



جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

قسم / تخصص إدارة مشاريع

عنوان البحث

دراسة استخلاص الغاز الحيوي من مخلفات وفوائض الأطعمة: دراسة
استكشافية

Study of Biogas Production of Food Excess and Waste:
Exploratory Study

إعداد الطالبة

نسرين أحمد الزهراني

إشراف/أسماء ابو عنزه

العام الدراسي:

2024

مقدمة:

تنوعت مصادر الطاقة والوقود بتنوع الزمان والمكان وتوفر او انعدام المصادر الحيوية وغير الحيوية عبر الأزمنة. غير انطلاق الثورة الصناعية في القرن الثامن عشر مفهوم مصادر الطاقة وتشكلت مع ظهور النفط حقبة جديدة في الحضارة الحديثة. وبدأت الدول والأمم التنقيب والبحث عن مصدر الطاقة الاول في العصر الجديد حيث قامت دول و حضارات وتأسست أنظمة وشركات وبدأ السباق الاكبر على المصدر الاكثر فاعلية و ربحا في منظومة الصناعات الحديثة.

ومع تشكل صناعة استخراج النفط وأهميته في دفع عجلة التنمية المحلية والعالمية وزيادة الطلب عليه وانحصاره في نطاقات جغرافية محددة وكلفة استخراجه و تكريره و ما تلى ذلك من تغيرات جيوسياسية وما صاحبها من اثار بيئية نشأ الطلب على مصادر بديلة قليلة التكلفة وسهلة الموارد وقل ضررا على النظام البيئي. وتتضمن مصادر الطاقة البديلة صورا مختلفة وموارد بيئية اكثر وفرة و منها الطاقة الشمسية و المائية و طاقة الرياح.

و مع نمو النظام الاقتصادي و التبادل التجاري العالمي و توسع حركة الشحن و التصدير توفرت مختلف الاغذية و الاطعمة و نشئت صناعة و تجارة المطاعم المختلفة و بدأت تظهر فوائض غذائية و زراعية كبيرة الامر الذي ادى الى هدر جزء كبير من هذه الفوائض و هنا بدأت الحاجة الى اعادة تدوير الاطعمة و الاستفادة منها

مشكلة الدراسة:

تطورت صناعة تدوير المخلفات البلاستيكية والمعدنية وغيرها وتحويلها إلى منتجات قليلة التكلفة وعظمة النفع والفائدة إلى التساؤل عن أهمية حفظ وتدوير فائض الأطعمة ومنع هدرها والاستفادة مما يستخلص منها لإنتاج طاقة حيوية تكون مصدرا بديلا ومساعد إضافيا لمصادر الطاقة الحالية .

وحيث بلغت إحصائيات فوائض الأطعمة على المستوى العالمي مستويات متقدمة مما يعتبر هدرا حقيقيا لأحد أكبر الموارد وأعظمها على مر العصور نشأت مختبرات بحثية تدعم تحويل هذه الطاقة إلى طاقة حيوية يمكن الاستفادة منها في تشغيل وتنمية الصناعة وإقامة المدن في ظل انخفاض المستوى أو الأثر السلبي المتعلق بالاستفادة بهذا النوع من الموارد. وجاءت مشكلة البحث الأساسية لتلقي النظر على إمكانية توفر صناعة تدوير الأطعمة ومخلفاتها والاستفادة مما ينتج عنها من طاقة كوقود يستخدم على المستوى الفردي ومستوى الشركات والمنظمات وبالتالي تقليل الهدر والحفاظ على توازن بيئي وحيوي وتقليل الاعتماد على الطاقة النفطية المباشرة وغير المباشرة. وتعد مشكلة البحث الرئيسة في مدى إمكانية استخدام ذلك في المجال التجاري والاقتصادي وكيفية منتجات طاقة بديلة والاستفادة منها على الصعيد الربحي وغير الربحي .

أهمية الدراسة:

تكمن أهمية هذه الدراسة في استخدام الأساليب الحديثة لتعميم استخدام التقنية في تحويل مصادر موجودة ومتوفرة تقريباً على مستوى الأفراد والمزارع والمؤسسات والشركات على مختلف أحجامها. تكمن أهمية تدوير فضلات الأطعمة والخضروات والمنتجات العضوية وتحويلها إلى غاز طبيعي يمكن استخدامه في الطهي وتوليد الطاقة والكهرباء أو تخزينها أو حتى بيعها أو المساهمة بها. كما أن إنتاج غاز الميثان الأخضر أو النظيف مما يسمى يقلل كثيراً من إنتاج الغازات الضارة بالبيئة بنسبة تفوق العشرين مرة مقارنة بغاز الميثان الصناعي أو المستخرج من حرق الزيت أو تكرير النفط.

وفي هذا الأمر عدة فوائد ومنها مساعدة المنزل أو المنشأة على التخلص من فضلات الأطعمة والمنتجات العضوية بشكل أفضل بكثير من مجرد رميها أو التخلص منها مما يشكل عبء على الموارد الفردية أو الحكومية كما يوفر مصدر طاقة إضافي يمكن استخدامها في عدة مجالات.

