

دراسة وعي سكان مدينة جدة باستخلاص الغاز الحيوي من مخلفات وفوائض الأطعمة:
دراسة استكشافية

Study of Jeddah Residents Awareness of Biogas Production from Food Excess
and Waste: Exploratory Study

إعداد الطالبة/ نسرين أحمد الزهراني

إشراف/

د. أسماء أبو عنزة

العام الدراسي:

2024

إهداء

الحمد لله من قبل ومن بعد على عونهِ وتيسيره ..
أود أن أهدي هذه الدراسة إلى كل من زوجي الغالي، ووالدي
ووالدتي الأعزاء.
جعله الله في موازين العمل ونفع به البلاد والعباد

فهرس المحتويات:

٦	 المستخلص بالعربية
٧	 الفصل الأول : المقدمة
٨	 المقدمة •
١٢	 مشكلة الدراسة •
١٤	 أهداف الدراسة •
١٥	 أهمية الدراسة •
١٦	 تساؤلات الدراسة •
١٧	 فرضيات الدراسة •
١٨	 النظرية العلمية المتبعة لإعداد الدراسة •
١٩	 الفصل الثاني: الدراسات السابقة
٢٠	 مقدمة •
٢٠	 المتغير التابع والمتغير المستقل •
٢١	 الدراسات السابقة •
٣٦	 مناقشة الدراسات السابقة •
٣٨	 الإطار النظري للدراسة •
٣٩	 الفصل الثالث: منهجية الدراسة
٤٠	 مقدمة •
٤١	 المنهجية وطرق البحث •
٤٣	 مجتمع البحث •
٤٣	 خصائص العينة •
٤٣	 محددات حجم العينة •
٤٣	 خطوات وأدوات جمع البيانات •
٤٤	 أدوات تحليل البيانات •
٤٥	 حدود الدراسة •

٤٦ الفصل الرابع: الدراسة الميدانية

٤٧ • تحليل البيانات

٤٧ • نتائج الدراسة

٥٠ • مناقشة النتائج بالدراسات السابقة

٥٢ • التوصيات

٥٣ • المراجع

٦٢ الفصل الخامس: الملاحق

٦٧ المستخلص بالإنجليزية

قائمة الرسوم البيانية:

٤٧ • العوامل الأسرية لعينة الدراسة

٤٨ • كتلة مخلفات الأطعمة والتخلص منها

٤٩ • الوعي بالتقنية والفرق بين الغازين الحيوي والطبيعي، والاستعداد لتقبل التقنية

فهرس الأشكال:

- شكل ١: النموذج المبدي لعمل الهاضم الحراري بالصين قديماً ٩
- شكل ٢: مكونات مفاعل الغاز الحيوي ١٠
- شكل ٣: مؤشر الهدر العام لعام ٢٠٢١ م ١٢
- شكل ٤: الدول المشمولة بالدراسة ٢١ (Trivino-Pineda et al, 2024)
- شكل ٥: الآثار البيئية والاقتصادية لتحويل الأغذية إلى غاز حيوي ٢٢
- شكل ٦: استخدامات مخرجات عملية تحويل الغذاء إلى غاز حيوي وسماد طبيعي ٢٣
- شكل ٧: الأغذية المستخدمة في عملية إنتاج الغاز الحيوي ٢٤
- شكل ٨: معدل إنتاج الغاز الحيوي والغاز الطبيعي من المخلفات العضوية ٢٥
- شكل ٩: نموذج عملية تحويل المخلفات العضوية إلى غاز حيوي ٢٦
- شكل ١٠: نموذج عملي لعملية الهضم الهوائي في دراسة ٢٨ (Amir et al, 2015)
- شكل ١١: مكونات تجميع المفاعل للغاز الحيوي في دراسة ٣٠ (Huber et al, 2019)
- شكل ١٢: نموذج عمل مفاعل الغاز الحيوي في دراسة ٣٢ (Murillo-Roos et al, 2022)
- شكل ١٣: نموذج المفاعل المستوحى من النموذج الصيني ٣٣ (Hessami et al, 1996)
- شكل ١٤: نموذج عمل مفاعل الغاز الحراري في دراسة ٣٤ (Liu et al, 2022)

المستخلص باللغة العربية:

مقدمة: ارتفعت معدلات هدر الطعام ومخلفاته وفوائضه على مستوى العالم مع زيادة القوة الشرائية والثورة الصناعية والتجارية. ومع ذلك، زاد الوعي العالمي بالآثار السلبية على البيئة والصحة والهدر الاقتصادي الناتج عن هدر الأطعمة والمخلفات الغذائية. ومع تطور صناعات التدوير والتحويل، والبحث الدائم عن مصادر بديلة للطاقة تطورت تقنية تحويل وتدوير مخلفات الأطعمة وفوائضها وتحويلها عن طريق عملية الهضم الهوائي إلى غاز حيوي يستخدم في مجالات عدة ويمكن الاستفادة منه في عوضاً عن مصادر الطاقة البديلة .

هدف البحث: يهدف هذا البحث إلى قياس مدى وعي سكان مدينة جدة بالمملكة العربية السعودية بتقنية تحويل مخلفات وفوائض الأطعمة إلى غاز حيوي ومدى تقبل عينة البحث لهذا النوع من التقنيات.

أسلوب البحث: اعتمدت الباحثة في هذا البحث على المنهج المسحي بعمل استبانة وتوزيعها إلكترونياً على عينة شبيه عشوائية من سكان مدينة جدة لقياس مدى وعيهم بالتقنية موضوع البحث وكذلك مدى تقبلهم لاقتناء مثل هذه التقنية حال توفرها على المستوى الفردي.

نتائج البحث: وجدت الدراسة أن كتلة مخلفات وفوائض الأطعمة بلغت أكثر من كيلوجراماً كل يوم لدى قرابة ٥٩٪ من المشاركين بينما كانت الكتلة أقل من ذلك لدى ٤١٪ من عينة البحث، كما ذكر أكثر من ٧٠٪ من المشاركين أنهم يقومون بإلقائها مع المخلفات الأخرى في القمامة بينما يقوم بقية المشاركين بالبحث بالتصدق بها أو إعطائها للفقراء والمحتاجين. وفيما يتعلق بتقنية تحويل مخلفات وفوائض الأطعمة واستخلاص الغاز الحيوي عن طريق عملية الهضم اللاهوائي؛ فقد ذكر أقل من ربع عينة البحث معرفتهم بوجود مثل هذه التقنية، معظمهم من الحاصلين على تعليم جامعي وما فوق، بينما كان بقية المشاركين على غير علم بوجودها أو إمكانية استخدامها. وبنسبة مماثلة تقريباً عند الإجابة عن سؤال مدى معرفة الفرق بين الغاز الحيوي والذي يتم استخلاصه من مواد عضوية وحيوية، والغاز الطبيعي الذي ينتج عن حرق الوقود الأحفوري. كما لم يؤثر مستوى دخل الأسرة الشهري على استجابات أفراد عينة البحث. وأبدى أغلب المشاركين في البحث (< ٩٥%) مدى استعدادهم لاقتناء الآلة التي تقوم بتحويل فوائض ومخلفات الأطعمة واستخلاص الغاز الحيوي من هذه العملية فقد أجاب غالبية المشاركين بنعم بنسبة تفوق ٩٥٪. وقد تعددت الأسباب المذكورة لإجابة السؤال السابق بين أسباب بيئية وصحية ومادية ودينية، ولكن غلب الجانب الديني والبيئي عند أغلب المشاركين. وإجابة على سؤال المعرفة بالآثار البيئية والصحية والاقتصادية الإيجابية لاستخدام مثل هذه التقنية فقد ذكر قرابة ٥٤٪ من المشاركين بمعرفتهم بهذا الجانب بينما كان ٤٦٪ من المشاركين على غير علم بهذه الآثار.

الملخص والتوصيات: خلصت الدراسة إلى أهمية تعزيز الوعي بحجم مشكلة هدر الطعام وزيادة الوعي بإمكانية استخدامها وتحويلها للغاز الحيوي وبذلك يتم تجنب النظام البيئي والصحي الآثار السلبية الناتجة عن هدر مخلفات

وفوائض الأطعمة والتي كذلك يمكن استخدامها في عدة مجالات لتوليد طاقة نظيفة متجددة لتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية .

كما توصي الباحثة بضرورة استخدام الوسائل الإعلامية والتعليمية المتاحة لتعزيز الوعي المجتمعي بضرورة السعي الدائم لإيجاد مصادر طاقة نظيفة ومتجددة. كما توصي الباحثة بأهمية الاستثمار في هذه التقنية وجعلها متاحة للمجتمع على المستويين الفردي والمؤسسي.

الفصل الأول

المقدمة

المقدمة:

نوعت مصادر الطاقة والوقود بتنوع الزمان والمكان وتوفر أو انعدام المصادر الحيوية وغير الحيوية عبر الأزمنة. وغير 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 الأول في العصر الجديد، حيث قامت دول وحضارات، وتأسست أنظمة وشركات عابرة للحدود، وبدأ السباق الأكبر على المصدر الأكثر فاعلية وربحا في منظومة الصناعات الحديثة.

ومع تشكل صناعة استخراج النفط وأهميته في دفع عجلة التنمية محلياً وعالمياً، وزيادة الطلب عليه وانحصاره في نطاقات جغرافية محددة وكلفة استخراجه وتكريره وما تلى ذلك من تغيرات جيوسياسية وما صاحبها من آثار بيئية؛ نشأ الطلب على مصادر بديلة، قليلة التكلفة وسهلة الموارد وأقل ضرراً على النظام البيئي. وتضمنت مصادر الطاقة البديلة صوراً مختلفة وموارد بيئية متنوعة أكثر وفرة؛ منها الطاقة الناتجة عن الأشعة الشمسية وطاقة جريان المياه وطاقة الرياح الناتجة عن استخدام التوربينات الضخمة.

ومع نمو النظام الاقتصادي والتبادل التجاري العالمي، وتوسع حركة الشحن والتصدير، فقد توفرت مختلف الأغذية والأطعمة ونشأت صناعة وتجارة المطاعم باختلاف أصولها وخلفياتها العرقية والمجتمعية، ومع نمو القوة الشرائية والازدهار الاقتصادي؛ بدأت تظهر فوائض غذائية وزراعية كبيرة، الأمر الذي نتج عنه هدر جزء كبير من هذه الفوائض وهنا بدأت الحاجة إلى إعادة تدوير الأطعمة والاستفادة منها.

ومع تنامي هذه الظاهرة، توصلت التقنيات الحديثة إلى إمكانية تحويل المخلفات العضوية وفرزها واستخراج الغاز الحيوي منها كمخرجات سائلة بالإضافة إلى مخرجات صلبة تتمثل في السماد العضوي والذي تستفيد منه التربة ويزيد من خصوبتها. وهذه العملية هي عبارة عن عملية كيميائية تتم بدون وجود الهواء وبمساعدة بكتيريا معينة وفي درجات حرارة مثلى، تقوم بما يشبه الهضم وسمي لاهوائياً لخلو هذه البيئة من الأكسجين¹.

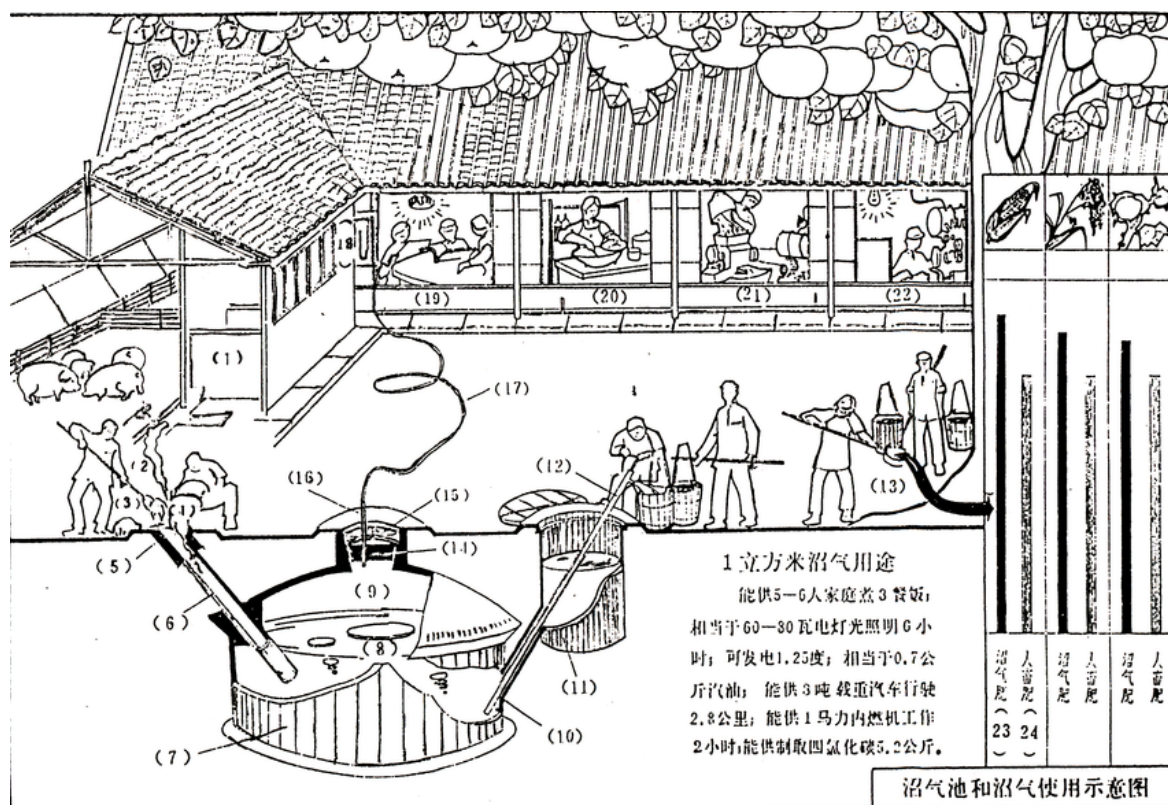
وتحدث عملية التحلل اللاهوائية للمواد العضوية في جميع أنحاء الطبيعة وتحدث منذ فترة بعيدة جداً. وفي الواقع، البكتيريا التي تحلل هذه العضويات إلى غاز حيوي هي أحد أقدم الكائنات متعددة الخلايا على وجه الأرض. الاستخدام البشري للغاز الحيوي على الناحية الأخرى لم يعود إلى زمن طويل. وقد ذكرت الأدلة المتناقلة المتتبعة لأول استخدام للغاز الحيوي من قبل الآشوريين في القرن العاشة والفرس في القرن السادس عشر. وفي الآونة الأخيرة، شهد القرن العشرين نهضة أنظمة الغاز الحيوي الصناعية والصغيرة الحجم. ففي القرن الثامن عشر، أصبح من الواضح للكيميائي

¹ تحالف المناخ والهواء النقي (٢٠٢٢). الغاز الحيوي، محلل المناخ والهواء النظيف مع العديد من الفوائد. ٧ مارس ٢٠٢٢م.
<https://www.ccacoalition.org/ar/news/biogas-climate-and-clean-air-solution-many-benefits>

الفلمنكي جان بابتيست فان هيلمونت أن المادة العضوية المتحللة تنتج غازاً قابلاً للاشتعال. وبعد فترة وجيزة، أوضح جون دالتون وهمفري ديفي أن الغاز القابل للاشتعال هو غاز الميثان.

ويعود تاريخ أول مفاعل أو مصنع رئيسي للهضم اللاهوائي قد تم بناؤه في مدينة بومباي بالهند عام ١٨٥٩م. وبعد ذلك بقرابة أربعين عاماً، وتحديداً في عام ١٨٩٨م، حول الهضم اللاهوائي مياه الصرف الصحي إلى غاز حيوي في بريطانيا والذي كان يستخدم لإضاءة أعمدة الإنارة بالشوارع. وتلا ذلك في القرن الذي يليه، وفي السبعينات تحديداً، تم استخدام عملية الهضم اللاهوائي في المقام الأول في معالجة مياه الصرف الصحي وما تحويه من فضلات بشرية عضوية عن طريق البلديات عندما ارتفع سعر الوقود الأحفوري مما أكسبها شعبية وكفاءة وذاع صيتها في القارة الأوروبية.

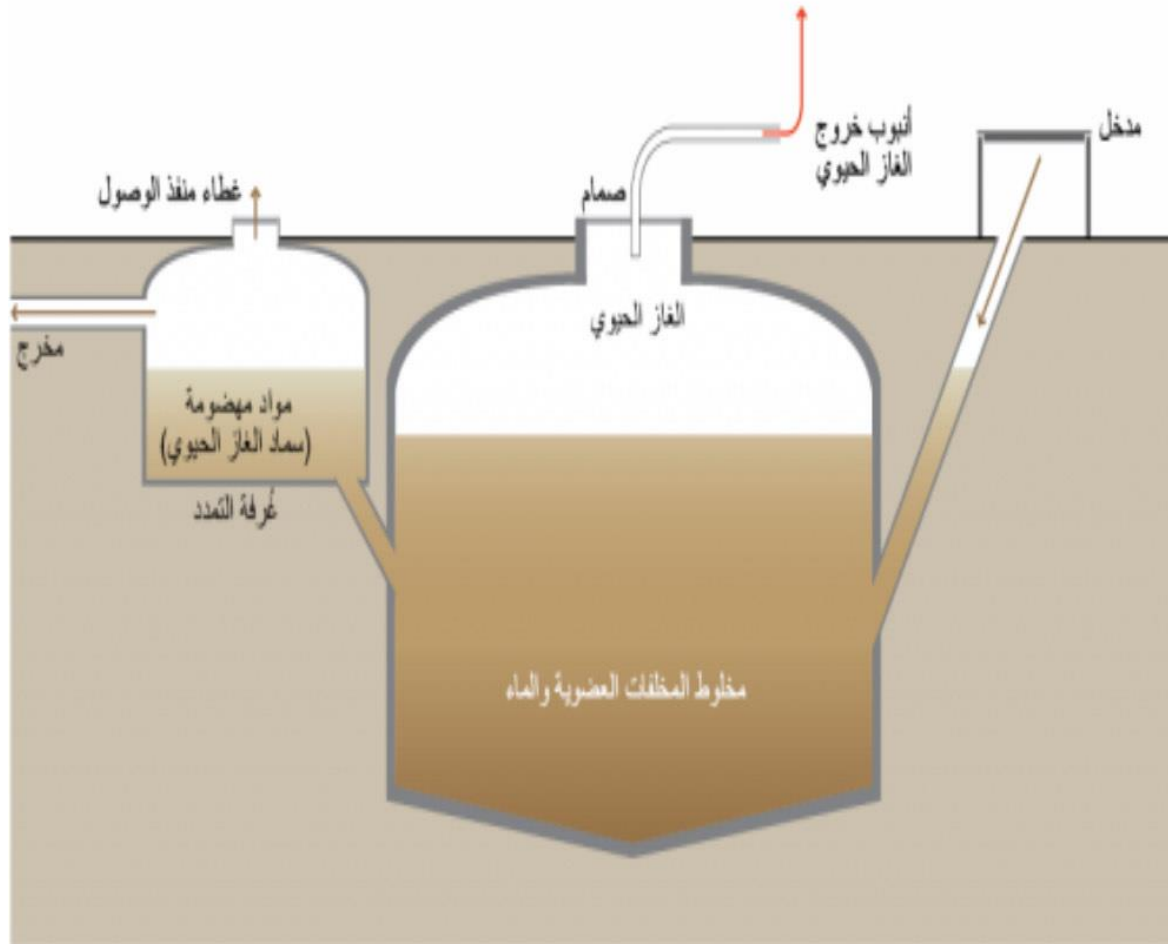
ثم بدأت بعد ذلك دول مثل الصين والهند في تطوير أجهزة الهضم للمخلفات العضوية وإنتاج الغاز الحيوي الصغيرة الحجم للمزارعين في الستينات تقريباً. وكان الهدف من ذلك هو الحد من الفقر في الطاقة في المناطق الريفية، وتوفير وقود للطهي بشكل أنظف في المناطق النائية. والجدير بالذكر أنه لا يزال ثلث سكان العالم يستخدمون الحطب وغيره من الكتلة الحيوية للحصول على الطاقة مما يسبب مشاكل صحية وبيئية جسيمة وقد يسبب العديد من الأمراض والوفيات كذلك²



شكل ١: صورة تبين النموذج البدائي لعمل مصنع الغاز الحيوي في الصين حيث يغذى بالفضلات الحيوانية ومن ثم يستخرج كغاز سائل من الجهة الأخرى بعد معالجته بحفرة تحت الأرض. نشرت الصورة الأصلية في مجلة الغاز الحيوي في الصين بواسطة قسم تطوير الغاز الحيوي، جمهورية الصين الشعبية.

