این امر را میتوان به اثر فلزات سنگین نسبت داد که نقش بازدارنده در رشد میکروارگانیسمها دارند، پیشنهاد میگردد از پسماند گیاه پالایی در مقادیر کم در بارگزاریها استفاده نمود که هم مانع تولید گاز نشود و هم راهکاری برای پسماند پاکسازی گیاهی باشد.

مدلسازی و شناسایی متغیرها باعث بهبود تولید بیوگاز و کاهش بار آلودگی میگردد. برای پاسخ به این فرضیه ابتدا در بخش اول با استفاده از روش رگرسیون مدل رگرسیونی تولید بیوگاز را ارائه میدهیم، سپس در بخش دوم با استفاده از روش AHP فازی متغیرها را مورد بررسی و میزان تاثیر گذاری آنها در بهبود تولید بیوگاز را اولویت بندی میکنیم. با سنجش فاصله متغیرها

تا مقدار ایده آل ،رتبه بندی متغیرها را انجام میدهیم. طبق جدول۱۱ ، میزان ازت بالاترین رتبه و جامدات فرار کمترین رتبه را به خود اختصاص داده اند..

در روش AHP فازی برای محاسبه میزان اهمیت عوامل هر سطح، ضرایب هر یک از ماتریسها محاسبه میشود. به این ترتیب که همچون چن و یانگ، برای هر یک از مقایسات زوجی، یک عدد فازی مثلثی با عنوان ارزش مقدار ترکیبی فازی Si محاسبه میگردد.

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} M_{gi}^{j} \left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} M_{gi}^{j} \right]^{-1}$$

در این رابطه nنشان دهنده تعداد معیارها و منظور از M j gi نشان دهنده عدد حاصل شده از میانگین هندسی در سطح i ام و ستون j ام ماتریس مقایسات زوجی است.

$$\sum_{j=1}^{n} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{j=1}^{n} I_j, \sum_{j=1}^{n} M_j, \sum_{j=1}^{n} U_j \right)$$

$$\left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} M_{gi}^{j} \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} U_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} I_i} \right)$$

محاسبات فازی نیز به صورت جدول ۵ صورت پذیرفت. دادههای به دست آمده در جدول فوق را به دادههای ماتریس تصمیم گیری تبدیل میکنیم و پس از آن نرمالایز کرده و وزن نرمال هریک از متغیرها را به دست میاوریم. در گام بعدی مقادیر ایده ال و ایده ال منفی را به دست میاوریم و در گام آخر رتبه بندی و اولویت بندی متغیرها را مشخص میکنیم.

در گام آخر فاصله متغیرها (سؤالات) تا مقدار ایده ال میسنجیم و سپس رتبه بندی میکنیم که بر اساس جدول ۸ بالاترین رتبه مربوط به ازت و فسفر است. که نتیجه میگیریم این دو عنصر نقش اساسی در تولید بیوگاز دارند.

این پژوهش برای بررسی پتانسیل تولید بیوگاز از مخلوط فضولات شتر با پسماند ناشی از گیاه پالایی انجام شد. روند تولید حجم بیوگاز در خوراک اول به این صورت بود که بیشترین محجم بیوگاز تولیدی در روز پانزدهم حاصل گردید.نمونه های حاوی پسماند گیاه پالایی چون دارای فلزات سنگین بودند باعث کاهش حجم گاز تولیدی از روز دهم به بعد شدند. نتایج این مطالعه نشان میدهد که هضم بیهوازی فضولات شتر سبب کاهش زمان ماند و تولید گاز میگردد و در دمای مزوفیل گاز بدست می آید. تولید بیوگاز نقش مهمی در کاهش آلاینده های محیط دارد. در مناطق روستایی و کمپهای گردشگری و بومگردی می توان از پسماندهای خانگی، فضولات حیوانات و فاضلاب انسانی برای تولید بیوگاز استفاده نمود که از بیوگاز تولیدی برای تولید انرژی برق و سوخت میتوان استفاده نمود.

پیشنهاد می گردد در مناطق روستایی و محروم برای تامین سوخت از سیستم بیوگاز استفاده گردد. در بسیاری از مناطق روستایی سیستم دفع پسماند مناسبی وجود ندارد از این رو استفاده از پسماندها در این مناطق میتواند راهکاری جهت حفظ بهداشت و محیط زیست باشد. بسیاری از دامداریها و مراکز پرورش دام با معضل فضولات دامی رودرو هستند از آنجا که تمامی این فضولات به مصرف کود نمیرسد و یا زمان زیادی برای تخلیه این مواد وجود دارد استفاده از سیستم بیوگاز برای تولید سوخت میتواند راهکاری برای این مراکز باشد.

