مجلة جامعة بني وليد للعلوم الإنسانية والتطبيقية
Bani Waleed University Journal of Humanities and Applied Sciences
تصدر عن– جامعة بني وليد – ليبيا
Website:https://jhas-bwu.com/index.php/bwjhas/index
المجلد التاسع ـ العدد الخامس ـ 2024 ـ الصفحات (573-578)
ISSN3005-3900

التقليل من انبعاث غازات الاحتباس الحراري والتخلص الآمن والاقتصادي للنفايات في ليبيا بتحويل المخلفات العضوية المنزلية إلى سماد وغاز وقود باستخدام الهضم اللاهوائي

رجب إمحمد أبوجناح[1]* ، مبروكة الصغير حديدان[2]

[1] قسم علوم البيئة. كلية العلوم ،جامعة المرقب، الخمس، ليبيا.

[2] قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة المرقب، الخمس، ليبيا.

reabujnah@elmergib.edy.ly

Reducing Greenhouse Gas Emissions and Ensuring Safe and Economic Waste Disposal in Libya by Converting Household Organic Waste into Fertilizer and Biogas through Anaerobic Digestion

Rajab Emhemmed Abujnah [1,*], Mabruka Elsegar Hadidan[2]

[1] Environmental Science, College of Science, Elmergib University , Alkhums, Libya..

[2] Chemistry , College of Science, Elmergib University , Alkhums, Libya

تاريخ الاستلام: 02-11-2024 تاريخ القبول: 29-11-2024 تاريخ النشر : 16-12-2024

الملخص:

عندما تُكسَّر المواد العضوية، مثل فضلات الطعام أو النفايات الحيوانية، بواسطة الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية، يُنتَج غاز قابل للاشتعال، وهو غالبًا يتكون من غازي الميثان وثاني أكسيد الكربون. تُسمى هذه العملية "الهضم اللاهوائي". تحدث هذه العملية طبيعيًا الآن في جميع مكبات القمامة المنتشرة في المدن الليبية، مما يساهم بشكل فعال في إنتاج غازات الدفيئة وبالتالي عملية الاحتباس الحراري.

في هذا العمل، تم تصميم وعاء محكم الغلق للتخلص من النفايات العضوية المنزلية لأحد البيوت الليبية وتحويلها إلى سماد عضوي، بالإضافة إلى إنتاج غاز قابل للاشتعال من خلال عملية الهضم اللاهوائي. تم تحضين نفايات الطعام المجمعة من منزل إحدى الأسر الليبية بعد طحنها وخلطها بالماء وروث الأبقار في وعاء مغلق بإحكام. وصُمم هذا الوعاء بطريقة تُحفز على إنتاج الغاز وتحبسه، مما يتيح استخدامه في أي منزل ليبي. علمًا أن هذا الغاز احترق وتكوَّن لهب عند السماح له بالخروج من الوعاء.

الكلمات الدالة: الأسمدة العضوية، الغاز الحيوي، المواد العضوية، النفايات المنزلية، غازات الاحتباس الحراري.

Abstract:

When organic matter such as food waste or animal waste is broken down by aerobic microorganisms, a flammable gas is produced, which is mostly composed of methane and carbon dioxide, and this process is called anaerobic digestion. This process is now occurring naturally in all garbage dumps scattered in all Libyan cities and contributes effectively to the production of greenhouse gases and thus the process of global warming. In this work, an airtight container was designed to dispose of the household organic waste of one of the Libyan houses and convert it into organic fertilizer and produce flammable gas through the process of anaerobic digestion, the food waste collected from the house of a Libyan family was incubated after grinding it and

mixing it with water and cows in a tightly closed container. This container is designed in a way that stimulates and traps gas production and can be used in any Libyan home. Note that this gas burned and flame formed when it was allowed to leave the vessel.