وبالتالي تتعكس أهمية هذا النوع من المشاريع على البيئة والصحة العامة وصحة الفرد وتوفير مصدر نظيف للطاقة والحفاظ على الموارد الأخرى للمجتمع في الحاضر والمستقبل. كما أنه قد يوفر على الفرد والمنشأة من الناحية المادية ويخلق فرصاً للاستثمار ورفع مستوى الدخل.

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة جدوى تعميم استخدام تقنية تحويل الأطعمة والمنتجات العضوية إلى غاز طبيعي ومدى إمكانية استخدامها على مستوى الفرد والمنشأة من الناحية التطبيقية والعملية وكذلك من مدى تقبل المجتمع لمثل هذه الأفكار الحديثة لتكون جزء من مجموعة الأجهزة المنزلية التي تستخدمها الأسرة بشكل أساسي وكذلك في المطاعم والأسواق والمؤسسات والشركات.

كما تهدف أيضاً لدراسة مدى سهولة تطبيق هذه التقنية بشكلها الحالي في ظل العوامل الحالية.

تساؤلات الدراسة:

تشتمل الدراسة على عدة تساؤلات يتم من خلالها النظر في جوانب الموضوع محل الدراسة وهي على النحو التالي:

- هل يمكن تعميم استخدام جهاز تحويل الفضلات العضوية إلى غاز طبيعي على المجتمع السعودي؟
- ماهي الجدوى الاقتصادية من استخدام مثل هذه الأجهزة للأسرة والمنشأة؟
- ماهي الفائدة المجتمعية المرجوة من استخدام هذا الأسلوب في توليد الطاقة؟

فرضيات الدراسة:

تفترض هذه الدراسة عدم وجود جدوى اقتصادية من طرح استخدام جهاز تحويل الفضلات العضوية والأطعمة إلى غاز طبيعي على مستوى الفرد والمنشأة في المجتمع السعودي.

الدراسات السابقة:

1- تقرير برنامج الامم المتحدة للمناخ والهواء النظيف (٢٠٢٢)

ذكر التقرير أن الغاز الحيوي الناتج عن تحويل الفضلات العضوية يقلل من نسبة الانبعاثات الملوثة للبيئة بنسبة ٣٠% كما يوفر مصدر مهم وضروري للطاقة ويخدم شريحة كبيرة من المزارعين حول العالم. كما ذكر التقرير ان عدد كبير من المزارعين حول العالم تبني فكرة استخدام الوقود الحيوي للاحتياجات اليومية كما استفادوا من السماد العضوي الناتج عن عملية الغاز الحيوي و ذكر التقرير ايضا انه يمكن ان يؤدي التحول الى اشكال انظف من الوقود الى انقاذ الارواح حيث ذكرت منظمة الصحة العالمية ان هناك اربع ملايين حالة وفاة كل عام ناتجة عن مستويات عالية من تلوث الهواء الداخلي نتيجة حرق الوقود الصلب و الاحفوري للطبخ و التدفئة و الاضاءة الولايات المتحدة لديها حاليا 317 جهاز الهضم اللاهوائي التي تستخدم روث الماشية لتوليد الطاقة. ال أجستار ، وهو برنامج ترعاه وكالة حماية البيئة الأمريكية ووزارة الزراعة ويقدر أنه يمكن استخدامه في أكثر من 8,000 عملية كبيرة لإنتاج الألبان والخنازير لتوليد ما يقرب من 16 مليون ميجاوات / ساعة من الطاقة المتجددة سنوياً ، مع تحسين جودة الهواء والماء أيضاً السكان القريبين.

تعتبر إدارة نفايات الطعام أيضاً أمراً أساسياً ومحور تركيز CCAC مركز النفايات. تشمل السياسات في هذا القطاع مجموعات منفصلة من نفايات الطعام للمواطنين، وضمان وجود متطلبات نفايات الطعام للشركات ، وتحسين البنية التحتية للصرف الصحي ، وتحديد الهضم اللاهوائي كطريقة مفضلة لمعالجة النفايات العضوية.

الغاز الحيوي يمكن أن تقدم مساهمات مهمة لأهداف التنمية المستدامة ، بما في ذلك الهدف 2 من أهداف التنمية المستدامة للقضاء على الجوع من خلال زيادة الإنتاجية الزراعية وتقليل انعدام الأمن الغذائي من خلال إنتاج الأسمدة الحيوية SDG 13 بشأن العمل المناخي عن طريق حرق الميثان من النفايات العضوية والحيوانية ، و الهدف 7 من أهداف التنمية المستدامة للطاقة النظيفة وبأسعار معقولة من خلال زيادة الوصول إلى الطاقة المتجددة.

2- تقرير معهد دراسات الطاقة والبيئة الأمريكي (٢٠١٧)

Biogas is produced after organic materials (plant and animal products) are broken down by bacteria in an oxygen-free environment, a process called anaerobic digestion. Biogas

systems use anaerobic digestion to recycle these organic materials, turning them into biogas, which contains both energy (gas), and valuable soil products (liquids and solids).

