معالجة المخلفات العضوية للحصول على الغاز الحيوى
Treatment of waste organic for Biogas

د. عبدالقادر محمد صالح بوجديدة [1] ، أ. اسماعيل حسين هويدى [2]، أ. هبة الناجى [3]

1 جامعة عمر المختار، كلية الزراعة، قسم الهندسة الزراعية aabojadeda@gmail.com
2 جامعة عمر المختار، كلية الزراعة، قسم الهندسة الزراعية esmaeelhewedy@Gmail.com
3 جامعة عمر المختار، كلية الزراعة، قسم الهندسة الزراعية m_heba201411@yahoo.com

الملخص

اجريت هذه التجربة فى مدينة البيضاء بتاريخ 2019/9/6 وانتهت بتاريخ 2019/12/16 واستغرقت التجربة 101 يوم . حيث سجلت درجات حرارة الهواء يوميا الساعة الواحدة ظهرا وسجل الرقم الهيدروجينى وقياس كمية الغاز المنتج كل عشرة ايام .

تم استخدام ثلاثة براميل سعة كل برميل 210لتر . وضع فى البرميل الاول مخلفات الابقار والبرميل الثانى المخلفات المنزلية والبرميل الثالث مخلوط من مخلفات الابقار والمخلفات المنزلية .تم قياس درجات الحرارة يوميا وكان متوسط درجات الحرارة اليومى 22.5 م3 . وايضا قياس PH كل عشرة ايام وكانت النتائج المتحصل عليها ان كمية الغاز المنتج من مخلفات الابقار 361 لتر اى مايعادل 16.11 كجم غاز وان كمية الغاز المنتج من المخلوط 460 لتر اى مايعادل 20.53 كجم غاز .

المقدمة

على الرغم من هجرة الناس المستمرة من المناطق النائية والريفية إلى المناطق الحضرية والمدن الكبيرة بصورة واسعة فإنه لا يزال هناك ما يزيد علي أربعة مليار نسمة يعيشون في المناطق النائية والريفية في مختلف بلدان العالم، وبالذات في بلدان العالم الثالث حيث أن أغلب هؤلاء لم تصلهم الكهرباء عدا حالات قليلة أنتجت فيها الطاقة الكهربائية من مولدات صغيرة ومنعزلة.

أن توفير الطاقة الكهربائية ضروري جدا لتجهيز هذه المناطق بالماء الصافي وحفظ الأطعمة وخزن الأدوية وتشغيل الراديو والتلفزيون، بالإضافة إلى ذلك فإن أغلب بلدان العالم قد زادت من استخدام الطاقة التقليدية والتي تنتج باستعمال الوقود التقليدي مثل النفط والغاز والفحم وكذلك الطاقة النووية، حيث أن هذه المصادر تزيد بنسبة كبيرة من تلوث البيئة حيث تنتج غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يساهم في زيادة درجة حرارة الجو بالكرة الأرضية

وكذلك ينتج غاز الميثان الذي يفاقم من تلوث البيئة، وطبقاً للمعلومات المتوفرة فإن درجة حرارة الجو ازدادت بمقدار 2 م° خلال السنوات السبعين الماضية وأن ثاني أكسيد الكربون قد أزداد بنسبة 20%.

أما غاز الميثان فقد أزداد بنسبة 7% وأدى ذلك إلى زيادة نشاط ظاهرة (النينيو) التي تؤدي إلى زيادة الأمطار في بعض مناطق الكرة الأرضية وانحباسها في مناطق أخرى، وأن سقوط الأمطار قد أزداد بنسبة 15% وأن مستوى سطح البحر قد ارتفع بمقدار 10.5 سم خلال القرن الماضي، وقد أدى ذلك إلى انفجار بعض الأراضي الصالحة للزراعة وذوبان الثلوج واختفاء الغابات في مناطق أخرى، في مقابل ذلك فإن مصادر الطاقة المتجددة والمستدامة توفر البديل لمصادر الطاقات التقليدية لما لها من صفات مهمة في أنها غير ملوثة وغير ناضبة ولا تؤدي إلى انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون أي لا تؤدي إلى زيادة درجة حرارة الجو، إن الطاقة المتجددة والمستدامة هي الطاقة المتولدة من المصادر الطبيعية مثل ضوء الشمس والرياح والمياه والإمطار وحرارة جوف الأرض يضاف إلى ذلك طاقة الكتل الحيوية، ففي العام 2006 بلغت نسبة الطاقة المتجددة المستخدمة بحدود 18% من الطاقة الكلية المستخدمة على سطح الأرض، وأن 13% من هذه الطاقة المتجددة جاءت من طاقة الكتل الحيوية التقليدية مثل حرق الأخشاب والنفايات وقد احتلت طاقة المياه المرتبة الثانية حيث بلغت بحدود 3% من الطاقة الكلية المستخدمة.

إن الدراسات المختلفة بالجوانب البيئية وخاصة تلك التي تهتم في مجال التخلص من النفايات الحيوانية والنباتية والاستفادة منها كطاقة بديلة ونظيفة غير متوفرة في ليبيا، إن عملية إنتاج الغاز الحيوي تتركز بالأساس على إنتاج غاز الميثان، حيث يتم إنتاج الغاز في هاضم مخصص يتم فيها تخمير المادة العضوية لا هوائياً(anaerobic)والتي تعني في غياب غاز الأكسجين بواسطة البكتيريا التي تنشط في البيئة الخالية من الأكسجينo_2،حيث تستهلك المخلفات الحيوانية والنباتية وتتكاثر وتطرح المخلفات الغنية بالميثان وهذه تتصاعد على شكل فقاعات إلى أعلى وتخرج إلى السطح ومنها يمكن مد أنابيب إلى أدوات الطهي مباشرة حيث يتم الحصول علي الغاز لعملية طهي.

أن الوقود المنتج من هذه المخلفات له عدة محاسن بيئية عما هو عليه في الوقود الأحفوري حيث أن الوقود المنتج بهذه الطريقة هو مصدر متجدد للطاقة المستدامة، كما أن كمية ثاني أكسيد الكربون co_2 المنبعثة خلال عملية إنتاج مثل هذا الوقود يقل نسبة 90% تقريبا عما هو عليه من الغاز المنتج بالوقود الأحفوري، كذلك فإن الوقود الناتج من المخلفات يحتوي علي كمية اقل بكثير من الكبريت والمعادن الثقيلة، أما من الناحية الاقتصادية فان الطاقة الحيوية المنتجة من المخلفات تكون عادة اقل كلفة بكثير من الوقود الأحفوري التقليدية، ولهذا السبب فقد شاع استخدام الوقود الحيوي في المؤسسات التعليمية والمستشفيات وغيرها من المرافق.