ويتكون الجهاز الذي يقوم بهذه العملية بمفاعل الغاز الحيوي **Biogas Reactor** أو الهاضم اللاهوائي وهو عبارة عن تقنية معالجة لاهوائية لإنتاج: (أ) سمد الغاز الحيوي ليستخدم كمخصب للتربة، (ب) الغاز الحيوي الذي يمكن استخدامه كمصدر للطاقة. الغاز الحيوي هو خليط من الميثان وثاني أكسيد الكربون وغازات أخرى -محدودة الكمية- يمكن تحويلها إلى حرارة أو كهرباء أو ضوء. ويتكون مفاعل الغاز الحيوي من غرفة محكمة الغلق لتسهيل عملية التحلل اللاهوائي للمياه السوداء والحمأة و/أو المخلفات القابلة للتحلل الحيوي، كما تُسهّل أيضاً تجميع الغاز الحيوي

الناتج عن عملية التخمّر في المُفاعل. يتولد الغاز في الرَدْغَة (المخلوط المضاف من المخلفات العضوية والماء (Slurry) ويرتفع إلى أعلى العُرْفَة ويعمل على خلط المخلفات عند صعوده. وعادةً ما يكون سماد الغاز الحيوي (المواد المهضومة) Digestate غنيًا بالمواد العضوية والمغذيات وخاليًا تقريبًا من الروائح وتكون مسببات الأمراض غير نشطة جزئيًا³.



شكل ٢: مكونات مفاعل الغاز الحيوي (بتصرف من ⁴)

وقد تم عمل دراسات في هذا الصدد في أمريكا الشمالية وأوروبا ونزريسير جداً في العالم العربي والإسلامي كما سيرد في فصل الدراسات السابقة. وقد أوضحت هذه الدراسات جدوى مثل هذه المشاريع وهذه الفكرة الحديثة نسبياً في عالم الطاقة النظيفة في خفض معدل هدر الأطعمة بشكل كامل حيث تتم الاستفادة من فوائض الأطعمة ومخلفات المواد العضوية والزراعية في توليد مصدر متجدد للطاقة⁵.

³ المعهد الفيدرالي السويسري لعلوم وتقنيات المياه (٢٠٢٠م). نظم وتقنيات الصرف الصحي. تم استرجاعه بتاريخ ٢٨-١٠-٢٠٢٤م. <https://sswm.info/ar/taxonomy/term/3938/biogas-reactor>

⁴ المعهد الفيدرالي السويسري لعلوم وتقنيات المياه (٢٠٢٠م). نظم وتقنيات الصرف الصحي. تم استرجاعه بتاريخ ٢٨-١٠-٢٠٢٤م. <https://sswm.info/ar/taxonomy/term/3938/biogas-reactor>

⁵ تحالف المناخ والهواء النقي (٢٠٢٢). الغاز الحيوي، محلول المناخ والهواء النظيف مع العديد من الفوائد. ٧ مارس ٢٠٢٢م. <https://www.ccacoalition.org/ar/news/biogas-climate-and-clean-air-solution-many-benefits>

وقد ورد في نتائج بعض الدراسات حول العالم، والتي أجريت على نطاق ضيق نسبياً في حدود المنشآت الصغيرة والمتوسطة، مدى فعالية مثل هذه التقنية في تخفيض معدل الهدر والاستفادة من مصدر جديد للطاقة في أغراض متعددة حيث تم استخدامها في بعض مطاعم الجامعات والمزارع حيث ولدت مصدر طاقة يكفي لتغطية بعض احتياجات المنشآت من الطاقة والاستغناء عن جزء قد لا يكون كبير من الاعتماد على الطاقة التقليدية⁶.

وقد اختار الباحث هذا الموضوع للبحث فيه بناء على ما ذكر سابقاً ولتقييم مدى تقبل هذه التجربة على مستوى الفرد والمنشأة في المملكة العربية السعودية حيث يعتمد الأغلبية على المصدر المعروف للطاقة المتمثل في الكهرباء المنتجة من احتراق الوقود الأحفوري .

وسيمت طرح هذه الفكرة على عدد من الأفراد من خلال طرح استبيان وتوزيعه والنظر في استجابات عينة البحث في المملكة العربية السعودية كما سيتم جمع بيانات أولية قد لا تكون دقيقة بشكل كامل ولكن ستعطي نظرة أولية عن كمية الفوائض في مخلفات الأطعمة والمواد العضوية مما يسهل جمع بيانات أكثر دقة في الدراسات اللاحقة عند نضوج فكرة البحث وطرح مشاريع بحثية عملية في المستقبل تنتظر من خلال الأرقام المتاحة وكيفية ترجمة ذلك إلى خطوات عملية على أرض الواقع.

Mary Anna .Sustainable Gator Dining :Converting Food Waste to Biogas .(Ryan (2008 , Graunke⁶
6.No ,Volume 1.Liebert Inc

-مشكلة الدراسة .

أثارت 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 مصدراً بديلاً ومساعداً إضافياً لمصادر الطاقة الحالية .

وحيث بلغت إحصائيات فوائض الأطعمة على المستوى العالمي مستويات متقدمة مما يعتبر هدراً حقيقياً لأحد أكبر الموارد وأعظمها على مر العصور، كما أنه يشكل خطراً على البيئة كون هذه المخلفات وتحللها ينتج عنه تكون غاز الميثان الضار والذي له مخاطر جسيمة على صحة الفرد والبيئة والمناخ، حيث نشرت جمعية الأمم المتحدة في تقريرها الصادر في اليوم الدولي للتنوعية في الفاقد والمهدر من الأغذية⁷ ما يلي:

- تتسبب خسائر الفاقد والمهدر من الأغذية في توليد ما بين 8 إلى 10 في المئة من غازات الدفيئة، وتعد مصدراً رئيسياً لانبعاثات الميثان في حين أن حوالي 735 مليون شخص يعانون من الجوع على مستوى العالم.
- تهدر الأسر ما يزيد عن مليار وجبة من الأغذية الصالحة للأكل يومياً، أي ما يعادل 1.3 وجبة يومياً لكل شخص متضرر من الجوع في العالم.
- لا تزال فرص تمويل الحد من خسائر الفاقد والمهدر من الأغذية والأنظمة الغذائية منخفضة الكربون غير مستغلة، حيث تم استثمار 0.1 مليار دولار أمريكي فقط سنوياً في 20/2019. ويمثل هذا جزءاً بسيطاً من الاحتياجات السنوية المقدرة بين 48 إلى 50 مليار دولار أمريكي.

أما على الصعيد المحلي وتحديداً في المملكة العربية السعودية فقدت نشرت هيئة العامة للإحصاء في ٢٠١٦م تقريراً أوضحت فيه أن ما نسبته ١٤.٢٪ من الغذاء يفقد قبل وصوله للمستهلك النهائي وهو ما يعادل ١.٧٣٦ مليون طن سنوياً وما نسبته ١٨.٩٪ من الغذاء يهدر وهذا يعادل تقريباً ٢.٣٣ مليون طن سنوياً ومجموع ذلك ما يقارب ٣٣.١٪ من الغذاء يفقد ويهدر في المملكة. وذكرت التقارير الصادرة عن مؤشر هدر الغذاء العالمي أن المملكة العربية السعودية كانت في المرتبة الخامسة عربياً كما نشرته صحيفة مكة في العدد الصادر بتاريخ ١١ مارس ٢٠٢١م وتمثل الصورة المرفقة أدناه ترتيب المملكة العربية السعودية بين دول العالم.

⁷ الأمم المتحدة (٢٠٢٤م). اليوم الدولي للتنوعية بالفاقد والمهدر من الأغذية. تم استرجاعه بتاريخ ٣-١٠-٢٠٢٤م.
<https://www.un.org/ar/observances/end-food-waste-day>

وتعد مشكلة البحث الرئيسة في مدى إمكانية استخدام تقنية تدوير فوائض الأطعمة والمخلفات العضوية وتوليد غاز الحيوي في المجال التجاري والاقتصادي وكيفية إنتاج 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 تقريبا على مستوى الأفراد والمزارع والمؤسسات والشركات على مختلف أحجامها. كما تتضح 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 تنعكس 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 فرص للدخار والاستثمار ورفع مستوى الدخل .

-أهداف الدراسة .

تهدف الدراسة بشكل رئيسي إلى النظر في وعي سكان مدينة جدة في المملكة العربية السعودية بمدى جدوى تعميم استخدام تقنية تحويل الاطعمة والمخلفات العضوية إلى غاز طبيعي ومدى تقبل المجتمع بجانبه الفردي أو على مستوى الأسرة لمثل هذه التقنية في حال توفرها في السوق، لتكون جزءا من الأجهزة المنزلية التي تستخدمها الأسرة بشكل أساسي .

كما تهدف الدراسة للنظر عدد من الأهداف الفرعية:

- أولها: هو في مدى سهولة تطبيق مثل هذه التقنيات بشكلها الحالي في ظل العوامل الحالية .
- ثانيها: هو ما هي العوامل التي قد تساعد في مدى تعميم استخدام هذه التقنية على مجتمع الدراسة .
- ثالثها: هو حجم التأثير الاقتصادي المتوقع من جراء استخدام هذه التقنية بشكل أساسي على الأسرة في مدينة جدة.

-تساؤلات الدراسة

تشتمل الدراسة على عدد من التساؤلات التي سيتم النظر من خلالها على أهداف الدراسة وجعل ذلك بصيغة سؤال رئيسي وينبثق منه عدة تساؤلات:

- ما هو مدى وعي عينة مجتمع الدراسة بوجود تقنية تحويل مخلفات وفوائض الاطعمة إلى غاز طبيعي يمكن استخدامه في عدد من الأغراض المنزلية؟

ومن هذا السؤال تأتي عدة تساؤلات:

- هل الأسرة على استعداد لتبني استخدام هذه التقنية ودمجها ضمن مجموعة الأجهزة المنزلية؟
- ما هي العوامل التي قد تساعد على تعميم استخدام مثل هذه التقنيات؟
- ما هي الجدوى الاقتصادية المرجوة من استخدام هذه التقنية على الفرد والأسرة والمجتمع؟

فروض الدراسة

تفترض هذه الدراسة وجود علاقة بين وعي سكان مدينة جدة بالمملكة العربية السعودية باستخدام جهاز تحويل مخلفات وفوائض الأطعمة إلى غاز حيوي والقدرة على تعميم استخدامه على مستوى الأسرة .

كما تفترض الدراسة وجود جدوى اقتصادية من استخدام هذه التقنية تقلل من كمية هدر الغذاء وتزيد من توفر مصدر طاقة بديل يساعد على ترشيد استهلاك مصادر الطاقة التقليدية.

وتفترض الدراسة بشكل فرعي أنه في ظل الظروف الحالية، فيجب توفر عوامل مساعدة لتعميم استخدام هذه التقنية وتوفير البنية التحتية اللازمة لتسهيل استخدام ذلك .

-النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث

تتبع النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث المنهج المسحي والتي سيقوم فيها الباحث بتوزيع استبانة على عينة مجتمع البحث لتقييم مدى وعي عينة البحث بموضوع البحث .

الفصل الثاني
الدراسات السابقة

-مقدمة

في هذا الفصل سيتناول الباحث أهم الدراسات السابقة التي تناولت هذا الموضوع وقامت بدراسته على مجتمعات بحثية مختلفة سواء على المستوى المحلي أو المستوى العالمي، وكذلك على نطاق الأسرة أو المنشأة سواء كانت هذه مزرعة، مؤسسة تعليمية أو منشأة صناعية.

كما سيسلط الباحث الضوء على الطرق التي اعتمدتها الدراسات السابقة ومخرجاتها وحدودها من وجهة نظر الباحث ومن وجهة نظر باحثي الدراسات السابقة .

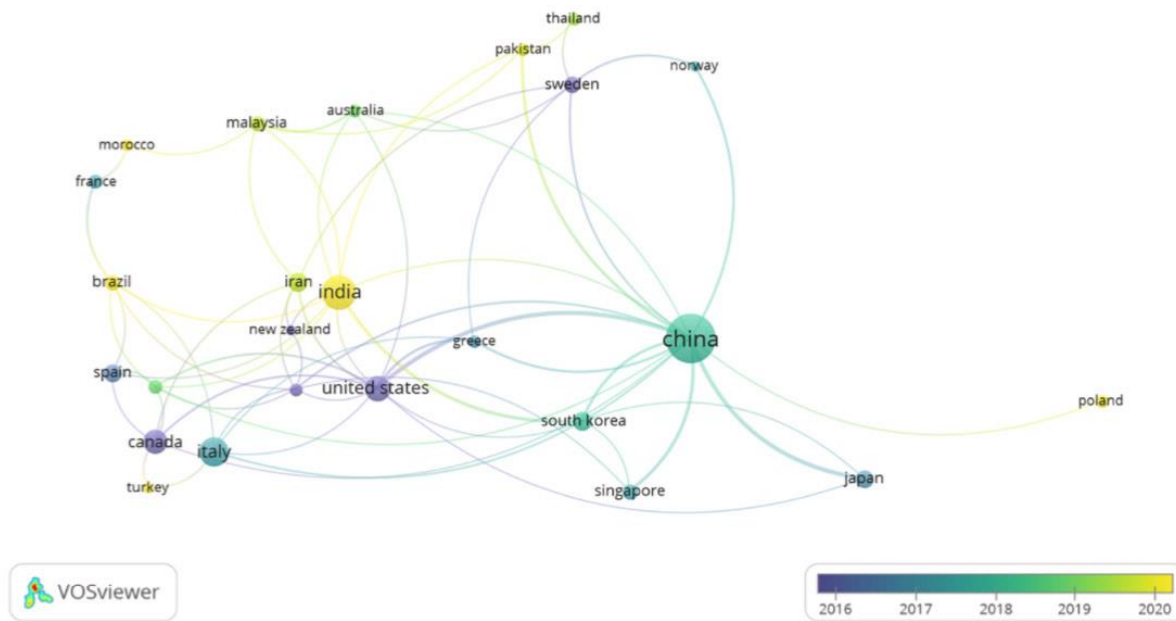
ومن خلال النظرة العامة على عدد من الدراسات السابقة والتي أجريت على نطاقات مختلفة وحدود جغرافية وزمانية متعددة، توصل الباحث إلى أنه لا يوجد أي دراسة سابقة تمت على مجتمع الدراسة المعني بهذه الدراسة وكذلك لم يتم التطرق لهذا الموضوع بهذه الآلية لما وجده الباحث خلال فحص استجابات عينة البحث وردود أفعال عينة البحث.

وفي هذه الدراسة، فإن المتغير المستقل هو تحويل مخلفات وفوائض الأطعمة إلى غاز حيوي يمكن استخدامه كطاقة بديلة للاستفادة منه في تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية في مختلف الاحتياجات الموجودة لدى عينة الدراسة. والمتغير التابع هو وعي عينة مجتمع الدراسة بمدى فائدة هذه التقنية وجدوى استخدامها على مختلف الأصعدة في احتياجات الأسرة لمجتمع الدراسة.

