

## بررسی تاثیر دما و کود گاوی بر تولید بیوگاز از باگاس نیشکر

محمد جعفر ملک زاده<sup>۱</sup>، مصطفی کیانی ده کیانی<sup>۲\*</sup> و مجید سجادیه<sup>۲</sup>

۱- دانش آموخته مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شهید چمران اهواز

۲- استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخچه مقاله	چکیده
دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۲۵ پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۰۷/۲۹ <b>کلمات کلیدی:</b> بیوگاز، باگاس نیشکر، کود گاوی، متان	به دلیل مشکلات زیست محیطی و افزایش تقاضا برای انرژی، استفاده از انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر مانند بیوگاز به یک ضرورت تبدیل شده است. در این پژوهش، تاثیر درصد کود گاوی در ترکیب با باگاس نیشکر و دمای محیط درون بیوراکتور-ها بر حجم بیوگاز تولیدی مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش‌ها در دو دمای ۳۵ درجه سلسیوس ( $T_1$ ) و ۴۵ درجه سلسیوس ( $T_2$ ) و در چهار ترکیب با نسبت درصد وزنی مختلف از کود به باگاس $B_5$ ، $B_{10}$ ، $B_{15}$ و $B_{20}$ و در سه تکرار در قالب طرح فاکتوریل بر پایه کاملاً تصادفی انجام شد. حجم گاز تولید شده بر حسب ارتفاع ستون آب (بر حسب سانتی‌متر) اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که در سطح یک درصد اثر دما و نسبت کود به باگاس بر مقدار بیوگاز تولید شده اختلاف معنی‌داری داشت. همچنین با افزایش دما از $T_1$ به $T_2$ میزان بیوگاز تولید شده در ترکیبات $B_5$ ، $B_{10}$ ، $B_{15}$ و $B_{20}$ به ترتیب ۳۶/۸۲، ۲۲/۵۰، ۱۵/۸۰ و ۸/۸۰ درصد افزایش یافت. با افزایش درصد کود گاوی از $B_5$ به $B_{20}$ در دمای $T_1$ و $T_2$ میزان بیوگاز تولیدی به ترتیب ۶۸/۲۷ و ۳۱/۸۱ درصد افزایش یافت، بطوری که بیشترین میزان بیوگاز تولیدی تجمعی بر حسب ماده آلی فرار $VS-1$ m3.kg/۰/۳۳ در تیمار $B_{20}T_2$ بدست آمد.

\* عهده دار مکاتبات

Email: m.kiani@scu.ac.ir

### مقدمه

در حال حاضر اقتصاد دنیا وابسته به انواع منابع انرژی مانند نفت، گاز، زغال‌سنگ و غیره است، که از این منابع به طور گسترده‌ای جهت تولید برق، حرارت و .. استفاده می‌شوند (۲۰). در سال‌های اخیر، مصرف بیش از حد سوخت‌های فسیلی به ویژه در شهرهای بزرگ منجر به تولید میزان زیادی از آلودگی‌ها و در نتیجه آن به خطر

افتادن سلامتی انسان‌ها شده است. همچنین در اثر استفاده از این سوخت‌ها، مقدار گازهای گلخانه‌ای بر روی سطح زمین بطور گسترده‌ای افزایش یافته که در نتیجه آن دمای کره زمین نیز افزایش یافته است (۱-۳). با توجه به مطالب ذکر شده، استفاده از سوخت‌های تجدیدپذیر امری اجتناب‌پذیر می‌باشد. از مهمترین سوخت‌های تجدیدپذیر می‌توان بیواتانول، بیودیزل و بیوگاز را نام برد. بیوگاز،