Key words: Biogas, Household Waste, Global Warming Gasses, Organic Fertilizer. Organic Matter

المقدمة

تُعدّ مشكلة هدر الطعام من أبرز التحديات العالمية، حيث تُسجَّل كميات ضخمة من المخلفات الغذائية سنويًا على مستوى العالم والدول الفردية. وفقًا لتقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة (***UNEP***) لعام 2024، تُقدَّر كمية مخلفات الطعام المنزلية عالميًا بحوالي 1.05 مليار طن سنويًا، أي ما يعادل 60% من إجمالي الغذاء المهدر عالميًا. وتشير البيانات إلى أن نصيب الفرد من الطعام المهدر يبلغ حوالي 132 كجم سنويًا، ما يمثل نحو 20% من إجمالي المواد الغذائية المتاحة للاستهلاك.[1]

وفي ليبيا، تُظهر البيانات الصادرة عن نفس التقرير أن كمية الطعام المهدر في المنازل تصل إلى نحو 572 ألف طن سنويًا، بمعدل 84 كجم للفرد الواحد سنويًا. ويعكس هذا الرقم زيادة ملحوظة مقارنة بعام 2019، حيث كان متوسط نصيب الفرد من هدر الطعام يُقدَّر بحوالي 75 كجم سنويًا.[2]

تُسلط هذه الإحصائيات الضوء على التحديات التي تواجهها الدول، خاصة تلك التي تعاني من أزمات اقتصادية، حيث يساهم هدر الطعام في تفاقم المشكلات الاقتصادية والبيئية. ويؤكد التقرير على ضرورة وضع استراتيجيات فعّالة لإدارة المخلفات الغذائية والحد من هدر الطعام، لما له من آثار سلبية كبيرة على الاقتصاد العالمي والبيئة[3] . تُولِّد نفايات الطعام نحو 8-10٪ من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية، حيث ينتهي جزء كبير منها في مكبات النفايات، مما يؤدي إلى تكلفة اقتصادية تُقدَّر بحوالي 900 مليار دولار سنويًا، وفقًا لمنظمة الأغذية والزراعة . ***(FAO)***[4]في حين يُعتبر إطعام الجياع أولوية أساسية للحد من هدر الطعام غير الضروري، فإن النفايات العضوية تشمل مصادر غير صالحة للأكل، مثل روث الماشية، النفايات الزراعية، مياه الصرف الصحي، ونفايات الطعام غير القابلة للاستهلاك. عندما تُدار هذه النفايات بطريقة غير سليمة، فإنها تشكل خطرًا كبيرًا على البيئة والصحة العامة[5] [6] ، حيث يمكن لمسببات الأمراض والمواد الكيميائية والمضادات الحيوية والعناصر الغذائية الموجودة في هذه النفايات أن تلوث المياه السطحية والجوفية، سواء عبر الجريان السطحي أو الترشيح إلى التربة. تُسبب العناصر الغذائية الزائدة تكاثر الطحالب، مما يضر بالحياة البرية ويؤثر على جودة مياه الشرب. كما يرتبط استهلاك مياه تحتوي على مستويات مرتفعة من النترات بحدوث مشاكل صحية، مثل فرط نشاط الغدة الدرقية ومتلازمة الطفل الأزرق. ورغم أن مرافق المياه البلدية تعمل على معالجة مياه الشرب لإزالة النترات، فإن هذه العملية مكلفة للغاية.[7]

الغاز الحيوي هو أحد الغازات الأساسية والمفيدة، حيث يُستخدم بشكل واسع كوقود للطهي المنزلي، وإنتاج الكهرباء والحرارة، وكوقود لوسائل النقل[8] . يتم إنتاج الغاز الحيوي من خلال عملية الهضم اللاهوائي للمواد العضوية القابلة للتحلل[9] . وهذه العملية عبارة عن تفاعل بيولوجي يحدث في غياب الأكسجين ***(O_2)*** وبوجود كائنات دقيقة لا هوائية [10][11]

في هذا البحث، تم إنتاج الغاز الحيوي عبر الهضم اللاهوائي لمخلفات الطعام وروث الأبقار بعد خلطها بالماء المقطر وحضنها في براميل مُحكمة الإغلاق. بعد ذلك، تم التعرف على غاز الميثان من خلال حرقه، حيث لوحظ لهب أزرق عند احتراقه

2. المواد والأجهزة والتجارب

1.1 .المواد المستخدمة

1 -مخلفات الطعام المطحونة.