بعنوان (Trivino-Pineda et al (2024) دراسة -1

“Biogas Production from Organic Solid Waste through Anaerobic Digestion: A Meta-analysis”

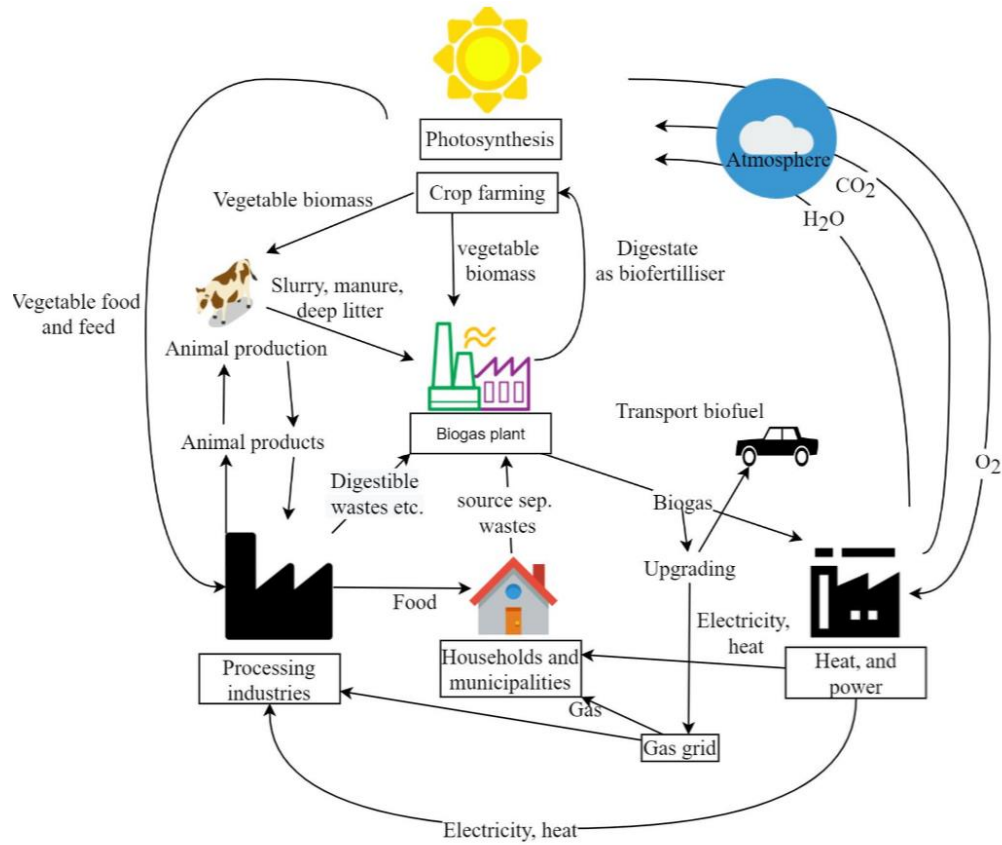
قامت هذه الدراسة بعمل مسح على قاعدة البيانات باللغة الإنجليزية والبرتغالية والإسبانية وخلصت بعمل تحليل بعدي على ١٨ مقالة علمية في عملية الهضم اللاهوائي لمخلفات الأطعمة وفوائضها واستخراج الطاقة منها، لتقليل أثارها السلبية وأكدت على أهمية وجود أساليب معيارية وفعالة لطول مستقبلية مستدامة. كما قامت الدراسة بتعريف عملية الهضم الهوائي من خلال تحويل الطعام إلى غاز حيوي بدون استخدام الهواء والاكسجين وإنتاج طاقة تعادل ٧-٥ كيلو واط لكل متر مكعب من الغاز الحيوي من استخدام كل رطل أطعمة أو مخلفات الاطعمة عن طريق النفايات البلدية.



شكل ٤: الدول التي شملتها الدراسات خلال الأعوام ٢٠١٦-٢٠٢٠م (بتصرف من) (Trivino-Pineda et al (2024)

بعنوان (Ankathi et al (2024) دراسة -2

“Sustainability of Biogas Production from Anaerobic Digestion of Food Waste and Animal Manure”

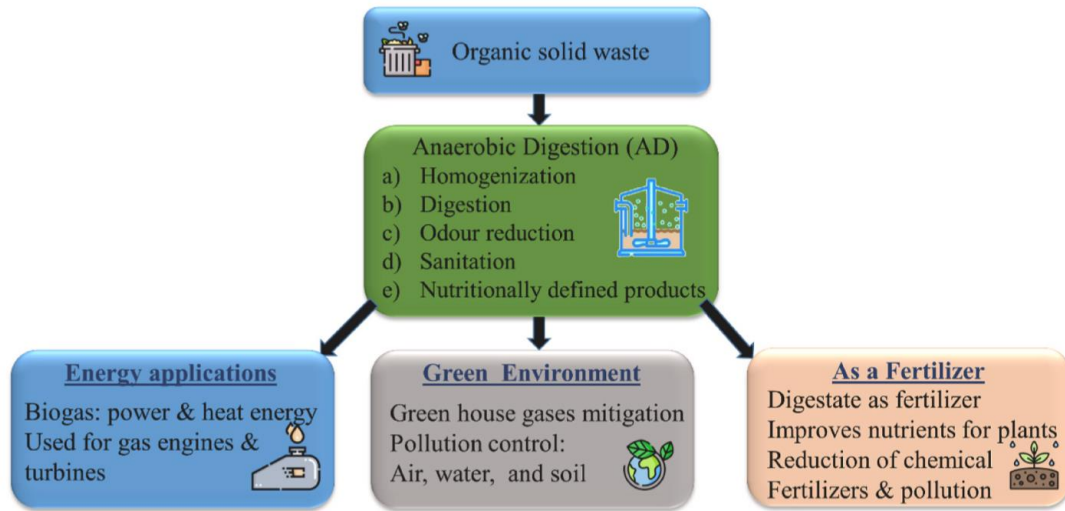


أنكاثي et al 2024 شكل 5: الآثار البيئية والاقتصادية لتحويل الغذاء إلى غاز حيوي -

قامت هذه الدراسة بعمل مراجعة للدراسات المختلفة للنظر في الجوانب الاقتصادية والبيئية والسياسات المتعلقة بعملية إنتاج الغاز الحيوي من مخلفات روث الحيوانات ومخلفات الأغذية البشرية في شكل دورة بيئية اقتصادية كاملة. وخلصت الدراسة إلى أن هذه التقنية لها فوائد بيئية واقتصادية كبيرة. ولتحقيق هذه الفوائد فالموضوع يستلزم وجود معايير محددة لاستدامة عمل هذه التقنية كما قامت الدراسة بعمل آلية تعتمد على ثلاث محاور وهي : توفر المصادر واللوجستيات، نموذج العملية، وتقييم الأثر باستخدام ذلك على المكان والموقع الملانم.

بمعنوان: Kumar et al (2024) دراسة -3

“ A Comprehensive Study on Anareobic Digestion of Organic Solid Waste: A Review on Configurations, Operating Parameters, Techno-economic Analysis, and Current Trends”



شكل 6: استخدامات مخرجات عملية تحويل الغذاء إلى غاز حيوي وسماد طبيعي -Kumar et al 2024

قامت هذه الدراسة بعمل نظرة على كفاءة عملية تحويل الأطعمة والمخلفات العضوية من الناحية التقنية والاقتصادية مع عدم وجود آثار سلبية متحققة على الجدوى أو البيئة. وذكرت الدراسة الفوائد العديدة وسهولة تخزين ونقل هذا الغاز الحيوي كما أشارت إلى أن هذه العملية يمكن القيام بها حسب الحاجة حيث لا تحتاج هذه العملية للتشغيل الدائم للمكانن للحصول على الغاز الحيوي. وقد اعتمدت الدراسة المنهج التجريبي وسلطت الضوء على أن كفاءة هذه العملية يعتمد على عدة عوامل. كما أشارت إلى أن صانعي القرار يجب أن يعزروا ويشجعوا وعي الناس بهذه التقنية والتي قد تكون يوماً بديلة لمصادر الطاقة التقليدية، ولكن ذلك يحتاج لجهد وتنسيق بين الحكومة والجهات ذات العلاقة.

4-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. الأجستار، 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 القرييين.

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 يقدم 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 بشأن العمل المناخي عن طريق حرق الميثان من النفايات العضوية والحيوانية، والهدف 7 من أهداف التنمية SDG 13 المستدامة للطاقة النظيفة وبأسعار معقولة من خلال زيادة الوصول إلى الطاقة المتجددة.

بمعنوان (Ferdes et al (2022) دراسة -5

“Food Waste Management for Biogas Production in the Context of Sustainable Development”

اعتمدت هذه الدراسة المنهج التجريبي واختبرت مدى كفاءة مختلف أنواع الأغذية ومن ضمنها الألبان واللحوم والدواجن والحبوب والسمك والبيض والزيت والخضار والفواكه لتوليد الغاز الحيوي من خلال عملية الهضم اللاهوائي. واختبرت الخواص الفيزيائية (ميكانيكية وحرارية) والحيوية (إنزيمات وبكتيريا وف'ريات) الكيميائية (قاعدية وحمضية ومؤكسدة) لهذه المنتجات وصلاحياتها لتعزيز نجاح عملية التحويل وتوليد الغاز الحيوي حيث احتوت على مصادر غذائية مختلفة تعزز من إنتاج الغاز الحيوي.

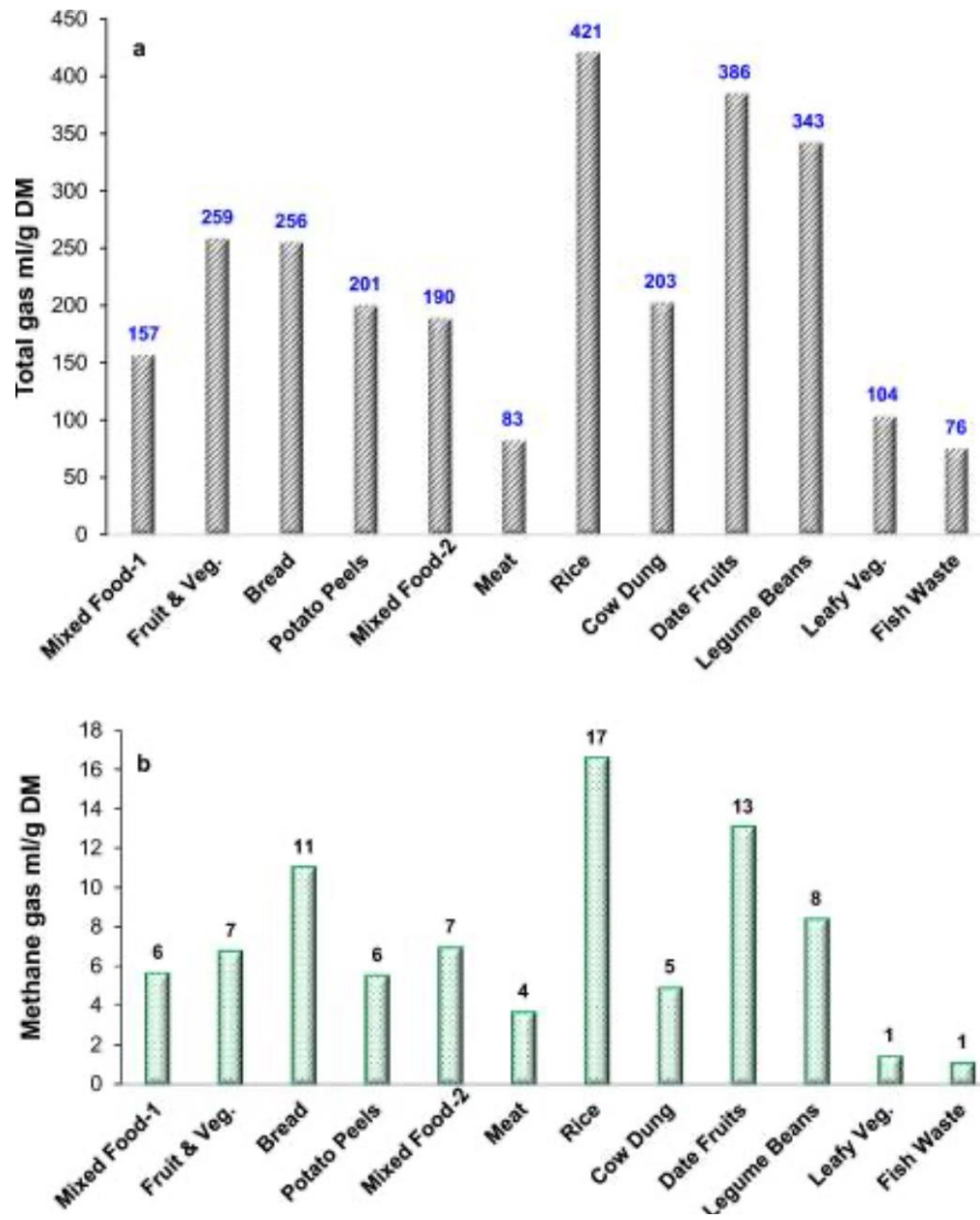


Ferdes et al 2022 شكل 7: مختلف الأغذية المستخدمة في عملية الهضم اللاهوائي لإنتاج الغاز الحيوي -

6- بعنوان Alwahaibi et al (2020) دراسة

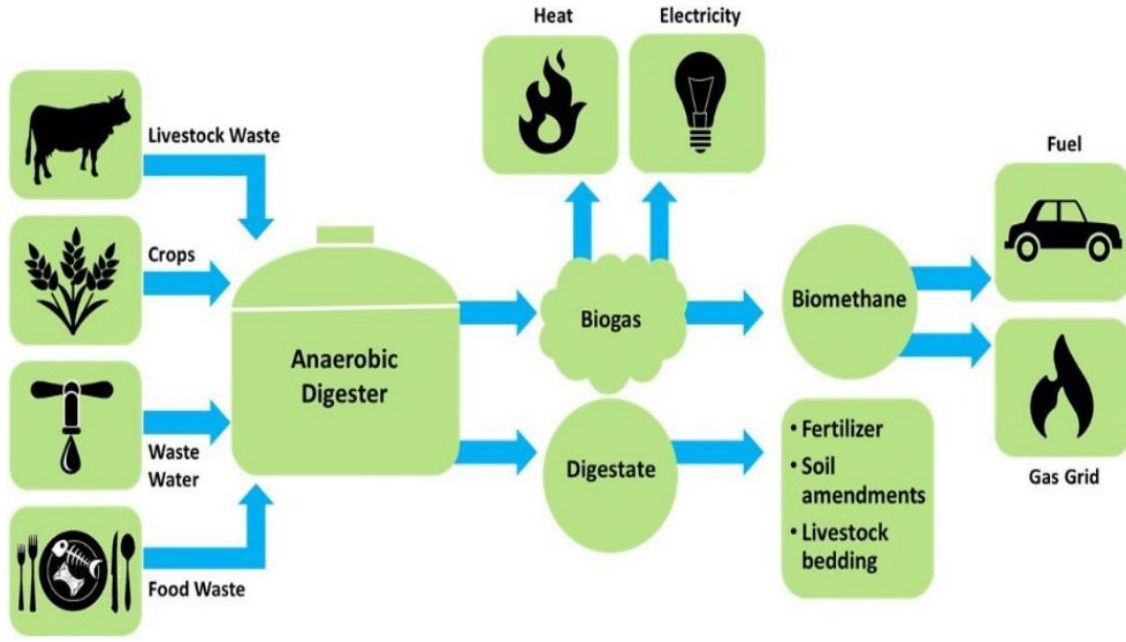
“Techno-economic Evaluation of Biogas Production from Food Waste via Anaerobic Digestion”

قامت هذه الدراسة باختبار نوعين من الإعدادات المتبعة للقيام بعملية تحويل المخلفات العضوية إلى غاز حيوي عن طريق الهضم اللاهوائي، لاختبار جودة الغاز الحيوي المنتج واعتمدت في ذلك المنهج التجريبي. وقامت الدراسة باختبار نطاقين زمنيين محددين وهما ٢٤ ساعة و ٢١ يوم، حيث أجرت اختبارات تحقق جودة وكفاءة من خلال مشرفين متخصصين في هذه العملية وفي مختبرات متخصصة، واختبرت جودة الغاز الحيوي الناتج عن هذه العملية على كلا النطاقين. وخلصت إلى أن كليهما ينتج غاز حيوي ذا جودة عالية. كما قامت بتجربة هذا على النطاق التجاري وقارنت بمدى ربحية كلا النطاقين الزمنيين المختلفين حال استخدمت هذه التقنية للأغراض التجارية.



شكل 8: معدل إنتاج الغاز الحيوي وغاز الميثان من مختلف أنواع المخلفات العضوية - Al-Wahaibi et al 2020

7- تقرير معهد دراسات الطاقة والبيئة الأمريكي (٢٠١٧)



2017 EESI شكل ٩: نموذج عملية تحويل المخلفات العضوية من خلال الهضم اللاهوائي -

ذكرت الدراسة أن الغاز الحيوي والذي يتم إنتاجه من خلال عملية التفسير الكيميائي عن طريق البكتيريا في بيئة خالية من الأكسجين؛ وهو ما يسمى بعملية الهضم الهوائي حيث يتم تدوير المواد العضوية وتحويلها إلى غاز كما يتم تحويلها أيضاً إلى منتجات تربة قيمة على شكل سائل صلب. كما أن الغاز الحيوي الناتج عن هذه الطريقة بإمكانه تزويد المستفيدين بمصدر نظيف ومتجدد ويمكن الاعتماد عليه في إنتاج الطاقة بما يحل مكان الفحم الحجري والغاز الطبيعي. إنتاج الغاز الحيوي يحفظ ويجنب البيئة الكميات الهائلة من غاز الميثان، ويقلل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية حيث تقلل انبعاثات غاز الميثان المشتق من هذه العملية في الولايات المتحدة الأمريكية قد يساوي ما يعادل إنتاج قرابة 800,000 إلى 11,000,000 سيارة ركاب، ويقلل حتى 91% من الانبعاثات الناتجة عن الغاز البترولي.

وذكر التقرير أيضاً أن 30% من مصادر الغذاء في العالم يتم هدرها أو تفقد كل سنة. في عام 2010م لوحده أنتجت الولايات المتحدة الأمريكية ما يقارب 133 مليار رطل من مخلفات الأطعمة والناتجة بشكل أساسي من قطاع السكن والتجاري.

ولحل هذه المشكلة قامت جمعية الحفاظ على الطعام بعمل أولويات لتقليل هذا الهدر واستخدام الطعام الزائد لحل مشكلة الجوع، وإطعام الحيوانات وإنتاج الطاقة بمستوى أولوية أقل. وفي عام 2015م قامت جمعية الحفاظ على الطعام الأمريكية بتحديد أهداف لتقليل كمية الطعام المهدر في مكاتب النفايات بنسبة 50% بحلول عام 2030م ومع ذلك وحتى مع الوصول إلى هذا الهدف سيكون هناك كميات كبيرة من الطعام تحتاج إلى إعادة التدوير. وكمثال على ذلك 100 طن من الطعام المهتر في اليوم يعادل ما يمكن تزويده بالغاز الحيوي لإمداد ما بين 800 إلى 1400 منزل كل سنة. وقد تكون هذه العملية كذلك منتجة للأرباح في المزارع والمصانع الأمريكية. كما أن الولايات المتحدة الأمريكية لديها حالياً فرصة إضافة 13,500 نظام إنتاج غاز حيوي جديد مما يزود بأكثر من 330,000 وظيفة مؤقتة وثلاثة وعشرين 1000 وظيفة دائمة. وللحصول على هذا الهدف يجب دعم صنع القرار لهذا النوع من المسائل.

: بعنوان (2008) Graunke and Wilkie دراسة -8-

“Converting Food Waste to Biogas: Sustainable Gator Dining”

في هذه الدراسة التجريبية تم استخدام مخلفات الغذاء الناتج من حفلات العشاء بقاعة بروارد بجامعة فلوريدا وتوليد الغاز الحيوي من خلال جهاز يستخدم تقنية الهضم اللاهوائي. واستخدمت الغاز الناتج عن ذلك في إنارة القاعة الرئيسية وملحقاتها على مدار السنة وبذلك شاركت في عملية تقليل الأثر الناتجة عن الهدر الغذائي، وأوجدت مصدر بديل ونظيف يعتمد عليه، وقللت من الأعباء المالية لاستخدام المصادر التقليدية، ورسوم نقل المخلفات إلى مكاب النفايات.