گازی است که از تخمیر بی‌هوازی زیست‌توده، محصولات و پسماندهای کشاورزی، فضولات دامی، زباله‌های شهری و ... به وسیله میکروارگانیسم‌ها بدست می‌آید (۷، ۱۲، ۱۴، ۲۴). عوامل زیادی بر مقدار بیوگاز تولیدی تأثیر دارند که می‌توان آنها را در سه دسته طبقه‌بندی نمود (۱۵): الف) استفاده از افزودنی‌ها، ب) تغییر در پارامترهای فرآیند و ج) فیلتر کردن و استفاده مجدد از محلول درون هاضم‌ها. اضافه کردن مواد مختلف بیولوژیکی (با منشأ گیاهی و حیوانی) و افزودنی‌های شیمیایی (غیرآلی) تحت شرایط خاص باعث تحریک کردن فعالیت‌های میکروبی در هاضم‌ها و در نتیجه آن افزایش بیوگاز تولیدی می‌شود. یکی دیگر از روش‌های افزایش تولید بیوگاز تغییر در پارامترهای تأثیرگذار در انجام فرآیند هضم مانند درجه حرارت محیط، pH محیط، اندازه ذرات، نسبت کربن به نیتروژن (C/N)، تزریق مواد آلی می‌باشد. این پارامترها بایستی در یک محدوده بهینه تغییر یابند، زیرا یک تغییر نسنجیده در هر یک از آنها سبب تأثیراتی منفی در راندمان تولید می‌شود (۱۳). فیلتر کردن و بازگرداندن مجدد مواد محلول داخل راکتورها به درون آنها، سبب بازگشت دوباره باکتری‌های مفید در سیستم و افزایش جمعیت آنها در یک حجم ثابت شده و در نهایت باعث افزایش تولید بیوگاز می‌گردد (۷، ۲۳).

برای تولید بیوگاز می‌توان از اکثر محصولات کشاورزی و پسمانده آنها و فضولات دامی استفاده نمود، اما آنچه امروز بیشتر مورد توجه محققان قرار گرفته است، استفاده از پسماندهای کشاورزی است (۲۴). یکی از محصولاتی که دارای مقدار قابل توجهی پسمانده است، نیشکر می‌باشد. این گیاه در استان خوزستان به طور گسترده کشت می‌شود و سالیانه مقدار زیادی پسماند از آن تولید می‌شود، که در حال حاضر از مقدار زیادی از این پسماندها استفاده مفید نمی‌شود. یکی از مهم‌ترین این پسماندها باگاس می‌باشد. باگاس مواد جامد باقی‌مانده پس از خرد کردن نیشکر و عصاره‌گیری آن می‌باشد.

باگاس مانند دیگر مواد لیگنوسلولزی از سلولز (۴۵ درصد)، همی‌سلولز (۲۷ درصد)، لیگنین (۲۱ درصد)، عصاره (۵ درصد) و مقدار کمی نمک‌های معدنی (۲ درصد) تشکیل شده است در فرایند تولید شکر از نیشکر مقدار زیادی باگاس تولید می‌شود (حدود ۲۴۰ کیلوگرم با رطوبت ۵۰ درصد به ازای یک تن نیشکر) (۱۵). بر اساس آمار FAO سالیانه بیش از ۲/۵ میلیون تن باگاس در ایران تولید می‌شود که تنها بخش اندکی از آن برای تولید نئوپان و خوراک دام استفاده می‌شود و مابقی آن سوزانده می‌شود (۵). این امر علاوه بر از بین رفتن سرمایه، سبب آلودگی هوا نیز می‌شود. یکی از روش‌های مفید برای استفاده از باگاس، تولید بیوگاز به وسیله هضم بی‌هوازی می‌باشد (۱۱، ۱۶، ۲۲). از بیوگاز تولیدی می‌توان بخشی حرارت و برق مورد نیاز کارخانه را تامین نمود. همچنین پسمانده حاصل از تخمیر باگاس را نیز می‌توان به عنوان کود آلی استفاده نمود (۲۱). همان طوری که پیش‌تر گفته شد یکی از فاکتورهای تأثیرگذار بر تولید بیوگاز نسبت C/N می‌باشد. مقدار بهینه این پارامتر محدوده‌ی ۲۰-۳۰ است. این نسبت برای باگاس خیلی زیاد می‌باشد. برای کاهش این نسبت، باگاس را با مواد دیگری که دارای مقدار کمی C/N می‌باشد، ترکیب می‌کنند. همچنین برای شروع هضم بی‌هوازی نیاز به ماده غنی از باکتری می‌باشد. کود گاوی دارای هر دو مشخصه مذکور می‌باشد (۱۷)، بنابراین از آن به صورت هضم مشترک<sup>۱</sup> با لیگنوسلولزی (باگاس، کاه و کلش و غیره) برای تولید بیوگاز می‌شود (۷، ۱۸، ۱۹، ۲۴). تحقیقات اندکی در مورد هضم مشترک باگاس و دیگر پسماندها به ویژه کود گاوی وجود دارد که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌شود.

مشی<sup>۲</sup> در سال ۲۰۱۸ تولید بیوگاز از باگاس و ترکیب باگاس و کود گاوی را مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که تولید بیوگاز از ترکیب باگاس و کود گاوی بیشتر

1- Co-digestion  
2- Mashi

درصد ( $B_5$ ،  $B_{10}$ ،  $B_{15}$  و  $B_{20}$ ) همراه با باگاس درون راکتورها ریخته شد (اندیس عددی حرف B نشان دهنده درصد وزنی کود در ترکیب است). برای کنترل pH مواد درون راکتورها از بی کربنات سدیم استفاده گردید. عمل همزدن به منظور همگن شدن مواد و جلوگیری از لایه سخت در سطح بالای مواد به صورت دستی انجام شد. مقدار بیوگاز تولیدی به روش جابجایی آب بصورت روزانه اندازه گیری گردید. یکی دیگر از پارامترهای اندازه گیری شده، شاخص کل مواد جامد<sup>۲</sup> (TS) بود که نشان دهنده درصد مواد آلی و غیر آلی موجود در مواد تغذیه کننده بیوراکتورهاست. جهت اندازه گیری این مولفه بر اساس استانداردهای آزمایشگاهی<sup>۳</sup> APHA (۱۹۹۸) به میزان ۱۵ تا ۲۰ گرم از مواد اولیه همگن را درون یک بوته خالی آزمایش با وزن  $w_1$  ریخته و بوته حاوی مواد را با استفاده از یک ترازوی دیجیتالی با دقت  $0.0001$  گرم وزن کرده ( $w_2$ ) و درون آون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۹۰ درجه سلسیوس قرار داده شد. پس از سپری شدن این زمان بوته را خارج کرده و مجدداً وزن بوته حاوی مواد را اندازه گیری می کنیم ( $w_3$ ) درصد کل مواد جامد از رابطه (۱) بدست می آید:

$$\%TS = \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1} \times 100 \quad (1)$$

مقدار ماده آلی فرار<sup>۴</sup> (VS) شاخصی جهت مشخص شدن میزان مواد آلی (به غیر از نمک های غیر آلی و خاکستر) موجود در مواد تغذیه کننده راکتورها می باشد که بایستی قبل و بعد از انجام هر سری آزمایش مورد اندازه گیری قرار گیرد. این شاخص نشان دهنده میزان تغذیه باکتری ها از مواد آلی درون راکتورها می باشد و برای بیان مقدار بیوگاز تولیدی به ازای واحد جرم حذف شده استفاده می شود. جهت اندازه گیری این شاخص بر اساس استانداردهای آزمایشگاهی APHA (1998)، بین ۲ تا ۳ گرم از کل ماده جامد را که به مدت یک روز

از باگاس به تنهایی بود (۱۰). در تحقیقی دیگر به منظور تولید بیوگاز، باگاس با نسبت های ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد با ضایعات سبزی ترکیب گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که نسبت ۵۰ درصد باگاس و ضایعات سبزی دارای بیشترین مقدار تولید بیوگاز بود (۸). در تحقیقی اشرو همکاران<sup>۱</sup> تاثیر پیش فرآوری مکانیکی و اسیدی را بر تولید بیوگاز از باگاس نیشکر بررسی نمودند. یافته ها نشان داد که بازده تولید بیوگاز با استفاده از پیش فرآوری مکانیکی بیشتر از اسیدی بود (۶).

