الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

Ecole normale supérieure d'enseignement technologique ***المدرسة العليا لأساتذة التعليم التكنولوجي بسكيكدة***

Département de Physique et Chimie ***قسم الفيزياء و الكيمياء***

Mémoire de fin d'étude

مـذكـــرة التخرج

En vue de l'obtention du diplôme : Professeur d'Enseignement Moyenne

لنيل شهادة: **أستاذ التعليم المتوسط**.

Spécialité : Physique **التخصص: فيزياء**

مـن إعــداد :

نصيب يسرى **شرقي أميمة**

Thème

الموضوع

الغاز الحيوي Biogaz

أنموذج مركز الردم التقني -باتنة-

لجنة المناقشة :

الأستاذ خريف نصر الدين عبد المالك	**م.ع.أ.ت.سكيكدة**	**رئيسا**
الأستاذ غزال فتحي	**م.ع.أ.ت.سكيكدة**	**مشرفا**
الأستاذ بن جفال حسان	**م.ع.أ.ت.سكيكدة**	**ممتحنا**
الأستاذ جيلاني ايمان	**م.ع.أ.ت.سكيكدة**	**ممتحنا**

Promotion 2024 **دفعة**

شكر و تقدير

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات

و صلاتي و سلامي على خير الانام شفيعنا و رسولنا محمد صلى الله عليه و سلم و على أهله و صحبه و من والاه

أما بعد و تصديقا لقوله تعالى " و لإن شكرتم لازيدنكم"

اشكر الله العلي العظيم الذي أنار لنا دروب العلم و المعرفة و يسر أمرنا لإتمام هذا العمل

كما نتقدم بالشكر الجزيل و الإمتنان الوفير للدكتور غزال فتحي لقبوله الإشراف على هذه الدراسة

و الذي لم يدخر يوما وسعه في التوجيه و النصح و الإعانة طيلة مدة العمل

و من لا يشكر للناس لا يشكر لله فله الشكر و التقدير و الفضل الجميل

كما نتقدم بالشكر لكل أساتذتنا و لمديرنا و لطاقم العمل جمعا في المدرسة العليا لأساتذة التعليم التكنولوجي بعزابة

و أختص بالذكر منهم الذين قبلوا مناقشة هذه الدراسة فبذلوا الوقت و الجهد في التدقيق و إثراء هذا العمل شكلا و مضمونا

و لا ننسى بالذكر العائلة الكريمة و كل من ساهم بمد يد العون من قريب أو بعيد .

إهداء

من قال أنا لها "نالها"

لم تكن الرحلة قصيرة ولا الطريق محفوفا بالتسهيلات ،لكني فعلتها ونلتها،

فالحمد لله حبا وشكرا وامتنانا ،الذي بفضله ها أنا اليوم أنظر لحلم طال إنتظاره وقد أصبح واقعا أفتخر به.

إلى من كلل العرق جبينه وعلمني أن النجاح لا يأتي إلا بالصبر والإصرار،إلى النور الذي أنار دربي والسراج الذي لا ينطفىء نوره بقلبي أبدا،إلى من بذل الغالي والنفيس واستمديت منه اعتزازي بذاتي ،إلى من أحمل اسمه بكل افتخار...أبي.

إلى ملاكي الطاهر ،وقوتي بعد الله،إلى داعمتي الأبدية ، اليد الخفية التي أزالت عن طريقي الأشواك،ومن تحملت كل لحظة ألم مررت بها،وساندتني وسهرت ليالي طويلة لأجل راحتي واستيقظت فجرا للدعاء لي ..إلى أمي ،ممتنة لأن الله اصطفاك لي أما من بين البشر ياخير سند و عوض.

إلى ضلعي الثابت وأمان أيامي ،إلى من شددت عضدي بهم وكانوا لي ينابيع أرتوي منها،إلى خيرة أيامي وصفوتها ،إلى قرة عيني ،إلى إخوتي "حسام ،ونصر الدين. "

إلى وحيدتي وياسمين سبيلي ،إلى ضماد قلبي ،إلى من آمنت بقدراتي ووقفت خلفي كظلي " أختي أحلام."

إلى الذين غمروني بالحب وآنست معهم وحشة المكان ،إلى الذين رزقني الله بهم لأعرف طعم الحياة ،إلى أصدقاء العمر ورفقاء السنين ،إلى من جمعت معهم ذكريات جميلة كجمال قلوبهم :"هاجر،شيماء،إكرام، آية ،بيكا ،لمياء ،رقية ،منى ،إيمان،شمشوم،لينة،نادية،حياة،هناء،لبنى، رفيدة رحمها الله.

إلى من تقاسمت معها هذا العمل "أميمة " وفقها الله لما يحب ويرضى وسدد خطاها.

إلى كل من لم يدركه قلمي أهدي عملي هذا.

يُسرى

إهداء

قال تعالى :"قل اعملوا فسيرى الله عملكم و رسوله و المؤمنون"

لله الحمد و المن قبل و بعد كل شيئ

أما بعد ، إنتهى المشوار الذي طال و أصبح الحلم قريب المنال

أهدي عملي هذا إلى الغالية أمي رحمها الله و أسكنها فسيح جنانه و أسال الله أن تكون فخورة بي لما وصلت إليه من أجلها

و إلى الأغلى على قلبي أبي الحبيب أدامه الله سندا و مفخرة لي

و إلى جدتي نور البيت و بركته و إلى زوجة أبي أسعدها الله و حقق مرادها

ثم إلى أخواتي و إخوتي مروى ثم صفاء فألاء و معز و نجم الدين حفظهم الله

و إلى حفيدات العائلة الصغار أنبتهن الله نباتا حسنا كل من لينا و ايناس

إلى كل من ساندني من عائلتي قولا أو فعلا من قريب أو بعيد و أخص منهم خالتي و خالي

إلى أغلى ما منحتني إياه هذه المدرسة صديقاتي الغاليات وفقهن الله لما يحب و يرضى

إلى صديقتي التي شاركتني هذا العمل " يسرى " سدد الله خطاها و فتح الله لها كل أبواب الخير

إلى كل بعيد كان أقرب من القريب أهديكم عملي المتواضع

و أسال الله أن يديمكم سندا لي .

أميمة

الفهرس

مقدمة عامة 1

الفصل الأول : عموميات حول الطاقة

I.1.مقدمة 2

I.2.تعريف الطاقة 2

I.3.أصناف الطاقة 2

I.1.3.الطاقة الأحفورية 2

I.2.3.الطاقات المتجددة 3

I.4.مصادر الطاقة 4

I.1.4.الوقود الاحفوري 4

I.2.4.الطاقات المتجددة 6

I.1.2.4. طاقة المياه 6

I.2.2.4 الطاقة الحرارية الجوفية 7

I.3.2.4. طاقة الرياح 8

I.4.2.4. الطاقة النووية 9

I.5.2.4.الطاقة الشمسية 10

I.6.2.4.الطاقة الهيدروجينية 11

I.7.2.4.الوقود الحيوي 12

خلاصة 13

الفصل الثاني : الطاقة الحيوية

II.1. مقدمة 14

II .2. مفهوم الطاقة الحيوية 14

II.3. أنواع الطاقة الحيوية و مصادرها 14

II .4.إنتاج الغاز الحيوي 15

II .5. العوامل المؤثرة في إنتاج الغاز الحيوي 16

II .6. تركيب الغاز الحيوي ومكوناته 17

II .7. تطبيقات الغاز الحيوي 18
II.8. محاسن و مساوئ الغاز الحيوي 19
II .9. الطاقة الحيوية في الجزائر 19
خلاصة 22

الفصل الثالث : الجانب العملي - أنموذج مركز الرم التقني بباتنة

III.1. مدخل 23
III.2. بطاقة تعريفية حول مركز الردم التقني باتنة 24
III.3. آلية الإنتاج بالمركز 26
III.4. النموذج التجريبي المصغر 27
III.4.1. العتاد المستخدم في التجربة 27
III.4.2. المواد المستعملة 31
III.4.3. طرق تحضير المواد 32
III.4.4. تركيب البروتوكول التجريبي 32
III.4.5.الملاحظات 33
III.5.6. النتائج و مناقشتها 34
خلاصة 34
خلاصة عامة 35
مقترحات و توصيات 36
فهرس المراجع 37

فهرس الجداول والأشكال

فهرس الاشكال	الصفحة
الفصل الأول	
الشكل(I-1) : أصناف الطاقة من حيث تجددها	**03**
الشكل(I-2) : الغاز الطبيعي	**04**
الشكل(I-3) : الفحم	**04**
الشكل(I-4) : الطاقة المائية	**06**
الشكل(I-5) : طاقة حرارية جوفية	**07**
الشكل(I-6) : طاقة الرياح	**08**
الشكل(I-7) : ألواح الطاقة الشمسية	**10**
الشكل(I-8) :نظام إنتاج و إستخدام و تخزين الهيدروجين	**11**
الفصل الثاني	
الشكل(II-1) : كمون الغاز الحيوي	**20**
الشكل(II-2) : كمون إنتاج الكهرباء	**20**
الفصل الثالث	
الشكل (III-1) : مركز الردم التقني باتنة البيار	**24**
الشكل (III-2) : مخطط المشروع	**27**
الشكل (III-3): خزان بلاستيكي	**27**
الشكل (III-4) : أنابيب غاز	**28**
الشكل (III-5) : إطار مطاطي	**28**
الشكل (III-6) : مكبس أنابيب	**28**
الشكل (III-7) : صمام	**29**
الشكل (III-8) : كلاب	**29**
الشكل (III-9) : دلاء بلاستيكية	**29**
الشكل (III-10) : بالونات مطاطية	**30**
الشكل (III-11) : غراء لاصق	**30**

الشكل (III-12) : منصة خشبية	30
الشكل (III-13) : حمأة مجاري المياه	31
الشكل (III-14) : بقايا الفراولة	31
الشكل (III-15) : روث البقر	31
الشكل (III-16) : تركيب تجريبي لانتاج البيوغاز	32
الشكل (III-17) : إنتفاخ البالونات بعد عدة أيام	33
الشكل (III-18) : إنتفاخ نسبي في الإطار المطاطي	33
فهرس الجداول	الصفحة
الفصل الثاني	
الجدول (II-1) :مكونات الغاز الحيوي و نسبها بحسب الجمعية الألمانية للمياه و الغاز	18
الجدول (II-2): إمكانيات الطاقة الحيوية في الجزائر	21

مقدمة عامة

مقدمة عامة

منذ العصور القديمة، لعبت الطاقة دورًا أساسيًا في حياة البشر. إذ أنها من أبرز عوامل الأمن والدمار في العالم، كما تُعد إحدى الركائز الأساسية للتطور الصناعي والتكنولوجي والإقتصادي في الوقت الراهن .

كفاية مصادر الطاقة أمرٌ هام وحيوي في جميع المجتمعات البشرية. فالإرتفاع المتزايد في النمو الديموغرافي وتطور الحياة الإقتصادية قد زاد من كثرة الطلب على الطاقة بشكل كبير لمواكبة هذا التطور. وقد تمكّن الإنسان من توفير إحتياجاته الطاقوية من خلال مصادر الطاقة الأحفورية (البترول والغاز والفحم)، إلى درجة أن أصبحت هذه المصادر المحرك الأساسي لعجلة الحياة في مختلف مجالاتها.

على الرغم من أن هذه الوضعية قد قدّمت للإنسانية من تقدم وازدهار ورفاهية، إلا أنها جعلت المجتمعات البشرية تعاني من التلوث وآثار الغازات الضارة المنبعثة من إحتراق مختلف منتجات النفط، بالإضافة إلى أن هذه المصادر الطاقوية القديمة غير متجددة وآيلة للنضوب، الأمر الذي يجعل تلبيتها لحاجيات الأجيال القادمة أمرًا شبه مستحيل.