بعنوان (O'Conner et al (2020) دراسة -9

“Biogas production from small-scale anaerobic digestion plants on European farms”

سلطت هذه الدراسة الضوء على عملية تحويل الأغذية والمخلفات العضوية إلى غاز حيوي عن طريق عملية الهضم الهوائي على المقياس الصغير وألقت الدراسة نظرة على عملية إنتاج الغاز الحي في المزارع وألم منشآت الأوروبية حيث ذكرت الدراسة أن المخلفات الناتجة عن المزارع الفردية لا ترقى إلى حجم الاستهلاك المت طلب للمصانع المتوسطة والكبيرة التقنية تعتبر حديثاً نس النطاق الفرد وخصوصاً المزارع الفردية باستخدام النطاق الصغير يكون ذا جدوى ومنفعة، ولكن بكميات غاز حيوي للاستخدام الفردي.

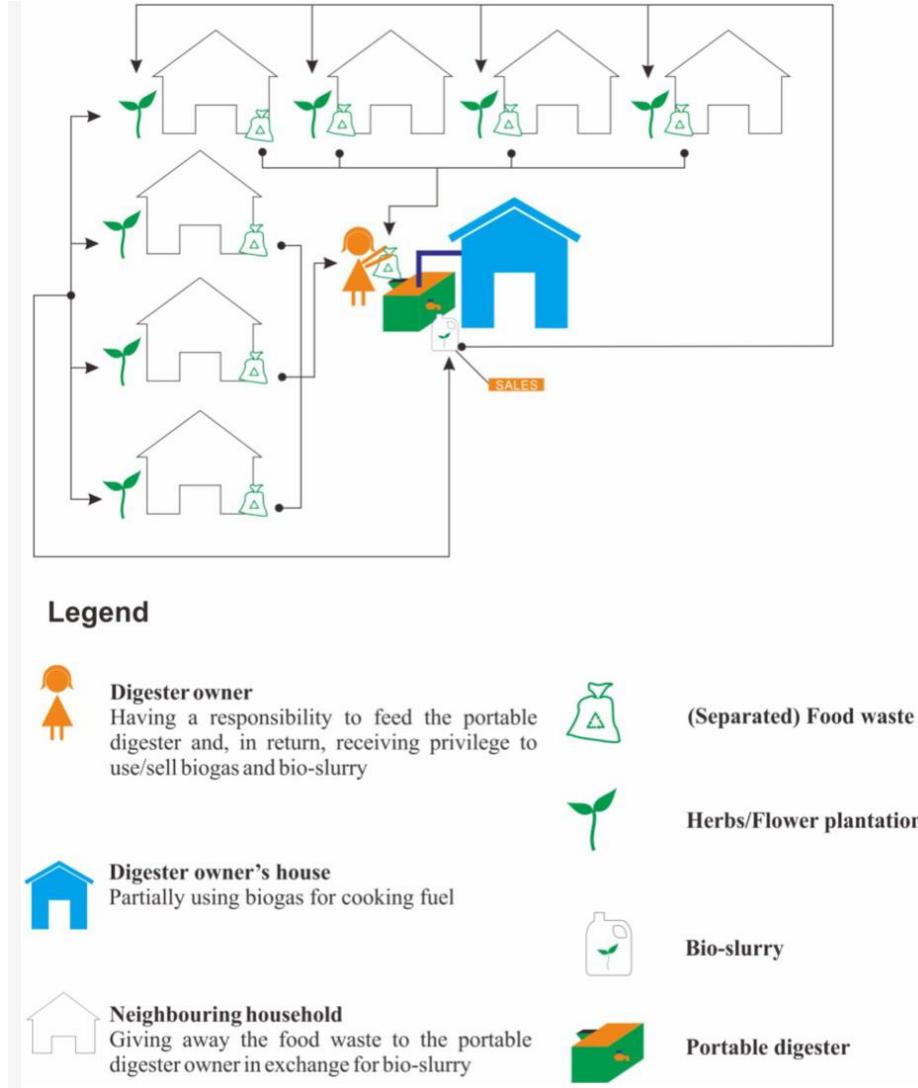
بعنوان (Malik et al (2020) دراسة -10

“Community based biogas plant utilizing food waste and cow dung”

هذه الدراسة قامت بالتعامل مع استخراج الطاقة من المواد العضوية ومخلفاتها مثل روث البقر ومخلفات الأطعمة حيث قام القائمون على الدراسة بإنشاء معمل إنتاج غاز حيوي بسعة خمسة متر مكعب في مندي وتم تشغيله لمدة 160 يوم وتم تطعيم هذا المعمل بمخلفات وروث البقر والمخلفات العضوية في نفس الإقليم، وتم تثبيت واستقرار عمل المعمل خلال فترة النشوء ما بين أربعة إلى خمسة أسابيع وبالتالي تم التدرج في استبدال روث البقر بمخلفات الأطعمة بنسبة واحد إلى واحد في النهاية وتم زيادة معدل العضوي في معمل الغاز الحيوي بشكل تدريجي من قرابة نصف كيلو جرام لكل متر مكعب في اليوم إلى خمسة كيلو غرامات خلال ستة أشهر وبالتالي تقليل معدل الاحتباس الهيدروليكي من 63 إلى 60 يوم وخلال هذه المدة ارتفع إنتاج الغاز الحيوي من 50 لتر يومياً إلى 1620 لتر يومياً بنسبة ميثان 60 إلى 65% وصلت هذا البحث الضوء وأشار إلى أنه مخلفات الأطعمة بإمكانها تغذية الهضم اللاه لإنتاج الغاز الحيوي كما مصدر متجدد وبديل للطاقة التقليدية.

بعنوان (Amir and others (2016) دراسة -11

“Socio-Economic Considerations of Converting Food Waste into Biogas on a Household Level in Indonesia: The Case of the City of Bandung”



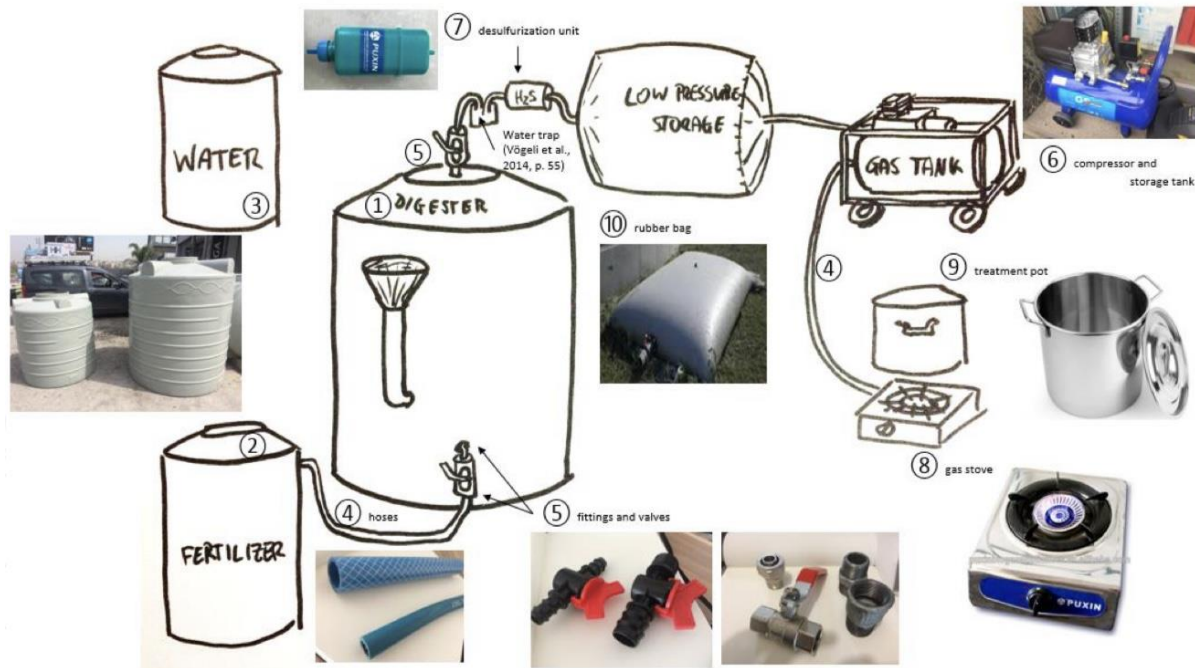
Amir et al, 2015 شكل ١٠: نموذج عملية تحويل مخلفات الأغذية إلى غاز حيوي المعمول به في الدراسة. يتصرف من

قامت هذه الدراسة بالنظر إلى الجوانب الاجتماعية والاقتصادية لعملية تحويل مخلفات الأطعمة إلى غاز حيوي على المستوى الأسري في مدينة باندونج في دولة إندونيسيا حيث ذكرت الدراسة أنه منذ عام 2010 فإن هذه التقنية تمت تدريجياً إدخالها كبديل للغاز البترول السائل واستخدامها في الطبخ في المشروع الناشئ في مدينة باندونج وعلى الرغم من أن الغاز الحيوي المنتج كافٍ إلا أن العوامل الاجتماعية والاقتصادية كانت تعيق تطبيق هذه التقنية على المستوى الأسري كما قيمة هذه الدراسة الجدول الاقتصادية والاجتماعية لهذا المشروع في منطقة ريفية وهي وضمن ضواحي مدينة باندونج حيث تحتوي على أربعة هضم حيوية وأظهرت النتائج أن تحويل مخلفات الأطعمة إلى غاز حيوي حالياً غير مجدي من الناحية الاقتصادية وذلك بسبب انخفاض اختراق السوربي الحيوي في عملية سلاسل إمداد تخصيب التربة ومن نظرة اجتماعية فإن قبول المجتمع يؤثر عليه عدالة النظام والإجراءات وعلاوة على ذلك هذه التقنية لم تأخذ حقها من الدعاية والاستخدام بسبب الفشل التقني المتعدد وانخفاض ضغط الغاز الحيوي والذي يؤثر على تقبل المجتمع لمثل هذه التقنية وبالتالي خلصت الدراسة إلى أن عملية إنتاج الغاز الحيوي من مخلفات الأطعمة لتحسين إدارة المخلفات وتقليل الاعتماد على الغاز البترولي قد يكون مجدي عندما تكاتف الجهود لدعم السوق وتعزيز استخدام الغاز الحيوي وتحسين الإجراءات الحكومية اللازمة.

بعنوان: Huber et al (2019) دراسة -12

“Small-scale biogas production from organic waste and application in mid-income countries—a case study of a Lebanese community”

قامت هذه الدراسة بتقييم تجربة قرية في المجتمع اللبناني لعملية إنتاج الغاز الحيوي من المخلفات العضوية باستخدام جهاز غاز حيوي صغير الحجم، والنظر في العوامل الاقتصادية والاجتماعية. حيث كان هدف الدراسة تقييم جدوى هذه العملية واكتشاف الخيارات لتطبيقها، والقيام بإنشاء نموذج عمل عن كيفية تغذية هذه العملية وتشغيلها، والاستفادة من المنتج النهائي. وكانت قرية غزير محل الدراسة وهي قرية ومجتمع صغير في المناطق الريفية على المحيط الأطلسي في دولة لبنان. واستخدمت الدراسة أدوات كمية وكيفية لقياس نجاح التجربة، وقامت باستخدام المنهج التجريبي في تقييم العوامل التقنية والاقتصادية لقياس معدل إنتاج الغاز الحيوي والاعتماد على المصادر المتوفرة من المخلفات العضوية في مجتمع البحث. وكما تم تقييم التكاليف المصاحبة لعملية التركيب والتشغيل والصيانة بناء على أمثلة موجودة في نفس الدولة. كما قامت الدراسة بعمل مقابلات واستبانة ميدانية بين السكان في المنطقة مما سمح بالتعرف على خيارات مناسبة للاستخدام الغاز الحيوي ومدى تقبل المجتمع لهذه العملية والذي أبدى استعداده لتقبل هذه التقنية حال وجود دعم حكومي وتنظيم للمخرجات.



Huber et al 2019 شكل ١١: مكونات مجمع مفاعل الغاز الحيوي في الدراسة -

وأظهرت النتائج الدراسة أن الغاز الحيوي المنتج يمكن استخدامه في عملية التغذية الحرارية مما يزود المزارعين المحليين بسماد حيوي بديل. كما ذكرت الدراسة أن المخلفات العضوية المستخدم في هذه العملية يمكن التزود بها عن طريق المنازل والسوق المحلي على شكل مخلفات المطابخ والخضار والفواكه غير المباعة. وأظهرت الحسابات الاقتصادية معدلات الاستثمار المنخفضة لتشغيل هذه المرافق والأرباح السنوية المقبولة في حال استخدام المنتجات مثل الغاز الحيوي والسماد والذي يظهر أن مثل ذلك قد يكون مشجع الاقتناع هذه التقنية بين المزارعين المحليين تضمنت الدراسة عدة أساليب واستراتيجيات في حساب الجدوى مثل عملية حساب المخلفات وحساب التكاليف والمحاصلات ومقابلات مع الجهات ذات العلاقة والسكان المحليين لإنشاء مثل هذا النموذج من نماذج الأعمال.

: بعنوان (2018) Florkowski et al دراسة 13-

“Food waste in rural households support for local biogas production in Lubelskie Voivodship (Poland)”

قامت هذه الدراسة باختبار كميات أحجام مخلفات الأطعمة لعينه من المنازل في المجتمعات الريفية في بولندا وتعرف الدراسة على العوامل المسؤولة عن حجم هذه المخلفات عن طريق الفئة وأيضا العوامل المؤثرة في قرار جمع هذه المخلفات وإنتاج الغاز الحيوي بشكل محلي وقد قامت تقنية توبة بالتعرف على العوامل الديمغرافي الاجتماعية والاقتصادية للمستهلكين ومنز لهم والتي تؤثر على حجم ونسبه هذه المخلفات وخلصت الدراسة إلى أن التعليم والجنس والعمر وحجم المنزل والحالة الوظيفية كانت عوامل ذات علاقة وتحدد حجم الطعام ومخلفات ايه وأيضا القرار لدعم تقنية إنتاج الغاز عن طريق تحويل هذه المخلفات.

: بعنوان (2014) Othuman Mydin دراسة 14-

“Development of Environmental-friendly Mini-biogas to Generate Electricity by” Means of Food Waste”

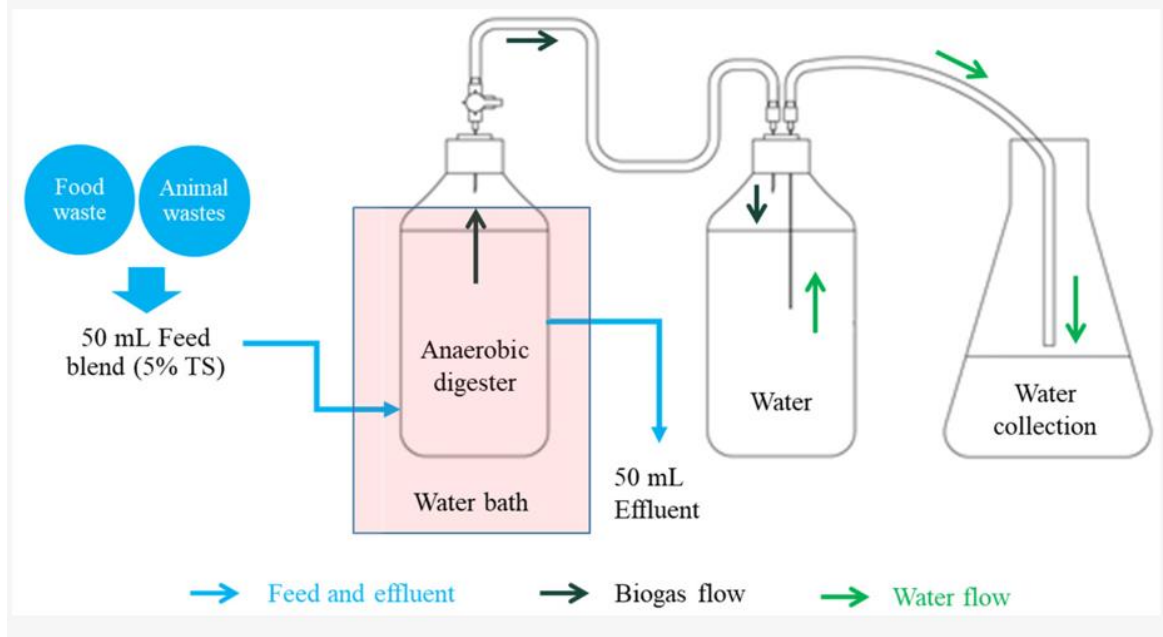
قامت هذه الدراسة بتقديم دراسة جدوى اقتصادية باستخدام مصنع إنتاج الغاز الحيوي المصغر والذي تم تشغيله وتطويره بإقامة هذا المشروع SDM بماليزيا، وقامت الجامعة بالتعاون مع شركة انبون Sains في ماليزيا وإطلاقه في جامعة عن طريق التطوير والتعليم باستخدام باحثين متخصصين وبفس الوقت لإعطاء فرصة للناس المهتمين بهذا النظام وبهذه التقنية للإطلاع على تجاربهم وكيف تتم عمل هذه التقنية. وكانت أهداف هذه الدراسة على وجهين: الأول لتحديد ما إذا كان مخلفات الأطعمة بإمكانها إنتاج غاز ميثان الحيوي الذي ينتج الحرارة والطاقة، والهدف الثاني لتأسيس ما إذا كان هذا الغاز بالإمكان إنتاجه من خلال كميات محددة من الأغذية. ويجب الإشارة إلى أن مصنع إنتاج الغاز الحيوي المصغر بإمكانه إنتاج 600 كيلو واط من الكهرباء في اليوم بمعدل 25 كيلو واط في الساعة، وكان الغاز المنتج يوميا يقارب 180 متر مكعب. وأشارت الدراسة أنه كلما كان حجم المخلفات والمواد العضوية أكبر كلما زاد إمكانية إنتاج الغاز الحيوي بشكل أعلى. وقد تم استخدام روث البقر بشكل أساسي مبدئي في هذه العملية لزيادة معدل البكتيريا الموجود في الحاويات والتي تساعد على تحسين عملية الهضم اللاه وتطور من إنتاج الغاز الحيوي.