باتوجه به پیشینه تحقیق، سالیانه مقدار زیادی از باگاس نیشکر هدر می رود. یکی از راه های مفید برای استفاده از این محصول، تبدیل آن به بیوگاز و تامین درصدی از انرژی حرارتی و الکتریکی مورد نیاز کارخانه می باشد. بنابراین در این پژوهش تاثیر پارامترهای دما و درصد کود گاوی به عنوان افزودنی در تولید بیوگاز از باگاس نیشکر مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش ها

باگاس مورد استفاده در این تحقیق از کشت و صنعت فارابی واقع در ۴۸ کیلومتری اهواز و کود گاوی از یک دامداری در منطقه حمیدیه اهواز تهیه گردید (باگاس استفاده شده دارای ۸۵ درصد وزنی ماده جامد کل و ۷۶ درصد ماده آلی فرار بود). به منظور بالا بردن بازده تولید بیوگاز باگاس نیشکر توسط آسیاب به قطعات کوچک تبدیل شد. برای تولید بیوگاز از باگاس نیشکر از راکتورهای ناپیوسته ساخته شده به حجم ۴ لیتر استفاده گردید (شکل ۱). برای کنترل و ثابت نگه داشتن دمای کاری، راکتورها در حمام آب قرار داده شد و دمای حمام با استفاده از المنت و ترموستات ثابت نگه داشته شد. از کود گاوی با ۲۰ درصد رطوبت و pH ۶/۵ و نسبت کرین به نیتروژن ۲۵ به ۱ به منظور تامین منبع میکروارگانسیم ها و یا ماده فعال ساز هضم با نسبت ترکیب ۱:۱ با آب استفاده گردید. کود گاوی با نسبت های وزنی ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰

2- Total solids matter

3- American Public health association

4- Volatile solid

1- Eshore et al.

شد، مجدداً وزن بوته حاوی مواد اندازه گیری شد ( $W_3$ ) و درصد مواد آلی فرار از رابطه (۲) محاسبه گردید:

$$\%VS = \left( \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \right) \times 100 \quad (2)$$

آزمایش‌ها در سه تکرار انجام گردید و نتایج در قالب طرح فاکتوریل بر پایه کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در جدول ۱ نام-گذاری راکتورها و شرایط کاری آنها آورده شده است.

درون آون ۹۰ درجه قرار گرفته‌اند را در یک بوته آزمایش خالی با وزن  $W_1$  ریخته و بوته حاوی مواد را با استفاده از یک ترازوی دیجیتال مدل FX-300GD با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن کرده ( $W_2$ ) و درون کوره الکتریکی مدل Exciton، در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۶ ساعت قرار داده شد. بعد از سپری شدن این زمان بوته خارج گردید و در درون دسیکاتور به منظور از دست دادن حرارت و جذب نکردن رطوبت قرار داده



شکل (۱) مجموعه راکتورهای غیر پیوسته

Figurer (1) Set of batch reactors

جدول (۱) نام‌گذاری راکتورها و شرایط کاری آنها

Table (1) Name of the reactors and their working conditions

دمای راکتور ( $^{\circ}\text{C}$ )	نسبت باگاس به کود	تیمار
Reactor temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )	Bagasse to manure ratio	Treatment
35	20:80	B <sub>20</sub> T <sub>1</sub>
35	15:85	B <sub>15</sub> T <sub>1</sub>
35	10:90	B <sub>10</sub> T <sub>1</sub>
35	5:95	B <sub>5</sub> T <sub>1</sub>
45	20:80	B <sub>20</sub> T <sub>2</sub>
45	15:85	B <sub>15</sub> T <sub>2</sub>
45	10:90	B <sub>10</sub> T <sub>2</sub>
45	5:95	B <sub>5</sub> T <sub>2</sub>

## نتایج و بحث

داری در سطح ۱ درصد بر روی بیوگاز تولید شده داشته است برای مقایسه جزئی تر اثرات دما (T) و نسبت باگاس به کود (B) بر بیوگاز تولیدی از روش برش دهی استفاده شد. در این روش اثر متقابل دما با عامل نسبت باگاس به کود مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن در جدول ۳ و ۴ آورده شده است.