لذلك، تحولت الأنظار واتجه إهتمام الدول نحو البحث والتطوير والإعتماد التدريجي على سبل وبدائل طاقوية جديدة ومتجددة ونظيفة تخدم الإنسان، و من بينها الغاز الحيوي الذي يعد أحد الحلول الواعدة للتحديات البيئية والطاقة المتجددة و هو نتاج طبيعي لتحلل المواد العضوية بفضل نشاط الكائنات الدقيقة في بيئة لاهوائية، ويعتبر مصدراً نظيفاً ومستداماً للطاقة.

يتميز الغاز الحيوي بقدرته على تحويل المخلفات العضوية، مثل فضلات الطعام والمخلفات الزراعية والصناعية، إلى طاقة قابلة للإستخدام، مما يسهم في تقليل كمية النفايات الصلبة وتقليل الإعتماد على الوقود الأحفوري.

في هذا السياق، يُعد استثمار التكنولوجيا الحديثة في إنتاج الغاز الحيوي وتطوير البنية التحتية اللازمة لاستخدامه خطوة أساسية نحو مستقبل أكثر إستدامة ونظافة .

لهذا ، قمنا في هذا العمل بدراسة كيفية إنتاج الغاز الحيوي بإسخدام النفايات ، في ظروف الإستخدام الحقيقية ، ولأن البيئة تواجه خطر التلوث الذي يزداد بزيادة عدد السكان و بتحسن المستوى المعيشي ، فبات من الضروري الإهتمام بهذا الجانب و العمل على تطويره و تعميمه .

و نظرا لأهمية هذا الموضوع ، قمنا بصياغة هذه المذكرة في ثلاث فصول على النحو التالي:

الفصل الأول : عموميات حول الطاقة

الفصل الثاني : تعريف الطاقة الحيوية

الفصل الثالث : الجانب العملي أنموذج مركز الردم التقني بباتنة

الفصل الأول

عموميات حول الطاقة

1.I.مقدمة

كانت الطاقة ولا تزال الدعامة الأساسية في تطور البشرية والتكنولوجيا الحديثة. ولا ينحصر هذا التطور في الدول المتقدمة فحسب، بل امتد ليصبح ضرورة حياتية شاملة تمس كافة مجالات الحياة، مما أدى إلى زيادة الطلب على الطاقة في جميع أنحاء العالم. هذا الطلب المتزايد تسبب في بعض الأزمات الإقتصادية التي إرتبطت بتقلبات أسعار الوقود الأحفوري، مثل البترول والغاز الطبيعي. كما أثار الإستخدام المكثف لهذه المصادر المزيد من التساؤلات حول قدرتها على دعم النمو الإقتصادي المستدام. نتيجة لذلك، تزايد الإهتمام بمصادر الطاقة البديلة والفعالة، لا سيما الطاقات المتجددة، التي بدأت تأخذ مكانها تدريجياً في تلبية الإحتياجات الطاقوية.

فما هي الطاقة؟ وما أنواعها ومصادرها؟

2.I. تعريف الطاقة

كلمة «طاقة» هي كلمة نابعة من اللغة اليونانية القديمة «**energia**» والتي تعني النشاط أو القوة الفعَّالة .
تم إستخدام هذ المصطلح في الفلسفة اليونانية القديمة للإشارة إلى القوة الفعَّالة أو الطاقة الحية التي تعمل في العالم، و التي تعتبر من أساسيات الفكر الفلسفي لأرسطو وأفلاطون.
منذ ذلك الحين، تم استخدام مصطلح "الطاقة" في العديد من المجالات العلمية والتقنية المختلفة في الفيزياء، يُعرَف مفهومها على أنه القدرة على القيام بعمل إلى جانب تحويل الطاقة من شكل إلى آخر.
و بهذا فهي تشمل أشكال الطاقة المختلفة من الحرارة والضوء والكهرباء والحركة والكيمياء وغيرها . من وجهة نظر الفيزياء ، الطاقة هي كمية فيزيائية يتم التعبير عنها في النظام الدولي للوحدات ب الجول«joule» و هي قدرة الجسم على القيام بالعمل.

3.I. أصناف الطاقة

تتعدد إستخدامات الطاقة في عدة أنشطة و التي منها إنتاج الكهرباء و توفير الحرارة و التبريد إلى جانب الإنارة الطبيعة و النقل في العديد من الأماكن المختلفة في العالم وعليه يمكن تصنيف الطاقة من حيث المصدر إلى صنفين : الطاقة الأحفورية و الطاقة المتجددة .

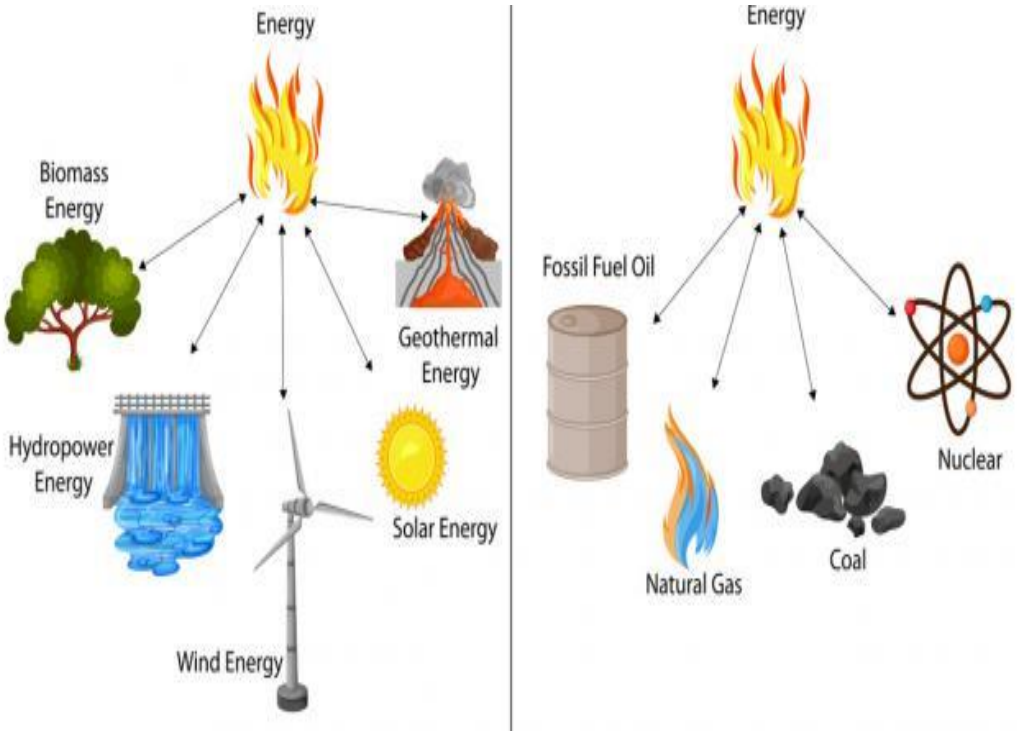
1.3.I. الطاقة الأحفورية

الطاقة الأحفورية هي الطاقة المستخرجة من الفحم، النفط والغاز الطبيعي تُعتبر هذه المصادر أحفورية لأنها تتألف من مواد عضوية متحللة مدفونة في الأرض لملايين السنين.
تتشكل الطاقة الأحفورية عندما تتعرض المواد العضوية للضغط والحرارة والتحلل، مما يحولها إلى مواد أحفورية مثل الفحم والنفط. ولهذا تُعد الطاقة الأحفورية غير متجددة، حيث يستغرق تشكلها ملايين السنين ولا يمكن إعادة تكوينها على نطاق زمني قصير. هذا يشكل تحديًا بيئيًا واقتصاديًا، مما يستدعي التحول إلى مصادر طاقة متجددة وبديلة .

I.2.3. الطاقات المتجددة

تعرف الطاقة المتجددة بأنها الطاقة التي تولد من مصدر طبيعي لا ينضب، ومتوفرة بسهولة على سطح الكرة الأرضية، ويمكن تحويلها إلى طاقة تستخدم في الحياة اليومية. كما توجد الطاقة المتجددة في صور متعددة أهمها الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، وطاقة المد والجزر، وطاقة الأمواج في البحار والمحيطات وطاقة المساقط المائية .**الشكل(I-1)**

توجد أنواع كثيرة للطاقة المتجددة كطاقة حرارة باطن الارض،طاقة الغاز الحيوي إضافة إلى طاقة فرق درجات حرارة المياه في أعماق المحيطات.



الشكل(I-1) : أصناف الطاقة من حيث تجددها [1]

I.4.مصادر الطاقة

I.4.1. الوقود الاحفوري

أ. الغاز الطبيعي

الغاز الطبيعي هو مادّة هيدروكربونية غازية تحتوي على عدّة أنواع من الغازات، أهمّها وأكثرها الميثان.ويتميّز الغاز الطبيعي عن النفط والفحم، بأنه صديق للبيئة بسبب إنخفاض إنبعاث غازات الإحتباس الحراري عند حرقه مقارنةً بالنفط والفحم.أمّا نشأته، فهي مماثلة للنفط. ويستخدم وقودًا، إضافة إلى استعمالات صناعية متعدّدة. **الشكل(I-2)**

الشكل(I-2): الغاز الطبيعي [2]

ب. الفحم

هو نتاج تحول المواد النباتية المدفونة في المستنقعات في ظروف تفتقر إلى الأكسجين بفعل الضغط (الناتج من وزن الرواسب و الاصطدامات القارية) والحرارة على مرّ العصور .**الشكل(I-3)**

الشكل(I-3) : الفحم [3]

ج. البترول

البترول هو كلمة مشتقة من الأصل اللاتيني ، تتكون من جزأين هما : Petr وتعني زيت و olium الصخر بمعنى النفط « زيت الصخر» ، وهو مزيج من الهيدروكربونات والجزيئات الأخرى التي تحتوي على ذرات أخرى خاصة الكبريت والنيتروجين والأكسجين ويتم تشكله نتيجة التحلل الحراري للمواد العضوية في بعض الصخور الأم ، والتي هي بقايا متحجرة للنباتات المائية أو الأراضي والبكتيريا والحيوانات المجهرية المتراكمة في قاع المحيطات أو البحيرات تم الحفاظ على هذه البقايا العضوية في بينات يكون فيها الماء خاليا من الأكسجين ويختلط مع الرواسب المعدنية ليشكل الصخرة الأم لملايين السنين تستمر الرواسب في التراكم وبتأثير الحرارة والضغط تتشكل هذا الزيت البترولي. [4]

إيجابيات و سلبيات الوقود الأحفوري

الإيجابيات

- سهولة التوفر: يتوفر الوقود الأحفوري بكميات كبيرة في العالم، مما يجعله سهل الوصول إليه واستخدامه في مختلف الصناعات ووسائل النقل.
- كفاءة الإحتراق: يحترق الوقود الأحفوري بكفاءة عالية، مما يعني أنه يولد كمية كبيرة من الطاقة لكمية صغيرة من الوقود.
- تكلفة منخفضة: في بعض الحالات، يكون سعر الوقود الأحفوري أقل من بدائله البديلة، مما يجعله إقتصاديًا للإستخدام.