2 -روث الأبقار.

3 -ماء مقطر.

4 -مادة حافظة للحرارة (السلفر).

1.2 .الأجهزة المستخدمة

1 -برميل من البلاستيك: تم طلاؤه باللون الأسود حتى لا يدخل الضوء داخله، وسعته 50 لترًا لسكب خليط المخلفات العضوية فيه.

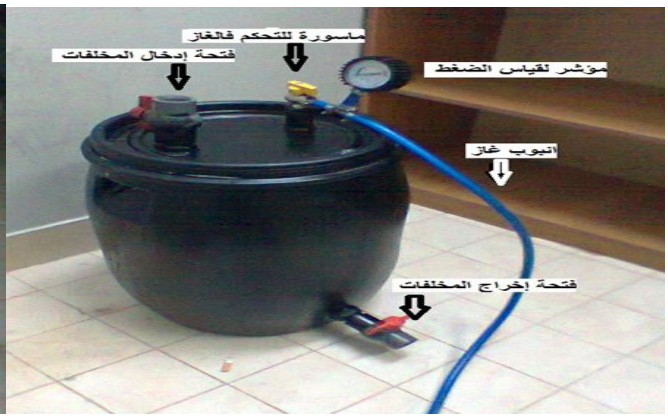
2 -أنبوب مخصص للغاز طوله 5 أمتار مع وصلة أنبوب غاز على شكل مثلث وصنبور غاز صغير.

3 -إطار سيارة داخلي يُستخدم لتجميع الغاز المتولد.

4 -صنبوران مع وصلتين لإدخال وتفريغ المواد العضوية.
5 -ماسورة للتحكم بخروج الغاز من البرميل.
6 -موقد لهب لفحص الغاز الحيوي.

2.2 .التجارب

1 -يتم عمل ثقوب في البرميل:
الأول في الجزء العلوي لتركيب أنبوب الغاز ومؤشر ضغط الغاز.
الثاني لإدخال المواد العضوية.
ثالث في الجانب السفلي لإخراج المخلفات الناتجة بعد الهضم.
2 -يتم الإحكام التام بعد سكب المخلوط العضوي بطريقة لا تسمح بدخول الأكسجين وتمنع خروج الغازات من البرميل.
3- يُطلى البرميل باللون الأسود، كما هو موضح في الشكل (1)



الشكل (1) الشكل (2)

4- يُغلف البرميل بالكامل بالمادة الحافظة للحرارة (السلفر)، كما هو موضح في الشكل***(2)***
5- تم تركيب أنبوب الغاز الرئيسي في البرميل بإحكام، ويتفرع منه أنبوب يُركب في الإطار، بالإضافة إلى فرع آخر يتم توصيله بالموقد لاحقًا.

3.2. خطوات التجربة
1-تم طحن وتجهيز المخلفات النباتية واوزانها كما في الجدول الاتي

الرقم	النوع	الوزن بالكيلوجرام
1	الطماطم	4
2	البطاطا	5
3	الخيار	6
4	السلطة	7
5	الكوسا	9
6	القش	1
7	الروث	5

2-أُضيف 10 لترات من الماء المقطر الدافئ بدرجة حرارة 30 درجة مئوية إلى المواد المطحونة السابقة، وتم وضعها في قنينات بلاستيكية [12]، كما هو موضح في الشكل (3).

