دراسة تأثير نسب الخلط على إنتاج الغاز الحيوي بعملية التخمير اللاهوائي لمخلفات الأعشاب وروث الأبقار

د. م. موسى المحمد*

د. م. كامل يوسف**

م. عقيل محسن حسن***

(تاريخ الإيداع 3 /12 /2020 . قُبِل للنشر في 5 /4 /2021)

□ ملخّص □

يهدف هذا البحث إلى تصميم نموذج لمخمر لاهوائي لإنتاج الغاز الحيوي من روث الأبقار ومخلفات الأعشاب وتنفيذه.

حجم المفاعل 200 ليتر وهو عبارة عن برميل معدني مزود بفتحة سفلية للتفريغ بعد الانتهاء من عملية التحلل ومزود بأنابيب على صنبور للتحكم بمرور الغاز.

تم وضع 50 كغ مادة عضوية في المخمر وتم تحديد النسبة الأفضل لخليط المكونات والتي تنتج أكبر كمية غاز حيوي حيث تم اجراء مقارنة بين تجربتين بنسب مختلفة فكانت التجربة الأولى (10% مخلفات أعشاب – 90% روث أبقار) والتجربة الثانية (50% مخلفات أعشاب – 50% روث أبقار).

استمرت التجربة الأولى لمدة 50 يوم بينما استمرت التجربة الثانية لمدة 38 يوم ودلت نتائج البحث على أن أكبر إنتاج يومي من الغاز الحيوي هو في التجربة الأولى 1039 غرام بينما كان أكبر إنتاج يومي من الغاز الحيوي في التجربة الثانية 459 غرام فضلاً عن الحصول على سماد حيوي غني في محتواه من العناصر الغذائية للنباتات والمحافظة على بيئة نظيفة.

كما تم تحليل عينة من الغاز الحيوي الناتج عن عملية التخمير في المخبر المركزي لشركة مصفاة بانياس باستخدام جهاز غرومتوغرافيا وهو جهاز مختص بتحليل العينات الغازية الهيدروكربونية عن طريق تبخيرها وتبين من خلال التحليل أن محتوى الغاز الحيوي من الميتان في التجربة الأولى 58% بينما كان محتوى الغاز الحيوي من الميتان في التجربة الثانية 53%.

كلمات مفتاحية: تخمر، الغاز الحيوي ، الميثان ، الهضم اللاهوائي ،روث .

* أستاذ في قسم المعدات والآليات – كلية الهندسة التقنية – جامعة طرطوس –سوريا.

Study the effect of mixing ratios on biogas production by anaerobic fermentation of weed residues and cattle dung

Dr. M. Musa Al-Muhammad *
Dr. M. Kamel Youssef **
M. Aqeel Mohsen Hassan ***

(Received 3/ 12/ 2020 . Accepted 5 / 4/ 2021)

□ ABSTRACT □

This research aims at design a model for an anaerobic fermenter to produce biogas from cow dung and herb residues and implement it.

the volume of the reactor reached 200 liters, which is a metal barrel equipped with a bottom hole for emptying after the completion of the decomposition process and equipped with tubes on a faucet to control the passage of the gas.

50 kg of organic matter was placed In the fermenter, the best percentage of the components mixture, which produces the largest amount of biogas, was determined. A comparison was made between two experiments with different proportions The first experiment was (10% herb residues - 90% cow dung) and the second experiment (50% herb residues - 50% cow dung).

The first experiment lasted for 50 days, while the second experiment lasted for 38 days. The results of the research indicated that the largest daily production of biogas was in the first experiment 1039 grams, while the largest daily production of biogas in the second experiment was 459 grams, as well as obtaining a rich bio-fertilizer In its content of nutrients for plants to maintain a clean environment.

A sample of the biogas resulting from the fermentation process was analyzed in the central laboratory of the Baniyas Refinery Company by using a grommograph device, which is a device specialized in analyzing the hydrocarbon gaseous samples by evaporating them and it was found through the analysis that the biogas content of methane in the first experiment was 58% while the biogas content was 53% of methane in the second experiment.