: بعنوان (2022) Murillo-Roos et al دراسة 15-

“Biogas production and microbial communities of mesophilic and thermophilic anaerobic co-digestion of animal manures and food wastes in Costa Rica”

قامت هذه الدراسة بتحقيق فئة آثار ميزانين حرارة وثلاث موازين لخليط من مخلفات حيوانات والأطعمة على إنتاج الغاز الحيوي وتركيب المجتمع الميكروبيولوجي الدراسة أن زيادة كميات الفواكه مخلفات المطاعم في تغذية الأجهزة التي تقوم بتحويل عزز بشكل كبير من إنتاجية هذه الأجهزة كما كان المحتوى من غاز الميثان في الغاز الحيوي ينتج بشكل أفضل بدرجات حرارة عالية بالذكر أن هذه الدراسة تمت في دولة كوستاريكا وأظهر الباحثون فيها من خلال بورجي الذي يظهر أنها تفضل البيئات الحرارية Kraut تحليل التنوع وبناء على الدراسة الجينية المتخصصة للمجتمع أكثر لتحسين جودة الهضم الهوائي والذي كان أفضل من عملية عملية الهضم الميز فيلية حيث نمت أصناف بكتيريا مختلفة في درجة حرارة عالية والتي ترتبط بزيادة جودة وتعزيز عملية الهضم اللاه بنسبة 90% في كل السلاسل

الحيوية وخلصت الدراسة إلى أن زيادة حرارة عملية الهضم اللاهوائي بإمكانها تحديد الأثر السلبي للهاضمات من الناحية الميكروبية.

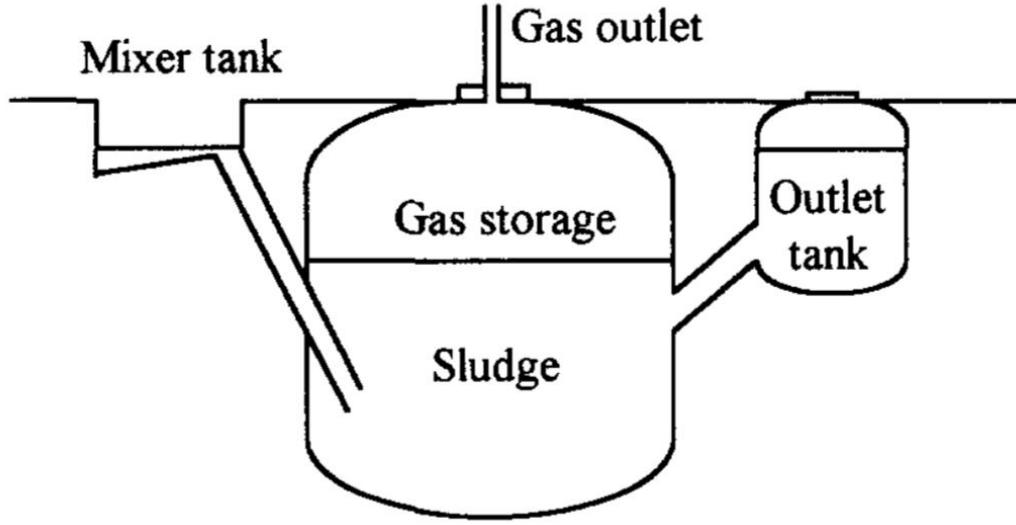


Murillo-Roos et al 2022 شكل ١٢: نموذج مفاعل الغاز الحيوي المعمول به في الدراسة -

16-دراسة (Hessami et al, 1996) بعنوان:

“Anaerobic digestion of household organic waste to produce biogas”

أجرت هذه الدراسة في أستراليا تجربة على جهاز تحويل المخلفات العضوية المنزلية و إنتاج الغاز الحيوي ذو الحجم المصغر بناء على تصميم الهاضم اللاهوائي الصيني والذي يعتمد على ثقل المواد العضوية والتي تنزل لأسفل الهاضم ومع الحرارة يعلو الغاز الحيوي ويتم استخراجه بناء على ذلك. وقد أشارت الدراسة أن التكاليف المبدئية للمواد كان قرابة ٣ آلاف دولار أسترالي وتكلفة العمل اليومي قرابة ألفي دولار مما يجعل المجموع قرابة ٥ آلاف دولار لبناء مفاعل غاز حراري للاستخدام الفردي.



Hessami et al 1996 شكل ١٣ : النموذج الصيني المبني الذي قامت عليه الدراسة -

وقد أثبتت فعاليته عن طريق تصميم يجعل من هذا الجهاز قادر على إقامة العملية بشكل ذو كفاءة عالية بكلفة قليلة لبناء وصيانة وسهولة تشغيله مع المحافظة على الكفاءة العالية وتم تضمين تقنيات ومبادئ منخفضة التقنية الصناعية كما أظهرت الدراسات في المجتمعات الريفية الهندية والصينية.

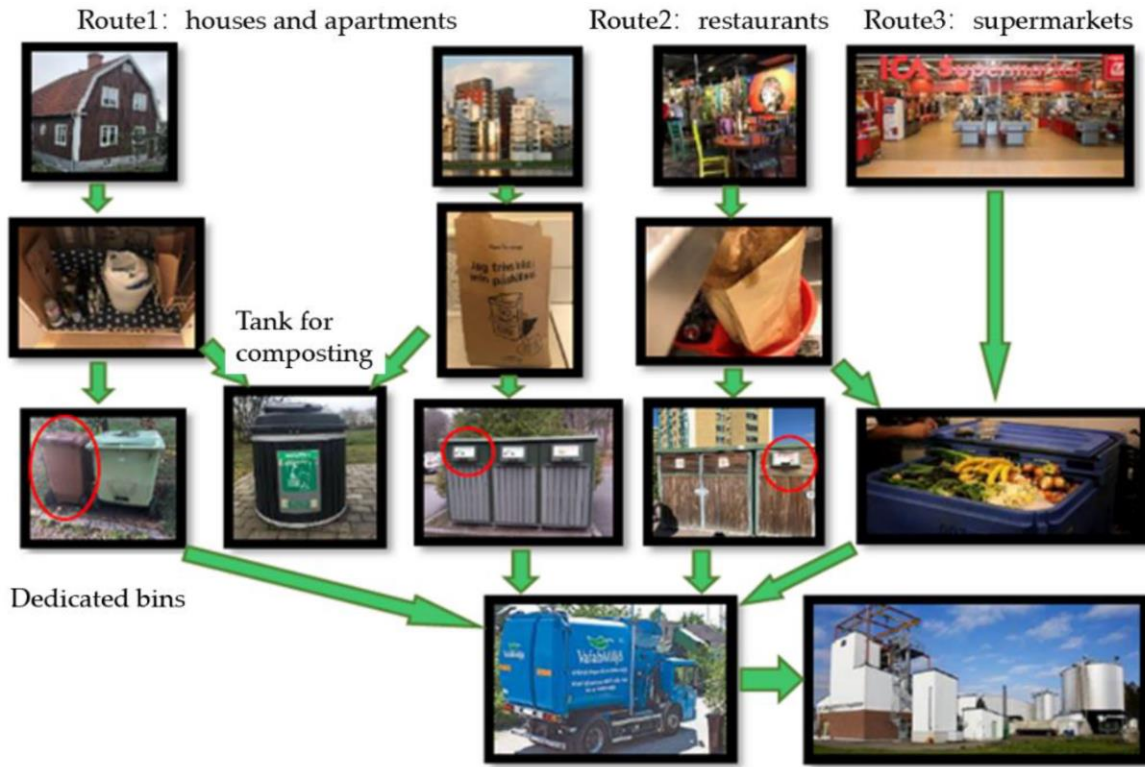
بمعنوان (Ananthu et al, 2019) دراسة -17

“Small Scale Biogas Production by using Food Waste-Examples from three Restaurants”

في هذه الدراسة قام الباحث بإجراء بحث على مخلفات أطعمة ثلاثة مطاعم بمدينة هالمستاد بدولة السويد، كجزء من رسالة الماجستير في العلوم، وتحويلها إلى غاز حيوي مع المحافظة على كفاءة هذه العملية وتحديد أثر السلبي الناتج عن رمي النفايات العضوية وها محاولة الدراسة تحقيق مدى إمكانية إنتاج الغاز الحيوي في المجتمعات السويدية وعمل ذلك قام الباحثون بعمل ثلاث نماذج مختلفة من أجهزة أو مصانع تحويل المخلفات العضوية إلى غاز حيوي في ثلاث مطاعم مختلفة كتجربة حالة وأظهرت النتائج أن ذلك ممكن بشكل عملي في السويد و من الممكن استخدام الناتج من ذلك وهو الغاز الحيوي كمصدر بديل للغاز الطبخ بفوائد متعددة اقتصاديا وبيئي كما ذكرت الدراسة أن مشكلة انخفاض درجات الحرارة خلال فصل الشتاء في السويد قد يمكن تجنبها باستخدام التسخين وتقنية التسخين ما قبل التشغيل.

بمعنوان: (Liu et al, 2022) دراسة -18

“Household food waste to biogas in Västerås, Sweden: A comprehensive case study of waste valorization”



(Liu et al 2022) شكل ١٤: نموذج عمل مفاعل الغاز الحيوي المعمول به في الدراسة

قامت هذه الدراسة التجريبية باستخدام مخلفات وفوائض الأطعمة في مدينة فاستيراس في السويد لإنتاج الغاز الحيوي واستخدام ذلك كوقود متجدد المركبات وتم تغذية عدة جوانب في هذه الدراسة ومن ضمنها تدفق اللوجستي واستخراج الطاقة والفوائد البيئية وتحليل الفائدة مقابل التكلفة، وكذلك عمل استبيان على المجتمع. حيث في عام 2017 قرابة 9 الاف طن من مخلفات الأطعمة تم جمعها في هذه المدينة، مما قد يمكن من إنتاج قرابة 600,000 متر مكعب من الغاز الحيوي والذي قد يزود قرابة 21 باص يعمل بالطاقة الحيوية كما يقلل من غاز ثاني أكسيد الكربون وانبعاثاته 1000 إلى 1500 طن عند استخدام هذه التقنية. وكانت الفائدة التشغيلية الأساسية من هذه العملية تقدر بحول 6,000,000 كورونا سويدية والأثر الاقتصادي والبيئي يقارب ثلاثة إلى ٤ ملايين كورونا سويدية في السنة، كما أن المشاركة الفاعلة من المقيمين والسكان لتزويد المشغل مخلفات الأطعمة كان مهم جدا لنجاح هذا المشروع والعامل المساعد على زيادة كفاءته. وكانت الدراسة قد شكلت مرجع حالة شامل للمنشآت البلدية والأكاديمية والصناعية ذات الاهتمام المشترك مما قد يساعد على التطبيق المستقبلي.

بمعنوان (Lou et al, 2013) دراسة 19-

“Potential for energy generation from anaerobic digestion of food waste in Australia”

قامت هذه الدراسة بناء على التقارير المحلية والدولية في دولة أستراليا والتي ذكرت أن هناك ما يقارب 16,000,000 كيلو من المخلفات الصلبة يتم إرسالها إلى مكاب النفايات كل سنة والذي يمثل منها الطعام قرابة 13% بالتعرف على الفائدة النظرية القصوى لعملية هضم الطعام في أستراليا واستخراج الطاقة وتحويل النفايات والمخلفات العضوية عن مكاب النفايات كما قيمة هذه الدراسة نطاق عملية الهضم لا الهوائي لإنتاج الغاز الحيوي عن طريق عدة حالات وأظهرت النتائج أن عملية الهضم الهوائي أنتجت في عدة مواقع في أستراليا ما بين 500 إلى 550,000 متر مكعب من المئتين والذي بإمكانه أن يزود قرابة 1900 منزل بالطاقة التدفئة كل سنة وبالتالي هذا قد يساهم في ما يقارب ثلاثة

ونص% من معدل الطاقة الحالي من الطاقة المتجددة كما أن الطاقة المستخرجة من هذه العملية في أستراليا يعتبر منخفض نسبيا وذلك بسبب ارتفاع استخدام الطاقة ومصادرها في أستراليا إلا أن ملائمة هذه التقنية قد تكون أكبر في المجتمعات ذات الكفاءة السكانية منخفضة قد يسمح بانتشار هذه الهجمات اللا هوائية وجعلها محطة اهتمام وتطبيق في المستقبل.

بعنوان(Ghandi et al, 2019) دراسة -20

“Hotel generated food waste and its biogas potential: A case study of Jaipur city, India”

قامت هذه الدراسة بعمل فحص ميداني على الفنادق في مدينة جيبور الهندية وذلك بعمل استب قدمت على أكثر من 70 فندق تم تضمين فيها أسئلة عن كميات وأنواع الأطعمة المستخدمة ومخلفات هذه الأطعمة وكميات النفايات الناتجة عنها كما بحثت ونظرت في الطرق التي تستخدمها هذه الفنادق واستراتيجيات الموضوع للإستفاده من مخلفات هذه الفنادق والتي أظهرت فقر كبير وجود سياسات استفادة من هذه الأطعمة وخصوصا عندما يتعلق الموضوع بإنتاج طاقة متجددة ونظيفة وقابلة للاستخدام في مختلف الجوانب التي تعتمد على مصادر الطاقة التقليدية.

ملخص الدراسات السابقة:

قامت العديد من الدراسات السابقة بالنظر في مختلف جوانب عملية تحويل فوائد الأطعمة المخلفات العضوية إلى غاز حيوي يمكن استخدامه في مختلف مجالات استخدام الطاقة كما يعالج الكثير من المشكلات التي تتعلق بالمواد الناتجة عن استخدام الطاقة التقليدية أو هدر فوائض ومخلفات الأطعمة وكذلك الجوانب السلبية المتعلقة بالصحة الفردية والمجتمعية والبيئة.

وذكر تقرير برنامج الأمم المتحدة العديد من الجوانب السلبية لحرق الوقود التقليدي حيث يخسر 4,000,000 شخص حياتهم كل عام نتيجة تلوث الهواء الناتج عن حرق الوقود الأحفوري المستخدم للأغراض المنزلية في الطبخ التدفئة.

وذكر التقرير الصادر عن معهد دراسات الطاقة والبيئة الأمريكي في عام 2017 العديد من الجوانب السلبية على البيئة كذلك من الطعام والمخلفات العضوية أرميها في Makeba النفايات حيث تتحول إلى انبعاثات الميزان المضرة بالصحة والبيئة وذكرت في مجمل الإحصاءات الناتجة عن التقرير أن قربت 30% من الطعام يهدر على مستوى العالم وفي أمريكا وحدها تم هدر أكثر من 66,000,000 طن من الأطعمة من خلال المنازل والمطاعم ومثل ذلك قرابة 21% من محتويات مكاب النفايات. وعلى الجانب الاقتصادي تم عمل دراسة أشار إليها نفس التقرير حيث ذكر أن استخدام 100 طن من الطعام ومخلفاته كافي لإمداد ما بين 800 إلى 1000 واربع 100 منزل بالطاقة لمدة عام كامل.

وعن جدوى ومدى نجاح هذه العملية فقد سلط بعض الأبحاث الضوء على الخصائص الكيميائية والفيزيائية التي تعزز من نجاح هذه العملية باختبار مختلف أنواع الأطعمة بين اللحوم والمنتجات الزراعية والنباتات والزيوت ووجد أن أغلبها يساعد ويعزز من إنتاج الحيوي النظيف (Ferdes 2022)

ونشرت دراسة أخرى قام بها Kumar وآخرون في عام 2024 سلطت الضوء على كفاءة عملية تحويل الأطعمة والمخلفات العضوية من الناحية التقنية والاقتصادية مع عدم وجود تأثيرات سلبية مستدامة على جدوى العملية أو البيئة. وأكدت أن جدوى هذه العملية وكفاءتها تعتمد على عدة عوامل وأشارت إلى أن صانعي القرار يجب أن يشجعوا ويحثوا ويعززوا من وعي الناس بهذه التقنية التي قد تكون بديلة لمصادر الطاقة التقليدية ولكن هذا يحتاج إلى جهد وتنسيق بين الحكومة والجهات ذات العلاقة.

في ذات الجانب الاقتصادي والبيئي؛ قام Akathi وآخرون (٢٠٢٤م) بعمل دراسة قاموا فيها بمراجعة للدراسات المختلفة وخلصوا إلى أن هذه التقنية لديها فوائد كبيرة لتحقيق منافع بيئية واقتصادية ولكنها تتطلب وجود معايير محددة لاستخدام و عمل هذه التقنية وقاموا بعمل آلية تعتمد على ثلاث وهي توفر المصادر واللوجيستيات، عمل نموذج صحيح للعملية وتقييم الأثر بتطبيق ذلك على المكان أو الموقع الملائم.

فيما قام Trivino-Pineda في عام ٢٠٢٤م بنشر دراسة قاموا فيها بعملية مسح على قاعدة البيانات باللغة الإسبانية والإنجليزية والبرتغالية وقاموا بعمل تحليل بعدي على 18 مقالة ودراسة في عملية الهضم اللاهوائي وهي التقنية الحيوية التي تستخدم لاستخراج طاقة الوقود الحيوي من مخلفات وفوائد الأطعمة لتقليل أثارها السلبية وأكدت على وجود أساليب معيارية وفعالة لحلول مستقبلية مستدامة.

ومن ناحية التجربة والتطبيق على الواقع فقد قام القائمون على قاعة بروارد للأطعمة في جامعة فلوريدا في عام 2008م باستخدام مخلفات وفوائضها من القاعة وتحويلها إلى غاز حيوي عن طريق مكيئة الهضم اللاهوائي واستخدموا الطاقة الناتجة عن ذلك في إنارة القاعة وإمدادها بالكهرباء اعتمادا على الطاقة التي تنتج عن الغاز الحيوي وبذلك كون ذلك مصدر طاقة نظيفة كما شاركت في الحفاظ على المصادر المالية القاعة وخفف من التكاليف المستخدمة لنقل الفوائد والمخلفات إلى مكبر النفايات ناهيك عن استخدام الطاقة التقليدية للإنارة على مدار السنة.

وفي ضوء ما سبق يتضح للباحثة وجود العديد من الخواص الإيجابية لهذه التقنية وجدوى استخدامها وما يتبع ذلك من منافع اقتصادية وبيئية وصحية كذلك على مستوى الفرد والأسرة والمنشأة. كما أكدت الباحثة ووافقت على مخرجات العديد من الدراسات التي تبين ضرورة وجود ضوابط ومعايير خاصة تقنن استخدام هذه الطاقة وتساعد وتعزز من الوعي الموجود لدى الناس للحفاظ على البيئة وتقليل هدر الطعام وفوائضه وبالمقابل الحصول على مصدر طاقة متجدد وذو خواص نظيفة تقلل من تكاليف الاعتماد على الطاقة التقليدية وكذلك فيه حفظ النعمة التي حثنا الله سبحانه وتعالى عليها.