السلبيات

- التلوث البيئي: ينتج عن إحتراق الوقود الأحفوري تلوث بيئي بسبب إنبعاثات الغازات المتسببة في ظاهرة الإحتباس الحراري وتغير المناخ.
- الإستنزاف: الوقود الأحفوري مورد غير متجدد ويستغل بمعدل أسرع مما يتم إعادة تجديده، مما يؤدي إلى استنزافه بمرور الوقت.
- الإعتماد على المصدر الخارجي: في بعض الحالات، تعتمد الدول على الإستيراد لتلبية إحتياجاتها من الوقود الأحفوري، مما يعرضها لمخاطر اقتصادية وسياسية.

يمكن اتخاذ التدابير التالية للتقليل من الاعتماد على الوقود الأحفوري:

- زيادة الإستثمار في الطاقة المتجددة.
- تحسين كفاءة إستهلاك الطاقة وذلك بتبني تقنيات و أساليب اكثر كفاءة في استخدام الوقود وتوليد الطاقة
- دعم البحث والتطوير في تقنيات الطاقة النظيفة.
- تشجيع إستخدام وسائل النقل العامة والمواصلات النظيفة.
- تعزيز التوعية بأهمية الوقود النظيف وتأثيرات الوقود الأحفوري.
- تبني سياسات وتشريعات بيئية لتحفيز استخدام الوقود النظيف وتقليل الإعتماد على الوقود الأحفوري.

I.2.4. الطاقات المتجددة

I.1.2.4. طاقة المياه

الطاقة المائية هي نوع من الطاقة المتجددة المستمدة من قوة الماء واستغلال حركته لتوليد الطاقة. يتم إستخدام مصادر المياه المتاحة، مثل الأنهار والسدود والشلالات، لتحويل طاقة الحركة الناتجة عن تدفق الماء إلى طاقة مفيدة مثل الكهرباء. يتم ذلك عادةً عن طريق إستخدام توربينات الماء التي تحركها القوة المائية، وتدفع تلك التوربينات مولدات الكهرباء لتوليد الطاقة الكهربائية. تُعتبر الطاقة المائية مصدرًا مهمًا للطاقة المتجددة، حيث أن مصادر المياه متواجدة بكميات كبيرة في أنحاء العالم، وتُعتبر متجددة بشكل طبيعي. كما أن إستخدام الطاقة المائية لا يُسبِّب إنبعاثات ضارة للبيئة، مما يجعلها خيارًا صديقًا للبيئة في توليد الكهرباء وتلبية إحتياجات الطاقة المتنامية . (أنظر **الشكل(I-4)**)

الشكل(I-4) : الطاقة المائية [5]

إيجابيات وسلبيات طاقة المياه

الإيجابيات

- طاقة متجددة ومحلية : و ذلك لأنها طاقة تستفيد من تدفق الماء الذي يعتبر موردا متجددا و شائعا في عدة مناطق .
- طاقة نظيفة وغير ملوثة : لا تنتج عملية توليد الكهرباء من طاقة المياه أي انبعاثات ضارة بالبيئة، مما يقلل من تأثيرات تغير المناخ ويساهم في الحفاظ على نظافة الهواء والماء.
- كفاءة عالية :يمكن تحويل الطاقة المائية بكفاءة عالية إلى طاقة كهربائية. و ذلك بواسطة التوربينات والمولدات التي تحوّل حركة الماء إلى كهرباء .
- فوائد إضافية للسدود : يمكن إستخدام المياه المخزنة في السدود للري الزراعي وتوفير مياه الشرب للمناطق المجاورة تنظيم جريان الأنهار ومنع الفيضانات الكبرى.

السلبيات

- قلة الأماكن الملائمة : يتطلب إنتاجها وجود مساقط مائية مناسبة مثل الأنهار القوية والشلالات. مما يقلل الأماكن الملائمة لهذه الطاقة .
- التكلفة الباهضة : يتطلب بناء السدود الكبيرة والمحطات المائية الضخمة استثمارات رأس مالية هائلة، بما في ذلك تكاليف الهندسة والبناء والتشغيل صعبة التحمل .
- التأثيرات البيئية والمخاطر: يمكن أن يؤثر بناء السدود على النظام البيئي وقد تتسبب في تغيير في التضاريس وفقدان المواقع الطبيعية والتنوع البيولوجي .

2.2.4.I الطاقة الحرارية الجوفية

الطاقة الحرارية لباطن الأرض هي الطاقة التي تنتج من حرارة الطبقات الداخلية للأرض. تتواجد تحت قشرة الأرض طبقة سميكة من الصخور الساخنة وتحتوي على تجاويف مائية. يتسرب هذا الماء أحيانًا إلى السطح ويظهر في شكل ينابيع حارة. وحتى إذا لم يظهر طبيعيًا على سطح الأرض، يمكن الوصول إليه أحيانًا عن طريق الحفر. **الشكل(I-5)**
أضف إلى ذلك ان الطاقة الحرارية لباطن الأرض التي يحتاجها الناس هي المياه الساخنة جدًا المحتجزة في تجاويف باطن الأرض .

يمكن إستخدام هذا الماء الحار كمصدر مجاني للطاقة، سواء كمياه ساخنة، أو بخار، أو حرارة، أو كوسيلة لتوليد الكهرباء.

الشكل(I-5) : طاقة حرارية جوفية [6]

إيجابيات و سلبيات الطاقة الحرارية لباطن الأرض

الإيجابيات

- مصدر طاقة متجدد : فهي تعتمد على حرارة باطن الأرض كمصدر مستدام ومتجدد للطاقة.
- انبعاثات منخفضة للغازات الدفيئة: تعتبر نظيفة بيئيا وتقلل من إنبعاثات الغازات الدفيئة بشكل كبير.
- إستغلال متعدد الإستخدامات: يمكن استخدامها في التدفئة المنزلية والتبريد وإنتاج الكهرباء.
- تكاليف تشغيل منخفضة: بعد التثبيت الأولي، تكون تكاليف التشغيل منخفضة.

السلبيات

- تكلفة التثبيت الأولي : قد تكون تكلفة تركيب نظام الحرارة الأرضية عالية مقارنة بأنظمة التدفئة التقليدية.
- تأثيرات بيئية: قد يحدث تأثير محدود على البيئة المحيطة بسبب عمليات التثبيت والحفر.
- قدرة محدودة في بعض المناطق: قد تكون طاقة الحرارة الأرضية غير متاحة أو غير كافية في بعض المناطق.
- قيود التصميم والتكنولوجيا: يتطلب تصميم وتنفيذ النظام مهارات وتكنولوجيا خاصة.
- إنتاجية الكهرباء المحدودة: قد يكون إنتاج الكهرباء من هذه الطاقة محدودًا بالمقارنة مع مصادر الكهرباء الأخرى.

3.2.4.I. طاقة الرياح

طاقة الرياح هي عملية تحويل حركة الرياح إلى شكل آخر من أشكال الطاقة، وغالبًا ما تكون طاقة كهربائية، بإستخدام التوربينات. **الشكل(I-6)**

يتم إنتاج الطاقة الكهربائية من الرياح عن طريق محركات ذات ثلاثة أذرع دوارة، تعمل على تحويل الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة كهربائية.

الشكل(I-6) : طاقة الرياح [7]

كيف تعمل طاقة الرياح ؟

تتألف عنفة الرياح (التوربينات) من شفرات دوارة تحمل على عمود، ومولد يعمل على تحويل الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة كهربائية. عندما تمر الرياح على الشفرات، تتولد دفعة هوائية تسبب دوران الشفرات، وهذا الدوران يشغل المولد وينتج طاقة كهربائية. كما يتم تجهيز هذه التوربينات بجهاز تحكم يستخدم لتنظيم معدلات دوران الشفرات وإيقاف حركتها إذا لزم الأمر.

إيجابيات و سلبيات طاقة الرياح

الإجابيات

- تأثير بيئي منخفض: تعمل أنظمتها المصغرة بشكل نظيف ولا تسبب انبعاثات ضارة للبيئة .
- تكلفة منخفضة: نظرًا لحجمها الصغير، فإن تكلفة التصنيع والتركيب تكون قليلة .
- استدامة ومرونة: تعمل كنظام مستدام يمكن تكييفه وتوسيعه بسهولة حسب الاحتياجات .

- توفير الطاقة المحلية: تساهم في توفير الكهرباء المحلية للمنازل والمجتمعات الصغيرة، مقللة من الإعتماد على شبكات الكهرباء الرئيسية ويوفر تكاليف الطاقة.
- تناسب المساحات الصغيرة: بفضل حجمها يمكن تثبيت أنظمتها في أماكن محدودة و صغيرة .
- تعزيز الإبتكار والتكنولوجيا : تساهم في تقديم حلول فعالة وذكية و متقدمة لتوليد الكهرباء.

السلبيات

- عدم قدرتها على تلبية إحتياجات قطاع النقل : لا يمكن لطاقة الرياح أن تزود قطاع النقل بشكل كامل، مما يعني إستمرار إعتماد القطاع على الوقود الأحفوري مثل المنتجات النفطية.
- التأثير البصري والضوضاء: يفضل بناء حقول الرياح في مناطق بعيدة عن المجتمعات السكنية. لكي لا تسبب الإزعاج (تأثير دوران التوربينات) .
- إختيار الموقع المناسب : سرعة الرياح وإحتمالية التأثير على البيئة المحيطة والأنشطة البشرية يصعب إختيار المكان الملائم لإنشاء التوربينات .
- الأثر البيئي :و الذي يرتبط بتشويه البيئة و المناظر الطبيعية و الحياة البرية و البحرية المحيطة بمواقع الرياح أثناء بناء التوربينات .
- التأثيرعلى الحياة الطيور: قد تتسبب التوربينات الكبيرة في وفاة بعض الطيور، خاصة خلال فترات هجرتها .

I.4.2.4. الطاقة النووية

الطاقة النووية هي الطاقة المستخرجة من التغييرات النووية داخل الذرات و تتمثل هذه التغييرات في عمليات مثل التفاعلات النووية التي تشمل إنشطار النواة وإندماجها حيث يتم تحويل كمية صغيرة من الكتلة إلى طاقة هائلة وفقًا لمعادلة أينشتاين للنسبية($E=mc^2$) .

يُعد النوع الأشهر للتفاعل النووي هو إنشطار النواة، الذي يتم خلاله تقسيم نواة ثقيلة إلى نواتين أخف فتطلق طاقة هائلة و يتم إستغلالها بعدها في محطات الطاقة النووية لتوليد الكهرباء .

إيجابيات و سلبيات الطاقة النووية

الإجابيات

- تكلفة منخفضة: تكاليف تشغيلها منخفضة نسبيًا وإنتاج الطاقة منها رخيص.
- موثوقية عالية : تُعتبر الطاقة النووية مصدرًا موثوقًا لتوليد الطاقة، حيث يمكن توليدها على مدار اليوم بدون توقف.
- بيئة نظيفة : لا تُسبب محطات الطاقة النووية إنبعاثات كربونية، مما يجعلها بديلاً صديقًا للبيئة .
- تأمين مستقبل الطاقة: تعتبر التقنيات النووية مثل الإندماج النووي واعدة لتوفير إمدادات طاقة غير محدودة في المستقبل.
- كثافة طاقية عالية: كميات كبيرة من الطاقة بإستخدام كميات صغيرة من الوقود .

السلبيات

- إطلاق مستويات منخفضة من الإشعاعات النووية .
- تلويث المياه والقضاء على حياة الكائنات البحرية .
- تهديد الحياة الطبيعية نتيجة النفايات المشعة .
- إحتمالية وقوع حوادث نووية .