Key words: fermentation, biogas, methane, anaerobic digestion, dung

*Professor in the Department of Equipment and Mechanisms - Faculty of Technical Engineering - University of Tartous - Syria.
** Doctor in the Department of Equipment and Mechanisms - Faculty of Technical Engineering - University of Tartous - Syria.
*** Postgraduate student - Master of Solar Energy and Renewable Energy Engineering - Department of Technology and Mechanisms - College of Engineering - University of Tartous - Syria.

المقدمة:

في ظل النقص الحاد في الموارد الطبيعية وزيادة الطلب على الطاقة الذي رافق عملية التطور الصناعي الذي شهدته البلدان النامية وبعض الدول الأخرى، ومع استشعار خطر التلوث البيئي الناتج عن تلبية متطلبات الإنسان العصري والمتزايد، بات من الضروري البحث بشكل جدي عن مصادر جديدة للطاقة أكثر صداقة للبيئة كالغاز الحيوي أمل المستقبل، والحقيقة أن موضوع الغاز الحيوي هو موضوع قديم حيث اكتشف غاز الميتان منذ أكثر من 200 عام، وعثر عليه حيثما كان هناك تحلل وتخمر لاهوائي، حيث تساهم بإنتاجه بكتيريا لاهوائية عبر عملية حيوية، لذلك أصبحت تقانة التخمير أداة مهمة في السنوات الأخيرة شغلت العديد من العلماء والباحثين وصل تطور كبير وسريع في مجال هذه التقنية.

وقد تعددت المواد التي استخدمتها تقانة التخمير ومنها المخلفات الحيوانية والنباتية وغيرها من المواد بهدف إنتاج الغاز الحيوي ومعالجته واستثماره كوقود بديل في المحركات. [14]

إن من أهم ميزات تقانة الغاز الحيوي فضلاً عن عمليات تحويله إلى طاقة حرارية وكهربائية هي استخدام مخلفات المادة العضوية بعد عملية التخمر، كسماد جيد خال من الميكروبات والروائح الكريهة وتكاثر الحشرات، وتكمن أهمية هذا البحث في الاستفادة من الطاقة البديلة المتمثلة في استخدام الغاز الحيوي الناتج عن روث الأبقار ومخلفات الأعشاب في المزارع والمنازل الريفية. [13]

مشكلة وأهمية البحث:

يعاني معظم سكان المناطق التي تنتشر فيها حظائر تربية الثروة الحيوانية خطراً محتملاً بسبب احتواء روث هذه الحيوانات على عدد كبير من الجينات الجرثومية المقاومة للمضادات الحيوية، إضافة إلى التلوث الكبير الذي يحدثه للمياه ، بالإضافة إلى الروائح الكريهة المنبعثة منه، وهذا ما دفعنا للاستفادة من روث الحيوانات في إنتاج الغاز الحيوي ومعالجة النفايات بهدف الحصول على سماد عضوي معالج لا تنمو فيه الأعشاب، وأكثر فائدة للنبات وللاستخدامات الزراعية وخاصة الزراعات العضوية، وتغطية جزء هاماً من الطاقة لا سيما في مجال تأمين الطاقة اللازمة لتجهيزاته الموجودة في هذه الحظائر والصناعات المرافقة لها.

هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى تصميم نموذج لمخمر لاهوائي لإنتاج الغاز الحيوي بعمليات التخمير اللاهوائي لمخلفات الأعشاب وروث الأبقار، لتغطية جزء هام من حاجتنا للطاقة دون أن يشكل خطرا على الأمن الغذائي، بالإضافة للتقليل من كمية الغازات السامة المنبعثة للجو وأضرارها على البيئة والإنسان. كما يهدف البحث إلى دراسة نسبتي خلط مختلفتين، وتحديد النسبة الأفضل التي تعطي أكبر كمية من الغاز الحيوي.