-الإطار النظري

تعد مشكلة هدر الفائض من الأطعمة ومخلفاتها هاجس لكثير من أرباب الأسر والمنشآت والدولة كذلك من الناحية الدينية والاقتصادية والصحية والبيئية. ونشر تقرير هيئة الأمن الغذائي في المملكة العربية السعودية تقريراً يعد صامداً حيث ذكر أن كمية الهدر في الطعام يمثل نسبة تفوق ٣٠% ويفوق مليوني طن سنوياً حسب التقرير المنشور عن عام ٢٠١٦م. فمن الناحية الدينية نهانا الله سبحانه عن هدر هذه الأطعمة، بل والترشيد في استخدامها وكذلك رسوله الكريم - صلى الله عليه وسلم- في عدة أحاديث. وقد نشأت في المملكة العربية السعودية منظمات تساعد في الحفاظ على الأطعمة وخصوصاً بعد المناسبات الكبيرة مثل جمعية حفظ النعمة وإطعام .

ومن ناحية أخرى فكما ذكرت العديد من الدراسات الجوانب الاقتصادية السلبية لعملية هدر الطعام والتكاليف المدفوعة لنقل والتخلص من هذه الفائض والمخلفات بالإضافة إلى التكاليف المهدرة من عدم الاستفادة من عملية تحويلها إلى غاز حيوي يغطي بعض احتياجات الطاقة اليومية للأسرة والمنشأة .

أما من الناحية البيئية والصحية فكما ذكرت الدراسات ولخصت الباحثة في الفصل السابق الآثار السلبية لهدر مثل هذه الفائض وتحويلها لغاز الميثان الذي له العديد من الآثار الضارة على صحة الإنسان والحيوان والنظام البيئي بالكامل .

وحيث أن هذه العملية الحيوية لا تتطلب سوى وجود التقنية وإتاحتها للاستخدام للعامة في المملكة ووجود القوانين اللازمة لتقنين القيام بها وضوابط لكيفية استخدام مخرجاتها، حيث تتوفر الأطعمة لبدء العملية ومن ثم يقوم الجهاز بالعملية الحيوية ويقوم الفرد بعدها باستخراج الغاز الحيوي وتخزينه أو استخدامه في يحتاج .

وقد رأت الباحثة ومن خلال الاطلاع على وضع المجتمع السعودي والتقاء عدد من الخبراء بالشأن الاجتماعي والأسري في المملكة وخصوصاً بمدينة جدة ضرورة التطرق لهذا الموضوع وجس نبض وعي المجتمع متمثلاً في عينة البحث عن طريق عمل استبيان يوزع على عدد من سكان مدينة جدة وسؤالهم عن مدى وعيهم بهذا الموضوع والذي لم يسبق عمله - على حد علم الباحثة- على نفس مجتمع البحث والذي قد يكون نواة لعمل أبحاث ومشاريع أكبر مستقبلاً تساعد في الحد من ظاهرة الهدر الموجودة وكذلك توفير مصدر دخل والتقليل من التكاليف على كاهل رب أو ربة الأسرة من خلال تقليل الاعتماد على الطاقة التقليدية والتي أصبحت كغيرها جزء من عبء الأسرة المادي على الرغم من حرص الحكومة والمسؤولين الدائمين على دعم المواطن والأسرة ومحاولة تقليل من عبء الالتزامات المادية .

وحيث ستقوم الباحثة بدراسة العلاقة بين مختلف التغيرات المتعلقة بخصائص عينة البحث الاجتماعية ووعيها بهذه التقنية ومدى تطلعها أو تقبلها لاستخدام هذه التقنية مستقبلاً في حال توفرها بشكل ثابت. كما ستقوم الباحثة بعمل التوصيات بناء على نتائج البحث الحالية.

الفصل الثالث

منهجية الدراسة

-مقدمة-

تعتمد منهجيات البحث في الدراسات النظرية على عدة عوامل بناء على موضوع الدراسة وطرق تحليل الموضوع والعوامل ذات الأهمية. اعتمدت هذه الدراسة المنهج المسحي والذي يعتمد على جمع المعلومات والبيانات من مصادر مختلفة حول ظاهرة معينة في مجتمع البحث ودراسة وتحليل البيانات التي جمعها والنظر في كل جوانب الظاهرة ومن ثم الخروج بنتائج الدراسة التي خلص اليها الباحث.

وفي هذه الدراسة سيتم مسح وجهات نظر تقييم مستوى وعي مجتمع الدراسة من خلال العينة العشوائية التي تم اختيارها من سكان مدينة جدة بموضوع تقنية تحويل فوائض ومخلفات الأطعمة إلى غاز حيوي .

-المنهجية وطرق البحث-

تم تصميم استبانة قصيرة يتم من خلالها التعرف على وعي عينة البحث بموضوع البحث من خلال صياغة أسئلة محددة بوضوح ودقة. وشملت الاستبانة عدداً من الأسئلة عن خلفية الفرد الاجتماعية والاقتصادية من العينة، ثم الدخول في موضوع البحث من خلال أسئلة متنوعة، مغلقة ومفتوحة، ومصاغة بلغة بسيطة وواضحة. كما تم اختبار استبانة البحث على عينة صغيرة قبل البدء في توزيع الاستبانة على عينة البحث للتأكد من مدى سهولة ووضوح الأسئلة وتقييم الاستجابات المبدئية. مع الأخذ بالاعتبار ان هذه العينة الصغيرة المختارة لم يتم تضمين استجاباتها ضمن عملية التحليل والدراسة واقتصر دورها في تقييم الاستبانة من الناحية العملية. وتم توزيع الاستبانة بشكل إلكتروني عن طريق موقع مستندات جوجل (Google Docs) بمشاركة البريد الإلكتروني ومن ثم توزيع رابط الاستبانة على عينة البحث حيث يتطلب الوصول اليها استخدام البريد الإلكتروني لكل فرد من أفراد العينة للتأكد من عدم وجود استجابات وهمية قد تؤثر على نتائج الدراسة .

وبعد جمع البيانات المطلوبة من الاستبانة، يقوم الموقع بتحليل النتائج بشكل مبدئي وتعيين عدد المشاركات وتحديد النسب المئوية العامة لاستجابات عينة البحث على أسئلة الاستبانة .

وفيما يلي الاستبانة المصممة لغرض البحث:

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

-مجتمع البحث

تم اختيار مجتمع البحث على سكان مدينة جدة بالتحديد وذلك لوجود الباحث في هذه المدينة وكذلك سهولة اختيار عينة البحث من خلال التواصل المباشر وغير المباشر نقطة كما أن مدينة جدة تعتبر من أحد أكبر المدن الرئيسية في المملكة العربية السعودية ويتمتع ساها عموماً بوجودهم في طبقة المتوسطة في السلم الاقتصادي مع وجود طبقات أخرى كذلك، ولكن لوفرة هذه الطبقة في مدينة جدة. كما أخذ في الاعتبار كذلك المستوى التعليمي والاجتماعي ومستوى الوعي العام التقنية بشكل عام والتقنيات المتقدمة بشكل خاص، كما أن الثقافة الاجتماعية لهذا المجتمع مع وجود العديد من مصادر الأطعمة المختلفة ومختلف الثقافات الموجودة في مدينة جدة والذي يعود إلى اختلاف أصول وأرق هذه المدينة وبالتالي يزيح الخطأ الناتج عن الاختيار العيني ويزيد من تعزيز تنوعها، وذلك قد يساعد في تعزيز نتائج البحث من خلال تمثيل العينة البحث لمجتمع البحث والمجتمع السعودي بشكل عام .

خصائص العينة:

اشتملت عينة البحث على عدد 200 فرد من مجتمع البحث غالبيتهم من الإناث السعوديات المتزوجات، وتتراوح أعمارهن بين ٢٥-٥٥ عاماً بمتوسط عمري ٣٧ عاماً. وحرص الباحث على عدم مشاركة أفراد من نفس الأسرة لتجنب التكرار والتأثير المباشر وأخيراً المباشر على نتائج الدراسة. وتم اختيار العينة بشكل عشوائي مع الحرص على الشروط المذكورة سابقاً حيث لم يتم اختيار مستوى تعليمي معين أو اقتصادي محدد، ولكن معظم وأغلب أفراد العينة تم اختيارهم من الطبقة المتوسطة في مدينة جدة .

محددات حجم العينة:

يسكن مدينة جدة قرابة ثلاثة ملايين نسمة وهي إحدى أكبر المدن الرئيسية في المملكة العربية السعودية. وتتراوح نسبة الطبقة المتوسطة في مدينة جدة بين 40-45%. وحسب الإحصاءات التقريبية فإن الإناث يمثلن تقريباً ٦٠٪ من سكان مدينة جدة والمتزوجات منهن نسبة ٦٥٪ ويمثل السعوديات منهن قرابة الثلثين .

خطوات وأدوات جمع البيانات:

تمت عملية جمع البيانات من خلال خطوات متسلسلة محددة ابتدأت بتصميم استبانة صيغتها واضحة وسهلة ومحددة ولا تحتمل أكثر من إجابة ومن ثم تم اختبار على عينة صغيرة مبدئية لقياس مدى سهولة وضوح الأسئلة ثم تلى ذلك توزيع استبانة على عينة البحث بعد اختيارها بطريقة شبه عشوائية شملت الفئة التي تم ذكرها مسبقاً .

وتم جمع البيانات عن طريق استخدام برنامج Google Docs أو مستندات Google بطريقة مبدئية وسيتم تحليل البيانات وإيجاد المقاييس الإحصائية العامة عن طريق أحدث نسخة من برنامج SPSS الإحصائي المعروف .

أسلوب تحليل البيانات:

لتحقيق أهداف البحث تم تحليل البيانات عن طريق برنامج SPSS الإحصائي بعد جمعها وحساب المتوسط والتردد المعيارية العوامل الديموغرافية، وإجراء الاختبارات لدراسة تأثير العلاقة بين العوامل المختلفة التي ساعدت أو تساعد في تقييم مستوى الوعي لموضوع البحث. وقد تم تمثيل النتائج على شكل جداول ورسوم بيانية توضيحية

حدود البحث:

تلخصت حدود البحث في عدة جوانب ومن أهمها وأولها موضوع البحث فهو يعتبر موضوع حديث نسبياً على مستوى العالم، عوضاً عن دراسته على المجتمع في المملكة العربية السعودية، وتمت دراسته في نطاق ضيق في معظم الدراسات فقد كانت قلة ومحدودية الأبحاث السابقة أحد أهم حدود الدراسة .

كما اعتبرت الباحثة أيضاً أن حجم عينة البحث يعتبر صغيراً مقارنة بمجتمع البحث وموضوع البحث وخصوصاً عندما يكون عن قياس مستوى وعي مجتمع معين، ولكن حاولت الباحثة - قدر المستطاع- الحصول على أكبر قدر من الاستجابات .

حتى الآن، على حد علم الباحثة، لم يتم تعميم استخدام هذه التقنية على المستوى التجاري أو تطبيقها على مجتمعات صغيرة أو متوسطة لتسهيل المقارنة ودراسة الجدوى على مختلف الأصعدة .

ومع ذلك؛ تعتبر الباحثة أن هذه الدراسة قد تكون نواة لدراسات مستقبلية تطبيقية أكبر وأشمل.

الفصل الرابع

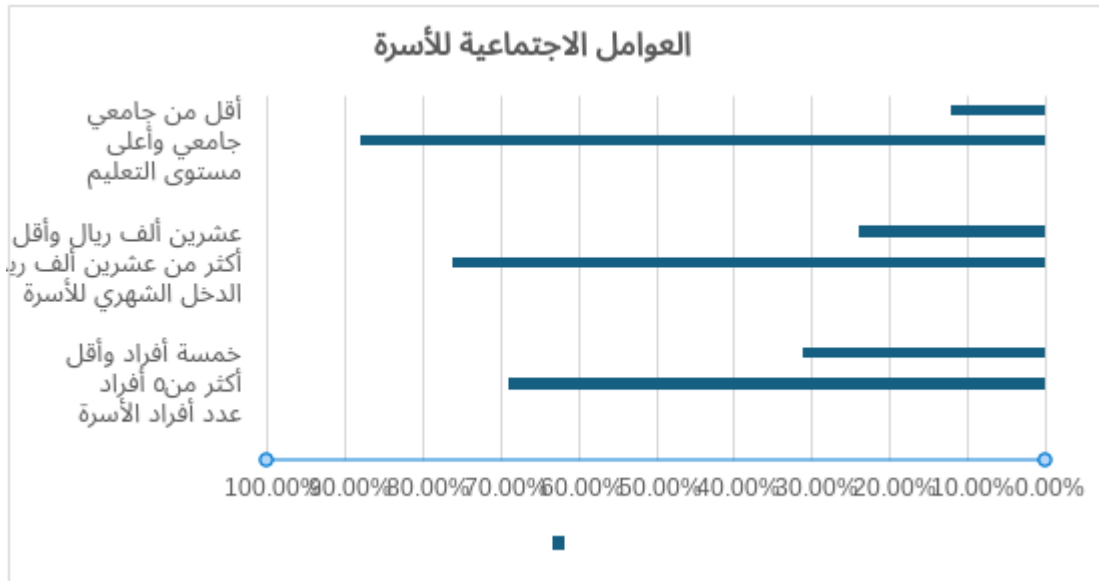
النتائج والتوصيات

تحليل البيانات:

وصل معدل الاستجابة والإجابة الكاملة على استبانة الدراسة إلى ٨٠٪ (١٦٠ استجابة) بعد استبعاد الإجابات غير الكاملة وكذلك الفارغة حيث لم يستجب عدد من أفراد عينة الدراسة على أي من الأسئلة في الاستبانة. كان المتوسط العمري لعينة البحث ٣٧ عاماً.

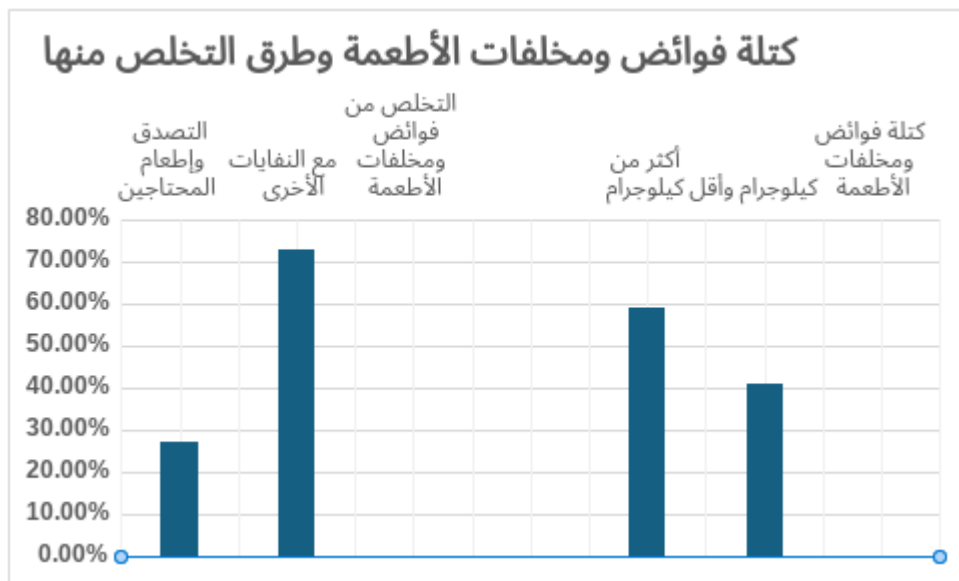
نتائج الدراسة:

في تحليل البيانات التي تجميعها ونظراً في العوامل الاجتماعية للعينة؛ فقد كان عدد أفراد الأسرة أكثر من خمسة أفراد لدى ٦٩٪ من عينة البحث، بينما كان ٣١٪ من المشاركين بعدد أفراد أسرة خمسة أو أقل. وكان الدخل الشهري للأسرة أكثر من عشرين ألف ريال سعودي لدى أكثر ٧٥٪ من المشاركين في البحث بينما كان قرابة ٢٤٪ من المشاركين ذوو دخل شهري عشرين ألف ريال سعودي أو أقل. وقد بلغ المستوى التعليمي لدى أفراد عينة البحث تعليم جامعي -أو أعلى- لدى أكثر من ٨٨٪ من المشاركين .



رسم بياني ١: العوامل الاجتماعية للأسرة في عينة الدراسة

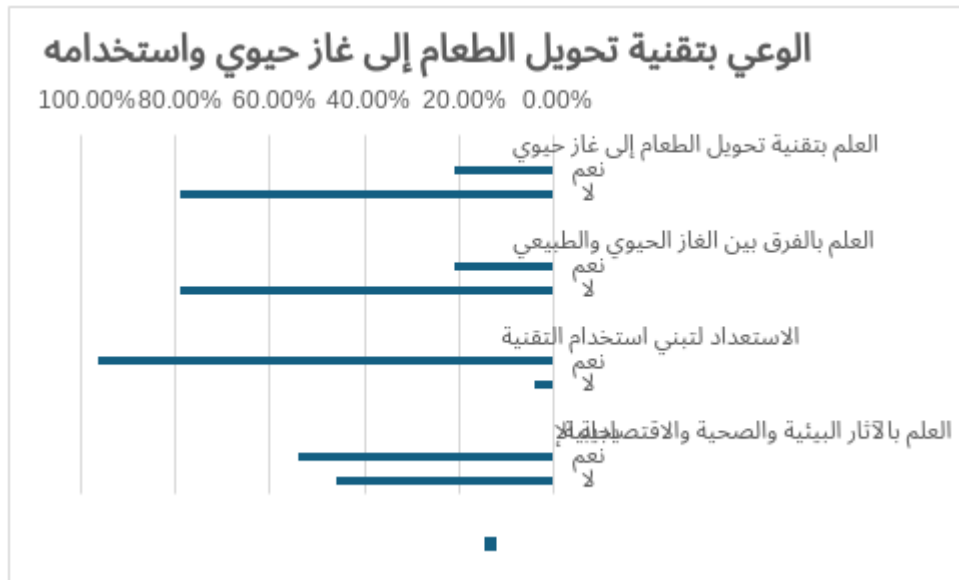
وفيما يتعلق بفوائض ومخلفات الأطعمة ومعالجتها؛ فقد وجدت الدراسة أن كتلة مخلفات وفوائض الأطعمة بلغت أكثر من كيلوجراماً كل يوم لدى قرابة ٥٩٪ من المشاركين بينما كانت الكتلة أقل من ذلك لدى ٤١٪ من عينة البحث، كما ذكر أكثر من ٧٠٪ من المشاركين أنهم يقومون بإلقائها مع المخلفات الأخرى في القمامة بينما يقوم بقية المشاركين بالبحث بالتصدق بها أو إعطائها للفقراء والمحتاجين .



رسم بياني ٢: كتلة مخلفات الأطعمة والتخلص منها.