إن الزيادة المطردة في عدد السكان والنمو السريع في المنشآت الصناعية والزراعية والتجارية وغيرها من القطاعات تتطلب كميات كبيرة من الطاقة، وهذه بدورها تولد كميات كبيرة من المخلفات التي يجب التخلص منها والتي تؤثر بشكل سلبي على البيئة، بالإضافة إلى ذلك فإن الموارد المحدودة وكمياتها من الطاقات التقليدية من

النفط والفحم وغيرها وتأثيراتها البيئية الضار تحتم علينا البحث عن مصادر جديدة للطاقة وبأقل ضرر ممكن على البيئة، وبعد الأطلاع على العديد من الدراسات المتوفرة عن التقنيات المتوفرة لمعالجة المخلفات الحيوانية والنباتية والتي غالباًما تكون موجودة بكميات كبيرة في المناطق الريفية وخاصة المنتجات الحيوانية والنباتية وكذلك الأطعمة، فقد وجد بأن هناك العديد من الطرق والتقنيات التي يمكن استخدامها لمعالجة المخلفات العضوية مثل حرق المباشر أو عملية التخمير أو الهضم اللاَهوائي، حيث أن الحرق المباشر يعني حرق المخلفات العضوية للحصول على الطاقة المباشرة وهي طريقة سهلة وغير مكلفة ولكنها تنتج الدخان والرماد والتي تعني إطلاق كميات من الملوثات إلي البيئة من حيث الغازات والمواد العالقة بالهواء والتي قد تسبب أمراضاً مزمنة مثل الربو وسرطان الرئة وغيرها من الأمراض، أما عملية تخمير المخلفات العضوية للحصول علي الأسمدة فهي الأخرى عملية سهلة ويمكن القيام بها من قبل المزارع ولكن هذه العملية لها عدة عيوب منها :

1. أن المواد المغذية التي تدخل في المادة الخام خاصة النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم تتحول إلى غازات وتتبخر إلى الغلاف الجوي ثم تسقط بعدئذ على التربة.
2. أن هذه العملية محددة في إنتاج السماد.
3. أما الهضم اللاَهوائي (تقنية الغاز الحيوي) للمخلفات العضوية تنتج كلا من السماد الحيوي والطاقة الحيوية، وهنا نقتبس من بحث يذكر بأنه في عملية الهضم اللاَهوائي حيث أن المخلفات العضوية يمكن أن تهضم لتعود إلى البيئة علي شكل سماد وأيضاً وقود حيوي دون الإضرار بالبيئة، ولكن العقبة الوحيدة في تقنية إنتاج الغاز الحيوي هي التكلفة العالية وخاصة عندما يتم تغذية مجمع سكني كبير بالطاقة، ولهذه الأسباب فإن تقنية الغاز الحيوي تعتبر من التقنيات المهمة والمناسبة على مستوى الأسرة في المناطق الريفية.(Mattocks 1984)

مشكلة البحث

4. إن المزارعين الذين يعملون على تربية الأبقار والدواجن والمواشي يلجئون إلى التخلص من المخلفات التي تخلفها هذه الأبقار والدواجن والمواشي أما بنثرها أو تجفيفها ومن ثم استخدامها كسماد أو حرقها، حيث أن هذه الطرق التقليدية تشكل مصدراً لتلوث البيئة المحيطة.

أهمية الدراسة

إن القيام بهذه الدراسة لها العديد من الجوانب البيئية والاجتماعية والاقتصادية الايجابية ليس فقط على المستخدم ولكن أيضا على مستوى المجتمعات الوطنية، فمن حيث التأثيرات البيئية فإن استخدام المخلفات العضوية (روث الحيوانات والمخلفات النباتية والمخلفات العضوية المنزلية) كمواد أولية في إنتاج الغاز الحيوي تعتبر من الوسائل

المهمة لإدارة المخلفات، حيث أن هذه التقنية تساعد على التخلص من الكميات الكبيرة من المخلفات التي يمكن أن ترمى في محاجر رمي القمامة أو التي تحرق حيث تولد الرائحة والغازات المنبعثة إلى الجو، كذلك فإن من التأثيرات البيئية الايجابية لإنتاج الغاز الحيوي هو التقليل من استخدام الوقود الأحفوري والفحم والخشب من خلال الحرق المباشر والتي تقلل من ملوثات الهواء، ومن ناحية أخرى فإن هذه التقنية سوف تخفف من الأمراض حيث أن عملية الهضم اللاَهوائي يمكن أن تقضي على البكتيريا مما يعني التخلص من مصدر رئيسي للملوثات المائية، كما أن السماد المتحصل عليه من عملية الهضم اللاَهوائي يعوض جزئياً عن استخدام الأسمدة الكيميائية والتي عادة ماتسبب ضرراً بالصحة.

أهداف البحث:

1. معالجة بيئية للمخلفات الحيوانية والنباتية في المناطق الريفية، يقصد هنا بالمعالجة البيئية جانب واحد فقط وهو كيفية التخلص من المخلفات الحيوانية والنباتية وتحويلها إلى طاقة وإبعاد شبح التلوث بالنفايات.
2. الاستفادة من هذه المخلفات في إنتاج الطاقة النظيفة وهو الغاز الحيوي لأغراض الطهي.
3. المساهمة في الحد من ظاهرة الاحتباس الحراري، وذلك بالتخلص من غاز الميثان الذي يتطاير إلى الهواء من المخلفات الحيوانية والنباتية عند تحللها والاستفادة من هذا الغاز للأغراض المنزلية.

الدراسات السابقة

في الحقيقة إن الدراسات والبحوث المتعلقة بالطاقات المتجددة بشكل عام وكذلك الدراسات والبحوث المتعلقة بإنتاج الطاقة الحيوية من المخلفات الحيوانية والنباتية كثيرة جداً ولا يمكن ذكرها جميعاً، لذا سوف نقتبس البعض منها.

بين (Mckendry،2002) بأن هذه الطاقة يمكن أن تحل محل مصادر الطاقة التقليدية المنتجة من الوقود الأُحفوري، وقد قام باختبار خواص النباتات التي تلاءم مناخ الدول الأوربية، كما قام باستعراض التقنيات المستخدمة لتحويل الطاقة مع التأكيد على إنتاج الغاز من المخلفات العضوية، مدى فاعلية هذه التقنيات في إنتاج الغاز الحيوي من الكتلة الحيوية.

أما (Susta et al ،2003) استخدموا الطاقة الحيوية والاستفادة منها في حماية البيئة وقد استعرضوا المصادر الأساسية للطاقة الحيوية منها الغابات والمخلفات الحيوانية والأخشاب والمخلفات الزراعية وكذلك النفايات ومياه الصرف الصحي وقد بينوا بأنه يمكن تدوير غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 لإنتاج الطاقة الحيوية.