الدراسة المرجعية:

الغاز الحيوي:

الغاز الحيوي هو الغاز الناتج عن تحلل المواد العضوية بطريقة التخمير اللاهوائي ضمن مواضم حيوية متنوعة، ومن خواصه الفيزيائية أنه غاز عديم اللون والرائحة، وغير ضار، وهو مزيج يتكون بشكل أساسي من غاز الميتان، وثاني أكسيد الكربون، كما يحوي على نسب قليلة من غازات النتروجين، والهيدروجين، وكبريت الهيدروجين [9]

المواد العضوية المستخدمة بإنتاج الغاز الحيوي:

- المخلفات الحيوانية روث الحيوانات (ماشيه – خيول– طيور).....الخ.
- المخلفات النباتية: بقايا المحصاد– نواتج تقليم الأشجار–الثمار التالفة – بقايا الخضراوات والأعشاب.....الخ.
- مخلفات الإنسان المواد الصلبة في مياه الصرف الصحي-مخلفات منزليه .....الخ.
- مخلفات صناعية: مخلفات صناعة المواد الغذائية والمشروبات وتجهيز الخضر والفواكه.....الخ.
- مخلفات المسالخ .....الخ. [9]

أجهزة التخمير اللاهوائي:

التخمير اللاهوائي هو عملية تجري بصورة طبيعية في الأوساط التي تحتوي على مادة عضوية بدون وجود الهواء، وفي هذه العملية تقوم البكتيريا اللاهوائية بتحويل المادة العضوية إلى غاز قابل للاحتراق، وهو ما يسمى بالغاز الحيوي ، وتتم عملية التحويل هذه داخل مفاعل إسطواني الشكل مغلق، وهو النوع الأكثر انتشاراً و يسمى بالمخمر (الهاضم الحيوي)، ولهذا الهاضم مدخل وحيد لغرض إدخال المادة الحيوية وله مخرجان :

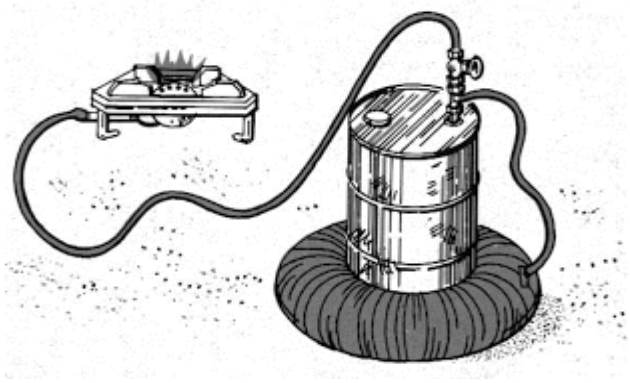
الأول: لتصريف الغاز الحيوي المنتج.

والثاني: لتصريف الكمية المتبقية غير المتحولة من المادة العضوية إلى خارج المخمر. [10]

طرائق البحث ومواده :

وصف المخمر:

تم تصميم نموذج لمخمر منزلي بحجم صغير وبطرق يدوية وهي غير معقدة وغير مكلفة وذلك باستخدام برميل واحد حيث يمكن تصنيعه بسهولة من خلال استخدام البرميل المعدني المستخدم في تخزين الزيوت أو المنظفات ويبلغ حجمه 200 ليتر يزود هذا البرميل بفتحة سفلية تكون قرب القاعدة مزودة بسدة معدنية مع مطاط مانع لتسرب السوائل تستخدم في تفريغ البرميل بعد انتهاء عملية التحلل ويزود أيضاً بأنابيب على صفور للتحكم بمرور الغاز وقد يزود بأطار داخلي لتجميع الغاز الناتج والذي يلعب دوراً بتنظيم الغاز المتدفق واستمراريته ويتم قياس وزن الغاز باستخدام ميزان الكتروني دقيق حيث يحسب من خلال طرح وزن الاطار وهو ممتلأ بالغاز من وزن الاطار وهو مفرغ تماما من الهواء وقد بلغ وزنه (722 غ).



الشكل (1) نموذج مطبق لمخمر لاهوائي منزلي.

الأجزاء الرئيسية للمخمر اللاهوائي:

يظهر الشكل(2) أجزاء المخمر المنفذ حيث تم تجهيزه من مواد وقطع تقليدية متوفرة في السوق المحلية.