نتایج آنالیز واریانس تولید بیوگاز در شرایط نسبت باگاس به کود گاوی و تغییرات دما در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به جدول ۲ عامل های دما (T) و نسبت باگاس به کود (B) تاثیر معنی داری در سطح یک درصد بر روی تولید بیوگاز داشتند. با توجه به اینکه اثرات متقابل دما و نسبت باگاس به کود تاثیر معنی-

جدول (۲) آنالیز واریانس اثر نسبت باگاس به کود و دما بر روی بیوگاز تولیدی

Table(2) Variation analysis of the effect of bagasse to manure ratio and temperature on produced biogas

منابع تغییرات (Source of variation)	درجه آزادی (Degree of freedom)	مجموع مربعات (Sum of square)	میانگین مربعات (Mean of square)	F
دما (T) (Temperature)	1	134689	134689	827.58**
نسبت باگاس به کود (B) (Bagasse to manure ratio)	3	382834.5	127611.5	784.1**
T×B خطای آزمایش (Test error)	3	13438.5	4479.5	B27.52**
مجموع (Total)	8	1302	162.75	
	15	532264		

CV=1.21 %

\*\* اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۱٪، \* اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ و <sup>ns</sup> عدم وجود اختلاف معنی دار\*\* Significant difference at 1%, \* Significant difference at 5% and <sup>ns</sup> non-significant difference

جدول (۳) برش دهی اثر متقابل دما (T) و نسبت باگاس به کود (B) بر بیوگاز تولیدی

Table (3) Cutting of the interaction effect between temperature (T) and bagasse to manure ratio on produced biogas

F	میانگین مربعات (Mean of square)	مجموع مربعات (Sum of square)	درجه آزادی (Degree of freedom)	منابع تغییرات (Source of variation)
550.87**	89654	268963	3	T <sub>1</sub>
260.75**	42437	127311	3	T <sub>2</sub>

\*\* اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۱٪، \* اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ و <sup>ns</sup> عدم وجود اختلاف معنی دار\*\* Significant difference at 1%, \* Significant difference at 5% and <sup>ns</sup> non-significant difference

جدول (۴) حداقل سطح معنی داری برای اثر متقابل عامل دما (T) و نسبت باگاس به کود (B) بر بیوگاز تولید شده  
 Table (4) The minimum level for the interaction effect of temperature and bagasse to manure ratio on produced biogas

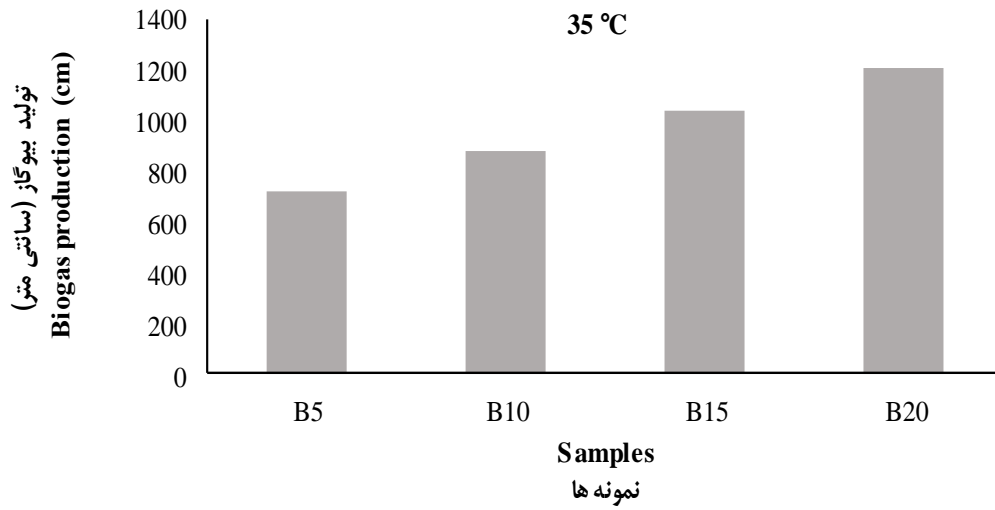
	T <sub>1</sub> B <sub>20</sub>	T <sub>1</sub> B <sub>15</sub>	T <sub>1</sub> B <sub>10</sub>	T <sub>1</sub> B <sub>5</sub>	T <sub>2</sub> B <sub>20</sub>	T <sub>2</sub> B <sub>15</sub>	T <sub>2</sub> B <sub>10</sub>	T <sub>2</sub> B <sub>5</sub>
T <sub>1</sub> B <sub>20</sub>								
T <sub>1</sub> B <sub>15</sub>	**							
T <sub>1</sub> B <sub>10</sub>	**	*						
T <sub>1</sub> B <sub>5</sub>	**	**	**					
T <sub>2</sub> B <sub>20</sub>	**	**	**	**				
T <sub>2</sub> B <sub>15</sub>	ns	**	**	**	**			
T <sub>2</sub> B <sub>10</sub>	**	*	**	**	**	**		
T <sub>2</sub> B <sub>5</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**