وذكر (Hassan،2004) أن نجاح أي مشروع لإنتاج الغاز الحيوي في منطقة ما يعتمد على مجموعة من المعطيات أهمها مدى وفرة المادة العضوية وكذلك كلفة بناء منظومة الإنتاج وكمية الطاقة المنتجة وكذلك

الظروف البيئية من حيث درجة الحرارة ومدى تقبل المواطنين لبناء مثل هذه المنظومات، وقد أثبتت النتائج أهمية بناء مثل هذه المنشآت الخاصة بإنتاج الغاز الحيوي وتوفير المخلفات العضوية عند الأسر التي تقطن في الأرياف الذين يعانون من التأثيرات السلبية من المخلفات العضوية.

قام (الهاشمي ،1990) باستخدام الفضلات المنزلية وفضلات الدواجن وفضلات الأبقار وكذلك فضلات الخيل لإنتاج الغاز الحيوي وإن كمية الغاز الناتج حوالي 5.1 أضعاف كمية الناتج من فضلات الأبقار فقط حوالي 3.6 ضعف الكمية المنتجة من فضلات الدواجن و2.8 وضعف كمية الغاز الناتج من فضلات الخيل.

كما شرح (محمد والذبحاني،2009) طريقة بسيطة لإنشاء الوحدات الإنتاجية للغاز الحيوي في المناطق الريفية في اليمن وأوضح الفوائد الاقتصادية التي يمكن الحصول عليها من هذه الوحدات الإنتاجية.

كذلك استخدام (غانموآخرون،2011) أنواع بكتيرية منتخبة لإنتاج طاقة الكتلة/ الحيوية من مخلفات الزراعة والصناعات الغذائية وانتخاب سلالات بكتيرية مناسبة لاستخدامها في عملية التفكيك الحيوي للسليلوز لإنتاج سكر الجلوكوز الذي يستخدم لإنتاج الوقود الحيوي حيث بينوا بان صنف معين من البكتيريا كان الأفضل في انتاج الغاز الحيوي.

أجري (Pudasaini , 2010) عملية تقييم لإنتاج الغاز الحيوي من مخلفات الديك الرومي في الولايات المتحدة الأمريكية حيث قام الباحث بدراسة الغاز الحيوي الصناعي علي المستوي المحلي في جامعة Iowa لإنتاج طاقة مستدامة منخفضة التكلفة حيث تم الحصول علي غاز الميثان من خلال عملية الهضم اللاًهوائي لإنتاج وقود المحركات التي تنتج الطاقة الكهربائية في جامعة Iowa وقد تمت عملية الهضم اللاًهوائي عند درجة حرارة 35م° كما تم الحصول علي غاز الميثان في اليوم الحادي عشر من عملية التخمر وقد قدرت كمية الطاقة المنتجة 5.5 ميجا وات من الطاقة المتجددة.

أوضح (vij , 2013) إن إنتاج الغاز الحيوي من مخلفات المطابخ خلال عملية الهضم اللاًهوائي حيث يتم إنتاج عمليات عضوية تساعد في إنتاج الطاقة المتجددة من جهة والتقليل من كميات ثاني أكسيد الكربون من جهة أخرى حيث تم تجميع فضلات المطابخ من عدة مناطق في المجمع السكني للمعهد الوطني للتكنولوجيا في الهند كما قام باستخدام خليط من المخلفات الحيوانية و هيدروكسيد الصوديوم للحفاظ على قلوية والحمضية عند رقم PH7 عند درجة الحرارة 37م° كما تم استخدام نموذج مصغر من المصنع لنتاج غاز الميثانCH_4 في المعمل من المواد الغنية بالنشاء والسكر.

صمم (Aylar et al،2013) مصنع تجريبي لإنتاج الغاز الحيوي من الكتلة الحيوية في إيران ومن عدة موادً أولية كما قام بتصميم جهاز لقياس حجم الغاز المنتج وقد تبين من خلال الدراسة أنه تم الحصول على كمية كبيرة من الغاز الحيوي في لأسبوعين الأوليين من عمر التجربة والتي بلغت ما يعادل 85.7% من إجمالي الغاز المنتج

وجد (Sialve et al,2011) في دراسة عمليات الهضم اللاًهوائي من الطحالب كخطوة ضرورية لإنتاج المادة الحيوية حيث بينوا أن إنتاج الوقود الحيوي من الطحالب وعملية تثبيت غاز ثاني أكسيد الكربون CO2 هما من الحلول التكنولوجية التي كانت موضع اهتمام الكثير من الباحثين والأكاديميين والصناعيين كما بينوا أن إدارة مخلفات الكتلة الحيوية والكميات الكبيرة من الأسمدة يجب أخذها بنظر الاعتبار وكذلك بينوا أن عملية الهضم اللاًهوائي هي المفتاح الذي يمكن بواسطته حل مشكلة المخلفات العضوية للحصول على الطاقة من الناحية الاقتصادية وقد وأضحوا بأن عملية تحويل الكتل الحيوية من الطحالب إلي الميثان هي عملية يمكن أن تعطي كمية كبيرة من الطاقة.

كما بين (Angelidaki and Ellegaard،2003) أن مخلفات الأبقار عند استخدامها وحدها تحتوي على كمية غاز اقل وذلك بسبب احتوائها على محتوى الماء العالي ونسبة كبيرة من الألياف.

كما قام (Sirirote et al , 2010) بدراسة إمكانية انتاج الغاز الحيوي من نبات درنات كاسفا النباتية Cassava Tubers في تايلاند حيث استخدموا مرحلتين من عمليات التخمر لإنتاج الغاز الحيوي تحت الظروف اللاًهوائية باستخدام هذا النبات كمادة أولية حيث قاموا بتجفيف 50 جرام من النبات وطحنه ثم خلطه مع 200 سم³ من الماء ثم أضيف إلي خزان حامضي بحجم 6 لتر وقد تمت عملية التخمر عند درجة حرارة 33م° حيث تم الحصول على 13.2 لتر من الميثان يوميا بعد عملية التخمر التي استغرقت 31 يوماً وقد كانت نسبة الميثان المنتج 64.3% .

- **الرقم الهيدروجيني PH:**

إن عملية تكوين الميثان حساسة من حيث الحمضية داخل الهاضم وان أفضل قيمة مثالية هي بحدود PH=7 ولذلك فإن القيم العالمية أو المنخفضةل.لPH تقلل أو توقف نشاط تكوين الميثان والذي يؤثر سلباً على أنتاج الغاز ال حيوي((FAO/CMS. 1996إن قيم ال PH تنخفضبشكل طبيعي نتيجة إنتاج الأحماض بواسطة عملية تكوين الأحماض وبعدها تزداد قيمة الPHتدريجياً نتيجة هضم النيتروجين مكونة NH^{+}_{4} الأيون الموجب ثم بعد ذلك تستقر قيم الPHمابين(8.2_7.2)حيث تستقر أيضاً عملية أنتاج الغاز الحيوي(FAO/CMS 1996) ولتعديلقيم الPHتضاف بعض المواد الحمضية عندما تكون قيمة الPHمرتفعة مثل بيكربونات الصوديوم إلي محتوى الهاضم أو إضافة مواد قاعدية في حالة انخفاض الPH(Mattock, 1984).