شكل (2) مخطط توضيحي للمخمر المنفذ.

1- إطار مطاطي لتجميع الغاز الحيوي الناتج.

2- جسم المخمر وهو عبارة عن برميل معدني بسعة 200 ليتر.

3- شفرة تحريك الخليط أثناء فترة التخمير.

4- فتحة خروج نواتج التخمير.

5- خلاط يدوي لتحريك المزيج.

6- فتحة دخول وضع بها قمع لتزويد المخمر بالخليط.

7- أنبوب جريان الغاز.

8- موقد.

تم إجراء تجربتين التجربة الأولى بدأت بتاريخ 2019/8/1 بدرجات حرارة مرتفعة تتراوح بين 28-38 درجة مئوية واستمرت ل50 يوم 2019 تم تخمير نسبة 10% مخلفات أعشاب و90% روث أبقار حيث وضع في المخمر 50 كيلو غرام مادة عضوية (5كغ مخلفات أعشاب مع 45 كغ روث أبقار) مع تحريك ثلاث مرات باليوم دورة منتظمة لأنه في حال عدم التحريك تتشكل طبقة كتيمة تمنع صعود غاز الميتان والغازات الأخرى في المرحلة الأولى عند أضافة بادئ من روث الأبقار بنسبة 100% (7كغ روث أبقار – 7كغ ماء) بدء انتاج غاز الميتان بعد سبعة أيام وهذا يعني بدء تشكيل البكتيريا التحفيزية ثم بكتيريا انتاج الميتان في الأيام الثلاثة الأولى لم يشتعل الغاز وهذا يدل على وجود نسبة من غاز ثنائي أكسيد الكربون وبخار

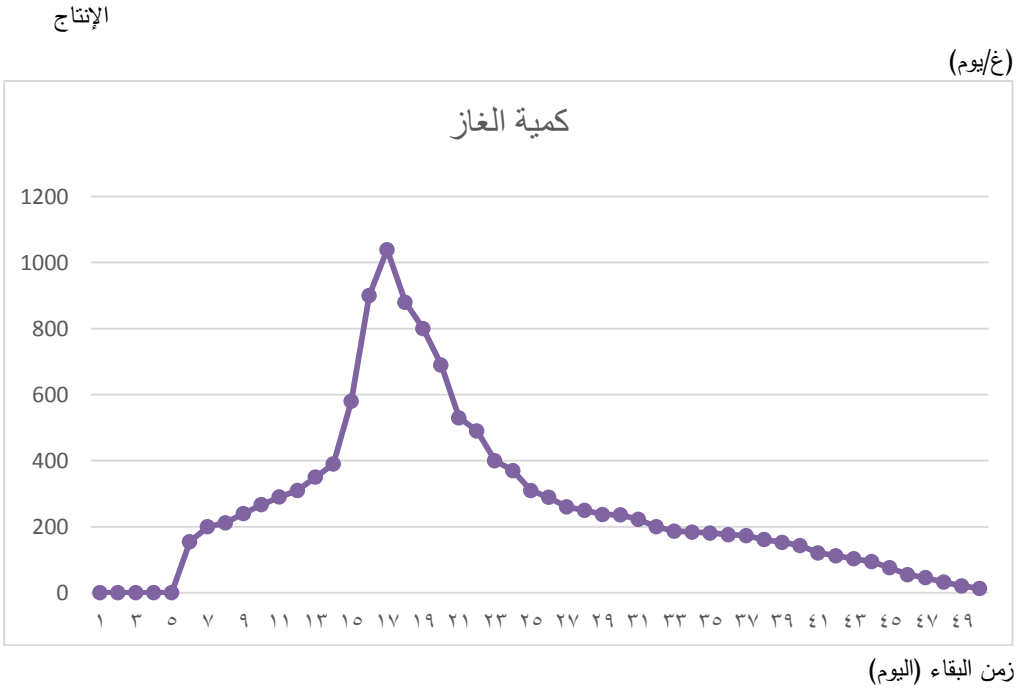
الماء عالية فيه ومن بعدها بدء اشتعال الغاز في اليوم الرابع بلهب أزرق وهذا يدل على وجود نسبة كبيرة من غاز الميتان مقارنة بالغازات الأخرى أي الاحتراق نظيف.