Stored biogas can provide a clean, renewable, and reliable source of baseload power in place of coal or natural gas. Baseload power is consistently produced to meet minimum power demands; renewable baseload power can complement more intermittent renewables. Similar to natural gas, biogas can also be used as a source of peak power that can be rapidly ramped up. Using stored biogas limits the amount of methane released into the atmosphere and reduces dependence on fossil fuels. The reduction of methane emissions derived from tapping all the potential biogas in the United States would be equal to the annual emissions of 800,000 to 11 million passenger vehicles. Based on a waste-to-wheels assessment, compressed natural gas derived from biogas reduces greenhouse gas emissions by up to 91 percent relative to petroleum gasoline.

Around 30 percent of the global food supply is lost or wasted each year. In 2010 alone, the United States produced roughly 133 billion pounds (66.5 million tons) of food waste, primarily from the residential and commercial food sectors. To address this waste, EPA's Food Recovery Hierarchy prioritizes source reduction first, then using extra food to address hunger; animal feed or energy production are a lower priority. Food should be sent to landfills as a last resort. Unfortunately, food waste makes up 21 percent of U.S. landfills, with only 5 percent of food waste being recycled into soil improver or fertilizer. Most of this waste is sent to landfills, where it produces methane as it breaks down. While landfills may capture the resultant biogas, landfilling organic wastes provides no opportunity to recycle the nutrients from the source organic material. In 2015, the EPA and USDA set goals to reduce the amount of food waste sent to landfills by 50 percent by 2030. But even if this goal is met, there will be excess food that will need to be recycled. The energy potential is significant. As just one example, with 100 tons of food waste per day, anaerobic digestion can generate enough energy to power 800 to 1,400 homes each year. Fat, oil, and grease collected from the food service industry can also be added to an anaerobic digester to increase biogas production.

Biogas systems turn the cost of waste management into a revenue opportunity for America's farms, dairies, and industries. Converting waste into electricity, heat, or vehicle fuel provides a renewable source of energy that can reduce dependence on foreign oil imports, reduce greenhouse gas emissions, improve environmental quality, and increase

local jobs. Biogas systems also provide an opportunity to recycle nutrients in the food supply, reducing the need for both petrochemical and mined fertilizers.

Biogas systems are a waste management solution that solve multiple problems and create multiple benefits, including revenue streams. The United States currently has the potential to add 13,500 new biogas systems, providing over 335,000 construction jobs and 23,000 permanent jobs. However, to reach its full potential, the industry needs consistent policy support. Reliable funding of Farm Bill energy title programs and a strong Renewable Fuel Standard encourage investment and innovation in the biogas industry. If the United States intends to diversify its fuel supply and take action against climate change, it should strongly consider the many benefits of biogas.

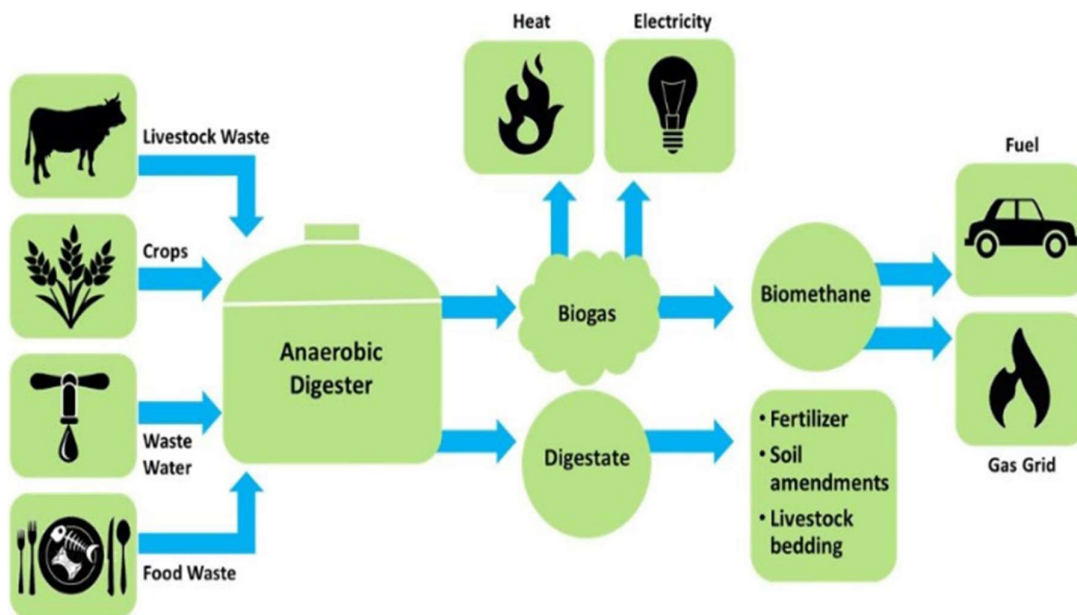


Figure 1: Anaerobic digestion process (Graphic by Sara Tanigawa, EESI).