- **درجة الحرارة:**

إن عملية أنتاج الميثان المادة العضوية يمكن أن تتم في مدى واسع من درجات الحرارة (من تحت الصفر إلى أكثر من57.2م°(EREC, 2002))

وهناك ثلاث مديات من درجات الحرارة التي يمكن أن تحدث فيها عملية الهضم (Mattocks,1984).

1. مدى منخفضة من درجات الحرارة أقل من25م°.
2. مدى متوسط من درجات الحرارة من 29م°إلي40م°.
3. مدى درجة حرارة عالية من 50 م°إلي55 م°.

وحسب مصادر أخرى (FAO/CMS .1996) فإن درجة الحرارة المثلى 35م°.

وبصورة عامة كلما كانت درجة الحرارة مرتفعة داخل الهاضم كلما كانت الفترة الزمنية أقل في إتمام عملية الهضم للمواد العضوية مما يعني أنتاج المزيد من غاز الميثان (الغاز الحيوي).

إن التغيرات المفاجئة أوالسريعة في درجات الحرارة تقلل من أنتاج الغاز الحيوي أو حتى يمكن أن توقف الإنتاج، ولذلك فإن عملية مراقبة درجات الحرارة ضرورية جداً خاصة في مصانع الغاز الحيوي التي تعمل تحت ظروف درجات الحرارة العالية.

- **نسبة الكربون إلى النيتروجينC/N:**

أن نسبةC/N تعني نسبة كمية عنصر الكربون في المادة العضوية إلى محتواها من كمية عنصر النيتروجين وإن أفضل نسبةC/N هي من 20−30 أي من 20−30 ذرة من الكربون لكل ذرة واحد من النيتروجين FAO/CMS (EREC, 2002،Mattocks, 1984،.1996)

وإن النسبة العالية أو المنخفضة ل C/N سوف تؤثر على عملية هضم المادة العضوية وإن المخلفات العضوية تختلف في نسبة C/N فعل سبيل المثال نسبة C/N في روث البقر هي 24 بينما قش القمح هي 90 وفي روث الدجاج 10، ولغرض الحصول على كمية جيدة من الغاز الحيوي يفضل تعديل نسبة C/N وهذا يمكن الحصول عليها من خلال خلط المخلفات ذات النسبة العالية مع المخلفات ذات النسبة المنخفضة(FAO/CMS .1996).

المواد وطرق البحث

أجريت هذه التجربة في مدينة البيضاء وهي تقع في شمال ليبيا أعلى قمة الجبل الأخضر عند التقاء خط العرض 21.44 شمالاً مع خط الطول 32.76 شرقاً.

تحدها من الشرق مدينة شحات ومن الغرب مدينة مسه، وجنوباً قرية اسلطنه ومن الغرب غابات الوسيطة.

تم أخذ عينات مخلفات الأبقار من مزرعة في منطقة رأس التراب وعينات من مخلفات المطابخ والبقايا النباتية.

بدأت التجربة بتاريخ(2019.9.6)وانتهت(2019.12.16) والمدة التي استغرقتها التجربة(101 يوم)حيث سجلت درجات حرارة الهواء يومياً الساعة الواحدة ظهراً، وسجل الرقم الهيدروجيني كل عشرة ايام، وتم قياس كمية الغاز المنتج في كل تجربة كل عشرة أيام.

تم استخدام نوعية من المخلفات العضوية الاولى مخلفات الأبقار والثانية مخلفات المطابخ والبقايا النباتية والثالثة عبارة عن مخلوط من مخلفات الأبقار50% والمخلفات العضوية الأخرى50%.

- استخدمت براميل من الحديد سعة كل برميل 210 لتر وتم تحويرها بحيث تم عمل فتحة كبيرة لإدخال المخلفات وفتحة أخرى ركب عليها صمام يسمح بخروج الغاز من البرميل وعدم رجوعه وفتحة ثالثة ركب عليها جهاز لقياس الضغط صورة رقم (1)، وتم عمل فتحة أسفل كل برميل لخروج المخلفات بعد التخمير وكذلك قياس الPH. كما هو موضح بالصورة رقم (2).

صورة رقم (1)

صورة رقم (2)

- تم توصيل خرطوم غاز بالصمام كما هو موضح بالصورة رقم (3) وتركيب موصل على شكل مثلث من النحاس في نهاية الخرطوم (موضح بالصورة 4) ثم توصيل عدد اثنين من الخرطوم في الموصل، يركب علىأحدهماإطار مطاطي كبير الحجم لاستقبال الغاز الخارج من البرميل (صورة رقم 5) ويركب على الثاني صمام لفتحه عند عملية قياس كمية الغاز او توصيله بموقد لاختبار عملية الاشعال.

صورة رقم (3)

صورة رقم(4)

صورة رقم (5)

- يتم ملء البراميل الثلاثة بالمخلفات حيث يملأ البرميل الاول بالمخلفات الحيوانية والبرميل الثاني بالمخلفات المنزلية والبرميل الثالث بمخلوط المخلفات 50% من كل نوع .تم وضع (40كجم) من المخلفات في كل برميل حسب طبيعة التجربة وخلطهامع الماء بمقدار واحدكجم مخلفات لكل2.5لتر ماء كما ورد من قبل(Hassan 2004،).
- قياس درجة حرارة الهواء طول فترة التجربة يوميا. تم اخد درجات الحرارة من مكز الارصاد الجوي .
- قياس الرقم الهيدروجيني PH لكل نوع مخلفات عن طريق جهاز قياس الPHmeter .كما هو موضح بالصورة رقم (6)

صورة رقم (6)

- قياس الغاز المنتج كل عشرة أيام ابتداء من اليوم العاشر وتم قياس الغاز باللتر كما هو موضح بالصورة رقم (7) وحسب ما ورد من(Ball2011)،

صورة رقم (7)

النتائج والمناقشة

بدأت هذه التجربة بتاريخ 6-9-2019 الي 16-12-2019 حيث استغرقت هذه الدراسة مئة يوم حيث سجلت اعلي درجة حرارة 26.000 وأدني درجة حرارة 16.50 ومتوسط درجات الحرارة 22.50 وكان اعلى معدل لدرجات الحرارة في العشرة ايام الاولى 24.30وادنى معدل درجات الحرارة في العشرة ايام الاخيرة وكانت 16.50خلال فترة الدراسة كما موضح في الجدول رقم (1).