وفي شأن موضوع البحث وهو تقنية تحويل مخلفات وفوائض الأطعمة واستخلاص الغاز الحيوي عن طريق عملية الهضم اللاهوائي؛ فقد ذكر أقل من ربع عينة البحث معرفتهم بوجود مثل هذه التقنية، معظمهم من الحاصلين على تعليم جامعي وما فوق، بينما كان بقية المشاركين على غير علم بوجودها أو إمكانية استخدامها. وبنسبة مماثلة تقريباً عند الإجابة عن سؤال مدى معرفة الفرق بين الغاز الحيوي والذي يتم استخلاصه من مواد عضوية وحيوية، والغاز الطبيعي الذي ينتج عن حرق الوقود الأحفوري. كما لم يؤثر مستوى دخل الأسرة الشهري على استجابات أفراد عينة البحث .

وعند سؤال أفراد عينة البحث عن مدى استعدادهم لاقتناء الآلة التي تقوم بتحويل فوائض ومخلفات الأطعمة واستخلاص الغاز الحيوي من هذه العملية فقد أجاب غالبية المشاركين بنعم بنسبة تفوق ٩٥٪. وقد تعددت الأسباب المذكورة لإجابة السؤال السابق بين أسباب بيئية وصحية ومادية ودينية، ولكن غلب الجانب الديني والبيئي عند أغلب المشاركين. وإجابة على سؤال المعرفة بالآثار البيئية والصحية والاقتصادية الإيجابية لاستخدام مثل هذه التقنية فقد ذكر قرابة ٥٤٪ من المشاركين بمعرفاتهم بهذا الجانب بينما كان ٤٦٪ من المشاركين على غير علم بهذه الآثار.



رسم بياني ٣: الوعي بالتقنية محل الدراسة والعلم بالفرق بين الغاز الحيوي والطبيعي، والعلم بالآثار البيئية والاستعداد لتبني التقنية.

مقارنة النتائج بالدراسات السابقة:

وبناء على نتائج عينة البحث التي أتت مقارنة نسبياً لمعدلات هدر الطعام وفوائضه في المملكة العربية السعودية ودول العالم حسب تقارير هيئة الأمن الغذائي في المملكة وكذلك تقارير منظمات الأمم المتحدة ومعهد الدراسات البيئية والطاقة الأمريكي (٢٠١٧م) حيث بلغت معدلات عالية بين عينة الدراسة دون الاستفادة الحقيقية من هذه الفوائض وخصوصاً في ظل زيادة وعي المجتمع بخطورة هذه الظاهرة.

فمن ناحية حجم الفوائض ومخلفات الأغذية ومقارنة بمتوسط هدر وفقد الأطعمة حسب التقارير الصادرة عن الاتحاد الأوروبي (Central European Financial Observer.eu, 2018) حيث أفادت بأن الفرد في قارة أوروبا ينتج ما يقارب ٢٣٦ كيلو جراماً من مخلفات وفوائض الأغذية، أما بدراسة (Liu et al, 2022) والتي أجريت على سكان مدينة فاستيراس في دولة السويد والتي بلغ تعداد سكانها قرابة ١٣٠ ألف نسمة في عام ٢٠١٧م، فقد بلغ متوسط مخلفات وفوائض الأطعمة للأسرة أقل من نصف كيلو جرام يومياً، في حين بلغ متوسط المخلفات والفوائض للفرد وليس الأسرة في مدينة باندونغ بدولة اندونيسيا (Amir et al, 2015) قرابة ١.١ كيلو جرام يومياً وهو معدل أكبر بكثير مقارنة بالدراسة السابقة وإلى حد ما مقارنة بعينة الدراسة الحالية. أما في لبنان (Huber et al, 2019) فقد تفاوتت معدلات المخلفات بين المناطق المركزية والريفية والضواحي ولكن بلغ متوسط المخلفات العضوية وفوائض الأطعمة قرابة ٣ كيلوجرامات للشخص وهو معدل أعلى بشكل عام مقارنة بعينة الدراسة.

وتشابهت طرق التخلص من هذه المخلفات في العموم وبالمقارنة مع بقية الدراسات فقد كان أغلب أساليب التخلص منها تكون مع بقية النفايات وكذلك أكدت التقارير الأممية والوطنية وهو غير مستغرب.

وأوضحت نتائج الدراسة انخفاض وعي عينة الدراسة المشاركة بهذه التقنية وهو ما أظهره كذلك دراسة (Huber et al, 2019) للأفراد والمؤسسات حيث وجد الباحث صعوبة في البداية لإقناع الأشخاص والجهات ذات العلاقة بالمشاركة في المشروع المصغر في تحويل المخلفات العضوية إلى غاز حيوي. بينما في دولة مثل بولندا والتي شرعت قوانين تجبر السكان على التبليغ عن كمية الطعام ومخلفاته وفوائضه لغرض استخدامه في عمليات التحويل وإنتاج المنتجات المختلفة من خلاله فقد كان الوعي بهذه التقنية عالي جداً (Florkowski et al, 2018).

وأظهرت الدراسة الحالية استعداد الغالبية العظمى من المشاركين بعينة البحث لاقتناء هذه التقنية واستخدامها حال توفرها، ومقارنة بدراسة (O'Conner et al, 2021) والتي شملت ملاك المزارع الشخصية الذين أظهروا رغبة بالمشاركة واستعداد لاستخدامها حال كانت نتائجها مجزية، بينما ذكرت دراسة (Amir et al, 2015) أن المجتمع أبدى استعداداً لتبني هذه الفكرة وتعميمها في حال سن قوانين تقنن من عمل هذه التقنية وبوجود عدالة اجتماعية تسهم في مشاركة الجميع وتعود بالنفع على المشاركين. ومما ذكر فإنه يجب الإشارة إلى أن العديد من الدراسات بينت ضرورة وجود قوانين وتنظيمات تساعد وتدعم هذا النوع من التقنيات مما يسهم في الصالح العام للمجتمعات من أبرزها هذه الدراسة (Kumar et al, 2024).

كما وافقت نتائج الدراسة من ناحية تأثير الطبقة الاقتصادية والمستوى التعليمي على كمية وحجم مخلفات وفوائض الأطعمة بالإضافة إلى تقبل اقتناء واستخدام التقنية في حال توفرت بشكل عام ما نشرته سابقاً دراسة (Florkowski et al, 2018) حيث وضحت أن العمر والجنس والتعليم وحجم المنزل والمستوى الاقتصادي كان عامل طردي فيما يتعلق بحجم المخلفات وكذلك بمستوى تقبل استخدام تقنية إنتاج الغاز الحيوي منها.

وما ذكر يظهر وينم عن الحاجة الماسة لوجود مثل هذه التقنيات التي تساعد وتعزز من الأمن البيئي والغذائي والصحي وكذلك فيها تعزيز كبير للجانب الديني وتقليل لهدر الثروات الغذائية وفيه حفظ للمجتمع وديمومة للتنمية البيئية التي تسعى كل دول العالم لها.

وقد كانت نتائج البحث غير مستغربة فيما يخص موضوع البحث لحدائثة هذه التقنية نسبياً وعدم توفرها للاستخدام الفردي وتعميمها في المملكة العربية السعودية وأغلب دول العالم. وقد كانت نتائج البحث مقارنة للدراسات السابقة والتي ذكرت أنه قد تم استخدام هذه التقنية على نطاقات ضيقة فيما يتعلق بالاستخدام الفردي وكانت في الغالب على

سبيل التجربة كما ورد في دراسة (Graunke & Ryan ٢٠٠٨ م) والتي بينت فاعلية هذه التقنية في تقليل هدر الطعام وكذلك تقليل تخفيض العبء المادي من خلال تكاليف الطاقة التقليدية .

التوصيات العلمية:

خلصت الدراسة إلى أهمية تعزيز الوعي العام بحجم مشكلة هدر الطعام بشكل عام وزيادة الوعي بإمكانية استخدام فوائض ومخلفات الأطعمة وتحويلها لمنتجات عدة من ضمنها الغاز الحيوي والذي من خلاله يتم تجنب النظام البيئي والصحي الآثار السلبية الناتجة عن هدر مخلفات وفوائض الأطعمة والتي كذلك يمكن استخدامها في عدة مجالات لتوليد طاقة نظيفة متجددة لتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية .

كما توصي الباحثة بضرورة استخدام الوسائل الإعلامية والتعليمية المتاحة لتعزيز الوعي المجتمعي بضرورة السعي الدائم لإيجاد مصادر طاقة نظيفة ومتجددة. كما توصي الباحثة بأهمية الاستثمار في هذه التقنية وجعلها متاحة للمجتمع على المستويين الفردي والمؤسسي.

المراجع

المراجع العربية:

1. تحالف المناخ والهواء النقي (٢٠٢٢). الغاز الحيوي، مطول المناخ والهواء النظيف مع العديد من الفوائد. ٧ مارس ٢٠٢٢م. <https://www.ccacoalition.org/ar/news/biogas-climate-and-clean-air-solution-many-benefits>
2. المعهد الفيدرالي السويسري لعلوم وتقنيات المياه (٢٠٢٠م). نظم وتقنيات الصرف الصحي. تم استرجاعه بتاريخ ٢٨-١٠-٢٠٢٤م. <https://sswm.info/ar/taxonomy/term/3938/biogas-reactor>

3. الأمم المتحدة (٢٠٢٤م). اليوم الدولي للتوعية بالفاقد والمهدر من الأغذية. تم استرجاعه بتاريخ ١٠-٣-٢٠٢٤م. <https://www.un.org/ar/observances/end-food-waste-day>
4. صحيفة مكة - العدد الصادر يوم الخميس ١١-مارس-٢٠٢١م. المملكة الخامسة عربياً في هدر الغذاء. تم استرجاعه بتاريخ ١٠-٢١-٢٠٢٤م. <https://makkahnewspaper.com/ampArticle/1533358>
5. الهيئة العامة للأمن الغذائي بالمملكة العربية السعودية (٢٠٢١م). البرنامج الوطني للحد من الفقد والهدر في الغذاء. تم استرجاعه بتاريخ ١٨-١٠-٢٠٢٤م. <https://rfwp.gfsa.gov.sa/>

المراجع الأجنبية-

1. Mirmohamadsadeghi, S and others (2019) Biogas production from food wastes: A review on recent developments and future perspectives. *Bioresource Technology Reports* Vol 7-100202.

2. Mohamed Ali, A and others (2023) Production of Biogas from Food Waste Using the Anaerobic Digestion Process with Biofilm-Based Pretreatment. *Processes* 11 (3) 655.
3. Pradeshwaran, V and others (2024) A comprehensive review on biogas production from food waste: Exploring cutting-edge technologies and innovations. *Biomass and Bioenergy*. 107336
4. Kuo, J, Dow, J (2017) Biogas production from anaerobic digestion of food waste and relevant air quality implications. *Journal of the Air and Waste Management Association*. 67 (9) 1000-1011.
5. Mohan, S (2022) Production of Biogas by Using Food Waste. *International Journal of Engineering Research and Applications*. 3(4) 390-394.
6. Somashekar, R. K. (2017). Potential of biogas production from food waste in a uniquely designed reactor under laboratory conditions. *International Journal of Geology, Agriculture and Environmental Sciences*. Vol 2
7. 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 student hostel soak-away pits. *American Journal of Engineering Research* Volume 2, 198-203
8. 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
9. Mattioli, A., (2017) Biogas from residual grass: a territorial approach for sustainable bioenergy production. *Waste Biomass Valoriz*. Vol 8, 2747-2756
10. Edenhofer, O, (2011) Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change
11. Offermann, R. (2011) Assessment of global bioenergy potentials. *Mitigating adaptive strategies of global change*. Vol 16, 103-115
12. Shrestha, S (2017). Biogas Production for Organic Waste Management: A Case Study of Canteen's Organic Waste Management Technical Support Centre, Lalitpur, Nepal. *Nepal Journal of Environmental Science*. Vol 5, 41-47.
13. 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
14. . Graunke, Ryan (2008). Converting Food Waste to Biogas: Sustainable Gator Dining. *Mary Anna Liebert Inc*. Volume 1, No. 6
15. Ferdes, Mariana (2022). Food Waste Management for Biogas Production in the Context of Sustainable Development. *Energies*. Vol 15, 62-68
16. Amir, E, Hophmayer-Tokich, S, Kurnani, T (2016). Socio-Economic Considerations of Converting Food Waste into Biogas on a Household level in Indonesia: The Case of the City of Bandung. *Recycling*. 1(1), 61-88.
17. Huber, S (2019). Small-scale Biogas Production from Organic Waste and Application in Mid-income Countries- A case study of a Lebanese community. Master Thesis in Sustainable Development – Uppsala University.
18. Florkowski, WJ. (2018). Food Waste in Rural Households Support for Local Biogas Production in Lubelskie Voivodship (Poland). *Resources Conservation and Recycling*. 136(1).
19. Murillo-Roos, M, Uribe-Lorio, L, Fuentes-Schweizer, P, Uribe-L. (2022). Biogas Production and Microbial Communities of Mesophilic and Thermophilic

- Anaerobic Co-digestion of Animal Manure and Food Waste in Costa Rica. *Energies*. 15(9) 3252.
20. Hessami, M, Christensen, S, Gani, R. (1996). Anaerobic Digestion of Household Organic Waste to Produce Biogas. *Renewable Energy*. 9(1-4), 954-957.
 21. Liu, T, Zhang, Q, Kang, X, Hou, J, Lou, T, Zhang, Y. (2022) Household Food Waste to Biogas in Vasteras, Sweden: A Comprehensive Case Study of Waste Volatilization. *Sustainability*. 14(19) 11925.
 22. Lou, XF, Nair, J, Ho, G. (2013). Potential for energy Generation from Anaerobic Digestion of Food Waste in Australia. *Waste Management & Research*. 31(3) 283-294.
 23. Ghandi, P, Kumar, S, Paritosh, K, Pareek, N, Vivekenand, V (2019). Hotel-generated Food Waste and its Biogas Potential: A Case Study of Jaipur, India. *Waste and Biomass Volatilization*. 10, 1459-1468.
 24. Ananthu, OS (2019). Small-scale Biogas Production by Using Food Waste- Examples from Three Restaurants. Master Thesis in Applied Environmental Science – Halmstad University.
 25. 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
 26. Deng, Y (2014). Biogas as a sustainable energy source in China: Regional development strategy application and decision making. *Renewable Sustained Energy* 24 Review, Vol 35, 294-303
 27. Zhang, Q (2016) Biogas from anaerobic digestion processes: research updates. *Renewable Energy*, Vol 98, 108-119
 28. 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
 29. Al-Wahaibi, Abeer (2020). Techno-economic Evaluation of Biogas Production from Food Waste via Anaerobic Digestion. *Scientific Reports*. Vol 10. Article number 15719
 30. Ankathi, Shrath (2024). Sustainability of Biogas Production from Anaerobic Digestion of Food Waste and Animal Manure. *Applied Microbiology Journal*. Vol 4, 418-438
 31. Food and Agriculture Organization (FAO). Food Wastage Footprint: Impacts on Natural Resources. In *Summary Report*; FAO: Rome, Italy, 2013; Available online: <http://www.fao.org/3/i3347e/i3347e.pdf> (accessed on 31 July 2024).
 32. Forbes, H.; Quested, T.; O'Connor, C. (2021) United Nations Environment Programme (UNEP). In *Food Waste Index Report*; UNEP: Nairobi, Kenya; Available online: <https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021> (accessed on 16 July 2024).
 33. Xu, C.; Shi, W.; Hong, J.; Zhang, F.; Chen, W. (2015) Life cycle assessment of food waste-based biogas generation. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 49, 169–177.
 34. Taelman, S.; Tonini, D.; Wandl, A.; Dewulf, J. (2018) A holistic sustainability framework for waste management in European cities: Concept development. *Sustainability* 10, 2184.
 35. Ingrao, C.; Faccilongo, N.; Di Gioia, L.; Messineo, A. (2018) Food waste recovery into energy in a circular economy perspective: A comprehensive review of aspects

- related to plant operation and environmental assessment. *J. Clean. Prod.* 184, 869–892.
36. Al Seadi, T.; Stupak, I.; Smith, C.T. (2018) Governance of environmental sustainability of manure-based centralised biogas production in Denmark. *IEA Bioenergy* 7.
 37. Ontario Ministry of the Environment and Climate Change. *Discussion Paper: Addressing Food and Organic Waste in Ontario*; Ontario Ministry of the Environment and Climate Change: Toronto, ON, USA, 2017. Available online: https://opha.on.ca/wp-content/uploads/2020/09/FINAL_MOECC_Consultation_OPHA_OSNPPH_DC_PROOF_AUG01-2017-1.pdf?ext=pdf (accessed on 8 August 2024).
 38. European Commission (EU). (2015) *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Closing the Loop—An EU Action Plan for the Circular Economy*; EU: Brussels, Belgium. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52015DC0614> (accessed on 26 July 2024).
 39. USEPA.(2018) National Overview: Facts and Figures on Materials, Wastes and Recycling. Available online: <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials> (accessed on 16 August 2024).
 40. The Water Research Foundation. (2012) Executive Summary: Sustainable Food Waste Evaluation. In *WERF Report*; p. OWSO5R07e. Available online: <https://www.waterrf.org/research/projects/sustainable-food-waste-evaluation> (accessed on 8 January 2024).
 41. Environmental Protection Agency. (2023) *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990–2021*; U.S. Environmental Protection Agency: Washington, DC, USA. EPA 430-R-23-002. Available online: <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks-1990-2021> (accessed on 18 July 2024).
 42. Global Methane Initiative (GMI). Global Methane Initiative: An Overview. Available online: <https://www.globalmethane.org/documents/gmi-factsheet.pdf> (accessed on 26 July 2024).
 43. Environmental Protection Agency. (2018) *Inventory of US Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990–2016*; EPA 430-R-18-003; EPA: Washington, DC, USA pp. 1–655.
 44. Hristov, A.N.; Johnson, K.A.; Kebreab, E. (2014) Livestock methane emissions in the United States. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 111, E1320. US EPA. 2023. Available online: <https://www.epa.gov/lmop/landfill-gas-energy-project-data> (accessed on 12 July 2024).
 45. Advanced Disposal. Landfill Gas-to-Energy Turning Waste into Energy. Available online: <https://www.advanceddisposal.com/for-mother-earth/education-zone/landfill-gas-to-energy.aspx> (accessed on 26 July 2024).
 46. Baldi, E.; Toselli, M.; Marcolini, G.; Quartieri, M.; Cirillo, E.; Innocenti, A.; Marangoni, B. (2010) Compost can successfully replace mineral fertilizers in the nutrient management of commercial peach orchard. *Soil Use Manag.* 26, 346–353.
 47. Taiwo, A.M. (2011) Composting as a sustainable waste management technique in developing countries. *J. Environ. Sci. Technol.* 4, 93–102