3–Ryan Graunke et al (2017)

Biogas is a renewable source of natural gas produced by the microbial degradation of organic matter in a process called anaerobic digestion. While any organic material may be a feedstock for anaerobic digestion, waste organic matter represents a vast potential for sustainable energy production. Food waste, in particular, is a relatively untapped resource. Large amounts of food waste are produced at campus dining halls and other food service facilities. A case study was undertaken to determine biogas production and

implementation potential at the University of Florida's Broward Dining Hall. Food waste quantity and current disposal methods were determined. The waste was analyzed for organic matter content and potential biogas yield. Food waste was digested in a small-scale anaerobic digester. The study demonstrated that converting food waste to biogas could provide significant supplemental energy to the dining hall and provide a closed-loop system for sustainable food waste management.

Produced from anaerobic digestion of food waste, in place of fossil fuel, the energy footprint and carbon emissions at Broward Dining Hall would be reduced. Further, energy use and carbon emissions associated with current disposal methods would be reduced, and valuable nutrients in the food waste would be recycled for use as organic fertilizer. Establishing a biodigester at Broward Dining Hall would contribute to meeting the University of Florida's sustainability goals by simultaneously reducing solid waste and producing carbon-neutral, renewable energy. If biogas technology were adopted throughout the food service industry, this would significantly advance campus and societal sustainability.

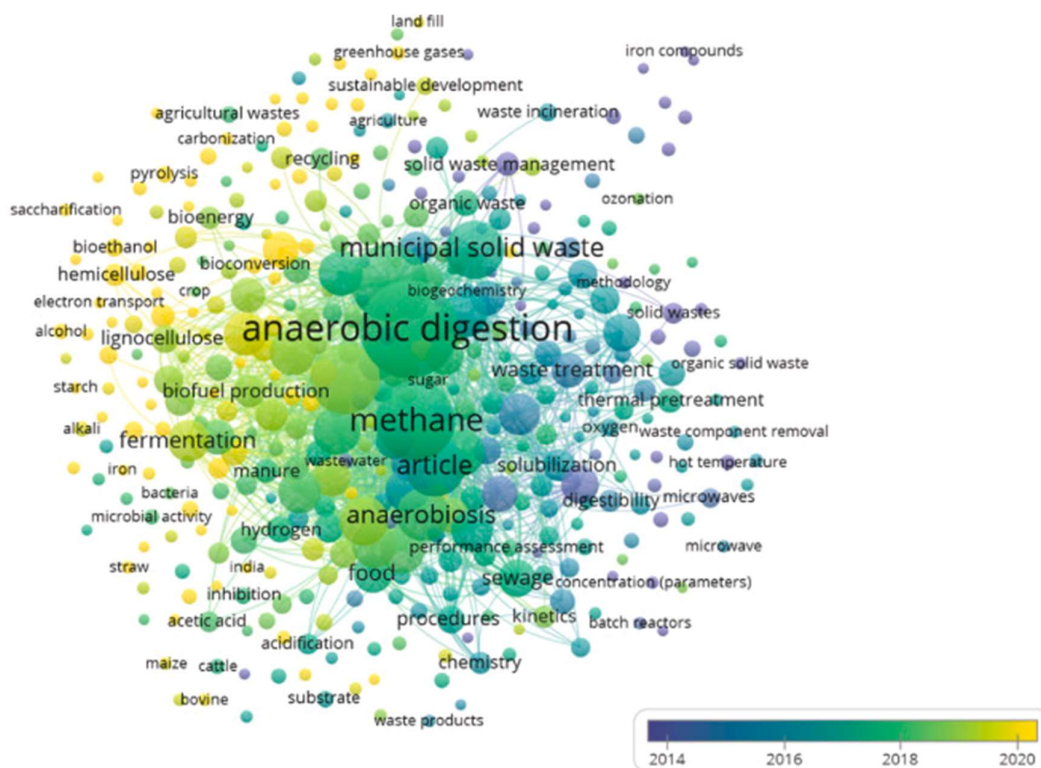
4- Trivino-Pineda et al, (2024)

The article examines municipal solid waste (MSW), specifically organic or food waste (OW), which constitutes between 42 % and 69 % of MSW globally. These wastes contain a high concentration of organic matter, nutrients and moisture, with an easily acidified pH. Its management is crucial due to its environmental impact, generating greenhouse gas emissions and pollution problems.

Anaerobic Digestion (AD) is presented as a biotechnological solution to harness the energy of food waste. This process, without oxygen, decomposes organic matter by means of microorganisms, converting it into biogas, with a yield of 5–7 kWh/m³. This reduces emissions and promotes sustainable practices, which are crucial for the sustainable management and development of the ROA.

The methodology used involved a systematic review in English, Portuguese and Spanish, refining the search in several databases. After a thorough selection, 18 articles met the established criteria and were critically evaluated. The meta-analysis showed low heterogeneity ($I^2 = 2\%$). This article highlights the importance of addressing SWR through AD, highlighting their energy potential and environmental benefits to mitigate the negative impacts of MSW.