I.5.2.4. الطاقة الشمسية

الطاقة الشمسية هي الطاقة التي يتم إستخراجها من ضوء الشمس وتحويلها إلى طاقة قابلة للإستخدام. تعتمد تكنولوجيا الطاقة الشمسية على إستخدام الخلايا الشمسية، المعروفة أيضًا بالألواح الشمسية، لتحويل الضوء الشمسي المباشر إلى تيار كهربائي. **الشكل(I-7)**

الشكل(I-7) : الواح الطاقة الشمسية [8]

إيجابيات و سلبيات الطاقة الشمسية

الإيجابيات

- الإستدامة : تساهم في الحد من إنبعاثات الكربون وتلوث الهواء، مما يساهم في الحفاظ على البيئة وصحة الإنسان.
- الإقتصادية : يمكن توفير المال من خلال إستخدامها في توليد الكهرباء وتسخين المياه، مما يقلل فواتير الطاقة
- الإستقلالية : يمكن للأفراد والمجتمعات الإستفادة منها لتوليد الكهرباء بشكل مستقل، مما يقلل من الإعتماد على مصادر الطاقة التقليدية.
- التوفر: تتوفر الطاقة بشكل وفير ومجاني، حيث يمكن الإستفادة منها في أي مكان يتواجد فيه الشمس.
- الصيانة: تتطلب أنظمتها صيانة قليلة، وتعتبر متينة وطويلة الأمد.

السلبيات

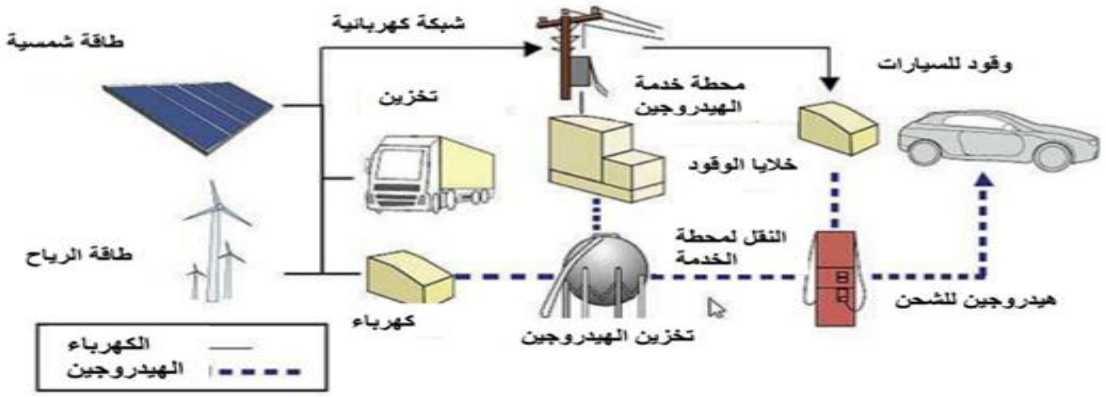
- تكلفة النظام الشمسي : مرتفعة نسبيًا، وتشمل الألواح الشمسية والعاكس والبطاريات والأسلاك وتكاليف التركيب وغيرها. من المتوقع أن تنخفض الأسعار مستقبلاً بفضل تقدم تقنيات الطاقة الشمسية.
- تأثير الطقس: تعتمد كفاءة النظام الشمسي على وجود أشعة الشمس، وهو غير فعال في الأيام الغائمة أو في فصل الشتاء حيث يكون وجود الشمس محدودًا
- تكلفة تخزين الطاقة: يتطلب تخزين الطاقة الشمسية إستخدام بطاريات كبيرة وتكاليف شحنها مكلفة، وغالبًا ما يتم إستخدام الطاقة المخزنة في الليل بشكل أقل من الإستهلاك النهاري.
- إستغلال المساحة: يحتاج النظام الشمسي إلى مساحة كبيرة من الألواح الشمسية لزيادة إنتاج الكهرباء، وهذا يرتبط بالحاجة إلى مساحة واسعة وتكاليف إضافية.
- التلوث: يتطلب تصنيع أنظمة الطاقة الشمسية إستخدام بعض المواد السامة والمنتجات الخطيرة، ولكنها تعتبر أقل تلويثًا بالمقارنة مع مصادر الطاقة الأخرى.

6.2.4.I. الطاقة الهيدروجينية

الطاقة الهيدروجينية هي نوع من الطاقة المستدامة والنظيفة التي تستخدم الهيدروجين كوقود لتوليد الكهرباء أو تشغيل أجهزة أخرى. يتم الحصول على الهيدروجين من مصادر متنوعة مثل الماء أو الغاز الطبيعي أو المواد العضوية وغيرها، ويمكن تخزينه ونقله بسهولة.

تتم عملية توليد الطاقة الهيدروجينية عن طريق إستخدام خلايا الوقود الهيدروجينية، والتي تتكون من طبقتين من المواد المتفاعلة يفصل بينهما غشاء نصف نافذ. يتم توصيل الهيدروجين إلى الجانب السالب من الغشاء، في حين يتم توصيل الأكسجين إلى الجانب الموجب. يحدث تفاعل كيميائي داخل الخلية يؤدي إلى إنتاج الكهرباء والماء كمنتج نهائي، ومن هنا يعتبر الهيدروجين وقودًا نظيفًا لأنه لا ينتج أي إنبعاثات ضارة أثناء التشغيل.

تستخدم الطاقة الهيدروجينية في مجالات متنوعة مثل تشغيل السيارات، وتوليد الكهرباء في المنازل والمباني، وتغذية الأجهزة الإلكترونية المحمولة ، وتوفير الطاقة في الصناعة والمجالات الزراعية. تعتبر الطاقة الهيدروجينية خيارًا واعدًا لتحقيق الإستدامة البيئية وتخفيض الإنبعاثات الضارة للغازات الدفيئة. **الشكل(I-8)**



الشكل(I-8) : نظام إنتاج و إستخدام و تخزين الهيدروجين [9]

I.7.2.4. الوقود الحيوي

هو نوع من الوقود المستخرج من المواد العضوية الحيوية مثل النباتات والحيوانات والمخلفات الزراعية. والذي يعتبر بديلاً مستدامًا للوقود الأحفوري ويتم إنتاجه عن طريق التحويل الحيوي للمواد العضوية. يشمل الإيثانول وزيت الديزل الحيوي كأنواع شائعة. يستخدم في المركبات والآلات الزراعية ومولدات الطاقة ، ويقلل من إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون ويساهم في تقليل تأثيرات تغير المناخ. ومع ذلك، هناك تحديات تتعلق بالإستخدام المنافس للأراضي الزراعية وتأثيراته على البيئة.

الإيجابيات

- نظافة البيئة : الوقود الحيوي أكثر نظافة بيئيًا من الوقود الأحفوري ويقلل من تلوث الهواء.
- التجدد: يتم إنتاج الوقود الحيوي من مصادر متجددة مثل النباتات والحيوانات الميتة.
- توفير الموارد المحلية: يمكن إنتاج الوقود الحيوي محليًا بإستخدام المواد المحلية.
- المزج مع الوقود الأحفوري : يمكن مزج الوقود الحيوي بسهولة مع الوقود الأحفوري .
- تكلفة أقل : الوقود الحيوي قد يكون أرخص من الوقود الأحفوري.
- تحسين أداء المحركات : الإيثانول والديزل الحيوي يمكن إستخدامهما لتحسين أداء المحركات.

السلبيات

- إستهلاك كميات كبيرة من الموارد الطبيعية مثل الماء والأراضي الزراعية والأسمدة.
- التأثير على الأمن الغذائي وارتفاع أسعار الغذاء نتيجة منافسة المحاصيل للإستخدام في إنتاج الوقود بدلاً من الغذاء.
- انبعاثات ملوثة للهواء والجسيمات الدقيقة خلال عمليات إنتاج الوقود الحيوي.
- تكلفة الإنتاج العالية مقارنة بالوقود الأحفوري.
- الحاجة لتعديلات في المركبات والبنية التحتية المرتبطة بالوقود الحيوي.
- قيود في التخزين والتوزيع نتيجة للإستقرارية الأقل لبعض أنواع الوقود الحيوي.

خلاصة

في فصلنا الأول، قدمنا تعريفاً عاماً وفيزيائياً للطاقة، ثم تناولنا أنواعها المختلفة. حددنا نوعين من حيث قابلية تجددها، واستعرضنا كل نوع مع ذكر مصادره المتنوعة. بالإضافة إلى ذلك، سلطنا الضوء على إيجابيات وسلبيات كل نوع بشكل منفصل.

الفصل الثاني

الطاقة الحيوية

1.II. مقدمة

مع ظهور الثورة الصناعية في القرن التاسع عشر، زاد الاهتمام باستغلال الفضلات العضوية لإنتاج الطاقة. فتم تطوير تقنيات الهضم اللاهوائي واستخدام الغاز الحيوي في توليد الكهرباء والحرارة، واليوم، مع تنامي الوعي بالتنمية المستدامة وضرورة الحد من التلوث البيئي، شهدت تقنيات استغلال الفضلات العضوية تطوراً كبيراً. فأصبح الغاز الحيوي مصدراً مهماً للطاقة المتجددة. إن هذا التطور التاريخي يؤكد على أهمية استغلال الفضلات العضوية وتحويلها إلى طاقة حيوية كجزء من الاقتصاد والمحافظة على البيئة.

II .2. مفهوم الطاقة الحيوية

الطاقة الحيوية هي نوع من الطاقة المتجددة التي تنتجها المواد العضوية المشتقة من الكائنات الحية، مثل المواد النباتية والفضلات الحيوانية. يشار إلى هذه المواد الحية وفضلاتها بمصطلح "الكتلة الحيوية". تشبه الكتلة الحيوية بذلك الوقود الأحفوري الذي يوجد في الأرض ويتكون من النباتات وبقايا الكائنات الحيوانية، ولكن الفرق الرئيسي هو أن الكتلة الحيوية يمكن تجديدها في فترة زمنية أقصر بكثير مقارنةً بالوقود الأحفوري الذي يستغرق ملايين السنين لتكوينه.

3.II. أنواع الطاقة الحيوية و مصادرها

إن الوقود الحيوي يعمل بالإحتراق، إما مباشرة مثل وضع الخشب أو بشكل غير مباشر مثل تشغيل محرك .وهي مشابهة للوقود الأحفوري الذي يصدر الطاقة أيضا عند الإحتراق ، وهناك ثلاثة أنواع من الوقود الحيوي هي:

أ- الوقود الحيوي الصلب : هو عبارة عن قطع صلبة من المواد العضوية التي تصدر الطاقة أثناء الإحتراق ، ويتضمن ما يلي:

- الفضلات الحيوانية من السماد و الروث.
- الثفل أو اليبس : و هي الفضلات النباتية المتروكة بعد عمليات التصنيع و الإنتاج مثل مخلفات العصير أو السكر المستخرج من قصب السكر.
- الفحم.
- القمامة.
- القش، والنباتات الجافة، وقشرة الحبوب.
- الخشب.