48. Goldstein, N. (2017) The state of organics recycling in the US. *BioCycle* 58, 22. Containers, Packaging, and Non-Durable Good. Documentation for Greenhouse Gas Emission and Energy Factors Used in the Waste Reduction Model (WARM). 2016. Available online: <https://www.epa.gov/warm/documentation-waste-reduction-model-warm> (accessed on 8 September 2024).
49. Ankathi, S.K.; Potter, J.S.; Shonnard, D.R. (2018) Carbon footprint and energy analysis of bio-CH₄ from a mixture of food waste and dairy manure in Denver, Colorado. *Environ. Prog. Sustain. Energy* 37, 1101–1111
50. Komilis, D.; Ham, R.; Stegmann, R. (1999) The effect of municipal solid waste pretreatment on landfill behavior: A literature review. *Waste Manag. Res.* 17, 10–19.
51. Fricke, K.; Santen, H.; Wallmann, R. (2005) Comparison of selected aerobic and anaerobic procedures for MSW treatment. *Waste Manag.* 25, 799–810.
52. De Gioannis, G.; Muntoni, A.; Cappai, G.; Milia, S. (2009) Landfill gas generation after mechanical biological treatment of municipal solid waste. Estimation of gas generation rate constants. *Waste Manag.* 29, 1026–1034
53. Di Maria, F.; Sordi, A.; Micale, C. (2013) Experimental and life cycle assessment analysis of gas emission from mechanically–biologically pretreated waste in a landfill with energy recovery. *Waste Manag.* 33, 2557–2567.
54. National Renewable Energy Laboratory. (2013) Energy Analysis: Biogas Potential in the United States. 2013. Available online: <https://www.nrel.gov/docs/fy14osti/60178.pdf> (accessed on 29 September 2024).
55. USDA. Biogas Opportunities Roadmap: Voluntary Actions to Reduce Methane Emissions and Increase Energy Independence. 2014. Available online: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-12/documents/biogas-roadmap.pdf> (accessed on 26 September 2024).
56. National Conference of State Legislatures. State Renewable Portfolio Standards and Goals. 2020. Available online: <https://www.ncsl.org/research/energy/renewable-portfolio-standards.aspx> (accessed on 26 July 2024).
57. Höhn, J.; Lehtonen, E.; Rasi, S.; Rintala, J. (2014) A Geographical Information System (GIS) based methodology for determination of potential biomasses and sites for biogas plants in southern Finland. *Appl. Energy* 113, 1–10.
58. Pantaleo, A.; De Gennaro, B.; Shah, N. (2013) Assessment of optimal size of anaerobic co-digestion plants: An application to cattle farms in the province of Bari (Italy). *Renew. Sustain. Energy Rev.* 20, 57–70.
59. Park, Y.S. (2018) Three Essays on Sustainability of Transportation and Supply Chain. Ph.D. Thesis, North Dakota State University, Fargo, ND, USA.
60. Laasasenaho, K.; Lensu, A.; Lauhanen, R.; Rintala, J. (2019) GIS-data related route optimization, hierarchical clustering, location optimization, and kernel density methods are useful for promoting distributed bioenergy plant planning in rural areas. *Sustain. Energy Technol. Assess.* 32, 47–57.
61. Bioteau, T.; Boret, F.; Tretyakov, O.; Béline, F.; Balynska, M.; Girault, R. (2012) A GIS-Based Approach for Optimizing the Development of Collective Biogas Plants. In *Global Assessment for Organic Resources and Waste Management*; Verlag ORBIT: London, UK. p. 8.
62. Balaman, Ş.Y.; Selim, H. (2014) A network design model for biomass to energy supply chains with anaerobic digestion systems. *Appl. Energy* 130, 289–304.

63. Shonnard, D.R.; Tipaldo, E.; Thompson, V.; Pearce, J.; Caneba, G.; Handler, R.M. (2019) Systems analysis for PET and olefin polymers in a circular economy. In Proceedings of the 26th CIRP Life Cycle Engineering (LCE) Conference, West Lafayette, IN, USA, 7–9 May. Volume 80, pp. 602–606.
64. USDA. Biogas Opportunities Roadmap Progress Report. 2015. Available online: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-12/documents/biogas-roadmap-progress-report.pdf> (accessed on 29 August 2024).
65. Gasper, R.; Searchinger, T. (2018) *The Production and Use of Renewable Natural Gas as a Climate Strategy in the United States*; World Resources Institute: Washington, DC, USA.
66. American Biogas Council. American Biogas Council—State Profiles. Available online: <https://americanbiogascouncil.org/resources/state-profiles/> (accessed on 21 October 2024).
67. American Biogas Council. Biogas State Profile: Maryland. Available online: https://americanbiogascouncil.org/wp-content/uploads/2019/02/ABCBiogasStateProfile_MD.pdf (accessed on 29 July 2024).
68. DSIRE. Database of State Incentives for Renewables & Efficiency (DSIRE). Available online: <https://www.dsireusa.org/> (accessed on 19 August 2024).
69. von Loesecke, E.; Chermak, C. (2023) The Inflation Reduction Act: Impacts on Utilities and Power Producers. *Clim. Energy* 39, 1–10.
70. Willis, J.; Stone, L.; Durden, K.; Beecher, N.; Hemenway, C.; Greenwood, R. (2012) *Barriers to Biogas Use for Renewable Energy*; Water Environment Research Foundation: online.
71. Nevzorova, T.; Kutcherov, V. (2019) Barriers to the wider implementation of biogas as a source of energy: A state-of-the-art review. *Energy Strategy Rev.* 26, 100414.
72. Thrän, D.; Schaubach, K.; Majer, S.; Horschig, T. (2020) Governance of sustainability in the German biogas sector—Adaptive management of the Renewable Energy Act between agriculture and the energy sector. *Energy Sustain. Soc.* 10, 3.
73. Zemo, K.H.; Termansen, M. (2018) Farmers’ willingness to participate in collective biogas investment: A discrete choice experiment study. *Resour. Energy Econ.* 52, 87–101.
74. Arthur, R.; Baidoo, M.F.; Antwi, E. (2011) Biogas as a potential renewable energy source: A Ghanaian case study. *Renew. Energy* 36, 1510–1516.
75. Mwirigi, J.; Balana, B.B.; Mugisha, J.; Walekhwa, P.; Melamu, R.; Nakami, S.; Makenzi, P. (2014) Socio-economic hurdles to widespread adoption of small-scale biogas digesters in Sub-Saharan Africa: A review. *Biomass Bioenergy* 70, 17–25.
76. Mengistu, M.; Simane, B.; Eshete, G.; Workneh, T. (2015) A review on biogas technology and its contributions to sustainable rural livelihood in Ethiopia. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 48, 306–316.
77. Bong, C.P.C.; Ho, W.S.; Hashim, H.; Lim, J.S.; Ho, C.S.; Tan, W.S.P.; Lee, C.T. (2017) Review on the renewable energy and solid waste management policies towards biogas development in Malaysia. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 70, 988–998.
78. Chen, Q.; Liu, T. (2017) Biogas system in rural China: Upgrading from decentralized to centralized? *Renew. Sustain. Energy Rev.* 78, 933–944.
79. Mittal, S.; Ahlgren, E.O.; Shukla, P. (2018) Barriers to biogas dissemination in India: A review. *Energy Policy* 112, 361–370.

80. Bajgain, S.; Shakya, I.S. (2005) *A Successful Model of Public Private Partnership for Rural Household Energy Supply*; SNV: Kigali, Rwanda.
81. Gautam, R.; Baral, S.; Herat, S. (2009) Biogas as a sustainable energy source in Nepal: Present status and future challenges. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 13, 248–252.
82. Garfí, M.; Martí-Herrero, J.; Garwood, A.; Ferrer, I. (2016) Household anaerobic digesters for biogas production in Latin America: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 60, 599–614.
83. Kabir, H.; Yegbemey, R.N.; Bauer, S. (2013) Factors determinant of biogas adoption in Bangladesh. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 28, 881–889.
84. Mandal, S.; Ghosh, S. (2018) Evaluation of biogas as an alternative driving force of electrically operated vehicles: A case study. *Int. J. Eng.* 31, 834–840.
85. Fike, J.H.; Parrish, D.J.; Alwang, J.; Cundiff, J.S. (2007) Challenges for deploying dedicated, large-scale, bioenergy systems in the USA. *CAB Rev.* 2, 1–28.
86. Satchwell, A.J.; Scown, C.D.; Smith, S.J.; Amirebrahimi, J.; Jin, L.; Kirchstetter, T.W.; Brown, N.J.; Preble, C.V. (2018) Accelerating the deployment of anaerobic digestion to meet zero waste goals. *Environ. Sci. Technol.* 52, 13663–13669.
87. Waste360. Residents Complain about Odors at the Heartland Biogas Facility in Colorado. 2017. Available online: <https://www.waste360.com/waste-energy/residents-complain-about-odors-heartland-biogas-facility-colorado> (accessed on 9 October 2024).
88. di Perta, E.S.; Cervelli, E.; di Campagna, M.P.; Pindozi, S. (2019) From biogas to biomethane: Techno-economic analysis of an anaerobic digestion power plant in a cattle/buffalo farm in central Italy. *J. Agric. Eng.* 50, 127–133.
89. Samer, M.; Abdelaziz, S.; Refai, M.; Abdelsalam, E. (2020) Techno-economic assessment of dry fermentation in household biogas units through co-digestion of manure and agricultural crop residues in Egypt. *Renew. Energy* 149, 226–234.
90. Akbulut, A. (2012) Techno-economic analysis of electricity and heat generation from farm-scale biogas plant: Çiçekdağı case study. *Energy* 44, 381–390.
91. Rajendran, K.; Aslanzadeh, S.; Johansson, F.; Taherzadeh, M.J. (2013) Experimental and economical evaluation of a novel biogas digester. *Energy Convers.* 74, 183–191.
92. Klavon, K.H.; Lansing, S.A.; Mulbry, W.; Moss, A.R.; Felton, G. (2013) Economic analysis of small-scale agricultural digesters in the United States. *Biomass Bioenergy* 54, 36–45.
93. Valenti, F.; Porto, S.M.; Dale, B.E.; Liao, W. (2018) Spatial analysis of feedstock supply and logistics to establish regional biogas power generation: A case study in the region of Sicily. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 97, 50–63.
94. Lantz, M. (2012) The economic performance of combined heat and power from biogas produced from manure in Sweden—A comparison of different CHP technologies. *Appl. Energy* 98, 502–511.
95. Ullah, M. (2017) Techno-economic Assessment of Utilization of Food Processing Waste for Production of Energy and Chemicals. Master's Thesis, University of Alberta, Edmonton, AB, Canada.
96. Martínez-Ruano, J.A.; Restrepo-Serna, D.L.; Carmona-Garcia, E.; Giraldo, J.A.P.; Aroca, G.; Cardona, C.A. (2019) Effect of co-digestion of milk-whey and potato stem on heat and power generation using biogas as an energy vector: Techno-economic assessment. *Appl. Energy* 241, 504–518.

97. Moriarty, K. (2013) *Feasibility Study of Anaerobic Digestion of Food Waste in St. Bernard, Louisiana*; NREL/TP-7A30-57082; National Renewable Energy Laboratory: Golden, CO, USA. pp. 1–48.
98. Sanscartier, D.; MacLean, H.L.; Saville, B. (2012) Electricity production from anaerobic digestion of household organic waste in Ontario: Techno-economic and GHG emission analyses. *Environ. Sci. Technol.* 46, 1233–1242.
99. Aui, A.; Li, W.; Wright, M.M. (2019) Techno-economic and life cycle analysis of a farm-scale anaerobic digestion plant in Iowa. *Waste Manag.* 89, 154–164.
100. Al-Maghalseh, M. (2018) Techno-economic assessment of biogas energy from animal wastes in central areas of Palestine: Bethlehem perspective. *Int. J. Energy Appl. Technol.* 5, 119–126.
101. Imeni, S.M.; Pelaz, L.; Corchado-Lopo, C.; Busquets, A.M.; Ponsá, S.; Colón, J. (2019) Techno-economic assessment of anaerobic co-digestion of livestock manure and cheese whey (Cow, Goat & Sheep) at small to medium dairy farms. *Bioresour. Technol.* 291, 121872.
102. Kamusoko, R.; Jingura, R.M.; Parawira, W.; Sanyika, W.T. (2019) Comparison of pretreatment methods that enhance biomethane production from crop residues-a systematic review. *Biofuel Res. J.* 6, 1080.
103. Haider, J.; Qyyum, M.A.; Kazmi, B.; Ali, I.; Nizami, A.-S.; Lee, M. (2020) Simulation study of deep eutectic solvent-based biogas upgrading process integrated with single mixed refrigerant biomethane liquefaction. *Biofuel Res. J.* 7, 1245.
104. Chiu, S.L.; Lo, I.M. (2016) Reviewing the anaerobic digestion and co-digestion process of food waste from the perspectives on biogas production performance and environmental impacts. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 23, 24435–24450.
105. Bartocci, P.; Zampilli, M.; Liberti, F.; Pistolesi, V.; Massoli, S.; Bidini, G.; Fantozzi, F. (2020) LCA analysis of food waste co-digestion. *Sci. Total Environ.* 709, 136187.
106. Esteves, E.M.M.; Herrera, A.M.N.; Esteves, V.P.P.; Morgado, C.d.R.V. (2019) Life cycle assessment of manure biogas production: A review. *J. Clean. Prod.* 219, 411–423.
107. Lijó, L.; González-García, S.; Bacenetti, J.; Fiala, M.; Feijoo, G.; Lema, J.M.; Moreira, M.T. (2014) Life Cycle Assessment of electricity production in Italy from anaerobic co-digestion of pig slurry and energy crops. *Renew. Energy.* 68, 625–635.
108. Hijazi, O.; Munro, S.; Zerhusen, B.; Effenberger, M. (2016) Review of life cycle assessment for biogas production in Europe. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 54, 1291–1300.
109. EESI (2017). Biogas: Converting Waste to Energy. accessed on 12 August 2024. https://www.eesi.org/files/FactSheet_Biogas_2017.09.pdf

الملاحق

-الاستبانة

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

الجداول:

How much does your daily extra food weight approximately			If you know that there is a machine that can recycle extra food into a biogas, would you be interested to use it							
			How do you get rid of extra food	How into a biogas, would you be interested to use it						
How much does your daily extra food weight approximately		Total family income including all workers	Give to poor people or charity organizations	الإجمالي Give to poor people or charity organizations		الإجمالي In the garbage العام				
				No I would not	Yes I would	No I would not	Yes I would			
More than one kg	Bachelor or degree or more	20000 or less			1	1	1	3	4	5
		More than 20000			14	14	2	71	73	87
	الإجمالي لي Bachelor				15	15	3	74	77	92

	degre e or more								
	Less than bachel or	20000 or less							
	More than 2000 0		111						
	الإجمالي لي Less than bach elor		111						
More الإجمالي than one kg		15153767994							
One kg or less	Bachel or degree or more	20000 or less	1	10	11	1	9	10	21
		More than 20000	1	8	9	1	17	18	27
	الإجمالي لي Bach elor degre e or more								
			2	18	20	2	26	28	48
	Less than bachel or	20000 or less							
		More than 2000 0	447711						
	الإجمالي لي Less than		55227						
			999918						

	bach elor							
One kg الإجمالي or less		2	27	29	2	35	37	66
الإجمالي العام		2	42	44	5	111	116	160

How much does your daily extra food weight approximately		Level of education	Total family income including all workers					
				Bachelor degree or more	الإجمالي Bachelor degree or more	Less than bachelor	الإجمالي Less than bachelor	الإجمالي العام
How much does your daily extra food weight approximately	Number of family members including servants	20000 or less	More than 20000	20000 or less	More than 20000			
More than one kg	Five or less	2	13	15	1		1	16
	More than 5	3	74	77		1	1	78
الإجمالي More than one kg		5	87	92	1	1	2	94
One kg or less	Five or less	15	7	22	7	5	12	34
	More than 5	6	20	26	4	2	6	32
الإجمالي One kg or less		21	27	48	11	7	18	66
الإجمالي العام		26	114	140	12	8	20	160

English Abstract

the rate of lost and waste food has risen globally in the setting of higher :Introduction the ,Despite this .and the industry and commercial revolution ,purchasing power awareness of this phenomenon and its association with health and economic negative With the rise of .due to natural methane emissions has been unsurprisingly low ,impact the ,and the indefinite search for renewable and clean source of energy ,recycling industry food waste recycling and converting it to biogas has evolved and developed through a which can be used in ,process called anaerobic digestion that produces the biogas different fields instead of the conventional energy sources.

Objectives: the study aims to assess Jeddah city, a city in Saudi Arabia, residents awareness of converting food waste into biogas technology and their acceptance of this type of technologies.

Methods: The study relied upon the survey method by creating a multi-questions survey and distribute it to a semi-random sample of Jeddah city residents to assess their awareness of the technology under investigation and the acceptance of adapting such a technology once it is available to be used at an individual level.

Results: the study found the weight of the food waste was more than one kilogram in about 59% of the study participants and less than one kilogram in about 41%. And more than 70% of the study sample stated that they get rid of their excess and waste of food into the garbage while the rest, give them to people in need or to charities. Regarding awareness of converting food waste into biogas technology through anaerobic digestion process, less than 25% of participants knew about the technology, most of their educational level was a bachelor degree or above. And the same applies to the knowledge of the difference between natural gas and biogas. The household income level has not affected these responses. Regarding sample acceptance, more than 95% of study participants were willing to adapt and use this technology that converts food waste into biogas. When participants were willing to adapt this technology asked about the rationale behind this, responses varied between health-related, environmental, economical, and religious reasons. Finally, 54% of the study participants knew about the positive impact of this technology for health, environment and the economy, while 46% of the participants did not.

Conclusion and recommendations: The study recommends promoting the society awareness of the size of rising levels of food waste as a global problem and the awareness of converting food waste into biogas technology through the anaerobic digestion process; to mitigate the health related and environmental negative impact of food waste if transferred to landfills. Such biogas can be used in different fields to create renewable and clean energy to reduce the dependence on energy resources. As well, the study emphasizes the importance of using the available educational and media tools to promote society awareness. The study also encourages governments and investors to invest in this technology and make it available at the individual level.

Acknowledgement

I would like to express my gratitudes to my great husband, and to both of my parents for their support and guidance along this journey.

Midocean University

College of Management

Department of Project Management

Title in English

Study of Jeddah Residents Awareness of Biogas Production from Food Excess
and Waste: Exploratory Study

Prepared by:

Nessrin Ahmad Alzahrani

Supervised by:

Asma Abuanzeh

Year:2024