الشكل (3)

3-تم سكب الخليط (المواد الغذائية، الماء المقطر، وروث الأبقار) [13] في المفاعل وأُغلق بإحكام

3 النتائج
1 قيست درجة حرارة المخلفات العضوية داخل القنينات، فكانت 25 درجة مئوية، ودرجة الحموضة 5.2 ***[14]***
2 بعد مضي خمسة عشر يومًا، لوحظت زيادة في حجم الإطار، وتم اختبار الغاز من خلال اشتعال لهب ذو لون أزرق واضح الرؤية لفترة من الزمن، كما هو موضح في الشكل.***(4)***
3 أصبحت المخلفات العضوية سمادًا عضويًا، [15] كما هو موضح في الشكل (5).

الشكل (4) يوضح اشتعال الغاز الشكل(5) السماد العضوي الناتج

4. المناقشة

تشير النتائج المذكورة إلى حدوث تفاعل بيولوجي أو كيميائي في المخلفات العضوية داخل القنينات. في البداية، تم قياس درجة الحرارة ودرجة الحموضة للمخلفات العضوية، حيث كانت درجة الحرارة 25 درجة مئوية، وهي حرارة معتدلة تساهم في النشاط البيولوجي للكائنات الدقيقة التي تساهم في تحلل المواد العضوية. كما أن درجة الحموضة 5.2 تشير إلى بيئة حمضية، وهي بيئة مثالية للكثير من الكائنات الدقيقة التي تساهم في التحلل العضوي.

بعد 15 يومًا، لوحظت زيادة في حجم الإطار الذي قد يكون نتيجة لتجمع الغازات الناتجة عن التحلل، مثل الميثان (CH_4) وثاني أكسيد الكربون[16] (CO_2) وقد تم التأكد من وجود غازات قابلة للاشتعال من خلال اشتعال لهب أزرق، مما يشير إلى تكون غاز الميثان أو غازات مشابهة، وهو ما يدل على أن التحلل كان نشطًا ويشكل مصدرًا للغازات.

في النهاية، تحول المخلفات العضوية إلى سماد عضوي، مما يعني أن العملية البيولوجية كانت فعالة في تحلل المواد العضوية وتحويلها إلى مواد قابلة للاستخدام الزراعي. هذه العملية تؤكد على الفائدة البيئية والاقتصادية في تحويل المخلفات العضوية إلى سماد بدلاً من التخلص منها بطرق غير صديقة للبيئة.

5. الاستنتاج:

من خلال هذه النتائج، يمكن الاستنتاج أن المخلفات العضوية في القنينات شهدت عملية تحلل نشطة أدت إلى زيادة حجم الغاز الناتج وتكوين غازات قابلة للاشتعال مثل الميثان. كما أن العملية انتهت بتحويل المخلفات إلى سماد عضوي، مما يدل على فعالية التحلل العضوي في بيئة محكومة. يمكن استنتاج أيضًا أن هذه العملية قد تكون خيارًا بيئيًا مستدامًا لتحويل المخلفات العضوية إلى سماد مفيد للاستخدام الزراعي، وبالتالي تقليل الأثر البيئي الناتج عن تراكم المخلفات العضوية. ونجحت جامعة دلهي التكنولوجية في إنتاج 650 لترًا من الغاز الحيوي يوميًا باستخدام 300-400 كجم من نفايات الطعام يوميًا [17] [18]

6. خاتمة:

تعتبر عملية الهضم اللاهوائي مفيدة للغاية لتحويل المخلفات العضوية إلى سماد عضوي وإنتاج غاز حيوي قابل للاشتعال. في هذا البحث، تم إثبات جدوى تصميم وعاء محكم لإجراء هذه العملية في بيئة منزلية، مما يوفر طريقة فعالة لإدارة المخلفات العضوية وتحويلها إلى موارد مفيدة. أظهرت النتائج أن المخلفات العضوية، بعد التحلل اللاهوائي، تحولت إلى سماد عضوي، في حين تم إنتاج غاز الميثان القابل للاشتعال، مما يشير إلى فعالية العملية البيولوجية. هذه الطريقة لا تساهم فقط في تقليل هدر الطعام وتقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، بل توفر أيضًا حلًا مستدامًا لتحويل النفايات إلى موارد قابلة للاستخدام. بالتالي، تبرز أهمية استخدام تقنيات الهضم اللاهوائي في تعزيز الاستدامة البيئية والحد من تأثيرات النفايات على البيئة.