ب - الوقود الحيوي السائل : وهوأي نوع من السوائل يتم إستخراجه من المواد الحيوية ويمكن إستخدامه كوقود، ويتضمن الأنواع التالية:

- وقود الديزل الحيوي :وهو وقود الديزل المصنوع من الزيوت النباتية والدهون الحيوانية بدلا من النفط
- وقود الزيوت النباتية : يتضمن الزيوت النباتية النقية ، وفضلات الزيوت النباتية.
- الإيثانول : و يصنع من حبوب الذرة والمواد النباتية الأخرى ، ويمكن أن يمزج مع الغازولين أو يعوض عنه.
- سلسلة بي : و هو وقود جديد يربط الإيثانول واليسير من الغاز الطبيعي ومواد مصنوعة من القمامة . **[10]**

ج - وقود الغاز الحيوي:

ومن المخلفات العضوية المنتجة له :

- مخلفات منزلية: و تشمل القمامة ،مخلفات المطابخ بقايا الأطعمة، بقايا الخضروات والفاكهة ، وغيرها.
- مخلفات صناعية: و تشمل مخلفات صناعة الألبان والأغذية والمشروبات ومخلفات المسالخ بأنواعها.
- مخلفات نباتية: قش الرز والأغصان والثمار التالفة وغيرها.
- مخلفات الحشائش: و تشمل حشائش زراعية وبرية ومائية.
- مخلفات حيوانية: و تشمل روث الماشية ومخلفات سماد الدواجن والطيور المنزلية.
- الفحوصات الفيزيائية اللازمة للنفايات: و تشمل المواد الصلبة الكلية ،درجة الحرارة ، اللون ، الرائحة ،درجة العكور.
- الفحوصات الكيميائية للمواد العضوية: و تشمل المركبات العضوية المتطايرة لأنها من المواد الخطرة على الصحة العامة وعلى البيئة ، COD،BOD الكربون العضوي الكلي،درجة الحموضة ، النتروجين لأنه من العناصر الضرورية لنمو البكتيريا ،الفوسفور لأنه ضروري لنمو الطحالب والبكتيريا ،الكبريت ،المعادن الثقيلة **[11]**

II .4.إنتاج الغاز الحيوي

إن إنتاج الغاز الحيوي من المكبات يتم عن طريق عملية التخمر اللاهوائي للمادة العضوية في النفايات. يتكون الغاز الحيوي الذي يتم إنتاجه في المكبات بشكل عام من غاز الميثان وثاني أكسيد الكربون، ويشكل هذان الغازان نسبة تقريبية تصل إلى 99٪ من إجمالي الغاز الحيوي المنتج.

عملية إنتاج الغاز الحيوي في المكبات تتكون من عدة مراحل:

1) **مرحلة التفاعلات الهوائية :** تبدأ المواد العضوية في النفايات بالتحلل تحت تأثير الميكروبات النشطة في وجود الهواء الموجود في المكب.

2) **المرحلة الانتقالية :** مع مرور الوقت وإنخفاض تدفق الهواء داخل المكب، تبدأ عملية التفاعلات اللاهوائية، ونتيجة لذلك يتصاعد بعض غازات النتروجين وكبريتيد الهيدروجين في هذه المرحلة.

3) **مرحلة الحموضة:** في هذه المرحلة، تتم عملية التحلل الحمضي(Hydrolysis) ، حيث يتم تحطيم المركبات العضوية الكبيرة إلى مركبات بسيطة قابلة للهضم بواسطة الميكروبات العضوية كمصدر للطاقة والكربون.

4) **مرحلة تكوين غاز الميثان :** تصبح الميكروبات المسؤولة عن إنتاج غاز الميثان نشطة وتتحول الحوامض المتكونة سابقا الى غاز الميثان و غاز ثاني اكسيد الكربون و الماء . يتكون معظم الغاز الحيوي في المكب من خلال هذه المرحلة.

5) **مرحلة النضوج :** في هذه المرحلة، يستمر إنتاج الغاز الحيوي بشكل مستقر وبمعدل شبه ثابت.

II .5. العوامل المؤثرة في إنتاج الغاز الحيوي

1. **البيئة اللاهوائية :** الجراثيم اللاهوائية هي العامل الرئيسي في إنتاج الغاز الحيوي، تتوقف عملية التحلل عند وجود أقل تأثير للأوكسجين. عند إضافة الفضلات العضوية إلى المخمر، يتم إدخال كمية من الأكسجين، ولكن الجراثيم الهوائية تستهلك هذا الأكسجين بسرعة في المرحلة الهوائية الأولى من التحلل. وبذلك، يتم توفير بيئة لا هوائية.
2. **أنواع الفضلات**: تملك جميع المواد العضوية القابلية للتخمر وإنتاج الغاز الحيوي، بإستثناء الليفنين الذي يمكن تفكيكه في الجهاز الهضمي للحيوانات أو عند رش المواد العضوية النباتية بماء الكلس فقط . و لتحقيق أفضل مردود من إنتاج الغاز الحيوي لابد من خلط مواد مختلفة ببعضها . لأن البكتيريا تحتاج إلى كمية من الكربون تتراوح بين 20 و30 مرة أكثر من حاجتها للنتروجين.
3. **درجة الحرارة :** تؤثر درجة الحرارة بدرجة كبيرة على عملية الهضم وإنتاج الغاز الحيوي.

ويوجد نوعان من البكتريا الميزوفيلي والثرموفيلي، درجة الحرارة للهضم الميزوفيلي هي 35-37 درجة مئوية، كما يمكن إنتاج الغاز عند درجات الحرارة العادية، ولكن معدلات إنتاج الغاز تنخفض بدرجة كبيرة مع إنخفاض درجة الحرارة، أما درجة الحرارة المثلى للهضم الثرموفيللي فهي 55 - 60م.

مثلاً إنتاج الغاز يعادل 100% عند درجة الحرارة المثلى للهضم الميزوفلي ويرتفع إلى 250% عند الهضم الثرموفيلي وينخفض إلى أقل من 25% عند 20م ، إذا وضع جهاز شمسي معلق مثل بيت زجاجي زراعي فوق المخمر إرتفعت درجة الحرارة نحو عشر درجات مئوية حتى في المخمر تحت الأرض**[12].**

4. **درجة الحموضة**: تحافظ الكائنات الحية الدقيقة في عملية التخمر اللاهوائي على درجة حموضة متوازنة لضمان أداءها بكفاءة. على الرغم من أن البكتيريا تحول المواد العضوية إلى أحماض وتستطيع العيش في ظروف حمضية، إلا أنها تستفيد بشكل أفضل في درجة حموضة **ph = [5.5]** ، ومع ذلك تعمل بكتيريا الميثان بكفاءة في نطاق **. ph= [6.5-8.5]**

أثناء عملية التخمر، يحدث توا زن بين بكتيريا تكوين الأحماض وبكتيريا إنتاج الميثان، ويتم الحفاظ على درجة الحموضة تقريبًا ثابتة. لذلك، عند بدء عملية التخمر، يُفضل إستخدام بادئات أو تركيزات منخفضة من المواد العضوية لتسريع عملية التخمر و الوصول إلى التوازن :

- **التقليب داخل المخمر :**

يعد التقليب عاملًا أساسيًا في تحسين عملية التخمر وزيادة إنتاجية الغاز. فيساهم في تجانس المكونات المخمرة وتفاعلها مع البكتيريا، ويمنع تشكل طبقة الخبث فوق سطح المخلوط وتيبسها مما يعوق صعود الغار للأعلى . ورغم أن التغذية اليومية تسبب بعض التقليب إلا أن كفاءتها تكون أقل.

- **زمن بقاء المحلول في المخمر :**

يتوقف زمن البقاء في المخمر على عوامل شتى، مثل ظروف التشغيل التي تشمل درجة الحرارة، طبيعة المادة العضوية، سهولة التخمر، ونوع المخمر المستخدم. بشكل عام، يُقدر زمن البقاء في المخمر بحوالي 40 يومًا لتخمير مخلفات الماشية في ظروف التشغيل العادية دون تسخين.

و يحدد الحد الأدنى لزمن البقاء بواسطة سرعة تكاثر البكتيريا فبإنخفاض زمن البقاء دون الفترة المطلوبة لتكاثر البكتيريا، تخرج البكتيريا ويتراجع عددها في المخمر، مما يوقف أو يقلل من إنتاج الغاز .

وبالنسبة للحد الأقصى لزمن البقاء فيعتمد على العوامل الاقتصادية ، إذ أن زيادة زمن البقاء يؤدي إلى زيادة حجم المخمر وبالتالي زيادة التكاليف المرتبطة به.

- **تخفيض الضغط داخل المخمر**

يجب مراقبة ضغط المخمر بعناية و دقة فعند إرتفاع الضغط في المخمر ذات القبة الثابتة، تنخفض سرعة إنتاج الغاز، حيث يتراكم الغاز ويصعب إحتراقه غالبا. و نماذج الخزان الطافي تساعد في تجنب إرتفاع الضغط الزائد .

- **المواد السامة في التغذية**

إن إنتاج الغاز الحيوي يتأثر سلبًا بوجود المواد السامة مثل المضادات الحيوية والمبيدات الزراعية والمنظفات الصناعية و غيرها.

إرتفاع تركيز الأمونيا الناتج عن نسبة الكربون إلى النيتروجين المنخفضة قد يؤدي أيضًا إلى تسمم البكتيريا. لذا، يجب مراقبة وضبط هذه المواد السامة لتعزيز إنتاجية وجودة الغاز الحيوي.

II .6. تركيب الغاز الحيوي ومكوناته

إن المعطيات والبيانات الموجودة في المراجع حول تركيب الغاز الحيوي ونسب الغازات المكونة له تعطي معلومات متباينة جدا، حيث يعود هذا الأمر إلى وجود عوامل ومتغيرات مختلفة تحدد طبيعة هذا التركيب من بينها المنشأ الحيوي الأصل الذي يستخرج منه الغاز بالإضافة إلى آلية سير العمل داخل خزانات التخمير، ولكن بشكل عام تشير معظم هذه المراجع إلى أن غاز الميثان يشكل المكون الرئيسي، ونلخص المكونات الموجودة في الغاز الحيوي في الجدول **(1-II)**التالي:

الجدول (II-1) : مكونات الغاز الحيوي و نسبها بحسب الجمعية الألمانية للمياه و الغاز [13]

المكون	مجال القيمة	القيمة المتوسطة
الميثان(CH4)	45-70%	60%
ثنائي أكسيد الكربون(CO2)	25-55%	35%
بخار الماء(H2O)	0-10%	3.1%
النيتروجين(N2)	0.01-5%	1%
أكسجين (O2)	0.01-2%	0.3%
هيدروجين(H2)	0-1%	1%>
امونياك(NH3)	0.01-2.5mg/m³	0.7 mg/m³
كبريتات الهيدروجين(H2S)	10-30000mg/m³	500 mg/m³

II .7. تطبيقات الغاز الحيوي

- إنتاج الطاقة: يمكن إستخدام الغاز الحيوي كوقود لتوليد الكهرباء والحرارة. يتم حرقه في المحطات الحرارية أو المولدات لتوليد الكهرباء، ويمكن أيضًا إستخدامه كوقود لتسخين الماء وتدفئة المباني.
- الزراعة: يمكن إستخدام الغاز الحيوي في الزراعة كسماد عضوي، حيث يحتوي على العديد من المغذيات النباتية المهمة. يمكن تطبيقه مباشرة على الأراضي الزراعية لتحسين خصوبتها وزيادة إنتاجية المحاصيل.
- معالجة النفايات: يستخدم الغاز الحيوي في محطات معالجة النفايات العضوية لتحويل النفايات إلى طاقة. يتم تحويل المواد العضوية في النفايات إلى غاز البيوغاز، والذي يمكن استخدامه لتوليد الكهرباء أو تشغيل المركبات.
- الصناعات : يمكن إستخدام الغاز الحيوي في العديد من الصناعات كمصدر للطاقة. يمكن إستخدامه في تشغيل الأفران والمجففات ووحدات التوليد الحراري في الصناعات المختلفة مثل الأغذية والورق والألياف.
- النقل: يمكن إستخدام الغاز الحيوي كوقود بديل للمركبات. يمكن تحويله إلى غاز طبيعي مضغوط (CNG) واستخدامه في المركبات التجارية وحافلات النقل العام، مما يساهم في تقليل الإنبعاثات.