\*\* اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۱٪، \* اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ و ns عدم وجود اختلاف معنی دار

\*\*Significant difference at 1%, \*Significant difference at 5% and ns non-significant difference

سامردینو<sup>۱</sup> و همکاران انجام دادند نیز با افزایش کود گاوی در هضم مشترک با باگاس، مقدار بیوگاز تولیدی افزایش یافت. به طوری که بیشترین مقدار بیوگاز تولید ۵۱/۰۴ L/kg سوبسترا در ترکیب ۲۰ درصد کود گاوی بدست آمد. آنها دلیل این امر را وجود باکتری در کود گاوی و بهینه شدن نسبت کربن به نیتروژن در مخلوط بیان نمودند (۱۷). در تحقیقی دیگر، از کود گاوی و باگاس به تنهایی و ترکیب کود گاوی و باگاس برای تولید بیوگاز استفاده گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار بیوگاز تولیدی در ترکیب کود گاوی و باگاس بیشتر از کود گاوی و باگاس تنها بود. دلیل این امر وجود مقدار کربن زیاد در باگاس و جمعیت بالایی میکروارگانیسمها در کود گاوی بیان گردید (۱۰).

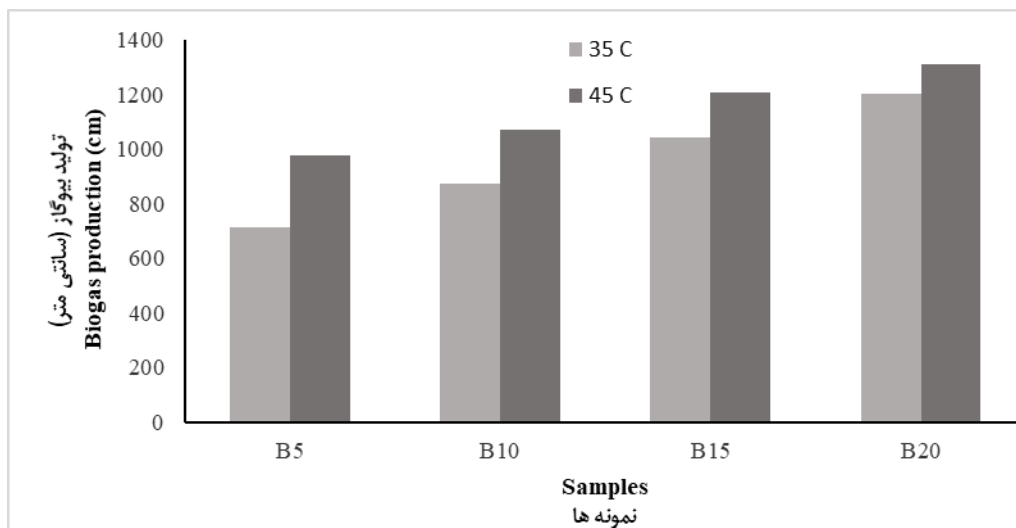
نتایج نشان داد که با افزایش درصد کود گاوی در ترکیبات مواد اولیه، مقدار تولید بیوگاز در هر دو دما افزایش یافت، بطوری که با افزایش نسبت کود گاوی در ترکیبات از ۵ به ۲۰ درصد در دمای ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس، مقدار بیوگاز تولیدی به ترتیب ۶۸/۲۷ و ۳۳/۸۱ درصد افزایش یافت (شکل های ۲ و ۳). با افزایش درصد کود گاوی در ترکیبات، تعداد میکروارگانیسمها موجود در هاضم افزایش یافت و در نتیجه فعالیت آنها مقدار بیوگاز تولیدی نیز افزایش یافت. همچنین مشاهده گردید که با افزایش دمای هاضم از ۳۵ درجه سلسیوس به ۴۵ درجه سلسیوس، مقدار تولید بیوگاز برای ترکیبات B<sub>20</sub> و B<sub>15</sub>، B<sub>10</sub>، B<sub>5</sub> به ترتیب ۳۶/۸۲، ۲۲/۵۰، ۱۵/۸۰ و ۸/۸۰ افزایش یافت، بطوری که بیشترین میزان بیوگاز تولیدی جمعیتی برحسب ماده آلی فرار ۰/۳۳ m<sup>3</sup>.kg.VS<sup>-1</sup> در تیمار B<sub>20</sub>T<sub>2</sub> بدست آمد (شکل ۴). نتایج این تحقیق مشابه نتایج دعاگویی و همکاران در مورد باگاس گل محمدی و کود گاوی می باشد. نتایج تحقیق مذکور نشان داد که با افزایش نسبت کود گاوی و دما، بیوگاز تولیدی افزایش یافت، به طوری که بیشترین بیوگاز جمعیتی در دمای ۴۵ درجه سلسیوس و ۲۰ درصد کود گاوی ۰/۴۳ m<sup>3</sup>.kg.VS<sup>-1</sup> بدست آمد (۴). در تحقیقی که