أما التجربة الثانية بدأت بتاريخ 2019/10/25 بدرجات حرارة معتدلة تتراوح بين 18-28 درجة مئوية حيث تم تخمير نسبة 50% مخلفات أعشاب و50% روث أبقار حيث وضع في المخمر 0 5 كيلو غرام مادة عضوية (25كغ مخلفات أعشاب مع 25 كغ روث أبقار) استمرت التجربة لمدة 38 يوم.

مع العلم انه تم تخمير روث ابقار طازج ومخلفات أعشاب خضراء بالنسبة للتجربتين.

النتائج والمناقشة:

يوضح المخطط التالي كمية انتاج الغاز الحيوي يومياً في التجربة الأولى حيث بلغت أكبر كمية لإنتاج الغاز 1039 غ في اليوم السابع عشر من بدء اجراء التجربة وبعدها بدء بالانخفاض يومياً وكانت الكمية الاجمالية المنتجة من المادة العضوية (50 كغ) هي 13128 غ أي 13.128 كغ.

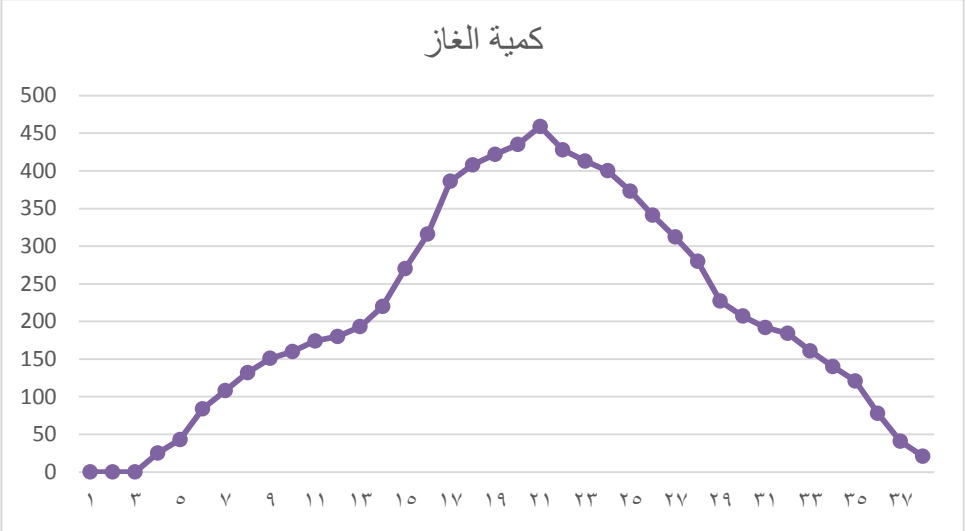


المخطط (1) كمية الغاز الناتج يومياً خلال التجربة الأولى (90% روث أبقار+10% مخلفات أعشاب)

يوضح المخطط التالي كمية انتاج الغاز الحيوي يومياً في التجربة الثانية حيث بلغت أكبر كمية لإنتاج الغاز 459 غ في اليوم الواحد والعشرون من بدء اجراء التجربة وبعدها بدء بالانخفاض يومياً وكانت الكمية الاجمالية المنتجة من المادة العضوية (50 كغ) هي 8085 غ أي 8.085 كغ.

الإنتاج التراكمي

(غ/يوم)



زمن البقاء(اليوم)

المخطط (2) كمية الغاز الناتج يومياً خلال التجربة الثانية (50% روث أبقار+50% مخلفات أعشاب)

تم تحليل عينة من الغاز الناتج في مخبر شركةمصفاة بانياس، باستخدام جهاز غروموتوغرافيا GC لتبيان نسبة غاز الميثان في الخليط حيث نوع الكاشف المستخدم FID وهو جهاز مختص بتحليل العينات الغازية الهيدروكربونية عن طريق تبخيرها، حيث بلغت نسبة غاز الميثان في العينة للتجربة الأولى 58% وبلغت نسبة غاز الميثان في عينة التجربة الثانية 53%.