II.8. محاسن و مساوئ الغاز الحيوي

محاسن الغاز الحيوي:

- يُستخدم الغاز الحيوي للتخلص من النفايات الزراعية والصناعية بطرق آمنة.
- يُحل مشكلة إمدادات الطاقة ويُعتبر بديلاً أفضل من حرق الخشب.
- غاز الميثان لا ينتج دخانًا ويُعتبر أحد أفضل الغازات.
- يُستخدم في توليد الكهرباء و كوقود رخيص للسيارات.
- يُحسن النظافة البيئية ويُحل مشكلة الصرف الصحي.
- البقايا المستنفدة تُستخدم كسماد عضوي.
- يُستخدم لإنتاج الميثانول للاستخدام في صناعات متعددة.

عيوب الغاز الحيوي:

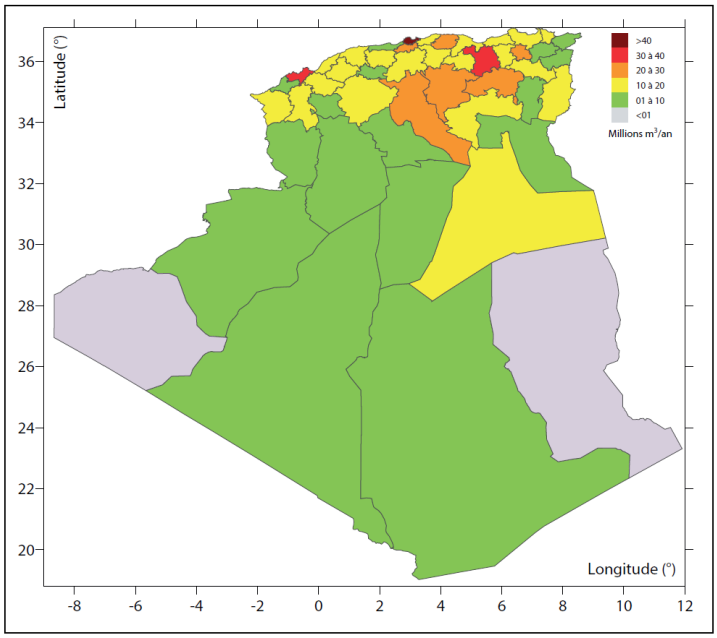
- إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون وتغير المناخ.
- التنافس مع المحاصيل الغذائية.(مساحات كبيرة من الأراضي).
- إستنزاف الموارد الطبيعية(الماء والتربة) وتأثير على التنوع البيولوجي.
- التكنولوجيا المعقدة والتكاليف المرتفعة.
- القضايا الصحية والسلامة بما أنه مادة قابلة للاشتعال.
- تأثير على جودة الهواء وانبعاثات ملوثة.

II .9. الطاقة الحيوية في الجزائر [14]

- قبل إرساء أي نظام للطاقة، يُعد تقدير المكمن أمر بالغ الأهمية .ومع إمتلاك الجزائر لمساحة جغرافية تقدر ب 2مليون و 381 ألف و741 كيلومتر مربع، فهي بذلك تتمتع بمورد هائل من الطاقة مُودَع في سمائها، أرضها ومائها ومن بين الطاقات الواعدة : طاقة الكتلة الحيوية الناتجة عن تحويل مادة أولية على شكل كتلة حيوية أو نفايات إلى طاقة(الحرارة، الكهرباء، الوقود).حيث يوجد أربع طرق رئيسية للتحويل: التحويل الحراري، التحويل الحراري الكيميائي، التحويل الكيميائي و التحويل البيو كيميائي .
- المصادر المحلية لطاقة الكتلة الحيوية مجتمعة يمكن أن تكون من مصادر متعددة(بقايا المحاصيل الزراعية، النفايات المنزلية المخلفات الصناعية .)...قيمت دراسة لهذه المصادر كمون طاقة الكتلة الحيوية بأكثر من 500000 ط.ن.م (طن نفط مكافئ).

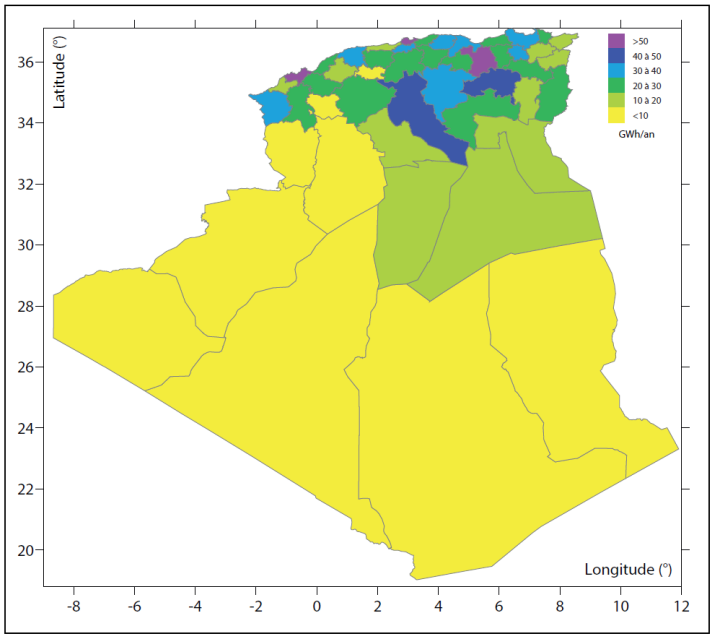
كمون الغاز الحيوي للنفايات المنزلية وما شابهها حسب الولايات

- الخرائط توفر لمحة عن الإمكانيات الطاقوية للنفايات المنزلية حسب المنطقة .الحقل الأكثر أهمية يتركز في شمال البلاد، في المناطق ذات الكثافة السكانية الأعلى .بالنسبة للخمس الولايات الكبرى (الجزائر، وهران، سطيف، الجلفة، باتنة)، نحتسب أكثر من 168 مليون متر مكعب من الغاز الحيوي.الشكل **(II-1)**



الشكل(II-1): كمون الغاز الحيوي

. إنتاج الكهرباء من النفايات المنزلية وما شابهها حسب الولايات واحدة من تثمينيات الطاقة للغاز الحيوي هي التحويل إلى كهرباء .هذه الخريطة تسمح بإعطاء لمحة عن إمكانيات إنتاج الكهرباء التي يمكن أن نولدها من النفايات المنزلية .يجدر الذكر أن الإمكانيات الطاقوية تتباين مع الحقل الشمسي(خاصة مع تكنولوجيات الطاقة الشمسية الكهروضوئية) حيث يمكن لموارد الطاقة الحيوية أن تلعب دوراً مكملاً في المزيج الطاقوي المتجدد. **الشكل(II-2)**



الشكل(II-2):كمون إنتاج الكهرباء

- مصادر الطاقة الحيوية المقدمة في خرائط على مستوى الولايات، متعلقة حصريا بالإستغلال الطاقوي للنفايات المنزلية وما شابهها .معظم هذه النفايات تتكون من مواد عضوية، كذلك التقديرات التي أجريت تمت على قاعدة التثمين بواسطة إنتاج الميثان(أو الهضم اللاهوائي).
- الجدول أسفله يسلط الضوء على أهمية وتنوع إمكانيات الطاقة الحيوية في الجزائر .وبالنظر فقط إلى موارد التثمين الطاقوي للنفايات .

من الممكن تحقيق إنتاج كهرباء أعلى من 1900 جيقاواط. سا ، مع العلم أن معدل الاستهلاك السنوي للكهرباء للفرد في الجزائر هو حوالي 1236 كيلوواط.سا(وع ط ، الوكالة العالمية للطاقة).

يمكن للإمكانيات المقدمة أن تلبي احتياجات الكهرباء لأكثر من مليون ونصف المليون نسمة.

الجدول (II-2): إمكانيات الطاقة الحيوية في الجزائر

Resources	Annual biogas potential (million of m3)	Power generation potential (GWh)
Urban wastes: - Organic fraction of household wastes - Sewage from wastewater treatment plants	 974 22.91	 1646 38.72
Waste olive industry - Olive Pomace - Vegetable waters Whey from dairy industry	- 10.5 2.35	215.5 17.74 3.97
Total	1009.76	1921.93

خلاصة

في فصلنا الثاني ، قدمنا تعريفا للطاقة الحيوية كما تطرقنا إلى أنواعها و مصادرها ، و إلى كيفية إنتاج الغاز الحيوي مع بعض العوامل المؤثرة في هذا الإنتاج إضافة إلى مكوناته و التطبيقات الخاصة به ، كذلك بعض مساوئه و محاسنه ، وختمنا فصلنا بلمحة مختصرة عن الطاقة الحيوية في الجزائر.

الفصل الثالث

الجانب العملي-أنموذج مركز الردم التقني في باتنة-

1.III. مدخل

أصبحت قضية البيئة من أهم القضايا التي أثارت اهتمام العديد من العلماء والمختصين خلال القرن الواحد والعشرين. أين تواجه البيئة حاليًا العديد من المشكلات التي تؤثر بشكل عام على جميع الكائنات الحية وبشكل خاص على المجتمع الحضري. ومن بين المشكلات الأكثر إلحاحًا التي تواجهها هو التلوث بالنفايات بجميع أشكالها، حيث تشكل تهديدًا ملموسًا للصحة العامة والوسط البيئي.

يتزايد حجم النفايات مع مرور الوقت نتيجة زيادة عدد السكان وتحسن مستوى الدخل وزيادة مستوى الإستهلاك وتبني أساليب حياة حديثة ، و لمواجهة هذه المشكلة والحد من تأثيراتها، يتطلب الأمر تعاون جميع قطاعات المجتمع وفئاته.

وإنطلاقًا من هذا التسارع في زيادة مستوى التلوث الناجم عن النفايات، قامت الجزائر بإنشاء مراكز لمعالجتها في ولايات مختلفة لضمان إدارة مستدامة لهذه الأخيرة و قد أصبحت إدارتها وتسييرها أمرًا حاسمًا ضمن الأولويات البيئية التي توليها الدولة اهتمامًا كبيرًا.

ونظرًا للأهمية التي تحظى بها هذه المراكز زاد إهتمام الدولة بها بشكل كبير. و تم تكليف مؤسسة عمومية ولائية بإدارتها والتأكد من أدائها الجيد .فإلى جانب الإعتبارات البيئية، أصبحت هذه المراكز مصدرًا للثروة يمكن إستغلاله في تنمية الإقتصاد من خلال معالجة الكميات الهائلة من النفايات وإستخدام تقنيات حديثة . و إستخراج طاقة بديلة للطاقة الأحفورية .

و كمثال حي عن هذه المراكز سلطنا إهتمامنا حول مركز الردم التقني بباتنة .