References

1. Saidu Y, Odutola A, Jafali J et al. (2013) Contextualizing the informed consent process in vaccine trials in developing countries. Journal of Clinical Research and Bioethics 4, 141.
2. Afazeli, H., Jafari, A., Rafiee, S. & Nosrati, M. (2014). An investigation of biogas production potential from livestock and slaughterhouse wastes, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 34, 380-386.
3. El-Mashad, H.M. and Zhang, R. (2010). Biogas production from co-digestion of dairy manure and food waste. Bioresource technology, 101(11), pp. 4021-4028.
4. Chhabra, Abha, K. R. Manjunath, Sushma Panigrahy, and J. S. Parihar. "Spatial pattern of methane emissions from Indian livestock." Current Science (2009): 683-689.
5. Kargar Borzi, N., & Vali, A. (2017). Production and reproduction characteristics and breeding status of camel in Kerman province. Applied Animal Science Research Journal, 5(21), 81-88. doi: 10.22092/aasrj.2017.114987.1124 (In Persian)
6. Ahmadi Asour, A., Saghi, M. H., Khamirchi, R., Vaziri, T., & Rastegar, A. (2013). A Study of the Chemical and Physical Properties obtained from the Composition of Live stock and Poultry Wastes in Biogas System. Journal of Sabzevar University of Medical Sciences, 20(2), 222-229. (In Persian)
7. Salehi, K., Khazraee, S., Hosseini, F., & Khosravani Pour Mostafazadeh, F. (2014). Biogas Production from Chicken Waste and Sheep Manure in Laboratory Scale. Journal of Environmental Science and Technology, 16(1), 463-470. (In Persian)
8. alidadi H, etemadi mashhadi S, najafpoor A, moheb rad B. Investigation of Biogas Production Process by the Mixture of Landfill Leachate and Animal Waste. J Health Res Commun 2017; 3 (2):44-54. (In Persian)
9. Yan A, Wang Y, Tan SN, Mohd Yusof ML, Ghosh S and Chen Z (2020) Phytoremediation: A Promising Approach for Revegetation of Heavy Metal-Polluted Land. Front. Plant Sci. 11:359.
10. Stine SW, Pepper IL, Gerba CP. Contribution of drinking water to the weekly intake of heterotrophic bacteria from diet in the United States. Water Research. 2005 January; 39 (1): 257-263.
11. Taghinazhad, J., Abdi, R., & Adl, M. (2018). Modeling of Biogas Production Process from Cow Manure with Completely Stirred Tank Reactor under Semi Continuously Feeding. Journal of Agricultural Machinery, 8(1), 159-169. doi: 10.22067/jam.v8i1.57758. (In Persian)
12. Sarkheil, H., Azimi, Y., & Rahbari, S. (2018). Modeling environmental air quality assessment using fuzzy logic in the Pars Special Economic Energy Zone (Case study: Assaluyeh, Bidkhon and Shirino regions). Journal of Environmental Science and Technology, 20(4), 1-16. doi: 10.22034/jest.2019.13698.(In Persian)

13. Monnet, F. 2003. An introduction to anaerobic digestion of organic waste (Final report). Remade Scotland. p.48.
14. Mohammed Silwadi, Hasan Mousa, Badriya Yahya AL-Hajji, Shamsa Said AL-Wahaibi & Zainab Zayid AL-Harrasi (2022) Enhancing biogas production by anaerobic digestion of animal manure, International Journal of Green Energy, DOI: 10.1080/15435075.2022.2038608
15. Nguyen, N.N., Rana, A., Goldman, C., Moore, R., Tai, J., Hong, Y., Shen, J., Walker, D.W., Hur, J.H. (2019). Proteasome β5 subunit overexpression improves proteostasis during aging and extends lifespan in Drosophila melanogaster. Sci. Rep. 9(1): 3170.
16. Kheira BN, Dadamoussa B, Bendraoua A, Mel M, Labed B. Effects of Co-digestion of Camel Dung and Municipal Solid Wastes on Quality of Biogas, Methane and Biofertilizer Production. J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sc. [Internet]. 2020Dec.1 [cited 2022Jul.31]; 40(1):7-17.
17. L. Altaş, "Inhibitory effect of heavy metals on methane-producing anaerobic granular sludge," Journal of Hazardous Materials, vol. 162, no. 2-3, pp. 1551–1556, 2009.
18. Quang-Minh Nguyen, Duy-Cam Bui, Thao Phuong, Van-Huong Doan, Thi-Nham Nguyen, Minh-Viet Nguyen, Thien-Hien Tran, Quang-Trung Do, "Investigation of Heavy Metal Effects on the Anaerobic Co-Digestion Process of Waste Activated Sludge and Septic Tank Sludge", International Journal of Chemical Engineering, vol. 2019, Article ID 5138060, 9 pages, 2019. https://doi.org/10.1155/2019/5138060