شکل (۲) بیوگاز تولیدی در نسبت‌های مختلف کود گاوی به باگاس نیشکر در دمای ۳۵ درجه سلسیوس  
 Figure (2) Produced biogas in different ratios of manure to sugarcane bagasse at 35 °C



شکل (۳) بیوگاز تولیدی در نسبت‌های مختلف کود گاوی به باگاس نیشکر در دمای ۴۵ درجه سلسیوس  
 Figure (3) Produced biogas in different ratios of manure to sugarcane bagasse at 45 °C



شکل (۴) مقایسه بیوگاز تولیدی در نسبت‌های مختلف کود گاوی به باگاس نیشکر برای دمای ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس  
**Figure (4) Comparison of produced biogas in different ratios of manure to sugarcane bagasse for 35 and 45 °C**

انجام گردید. نتایج نشان داد که با افزایش درصد کود گاوی در ترکیبات، مقدار تولید بیوگاز افزایش یافت. همچنین با افزایش درجه حرارت از ۳۵ درجه سلسیوس به ۴۵ درجه سلسیوس تولید بیوگاز در همه‌ی ترکیبات افزایش نشان داد.

### نتیجه گیری

در این تحقیق، تاثیر درصد کود گاوی در ترکیب باگاس نیشکر و دما بر حجم بیوگاز تولیدی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌ها در دو دمای ۳۵ درجه سلسیوس و ۴۵ درجه سلسیوس و در چهار ترکیب با نسبت درصد وزنی مختلف از کود به باگاس (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد)

### منابع

1. Ballesteros, I., Negro, M.J., Oliva, J.M., Cabañas, A., Manzanares, P., and Ballesteros, M. 2006. Ethanol production from steam-explosion pretreated wheat straw. Twenty-seventh symposium on biotechnology for fuels and chemicals, Springer, p. 496.
2. Braungardt, S., van den Bergh, J., and Dunlop, T. 2019. Fossil fuel divestment and climate change: Reviewing contested arguments. Energy Research & Social Science, 150-191.
3. Chiari, L., and Zecca, A. 2011. Constraints of fossil fuels depletion on global warming projections. Energy Policy, 39.
4. Doaguie, A., Ghazanfari, A., and Tabil, L. 2012. Mesophilic anaerobic digestion of damask rose bagasse with different proportions of cattle manure. Canadian Biosystems Engineering, 54.
5. FAO. 2017. FAOSTAT database collections. Food and Agriculture Organization of the United Nations.