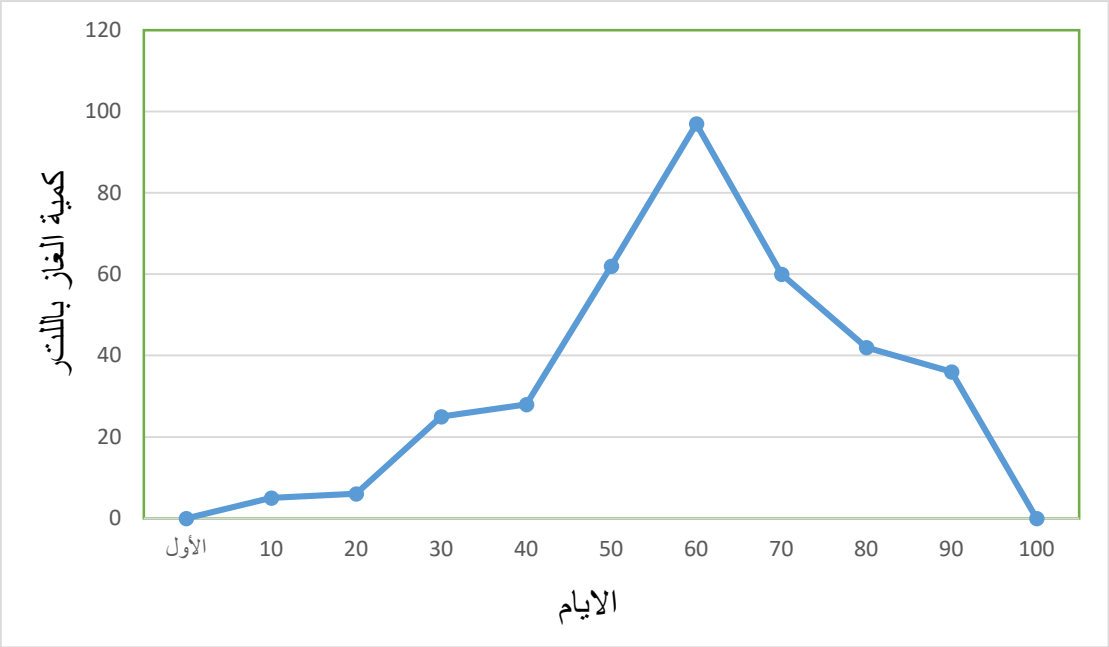
الجدول رقم (1) يبين معدل درجات الحرارة لكل عشرة ايام طيلة فترة التجربة

الأيام	الاول	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
متوسط درجة الحرارة	26.0	24.3	22.3	21.8	24.2	23.7	23.6	23.3	22.6	19.8	16.5

من الجدول رقم (2) نستنتج ان الغاز المنتج من مخلفات الأبقار كانت اعلى كمية من اليوم 51 الى اليوم 60 حيث بلغت الكمية المنتجة من الغاز 97 لتر مايعادل 4.33 كجم غاز وان اقل كمية منتجة من الغاز كانت 5 لترفي العشرة ايام الاولى ولم يكون هناك اي انتاج للغاز في العشرة الايام الاخيرة من التجربة. والشكل رقم (2) يبين كمية الغاز المنتج باللتر لمخلفات الابقار كل عشرة ايام.

الجدول رقم (2) يبين كمية الغاز المنتج باللتر لمخلفات الأبقار كل عشرة ايام

الأيام	الاول	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
الغاز/ل	0	5	6	25	28	62	97	60	42	36	0

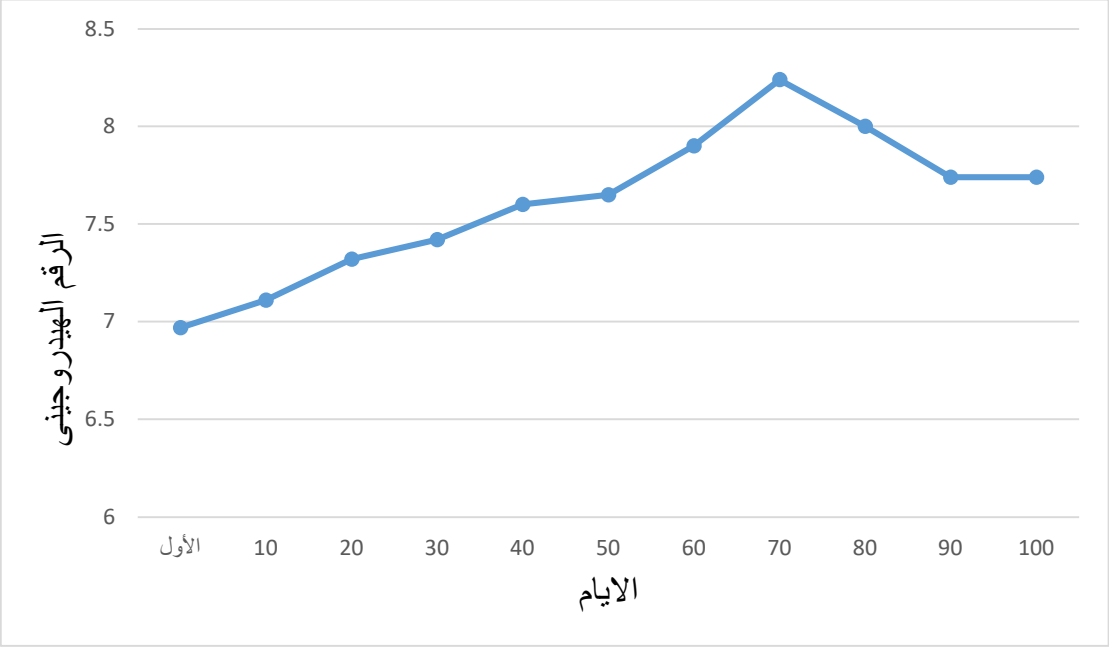


الشكل(2) يبين كمية الغاز المنتج بالتر لمخلفات الأبقار كل عشرة ايام

من الجدول رقم (3) يتضح ان اقل قيمة للرقم الهيدروجينيPHلمخلفات الابقار كانت 6.97 في العشرة ايام الاولى من بداية التجربة واعلى قيمة كانت 8.24 بداية من اليوم 61 الى اليوم 70 وكان متوسط الرقم الهيدروجيني 7.60.