شكل (3) جهاز غروموتوغرافيا لتحليل الغاز الحيوي .

الاستنتاجات:

1- تعد مخلفات الأعشاب و روث الابقار مواد مناسبة لإنتاج الغاز الحيوي.

2- ازدياد نسبة روث الأبقار بالخليط من 50% إلى 90% أدى لزيادة ملحوظة بكمية الغاز الحيوي الناتج وزيادة نسبة غاز الميتان فيه.

3- انخفاض مدة التخمير بازدياد نسبة مخلفات الأعشاب ضمن المخمر.

التوصيات :

1-اجراء معالجات كيميائية لمخلفات الأعشاب قبل البدء بعملية التخمير من اجل تحسين مردود انتاج الغاز الحيوي

2- دراسة كفاءة السماد العضوي الناتج عن عملية التخمير اللاهوائي في الزراعة ومدى فاعلية استخدامه كبديل للأسمدة الصناعية.

3- اقتراح إنشاء عدد من وحدات إنتاج الغاز الحيوي الإرشادية بغرض تبيان الفائدة العلمية والعملية لها، وتوضيح التعامل معها، وتبيان مدخلاتها ومخرجاتها.

4- متابعة الأبحاث العلمية في مجال طاقة الكتل الحيوية من حيث كيفية تنقية الغاز الحيوي الناتج وكيفية ضغطه وتعبئته بأسطوانات خاصة.

المراجع:

1) د. نايف صالح العبود _ *الطاقات المتجددة وحماية البيئة* _كلية الهندسة الميكانيكية _2013-2014.

2) د. موشدي _علاء الدين محمد علي *المخلفات الحيوانية والإفادة منها*_ 2000.

3) د.حسن، عيسى وسى عبود _*مواد العلف* _جامعة دمشق_ 2003.

4) الأمين _ عادل_2007_*تصميم وحدة الغاز الحيوي وانشاؤها وتشغيلها بكلية الزراعة* _جامعة دمشق _مجلة دمشق للعلوم المجلد 23 العدد390-379-2.

5) د. علي ، أسعد،2009_*الغاز الحيوي وتقنيات الحصول عليه*.

6) د. محمد غانم، د. دعد إبراهيم _*استخدام تقنية التخمر لإنتاج الغاز الحيوي من روث الأبقار* _مجلة جامعة تشرين _2014

7) د. علي خضور، د. سامر ربيع_ *تصميم هاضم حيوي لإنتاج غاز حيوي منزلي منخفض التكلفة* _مجلة جامعة طرطوس_2018

8) د. نايف العبود، م. عقل مندو_ *دراسة تأثير درجة الحرارة ومعدل التزويد بالفضلات على إنتاجية الهاضم اللاهوائي للغاز الحيوي*_مجلة جامعة البعث_2016

9) م. اسامة عبدو _*دراسة العوامل المؤثرة على مردود مفاعل لإنتاج الغاز الحيوي من مخلفات منزل ريفي في محافظة طرطوس*_ جامعة تشرين_2014

10) ALAGHALVI, H. (19, March.2013). *Design of Fermenter and Kinetics*. Journal of Fermentation and bioengineering, (4):371-376.

11) KUMARESAN, T; JYESHTHARAJ, B. (2016). *Effect of impeller design on the flow pattern and mixing in stirred tanks*. Chemical Engineering Journal, (20):173-193.

12) PUJARI, S. (1, January.2016). *Bioreactors (Fermenters), Function, Design and Types*. http://www.your article libarary.com, (28):1-28.

13) SOCCOL, C, R; PANDY, A; LARROCHE, C. (2013). *Fermentation Processes Engineering in the Food Industry*. Tylor and Francis group, New York, USA.145pp.

14) EL-Hadidi,Y.M.; *Seufert,H. Possibilities of increasing biogas production by using* different mixtures of animal wastes. MisrJ. Ag. Eng.1997.