6. Eshore, S., Mondal, C., Das, A. 2017. Production of Biogas from Treated Sugarcane Bagasse. *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, 6(7):224-7.
7. Hu, Y., Yang, Y., Yu, S., Wang, X.C., and Tang, J. 2018. Psychrophilic anaerobic dynamic membrane bioreactor for domestic wastewater treatment: Effects of organic loading and sludge recycling. *Bioresource Technology*, 270: 62-69
8. Keerthana, T., Krishnaveni, A. 2016. Biogas production from sugarcane bagasse in co-digestion with vegetable waste. *International Journal of Latest Engineering Research and Applications*, 1(3):2455-7137.
9. Khayum, N., Anbarasu, S., and Murugan, S. 2017. Biogas potential from spent tea waste: A laboratory scale investigation of co-digestion with cow manure. *Energy*, 165:760-770.
10. Mashi. B. 2018. Comparative Study of Biogas Production from Sugarcane Bagasse and Cow Dung. *Journal of Microbiology Research*, 3(2).
11. Mohamadi majd, J., and Sadatfar, M. 2017 The production of biogas from a combination of cow manure and sugar cane bagasse on a laboratory scale. 4th National Conference on Energy, Environment, Agriculture and Sustainable (in Persian).
12. Ning, J., Zhou, M., Pan, X., Li, C., Lv, N., and Wang, T. 2019. Simultaneous biogas and biogas slurry production from co-digestion of pig manure and corn straw: Performance optimization and microbial community shift. *Bioresource Technology*, 282:37-42.
13. Parsaee, M., Kiani Deh Kiani, M., Karimi, K. 2019. A review of biogas production from sugarcane vinasse. *Biomass and Bioenergy*, 122:117-122.
14. Pattanaik, L., Pattnaik, F., Saxena, D.K., and Naik, S.N. 2019. Chapter 5 - Biofuels from agricultural wastes. In: Basile A, Dalena F, editors. *Second and Third Generation of Feedstocks*: Elsevier, p. 103.
15. Rocha, G.M., Gonçalves, A.R, Oliveira, B., Olivares, E., and Rossell, C. 2012. Steam explosion pretreatment reproduction and alkaline delignification reactions performed on a pilot scale with sugarcane bagasse for bioethanol production. *Industrial Crops and Products*, 35:274-284
16. Sajad Hashemi, S., Karimi, K., Majid Karimi, A. 2019. Ethanolic ammonia pretreatment for efficient biogas production from sugarcane bagasse. *Fuel*, 248:196-202
17. Sumardiono, S., Riyanta, A.B., Matin, H.H.A., Kusworo, T.D., and Jos, B. 2017. Increasing biogas production from sugar cane bagasse by anaerobic co-digestion with animal manure. *MATEC Web of Conferences*: EDP Sciences, p. 02014.
18. Tasnim, F., Iqbal, S.A., and Chowdhury, A.R. 2017. Biogas production from anaerobic co-digestion of cow manure with kitchen waste and Water Hyacinth. *Renewable Energy*, 109:434-345

19. Tišma, M., Planinić, M., Bucić-Kojić, A., Panjičko, M., Zupančič, G.D., and Zelić, B. 2018. Corn silage fungal-based solid-state pretreatment for enhanced biogas production in anaerobic co-digestion with cow manure. *Bioresource Technology*, 253:220-229.
20. Uihlein, A., and Schebek, L. 2009. Environmental impacts of a lignocellulose feedstock biorefinery system: an assessment. *Biomass and Bioenergy*, 33:793-802
21. Vanavil, B., Harikumar, M., and Rao, A.S. 2014. Bifurcation analysis of two continuous bioreactors operated in series with recycle. *Chemical Engineering Research and Design*, 92:2123-2130.
22. Vats, N., Khan, A.A., and Ahmad, K. 2019. Effect of substrate ratio on biogas yield for anaerobic co-digestion of fruit vegetable waste & sugarcane bagasse. *Environmental Technology & Innovation*, 13:331-34.
23. Veroneze, M.L., Schwantes, D., Gonçalves, A.C., Richart, A., Manfrin, J., and Schiller, A. 2019. Production of biogas and biofertilizer using anaerobic reactors with swine manure and glycerin doses. *Journal of Cleaner Production*, 213:176-183.
24. Zhang, Z., Zhang, G., Li, W., Li, C., and Xu, G. 2016. Enhanced biogas production from sorghum stem by co-digestion with cow manure. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41:9153-9161.