الجدول رقم (3) يبين قيمةPHلمخلفات الأبقار كل عشرة ايام

الايام	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
PH	6.97	7.11	7.32	7.42	7.60	7.65	7.90	8.24	8.0	7.74	7.74

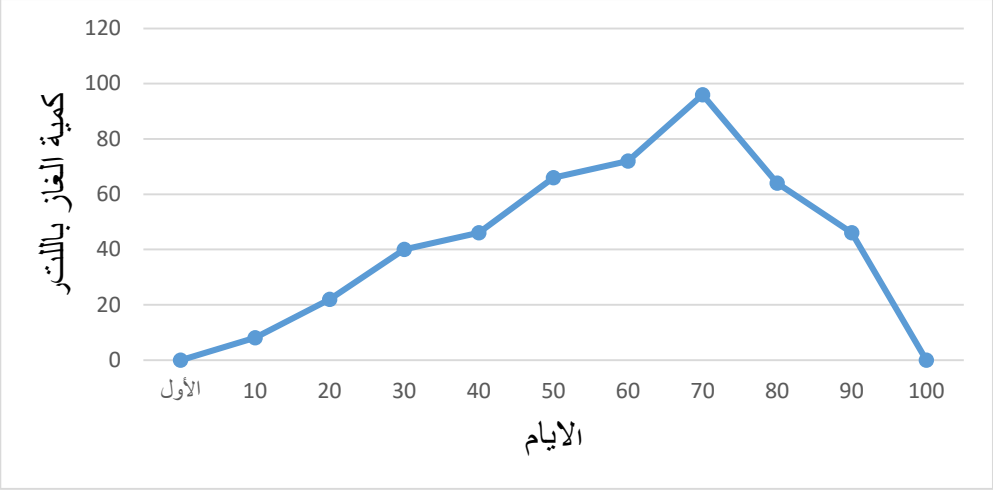


الشكل (3) يبين قيمة PH لمخلفات الأبقار كل عشرة ايام

من الجدول رقم (4) نستنتج ان الغاز المنتج من المخلفات المخلوطة كانت اعلى كمية في اليوم 61 الى اليوم 70 حيث بلغت الكمية المنتجة من الغاز 96 لتر مايعادل 4.28 كجم غاز وان اقل كمية منتجة من الغاز كانت 8 لتر مايعادل 0.33 كجم غاز في العشرة ايام الاولى ولم يكون هناك اي انتاج للغاز في العشرة الايام الاخيرة من التجربة. والشكل رقم (4) يبين كمية الغاز المنتج باللتر للمخلفات المخلوطة كل عشرة ايام.

الجدول رقم (4) يبين كمية الغاز المنتج بالتر للمخلفات المخلوطة كل عشرة ايام

الايام	الاول	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
الغاز/ل	0	8	22	40	46	66	72	96	64	46	0

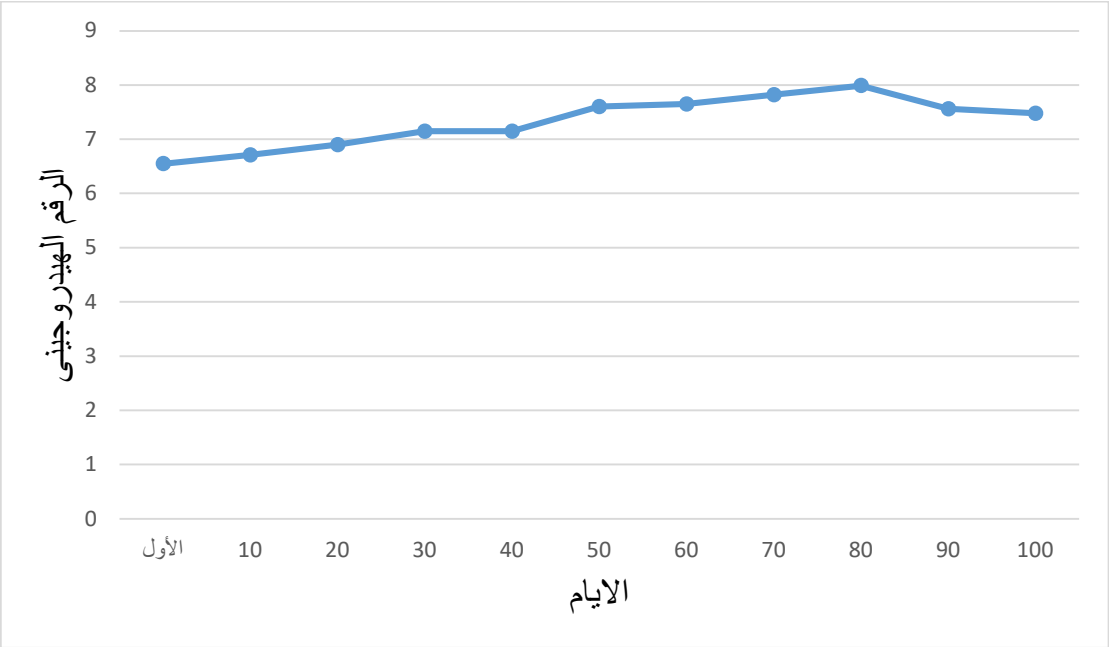


الشكل (4) يبين كمية الغاز المنتج بالتر للمخلفات المخلوطة كل عشرة ايام

من الجدول رقم (5) يتضح ان اقل قيمة للرقم الهيدروجيني PH للمخلفات المخلوطة كانت 6.71 في العشرة ايام الاولى من بداية التجربة واعلى قيمة كانت 7.99 بداية من اليوم 71 الى اليوم 80 وكان متوسط الرقم الهيدروجيني 6.67.والشكل رقم (5) يبين كمية الغاز المنتج باللتر للمخلفات المخلوطة كل عشرة ايام.

الجدول رقم (5) يبين قيمة PH للمخلفات المخلوطة كل عشرة ايام

الايام	الاول	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
P^H	6.55	6.71	6.90	7.15	7.15	7.60	7.65	7.82	7.99	7.56	7.48