The analysis of biogas production evidenced the need to standardize approaches for more efficient and sustainable solutions in future research.



5- Ferdes et al, (2022)

In the context of increasing pressure regarding the sustainable utilization of food waste in a circular economy, one of the trends is their biological transformation, through anaerobic digestion, into biogas as a renewable source of energy. We presented the physical–chemical properties of the main categories of food waste from different sources: dairy, meat, and poultry, fish, fruit and vegetable, cereal and bakery, brewing and winery industries, and others. Due to the high organic load, the presence of a multitude of nutrients, and an insignificant amount of inhibitors, food waste can be successfully used in the biogas production process in co-digestion with other materials. Physical (mechanical and thermal), chemical (alkali, acid, and oxidative), and biological (enzymatic, bacterial, and fungal) techniques have been widely used for pretreatment of different substrate types, including food waste. These pretreatments facilitate the degradation of pretreated food waste during anaerobic digestion and thus lead to an enhancement in biogas production.

The purpose of this study is to review the situation of food waste generated in the food industry and to formulate the main trends of progress in the use of this waste in the anaerobic digestion process.

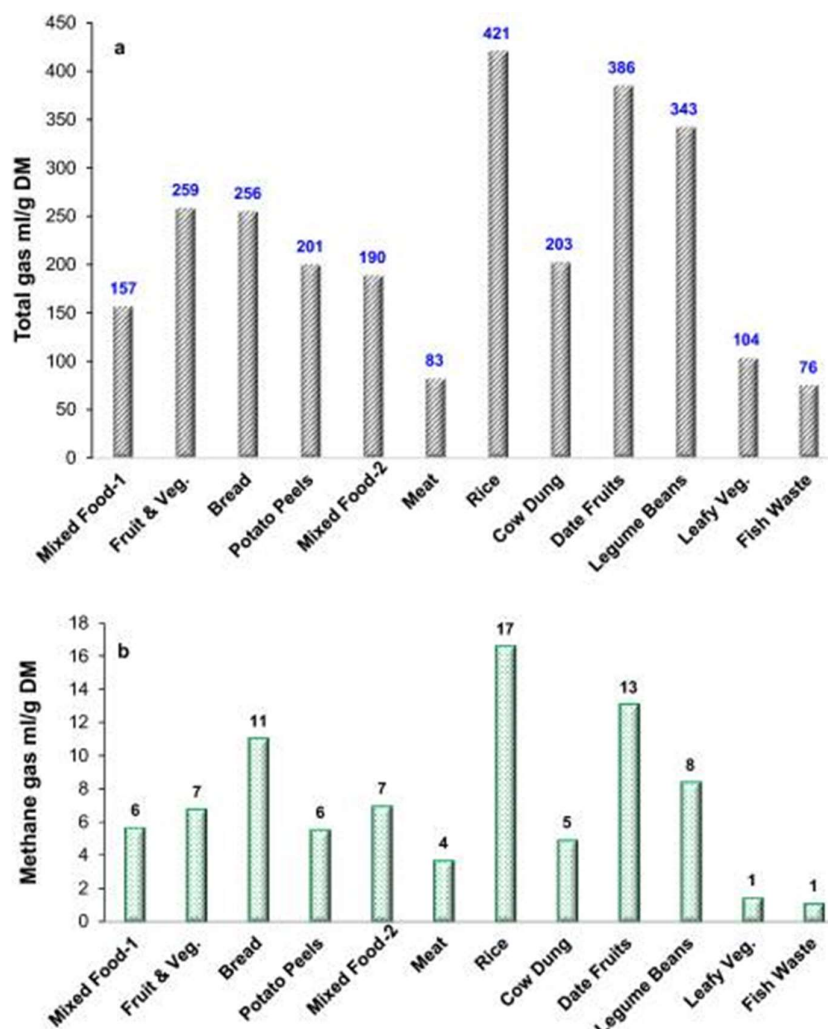
6– Kumar et al, (2024)

The excessive discharge and accumulation of solid organic waste into the environment is of severe concern across the globe. Thus, an efficient waste management system is important to mitigate health risks to humans, minimize harmful impacts on the environment, and ensure a sustainable ecosystem. The organic waste is converted into value-added products either using microorganisms or heat energy; these methods are commonly known as biochemical and thermochemical techniques. The biochemical process has the advantage of higher selectivity of the products and lower processing temperatures. The principal conversion processes of this category are fermentation and anaerobic digestion (AD). This review article focuses on AD, a potential method for treating organic waste and creating a variety of products with added value. Here we present the digestibility of various organic wastes, the role of microorganisms, the decomposition process, co-substrates, digester designs, biogas yields, by-products, environmental impacts, and overall techno-economical effectiveness of the process. Further, this review offers insights into new directions for AD for waste treatment and future research without compromising the overall feasibility and environmental sustainability.