المراجع

1-United Nations Environment Programme. (n.d.). ***تقرير للأمم المتحدة: العالم يحذر من أكثر من بليون وجبة يوميًا*** Retrieved from https://www.unep.org/ar/alakhbar-walqss/alnshrat-alshfyt/tqryr-llamm-almthdt-alalm-yhdr-akthr-mn-blywn-wjbt-ywmya.

2- ***تقرير أممي يرصد حجم هدر الليبيين للطعام سنويا - موقع ليبيا الاقتصادي*** | Libyan Eco

3-Xu, F., Li, Y., Ge, X., Yang, L., & Li, Y. (2018). Anaerobic digestion of food waste – Challenges and opportunities. Bioresource Technology, 247, 1047-1058.

4-United Nations Environment Programme. (2021). Food waste index report 2021. United Nations Environment Programme. https://www.unep.org/resources/report/food-waste-index-report-2021.

5-United Nations Environment Programme. (2024). Food waste index report 2024. Retrieved from https://www.unep.org.

6-Al-Wahaibi, T. (2020). Assessing the viability of biogas production from food waste. Shell TechXplorer Digest.

7-Environmental and Energy Study Institute (EESI). (n.d.). Biogas: Converting waste to energy.

8-Kougias, P. G., & Angelidaki, I. (2018). Biogas and its opportunities—A review. Frontiers of Environmental Science & Engineering, 12, Article 14.

9-Alexander, M. (1961). Introduction to soil microbiology (pp. 227–231). John Wiley & Sons, Inc.

10-Arsova, L. (2010). Anaerobic digestion of food waste: Status, problems, and an alternative product. WTERT and Earth Engineering Center, 2–7.

11-Chong, C. C., Cheng, Y. W., Ishak, S., Lam, M. K., & Lim, J. W. (2018). Anaerobic digestate as a low-cost nutrient source for sustainable microalgae cultivation: A way forward through waste valorization approach. Science of the Total Environment, 640-641, 1740-1748. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.011

12-Beteta, T. (1995). Experiences with plastic tube biodigesters in Colombia. Universidad Nacional Agraria.

13-El-Hassadi, I. E., & Ben Naser, S. (2023). Biofuel production from animal waste in Northeastern Libya: Experimental and simulation investigations. Renewable Energy Journal, 15(2), 45-56. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/369143395_Biofuel_Production_from_Animal_Waste_in_Northeastern_of_Libya_Experimental_and_Simulation_Investigations

14- Ghariani, H., & El-Kabir, M. (2022). Effect of solid content and pH on biogas production from organic fraction municipal solid waste (OFMSW). Journal of Sustainable Energy Studies and Development, 6(1), 10-18. Retrieved from https://www.jsesd.csers.ly/index.php/en/journal-papers/27-vol-06-01/104-vol-06-01-02

15- Benyahya, Y., Fail, A., Alali, A., & Sadik, M. (2021). Recovery of household waste by generation of biogas as energy and compost as bio-fertilizer—a review. Processes, 10(1), 81

16-Buziana, A. A., & Ibrahim, A. M. (2022). Anaerobic digestion of biowaste for biomethane production: Case study Albayda, Libya. Journal of Sustainable Energy and Environmental Research, 7(3), 23-32. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/356209730_Anaerobic_Digestion_of_Biowaste_for_Biomethane_Production_Case_Study_Albayda_Libya

17-Vaid, V., & Garg, S. (2013). Food as fuel: Prospects of biogas generation from food waste. International Journal of Agriculture and Food Science Technology, 4(2), 68–75.

18-Bhagat, V., Khune, V. N., Pathak, R., Singh, N., Yogi, S., & Kashyap, K. (2021). Production of biogas from different waste materials: A review. The Pharma Innovation Journal, SP-10(4), 520–523