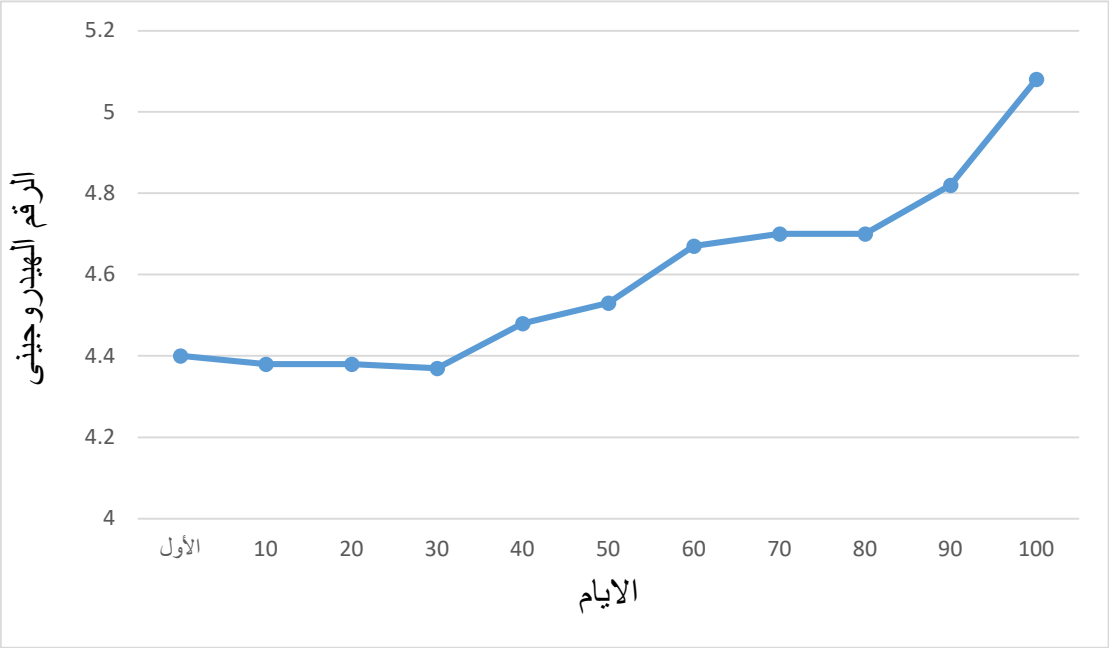
الشكل (5) يبين قيمة PH للمخلفات المخلوطة كل عشرة ايام

كان إنتاج الغاز من المخلفات المنزلية 28 لتر في 20 يوم الاولى مايعادل 1.25 كجم غاز ثم توقفت عملية إنتاج الغاز تماماً إلى نهاية التجربة.

من الجدول رقم (6) يتضح ان اقل قيمة للرقم الهيدروجيني PH للمخلفات المنزلية كانت 4.38 في العشرة ايام الاولى من بداية التجربة واعلى قيمة كانت 5.08 بداية في العشرة ايام الاخيرة من التجربة وكان متوسط الرقم ال هيدروجيني4.19. والشكل رقم (6) يبين كمية الغاز المنتج باللتر للمخلفات المنزلية كل عشرة ايام.

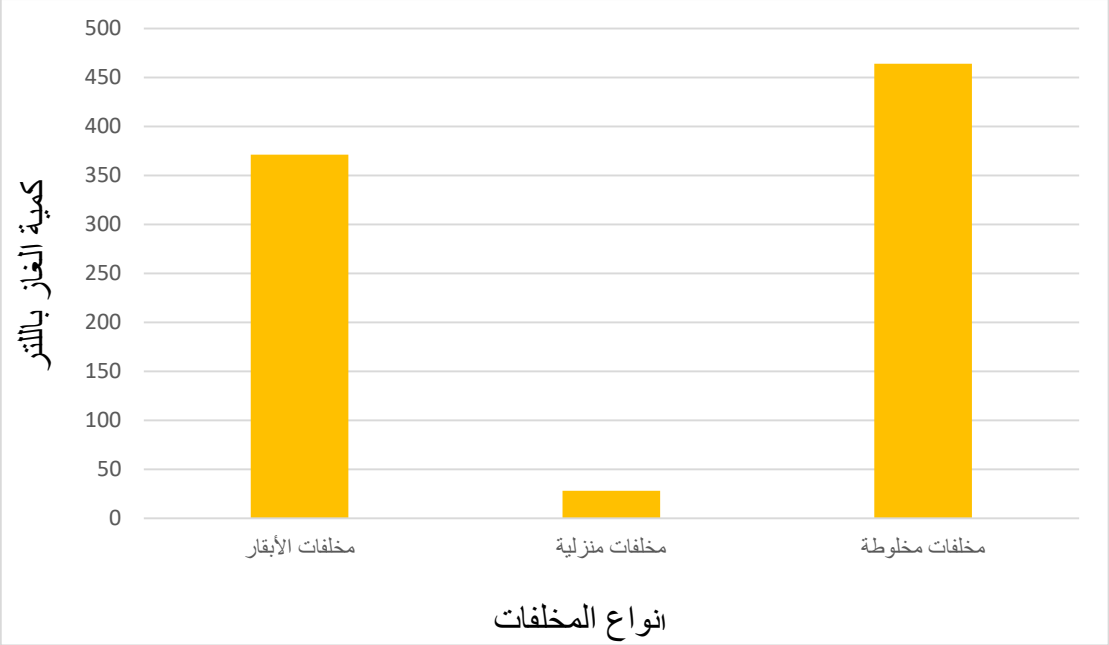
الجدول رقم (6) يبين قيمة ال PH للمخلفات النباتية والمنزليةكل عشرة أيام

الأيام	الأول	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
PH	4.40	4.38	4.38	4.37	4.48	4.53	4.67	4.70	4.70	4.82	5.08



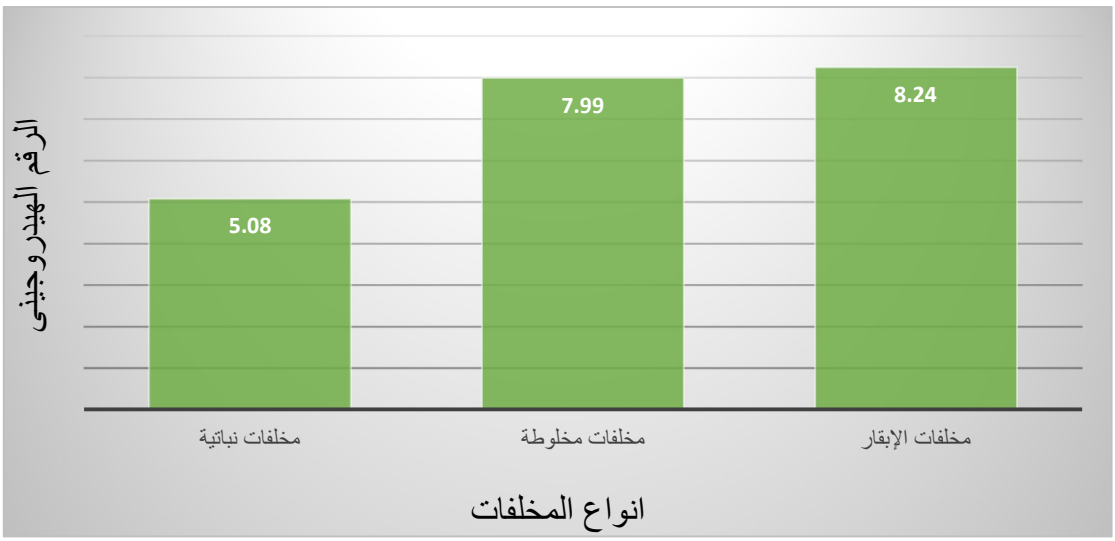
الشكل (6) يبين قيمة ال PH للمخلفات النباتية والمنزلية كل عشرة ايام

الشكل (7) يوضح كمية الغاز الحيوي المنتج من كل نوع من المخلفات خلال فترة التجربة حيث يتضح من هذا الشكل ان أعظم انتاج كان من المخلفات المخلوطة حيث اعطي 460لتر ما يعادل 20.53 كجم غاز من الغاز الحيوي، يليه الغاز المستخرج من مخلفات الأبقار حيث اعطي 361لتر من الغاز الحيوي مايعادل 16.11 كجم غاز من الغاز الحيوي.