The biogas from AD has several benefits over other renewable energy solutions. It can be produced on demand, stored easily, transported with existing gas pipelines, and utilized in the same ways as that of natural gas. Additionally, biogas uses sustainable sources of energy and heat while replacing fossil fuels in transportation. However, the effectiveness of the AD process relies on the optimization of several factors. Policymakers must encourage and bring awareness about the advantages of solid waste management using AD; its products are to be used as green fuels instead of fossil fuels. With persistent efforts, biogas can be a novel solution to a spectrum of environmental problems. Utilizing biogas as a renewable energy source can moderate the dependency on fossil fuels and aid in the transition to a more sustainable energy system. In essence, Biogas has the potential to play a significant role in combating climate change and advancing sustainable development with the right process optimization and encouraging policies from governments and stakeholders.

7- Al-Wahaibi et al (2020)

Food waste is a major constituent in municipal solid wastes and its accumulation or disposal of in landfills is problematic, causing environmental issues. Herein, a techno-economic study is carried out on the potential of biogas production from different types of food waste generated locally. The biogas production tests were at two-time sets; 24-h and 21-day intervals and results showed a good correlation between those two-time sets. Thus, we propose to use the 24-h time set to evaluate feedstock fermentation capacity that is intended for longer periods. Our approach could potentially be applied within industry as the 24-h test can give a good indication of the potential substrate gas production as a quick test that saves time, with minimal effort required. Furthermore, polynomial models were used to predict the production of total gas and methane during the fermentation periods, which showed good matching between the theoretical and practical values with a coefficient of determination $R^2 = 0.99$. At day 21, the accumulative gas production value from mixed food waste samples was 1550 mL per 1 g of dry matter. An economic evaluation was conducted and showed that the case study breaks-even at \$0.2944 per cubic metre. Any prices above this rate yield a positive net present value (NPV); at \$0.39/m³ a discounted payback period of six years and a positive NPV of \$3108 were calculated. If waste management fee savings are to be incorporated, the total savings would be higher, increasing annual cash flows and enhancing financial results. This economic evaluation serves as a preliminary guide to assess the economic feasibility based on the fluctuating value of methane when producing biogas from food waste via anaerobic digestion, thus could help biogas project developers investigate similar scale scenarios.



8– Ankathi et al, (2024)

Anaerobic digestion (AD) involves a set of microbiological reactions and physio-chemical processes to generate biogas, a mixture of predominantly CH₄ and CO₂. It is commercialized globally; however, AD has limited commercial applications in the U.S. compared to other regions of the world. The main objective of this article is to review different studies on socio-economic and environmental aspects and policies of biogas/biomethane production and to focus on resource availability. The key outcome from this review shows that the anaerobic digestion of food waste and animal manure has great potential to achieve economic and environmental benefits compared to other waste management techniques such as landfilling or conventional manure management. The 12

life cycle assessment (LCA) studies reviewed showed lower impacts for biogas systems and indicated a need for standardization of methodology so that alternative production concepts can be objectively compared. Similarly, economic analyses showed higher profitability for a biogas combined heat and power facility compared to a biomethane facility. By considering a review of the sustainability of biogas, we presented a new multi-criteria sustainable assessment framework that includes three domains: i. resource availability and logistics, ii. process modeling, and iii. impact assessment with primary application to the optimum location and installation of sustainable biogas/biomethane plants in the U.S.

المنطلقات النظرية للدراسة:

تطورت أشكال إنتاج الطاقة النظيفة عبر السنين وشملت مكونات وتقنيات عدة مثل الطاقة الشمسية وطاقة حركة مجاري المياه والأنهار وطاقة الرياح وما تولده هذه المصادر من وتوفره من طاقة تغني حتى ولو جزئياً في الاستغناء عن طاقة النفط والزيوت وتساهم أيضاً في الحفاظ على البيئة من جوانب عدة.

وبدأت مسيرة تحويل الفضلات العضوية والأطعمة وتدويرها لإنتاج الزيت أو الوقود الحيوي منذ أكثر من عقد من الزمان حيث تم استخدام الهاضمات اللاهوائية الخالية من الأوكسجين بمساعدة البكتيريا اللاهوائية والتي تهضم هذه المواد العضوية وتخرج منها غاز الميثان الطبيعي والذي يختلف بدوره عن غاز الميثان الصناعي الناتج عن احتراق الفحم الحجري والنفط في خواص عدة أبرزها قدرته على التقليل من الاحتباس الحراري وأهميته في تقليل انبعاث غاز ثاني أوكسيد الكربون بالإضافة إلى حفظه على نفس القدر من خواص إنتاج الطاقة وإمكانية استخدامه كبديل للغاز الصناعي.

ومع تطور التقنية ووجود مشكلة في زيادة هدر الطعام والمخلفات الحيوانية والزراعية وما يصاحب ذلك من أضرار بيئية وصحية كما أنه هدر لمصدر طاقة مميز بما ذكرنا سابقاً قامت الشركات بالتطبيق العملي لصنع هواضم لاهوائية واختبار هذا النوع من مصادر الطاقة حيث كانت مخرجاتها محدودة في البداية ولكن تطورت مع تطورها وزادت قدرتها على الإنتاج بشكل أفضل.