2.III. بطاقة تعريفية حول مركز الردم التقني باتنة

- مركز الردم التقني بباتنة يقع بالأبيار بلدية الشعبة **(الشكل (III-1))**
- تاريخ بداية الإستغلال: 2006
- تاريخ بداية التسيير من المؤسسة: أكتوبر 2009
- عدد العمال : 74
- المساحة 25 هكتار
- السور المحيط بالخرسانة 423 م - بالسياج 2632
- حجم الخندق نظريا: 211620 م^3
- حوض عصارة النهايات: 03 (80م^3)
- الهياكل المتواجد : إدارة، مركز الفرز(1)، مركز الحرق (2)، ورشة صيانة (2)، مكتب مراقبة (1)، حظيرة (1).
- مصدر الطاقة: شبكة سونلغاز - مولد كهربائي **[15]**

الشكل (III-1) : مركز الردم التقني باتنة البيار

قائمة النفايات المسموح بها

- النفايات المنزلية، الصناعية و التجارية المماثلة للنفايات المنزلية.
- النفايات العادية الناجمة عن المؤسسات الصناعية.
- الزجاج و الطين الناجم عن عمليات التنظيف والغسل ذات درجة تجفيف تعادل أو تفوق 30.
- النفايات الصناعية غير السامة و النفايات الخضراء.
- الرماد الناجم عن المحرقة و الرمل الناتج عن صناعة السبائك.
- الأشياء المنزلية العضوية ذات التركيبة القابلة للتخمير والإنحلال.
- النفايات غير السامة وغير القابلة للإنحلال.
- النفايات الناجمة عن النشاطات الحرفية و النشاطات التجارية.
- الطمي الناتج عن معالجة المياه، والمياه الصناعية غير السامة التي لا تحمل أي خاصية مميزة خاصة ونسبة التجفيف تفوق أو تعادل 30%.
- الطين القابل للتحلل الناجم عن الصناعة والفلاحة عندما لا يكون من قائمة النفايات الخاصة .
- النفايات الناتجة عن صناعة الجلود باستثناء التي تحتوي على مادة الكروم.
- النفايات الناتجة عن الإنتاج الحيواني والفلاحي وتربية الماشية و صناعة الحليب و مشتقاته.
- النفايات الناتجة عن الورق والورق المقوى والخشب و تحويل البلاستيك.
- النفايات المزعجة والمركبة.

قائمة النفايات غير المسموح بها

- كل الزيوت والأملاح الذائبة.
- المواد الكيميائية و الكيماوية الخطيرة.
- المواد القابلة للإنفجار والمبيدات .
- السوائل الكيميائية و الأحماض.
- نفايات الأميانت و النفايات الصحية الصيدلانية .
- نفايات الدهون والطلاء و الزيوت من نوع PCB.
- النفايات الهامدة الناجمة عن أشغال البناء والهدم.
- النفايات الناتجة عن صيانة الجلود الحاملة للمواد الكيمائية.

3.III. آلية الإنتاج بالمركز

EPIC G-CETباتنة بشراكة مع جامعة باتنة1

الورقة الفنية للمشروع

إستخلاص الطاقة من الغاز الحيوي من منطقة باتنة CETلحرق النفايات الخاصة

إطار المشروع:

يندرج المشروع في إطار الإتفاقية الإطارية الموقعة بين EPIC G-CET بباتنة وجامعة باتنة.

الهدف من المشروع:

تنفيذ مشروع تجريبي يتمثل في إسترجاع جزء من الغاز الحيوي من منطقة باتنة الوسطى، وذلك من خلال حفر خمسة آبار عمودية، وسيتم إستخدام هذا الغاز الحيوي، بعد معالجته، في إمداد محرقة النفايات الخاصة، الموجودة بموقع منطقة باتنة نفسها.

خطة المشروع:

المرحلة 1

الخطوة 1: تغطية مساحة كتلة النفايات المخصصة للمشروع بالتربة السطحية.

الخطوة 2: حفر خمس آبار عمودية عمق كل منها 20 مترا وقطرها 400 ملم.

الخطوة 3: إنشاء شبكة إلتقاط الغاز الحيوي مع محطة التنظيم والتجفيف.

الخطوة 4: نقل الغاز الحيوي إلى محطة الحرق بإستخدام الأنابيب اللازمة (القطر 80 ملم).

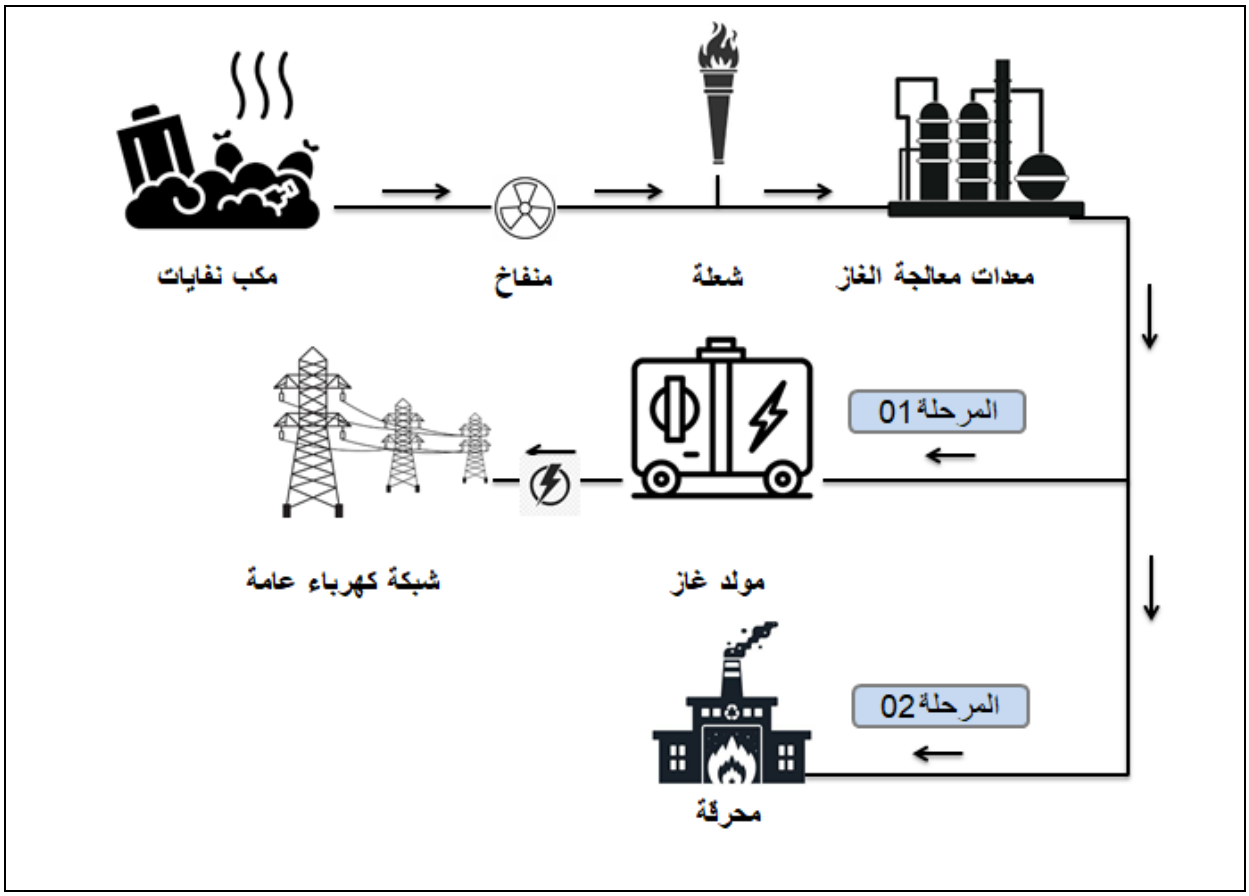
الخطوة 5: تركيب شعلة لإشعال الغاز الزائد أو في حالة إيقاف التشغيل المحرقة.

الخطوة 6: تكييف وتركيب مواقد البيوغاز على المحرقة الموجودة، وإختبار التركيب والتشغيل.

الخطوة 7: تركيب شعلة مناسبة لإشعال الغاز الحيوي في حالة تعطل المحارق أو إغلاقها.

الخطوة 8: إغلاق هذه المرحلة من المشروع بعد رفع التحفظات.

المرحلة 2 : تركيب التوليد المشترك بالMW **[16]**



الشكل (III-2) : مخطط المشروع

4.III. النموذج التجريبي المصغر

مكان إجراء التجربة : على مستوى سطح الطابق الثالث للمدرسة العليا للأساتذة - عزابة -

1.4.III.العتاد المستخدم في التجربة

خزان بلاستيكي سعته 60 لتر :لإحتواء التفاعل(التحلل اللاهوائي).

الشكل (III-2): خزان بلاستيكي

- **أنابيب غاز** :لتوصيل الغاز المستخرج من الخزان إلى الإطار مطاطي

الشكل (III-4) : أنابيب غاز

- **إطار مطاطي** :لتجميع الغاز المستخرج.

الشكل (III-5) : إطار مطاطي

- **مكبس أنابيب** :لضبط أنابيب الغاز ومنع التسربات.

الشكل (III-6) : مكبس أنابيب

- **صمامات** :لتوجيه الغاز المستخرج في تجربة إنتاج الغاز.

الشكل (III-7) : صمام

- **كلاب** :للمساعدة في عملية شد وضبط الأنابيب لمنع التسربات.

الشكل (III-8) : كلاب

- **دلاء بلاستيكية** : 3 دلاء بلاستيكية لإحتواء تجربة المقارنة بين أنواع المواد العضوية الثلاثة.

الشكل (III-9) : دلاء بلاستيكية

- **بالونات مطاطية** :لتخزين الغاز المستخرج في تجربة المقارنة.

الشكل (III-10) : بالونات مطاطية

- **غراء لاصق قوي** :لإحكام إغلاق المنافذ لتجنب التسربات.

الشكل (III-11) : غراء لاصق

- **منصة خشبية** : لرفع التجربة عن سطح الأرض .

الشكل (III-12) : منصة خشبية

III.2.4.المواد المستعملة

1. **الحمأة** :هي الناتج الصلب من معالجة مياه الصرف الصحي.

المصدر : بقايا المجاري المائية بالحدائق سكيكدة.

الشكل (III-13) : حمأة مجاري المياه

2. **بقايا الفراولة غير قابلة للإستهلاك :**هي عبارة عن فاكهة فراولة قد تعفنت لأسباب معينة .

المصدر : من السوق.

الشكل (III-14) : بقايا الفراولة

3. **فضلات الحيوانات:** روث البقر.

المصدر : من أحد أرياف عزابة .

الشكل (III-15) : روث البقر

3.4.III. طرق تحضير المواد

وجود ثلاث مواد وهي بقايا فاكهة الفراولة غير القابلة للإستهلاك وفضلات الحيوانات (روث البقر) و الحمأة .

- **تحضير الحمأة:** نأخذ كمية من الحمأة الجافة و نوزعها على الخزان البلاستيكي و الدلو بكميات متفاوتة ،بالنسبة للحمأة الموجودة في الخزان البلاستيكي فإننا نضيف لها حجم مماثل لها من الماء ،أما الموجودة في الدلو فتبقى جافة .
- **تحضير النفايات الزراعية(بقايا فاكهة الفراولة) :** نقوم بوضع بقايا فاكهة الفراولة في الدلو و نضيف لها لتر من الماء.
- **تحضير فضلات الحيوانات :** نقوم بوضع روث البقر في الدلو المتبقي و نضيف له حجم من الماء.

4.4.III. تركيب البروتوكول التجريبي

خزان بلاستيكي ذو سعة 60 لتر نضع داخله الحمأة مع حجم مماثل من الماء ثم يغلق بإحكام بواسطة الشريط اللاصق لمنع دخول و خروج الغازات و في نفس الوقت تحقيق العزل التام للتفاعل .

نوصل الخزان بأنبوب غاز ثم بصمام تحكم و بعدها إطار مطاطي لتجميع الغاز .

نقوم في نفس الوقت بتحضير ثلاث دلاء بلاستيكية و نضع كميات متساوية من المواد العضوية التالية : فضلات الحيوانات (بقر) ،بقايا الفراولة، والدلو الثالث توضع فيه الحمأة الجافة .

يتم إغلاق الدلاء بإحكام بواسطة شريط لاصق ثم تركب بالونات مطاطية على الغطاء لتجميع الغاز الناتج كما هو موضح في الصورة.