الشكل(7) يبين مقارنة بين كمية الغاز المنتج لكل نوع من المخلفات

الشكل (8) يوضح قيمة الرقم الهيدروجيني لكل نوع من المخلفات خلال فترة التجربة حيث يتضح من هذا الشكل ان اعلى قيمة كانت لمخلفات الابقار حيث كانت 8.24، يليه قيمة الرقم الهيدروجيني للمخلفات المخلوطة فكانت 7.99.



الشكل (8) يبين مقارنة بين ال PHلكل نوع من المخلفات

عملية الاشعال

تمت تجربة اشعال الغاز المنتج باستخدام موقد ذو ثلاثة شعل وايصاله بخرطوم خروج الغاز واستغرقت اول عملية اشعال مدة 17 دقيقة استهلك فيها 38لتر غاز كما هو موضح بالصورة رقم (8).

صورة رقم (8)

مصير المخلفات بعد عملية التخمر

تعتبر المخلفات العضوية بعد عملية التخمر سماد عالى الجودة حيث يعتبر من الاسمدة الاكثر جودة من الاسمدة الكيماوية وميسر للنبات ولايخلف حشائش او نباتات غير مرغوب فيها .

التوصيات

1. إجراء المزيد من الدراسات بالنسبة للمخلفات الحيوانية والنباتية وفي ظروف مناخية مختلفة لغرض معرفة أي من المخلفات تنتج كميات أكبر من الغاز الحيوي.
2. إعادة التجارب بإضافة بعض المنشطات الكيميائية وبعض أنواع بكتيريا التخمر لزيادة التفاعلات في ظل التخمر اللاًهوائي لغرض زيادة الإنتاج من الغاز الحيوي.
3. يوصى بقيام الجهات الحكومية المسئولة بتبني فكرة تصنيع الغاز الحيوي من المخلفات الحيوانية والنباتية على نظام القرى والأرياف والتوسع يشمل المدن الكبرى.
4. أجراء التجارب في غرفة يتم التحكم فيها بدرجات الحرارة لمعرفة أفضل درجة حرارة مختلفة لزيادة الإنتاج.

المراجع

[1] الهاشمي، فارس مهدي محمد حسن. 1990 . أنتاج غاز الميثان من الفضلات العضوية المختلفة وتأثير الفينول علية. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية العلوم جامعة بغداد.

[2] غانم، ردينا ومحمود أبو غرة ومحمد فواز العظمة. 2011 . استخدام أنواع بكتيرية منتخبة لإنتاج طاقة الكتلة الحيوية من مخلفات الزراعة والصناعات الغذائية. الندوة العلمية حول طاقة الكتلة الحيوية في سورية. الواقع والآفاق المستقبلية.

[3]غانم، محمد عبود. 2014 . استخدام تقنية التخمر لإنتاج الغاز الحيوي من روث الأبقار. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية. المجلد (36) عدد (3).

[4] محمد، أحمد لطف ومحمد اذبحاني. 2009 . الغاز الحيوي وطريقة إنشاء وحداته الإنتاجية في المناطق الريفية. مجلة التنمية الزراعية. العدد 52 يناير. اليمنمحمد، د. وكاع. 2010 . هندسة الطاقات المتجددة والمستدامة. منشورات جامعة فيلادلفيا.

[5] Angelidaki,I. , and Ellegaard , L . 2003. Co-digestion of manure and organic wastes in centralized biogas plant. Status and future trend Environment and Resources. Technical University of Denmark.

[6] Aylra,S.M., Gilandeh,Y.A and Almasi, M.2013 Design and. Design and construction of automatic laboratory reactor biogas and potential evaluation of biogas of biomass .Life Science Journal 10.

[7] Ball, D. 2011. Introductory Chemistry Saylor Foundation Callaghan, F. J., Wase, D. A .J, Thayanithy, K., and Forster, C. F. 1999.

[8] Codigestion of wast organic solids .batch studies . Elsevier Science Ltd. Bioresource Technology . 67 : 117 – 122.

[9] (EREC) .2002. Methane (Biogas) from Anaerobic Digesters . U.S Department of Energy. Merrifield . Virginia . USA . Available at website:- http://www .eren.doe.gov/.

[10] FAO . 1984 . Biogas .What it is . How it is made . How to use it FAO Publications.

[11] FAO/CMS . 1996 . A system Approach to Biogas Technology . Biogas Technology. A training manual for extension . Available at website:- http://www.fao.org .

[12]Hassan, M.A.M. 2004. The Feasibility of Family Biogas Production from Mixed Organic Wastes in Palestinian Rural Areas . An-Najah National University Faculty of Graduated Studies. M. Sc. Thesis.

[13] Mattocks, R. 1984. Understanding Biogas Generation. VITA. Arlington. Virginia. USA. Availableat website:-http://www.vita.org/.

[14] McKendry .P .2002. Energy production from biomass (part 1). Overview of biomass Bioresource Technology 83, pp 37-46.

[15] Office of Energy Efficiency and Renewable Energy Clearinghouse.

[16] Pudasaini, A. 2010. Evaluation of biogas generation from turkey waste. M.Sc. thesis University of Iowa USA.

[17] Sialve ,B., Bernet ,N., and Bernard ,O. 2009. Anaerobic digestion of microalgae as a necessary step to make microalgal biodiesel sustainable. Biotechnology Advances, Elsevier, 27(4),pp.409-416.

[18] Sirirote, P., Thanaboripat , D., Klinkroon ,N and Tripak , S.2010. The Production of Biogas from Cassava Tubers. KMITI Sci. Tech. J.Vol.10 No. 1 Jan.-Jun

[19] Susta , M.R., Ingchem , P,L and mat ,S. B .2003. Biomass Energy Utilization & Environment Protection – Commercial Reality and Outlook power gen ASIA.

[20] Vij, S. 2011. Biogas Production From Kitchen Waste. A Seminar Report submitted in partial fulfillment of the requirements for Bachelor of Technology (Biotechnology).