وبدأ استخدام مثل هذه الأجهزة على مستوى الدول ومن أكبرها الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا حيث قامت الولايات المتحدة بإنشاء آلاف المصانع التي تستخدم هذه التقنية للاستخدام الحكومي منتشرة على مستوى الولايات. ومع انتشار التقنية ونموها وجدوى استخدامها تطمح الولايات المتحدة للتوسع في خططها لشمول ولايات أكثر.

ومن هنا بدأت الشركات في تقليص حجم مثل هذه الأجهزة لانتاسب مختلف أحجام المنشآت وبعضها للاستخدام المنزلي كذلك وانخفضت كذلك تكاليف هذه التقنية حيث بلغت بعضها ٢-٤ آلاف دولار.

وفي العالم العربي كانت هناك تجارب فردية قليلة في مصر كمثال على مستوى محدود جداً دون تعميم هذه الصناعة كمشروع وطني شامل.

ومع توجه المملكة إلى تنويع مصادر الطاقة وتقليص الطلب والحاجة إلى مصادر الطاقة التقليدية وحجم الهدر العضوي في ظل نمو البلد وقوة اقتصاده تبرز أهمية مثل هذا النوع من المشاريع الذي يخدم الأسرة وأصحاب المزارع والمطاعم ومصانع وشركات الأغذية.

وبما أن مثل هذا النوع من التقنيات حديث نسبياً في العالم ككل وفي المملكة والشرق الأوسط بشكل خاص تأتي الحاجة لنشر الوعي والعمل على تعميم استخدام هذه التقنية والتي من شأنها تخفيض هدر الأطعمة والمواد العضوية وتقليل التلوث وتوفير الطاقة وكذلك تقليل الهدر المالي المستخدم في عملية التخلص من هذه الفضلات.

المنهجية وطرق البحث:

تعتمد منهجية هذه الدراسة الاستكشافية على توزيع استبيان على عينة من المنازل والمطاعم وشركات ومصانع الأغذية في المملكة العربية السعودية وتجميع البيانات المتعلقة بكميات فضلات المواد العضوية وطرق التخلص منها والتكاليف المصاحبة لذلك بالإضافة إلى دراسة مدى تقبل عينة البحث لاستخدام تقنية تحويل الفضلات العضوية وإنتاج الوقود الحيوي لاستخدامه على المستوى المحلي.

ومن خلال هذا الأسلوب سيتم تسليط الضوء على مستوى معرفة عينة البحث بموضوع الدراسة والجوانب المتعلقة به بشكل مبدئي من خلال الاستبيان.

أدوات الدراسة:

سوف تستهدف الدراسة توزيع استبيان على عينة من المنازل والمطاعم وشركات ومصانع الأغذية في المملكة العربية السعودية وتجميع البيانات المتعلقة بكميات فضلات المواد العضوية وطرق التخلص منها والتكاليف المصاحبة لذلك بالإضافة إلى دراسة مدى تقبل عينة البحث لاستخدام تقنية تحويل الفضلات العضوية وإنتاج الوقود الحيوي لاستخدامه على المستوى المحلي. وفيما يلي بنود الاستبيان وفقراته بشكلين مختلفين للأسرة والمنشأة سواء شمل ذلك المطاعم، المزارع أو مصانع الأغذية أو شركات الأنعام والدواجن.

استبيان الأفراد

عدد أفراد الأسرة بما فيهم العاملين	خمسة أو أقل	أكثر من خمسة
مجموع دخل الأسرة الشهري	أقل من ١٥٠٠٠ ريال	أكثر من ١٥٠٠٠ ريال
مستوى تعليم رب الأسرة	أقل من جامعي	جامعي أو أعلى
ماهي طريقة التخلص من فوائض الأطعمة	في القمامة	صدقة أو جمعية حفظ الطعام وخلافه
وزن فضلات الأطعمة التقريبي كل يوم	أقل من كيلو جرام	أكثر من كيلوجرام
هل سمعت عن تحويل فضلات الطعام إلى غاز حيوي؟	نعم	لا
هل تعرف الفرق بين الغاز الحيوي والغاز الصناعي؟	نعم	لا
لو وجد جهاز يحول فضلات الطعام إلى غاز طبيعي يمكن استخدامه في التدفئة والكهرباء هل ستقوم بشرائه؟	نعم للأسباب التالية:	لا للأسباب التالية:
هل تعرف الفوائد البيئية والصحية والاقتصادية لشراء جهاز تحويل فضلات الطعام إلى غاز حيوي؟	نعم أعرف	لا أعرف

استبيان المنشآت:

عدد موظفي المنشأة	أقل من ١٠	أكثر من ١٠
حجم رأس مال المنشأة المعلن	أقل من ٥٠٠٠٠٠ ريال	٥٠٠٠٠٠ ريال أو أكثر
منشأة محلية أم دولية	محلية	دولية
ماهي طريقة التخلص من فوائض الأطعمة؟	مرمى النفايات	صدقة أم جمعية حفظ الطعام
وزن فضلات الأطعمة التقريبي كل يوم	٥ كيلوجرام أو أقل	أكثر من ٥ كيلوجرام
هل سمعت عن تحويل فضلات الطعام إلى غاز حيوي؟	نعم	لا
هل تعرف الفرق بين الغاز الحيوي والغاز الصناعي؟	نعم	لا
لو وجد جهاز يحول فضلات الطعام إلى غاز طبيعي يمكن استخدامه في التدفئة والكهرباء هل ستقوم بشرائه؟	نعم للأسباب التالية:	لا للأسباب التالية:
هل تعرف الفوائد البيئية والصحية والاقتصادية لشراء جهاز تحويل فضلات الطعام إلى غاز حيوي؟	نعم أعرف	لا أعرف

حدود الدراسة:

حدود هذه الدراسة تشتمل على عدة جوانب. أحد أهم هذه الحدود هي الجوانب العملية والوعي بمثل هذا النوع من التقنية حيث تعتبر حديثة نسبياً وفيها تكلفة إضافية مبدئية على عينة البحث وكذلك تفتقد مثل هذه التقنيات لقوانين تقنن استخدامها ومخرجاتها في المملكة العربية السعودية. حدود الدراسة الأخرى هو مدى دقة البيانات التي سوف يتم جمعها من خلال أدوات الدراسة المذكورة ومدى تمثيلها للمجتمع الأسري والتجاري في المملكة العربية السعودية.

وأخراً عينة الدراسة تعتبر صغيرة لتعميم مثل هذا النوع من التقنيات وقد لا تكون بالضرورة ممثلة عن المجتمع مع اختلاف خلفيته الثقافية والفكرية والاقتصادية.

References:

1. Somashekar, R. K. (2017). Potential of biogas production from food waste in a uniquely designed reactor under lab conditions. International Journal of Geology, Agriculture and Environmental Sciences. Vol 2.
2. Onojo, O.J., Chukwudebe, G.A., Okafor, E.N.C., Ononiwu, G.C., Chukwuchekwa, N., Opara, R.O., Dike, D.O. (2013) *Estimation of the electric power potential of human waste using students hostel soak-away pits*. American Journal of engineering Research Volume 2, 198–203
3. Buswell, A., Hatfield, W (1936) *Anaerobic Fermentations*. Bulletin. Vol 32 (1936)
4. Murphy, J., Braun, R., Weiland, P., Wellinger, A (2011) *Biogas from crop digestion*. In: IEA Bioenergy Task, vol. 37, 1–23.
5. Mattioli, A., (2017) *Biogas from residual grass: a territorial approach for sustainable bioenergy production*. Waste Biomass Valoriz. Vol 8, 2747–2756.
6. Edenhofer, O, (2011) *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
7. Offermann, R. (2011) *Assessment of global bioenergy potentials*. Mitigating Adaptive Strategies of Global change. Vol 16, 103–115.
8. Shrestha, S (2017). *Biogas Production for Organic Waste Management: A Case Study of Canteen's Organic Waste Management Technical Support Center, Lalitpur, Nepal*. Nepal Journal of Environmental Science. Vol 5, 41–47.
9. Trivina–Pineda, Jairo–Smith (2024). *Biogas production from organic solid waste through anaerobic digestion: A meta-analysis*. Case Studies in Chemical and Environmental Engineering Vol 9, 100618.
10. Graunke, Ryan (2008). *Converting Food Waste to Biogas: Sustainable Gator Dining*. Mary Anna Liebert Inc. Vol 1, No. 6
11. Ferdes, Mariana (2022). *Food Waste Management for Biogas Production in the Context of Sustainable Development*. Energies. Vol 15, 62–68.
12. C. Ivan, T. María, V. Aura, A. Paola, H. Mario (2016) *Anaerobic co-digestion of organic residues from different productive sectors in Colombia: biomethanation potential assessment*. Chemical Engineering Transformation, Vol 49. 385–390
13. Deng, Y (2014). *Biogas as a sustainable energy source in China: Regional development strategy application and decision making*. Renewable Sustained Energy

Review, Vol 35, 294–303.

14. Zhang, Q (2016) *Biogas from anaerobic digestion processes: research updates*. Renewable Energy, Vol 98, 108–119

15. Dutra, J. da Cruz Ferraz (2023). *Anaerobic digestion using cocoa residues as substrate: systematic review and meta-analysis* Energy Sustainability Development, Vol 72. 265–277.

16. Mirmohamadsadeghi, Safoori (2019) *Biogas production from food wastes: a review on recent developments and future perspectives*. Bioresource Technology Reports, Vol 7. 100202.

17. Al-Wahaibi, Abeer (2020). *Techno-economic Evaluation of Biogas Production from Food Waste via Anaerobic Digestion*. Scientific Reports. Vol 10. Article number 15719.

18. Ankathi, Shrath (2024). *Sustainability of Biogas Production from Anaerobic Digestion of Food Waste and Animal Manure*. Applied Microbiology Journal. Vol 4, 418–438.