‘

الشكل (III-16) : تركيب تجريبي لإنتاج البيوغاز.

توضع التركيبة الخاصة بالخزان البلاستيكي و كذلك تركيبة الدلاء الثلاث على منصة خشبية لتفادي تأثير حرارة سطح الأرض .

III.5.4. الملاحظات

1- إنتفاخ الإطار المطاطي بعد حوالي أسبوع و انتفاخ بسيط على مستوى الدلو الأول و الثاني اللذين بهما بقايا الفراولة و بقايا الفضلات الحيوانية على الترتيب و عدم ملاحظة أي تغير في الدلو الثالث الذي يحتوي على الحمأة.

2- بعد أخذ كمية من الحمأة من الخزان الكبير و تعويضها في الدلو الأول الحامل للحمأة الجافة و تركها عدة أيام نلاحظ إنتفاخ بسيط في البالون الموصول بهذا الدلو.

3- بعد عدة أيام نلاحظ زيادة ملحوظة في إنتفاخ البالونات بالترتيب التالي. :

إنتفاخ بسيط في البالون الموصول بالدلو الذي يحوي الحمأة، إنتفاخ كبير في بالون دلو الفراولة، أما الإنتفاخ المعتبر فكان في البالون الثالث الموصول بالدلو الذي يحمل فضلات الحيوانات.

4- بعد مرور عدة أيام نلاحظ تناقص بنسب متفاوتة في كمية المواد الموضوعة في الدلاء.

الشكل (III-17) : إنتفاخ البالونات بعد عدة أيام

الشكل (III-18) : إنتفاخ نسبي في الإطار المطاطي

III.6.4.النتائج و مناقشتها

إنطلاقا من الملاحظات السابقة يمكن إستنتاج ما يلي :

1) فضلات الحيوانات منتج سريع و كبير للغاز الحيوي و بالتالي فإن الإعتماد على هذه المادة في إنتاج الغاز الحيوي فعال من الناحية الاقتصادية و البيئية .
2) الباقي من المادة يستفاد منه كسماد عضوي خال من البكتيريا الضارة و الفطريات كما يمكن إستغلال المياه الناتجة من التحلل في الري أو غسل المعدات و ذلك بعد تصفيتها .
3) أما النفايات الزراعية المتمثلة في الفراولة فإنها تتحلل لاهوائيا بطريقة مجدية لكن أقل درجةً من الفضلات الحيوانية، و قد تم إختيارها بإعتبارها أكثر النفايات الزراعية تخمرا و تعطي نسبة كبيرة من الغاز الحيوي.**[18]**
4) أما في حالة الحمأة فالنتائج كانت متقاربة و لم نلاحظ إنطلاقا معتبرا للغازات، و بالتالي فهي ليست مصدر ثمين للغاز.
5) تناقص كمية المادة بنسبة كبيرة في دلو الفضلات الحيوانية يدل على نشاط بكتيري كبير أدى الى تحلل هذه المادة العضوية ،و بنسبة أقل في دلو الفراولة ، أما بالنسبة لمادة الحمأة فتناقصت بنسبة ضئيلة لأن البكتيريا الهوائية أثناء تكاثرها و نشاطها إستمدت طاقتها و بناء مادتها من المواد العضوية التي قامت بهضمها ، و بالتالي فإن كمية الحمأة المضافة تم هضمها بصورة شبه تامة من قبل و لهذا كان إنتاج الغاز الحيوي ضئيل .

خلاصة

في فصلنا الثالث قدمنا بطاقة تعريفية لمركز الردم التقني بباتنة حيث أشرنا إلى قائمة النفايات المسموح بها و غير المسموح بها و الخطة المتبعة لإنتاج الغاز الحيوي في هذا المركز .

ثم عرضنا النموذج المصغر الخاص بنا مع ذكر مختلف المواد المستعملة و الخطوات المتبعة في ذلك.

خلاصة عامة

قمنا في هذه الدراسة بإنجاز تركيب تجريبي (نموذج مصغر) لإنتاج الغاز الحيوي عن طريق عملية التحلل اللاهوائي للنفايات العضوية و ذلك بوضع الفضلات (الحمأة , روث البقر , بقايا الفراولة) في ثلاثة دلاء محكمة الإغلاق لتكون بذلك في معزل عن الهواء و تركناها لبضعة أيام في الظروف العادية إلى غاية إنتفاخ البالونات و كانت النتائج على النحو التالي :

- إنتفاخ معتبر في البالون الموصول بالدلو الذي يحوي روث البقر و بهذا فهو أفضل منتج للغاز الحيوي مما يرشح المناطق الريفية كأفضل المناطق للإستثمار في هذا المجال .
- تعتبر الفراولة أفضل مصدر نباتي لإنتاج الغار الحيوي مما يوجب تخصيص أماكن لجمع النفايات العضوية من الأسواق و مصانع العصاءر (الفضلات النباتية) .
- رغم أن الحمأة تنتج الغاز الحيوي بكميات ضئيلة في حالتها الرطبة إلا أن إستغلالها في ذلك يعد حماية للبيئة و الإنسان من أخطار التلوث .

مقترحات و توصيات

من خلال النتائج المتحصل عليها من خلال هذه الأطروحة يوصى ب :

- الإهتمام بمخلفات الحيوانات و خاصة روث البقر و إستخدامه كمادة أساسية لإنتاج البيوغاز.
- البدء في سلسلة أبحاث متقدمة لتطوير نماذج مناسبة لتلبية الإحتياجات اليومية من الغاز و الأسمدة العضوية لتحسين ظروف مربي الحيوانات في المناطق الريفية .
- دعم هذا النشاط من خلال مربي المواشي أو الجهات العلمية المختصة للوصول لإستفادة مثالية أو تشجيع القطاعات الخاصة على إعانة مجال البحث .
- يمكن الإستفادة المنزلية خاصة في الريف بعمل وحدات خاصة بإنتاج البيوغار لكثرة هذه المخلفات مما يوفر الطاقة التقليدية .
- اللجوء الى هذه التقنية يساعد على :
- إنتاج طاقة نظيفة تخلص البيئة من أخطار التلوث و الإحتباس الحراري.
- يساهم مساهمة فعالة في النهوض بالإقتصاد الزراعي من خلال الحصول على سماد البيوغار و تقليل إستخدام السماد الكيماوي وكذلك التقليل من نسبة البطالة من خلال خلق فرص عمل في الأرياف .
- الحد من الأمراض الناتجة عن التلوث و كذلك الحد من تواجد الحشرات خاصة الذباب و البعوض و هذا يؤدي إلى تقليل الإصابة بالأمراض . [17]

فهرس المراجع

[1] https://mawdoo3.io اطلع عليه بتاريخ :2024/01/04.

[2] https://tadamsanews.dz اطلع عليه بتاريخ :2024/01/04.

[3] https://attaqa.net اطلع عليه بتاريخ 2024/02/22.

[4] بوجبيار صهيب ،برقوق روفيدة،"الهيدروجين الأخضر-انتاج الهيدروجين الأخضر بإستعمال الطاقة الشمسية" مذكرة لنيل شهادة أستاذ تعليم متوسط تخصص فيزياء المدرسة العليا لأساتذة التعليم التكنولوجي سكيكدة ،2023.

[5] https://sotor.com اطلع عليه بتاريخ 2024/02/22.

[6] د.سمير سعدون مصطفى،د.بلاد عبد الله ناصر،أ.مخمود خضر سلمان "كتاب الطاقة البديلة مصادرها وإستخداماتها" .

[7] دكتور مهندس :محمد مصطفى محمد الخياط كتاب الطاقة -مصادرها - أنواعها - إستخداماتها , يوليو 2006.

[8] دلاش وليد،هبية إسماعيل،"دراسة تجريبية لتأثير تغير المقطر الشمسي على إنتاجية الماء النقي "،2022 لنيل شهادة ماستر أكاديمي تخصص طاقوية بجامعة قاصدي مرباح،ورقلة.

[9] Source: A. Saadi , Hydrogen production horizon using solar energy in Biskra , Algeria. Int J Hydrogen Energy. 2016 p 2

[10] د.سمير سعدون مصطفى،د.بلاد عبد الله ناصر،أ.مخمود خضر سلمان "كتاب الطاقة البديلة مصادرها وإستخداماتها ."

[11] https://fac.ksu.edu.sa/sites/default/files/lgz_lhywy-ljdyd.pdf

[12] الدكتور سعيد خليفة الحموي ، كتاب "أساسيات إنتاج الطاقة (البترول – الكهرباء – الغاز)".

[13] بلقاسم مسلم . صبرين قرميط مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي في التنوع الحيوي و المحيط , الموضوع : تثمين النفايات العضوية في الوسط اللاهوائي كلية علوم الطبيعة و الحياة جامعة الشهيد حماه لخضر –الوادي-.

[14] https://www.cder.dz/ اطلع عليه بتاريخ 10فيفري2024.

[15] ا.د محمد العايب , مجلة قضايا فقهية و إقتصادية معاصرة المجلد 03 , العدد02 (2023) "إعادة تدوير النفايات المنزلية كالية لحماية البيئة – مركز الردم التقني باتنة نموذجا".

[16] إدارة مركز الردم التقني باتنة – البيار–

[17] ا.د /سمير الشيمي رئيس بحوث معهد الأراضي و المياه و البيئة (مقال عن تحويل المخلفات الحيوانية الى طاقة و سماد – بيوغاز).

[18] Advanced technologies – 12(1)(2023) 20/28 : BIODIESEL PRODUCTION FROM STRAWBERRY POMACE SEED OIL

ملخص

يواجه منتجو الطاقة اليوم مشكلة كبيرة: كيفية تلبية الطلب المتزايد على جميع أنواع الطاقة. ولتوضيح مدى البحث في هذا المجال، قمنا بهذه الدراسة بالمركز التقني للردم باتنة. وفي هذا السياق، تمت محاكاة العملية من خلال تصميم وتركيب نموذج مصغر لإنتاج الغاز الحيوي بالمدرسة العليا لسكيكدة. وباستخدام روث البقر والفراولة والحمأة حصلنا على نتائج مرضية للغاية. وبالتالي فإن إنتاج الطاقة الحيوية من النفايات يشكل حلا بديلا للتنمية المستدامة في الجزائر على أسس صحية وبيئية واقتصادية.

الكلمات المفتاحية:

الغاز الحيوي - روث البقر - الفراولة - النفايات.

Résumé

Aujourd'hui, les producteurs d'énergie sont confrontés à un problème majeur : comment répondre à la demande croissante de tous types d'énergies. Pour démontrer l'ampleur de la recherche dans ce domaine, nous avons mené cette étude au niveau du Centre Technique de Remblayage de Batna. Dans ce contexte, le procédé a été simulé par la conception et l'installation d'un modèle miniature de production de biogaz au sein de l'Ecole Supérieure de Skikda. En utilisant de la bouse de vache, des fraises et des boues, nous avons obtenu des résultats très satisfaisants. Ainsi, la production de bioénergie à partir de déchets constitue une solution alternative pour un développement durable en Algérie sur une base saine, environnementale et économique.

Mots clés:

Biogaz - bouse de vache - fraises - déchets.

Summary

Today, energy producers face a major problem: how to meet the growing demand for all types of energy. To demonstrate the extent of research in this field, we conducted this study at the Batna Backfilling Technical Center. In this context, the process was simulated by the design and installation of a miniature model of biogas production at the Skikda Higher School. By using cow dung, strawberries and sludge, we obtained very satisfactory results. Thus, the production of bioenergy from waste constitutes an alternative solution for sustainable development in Algeria on a healthy, environmental and economic basis.

Key words:

Biogas - cow dung - strawberries - waste.