الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمـه لخضـر الوادي
كلية التكنولوجيـــــا

مذكـرة تخرج لنيل شهـادة
ماستـــــر أكاديمـــي

ميدان: العلوم والتكنولوجيا
شعبة: هندسة الطرائق
تخصص: هندسة كيميائية
من إعداد الطلبة:

- محمد عبدالحكيم منصور علي
- أحمد عبد الله سلمان
- صرصار سليـــــم

الجيل الثاني من الوقود الحيوي

نوقشت يوم: 2021/06/17

لجنة المناقشة:

الاسم واللقب	الجامعة	الصفة
د.محمد الطيب وصيف خالد	جامعة الوادي	مؤطر
د.زغود العيد	جامعة الوادي	رئيس
د.بن عمر محمد العربي	جامعة الوادي	مناقش

السنة الجامعية: 2021/2020

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي
كلية التكنولوجيـــــا

مذكرة تخرج لنيل شهـادة
ماستـــــر أكاديمـــي

ميدان: العلوم والتكنولوجيا
شعبة: هندسة الطرائق
تخصص: هندسة كيميائية

من إعداد الطلبة:

- محمد عبدالحكيم منصور علي
- أحمد عبد الله سلمان
- صرصار سليـــم

الجيل الثاني من الوقود الحيوي

نوقشت يوم: 17 /2021/06

لجنة المناقشة:

الاسم واللقب	الجامعة	الصفة
د.محمد الطيب وصيف خالد	جامعة الوادي	مؤطر
د.زغود العيد	جامعة الوادي	رئيس
د.بن عمر محمد العربي	جامعة الوادي	مناقش

السنة الجامعية: 2021/2020

إهداء 1

أحمد الله مخرج النور بعد الظلام أحمده ربي رزقني حسن المسير كلمات شكر وامتنان لمن كانوا لنا مثل الشموع في الليالي المظلمات أهدي تخرجي

إليك يانبع العطاء ورمز العمل والصرامة إليك يا أعز مخلوق في الدنيا"أبي"

الى التي حملتني وهنأ ووضعتني وهنأ إلى "أمي" التي سهرت الليألي لأنام في أمان

إلى أمي التي لو أعطيتها كل مافي الدنيا ما وفيت أجرها ،إليك يا أمي ياأعز ماأملك
إلى الذي لم يبخل علي بشيء احتجته الي من سهر وتعب من أجل راحتي

ومهما قلت فلن أوفيكما حقكما مقابل الجهد الذي قدمتموه في رعايتي وتربيتي

أمي و أبي أنتما المصباح الذي ينير طريقي بدعوتكما

الي من هو بمثابة الاب الي من ساند وائيد وكان خير سند في مشواري الدراسي "خالي"

وإلى من وقفو بجانبي وشجعوني الى من أشتد بهم في الحياة
اخواني الاعزاء
إلى روافد الوفاء الى نبع المحبة والحنان وأغلى ما أملك
أخواتي العزيزات
إلى أسرتي إلى أصدقائي وزملائي
إلى كل من ساهم ولو بحرف في حياتي الدراسية
الئ كل من نساهم قلمي ولم ينساهم قلبي
إلى كل زملائي أهدي هذا العمل، الذي أسال الله تعالى أن يتقبله خالصً

محمد عبد الحكيم منصور

إهداء 2

أحمد الله مخرج النور بعد الظلام أحمده ربي رزقني حسن المسير كلمات شكر وامتنان لمن كانوا لنا مثل الشموع في الليالي المظلمات

أهدي تخرجي:

ابي العزيز لقد نلتُ ماتمنيتة لي فقد اقطفت زرعك الذي انبتة لي فلو لاك لما كان لي شئناً ولا وجود (رحمك الله وغفر لك وأسكنك فسيح جناته)

الى اروع حب في الوجود التي مهما تألقت في شكرها ومدحها لن أعطيها حقها فقد غمرتني بحبها وحنانها وخوفها واهتمامها حتى وصلت الى ما انا علية اليوم دون أن تمل أو تتعب ولا زالت دعواتها سر نجاحي وتخرجي ونور لكل خطوة اخطوها في حياتي فشكرا (أمي الغالية)

اعلم يا أبي علم اليقين بأنك نصائحك لي لازالت امامي وخلفي وان يدك بضهري تدفعني الى الامام نحو التقدم

والرقي فأخوتي ومساعدتهم لي ووقوفهم إلى جانبي طوال هذه الفتره

اشكركم يا من كنتم بمثابه الاب (حافظ و محمد.)

الى مصدر سعادتي وفرحي إلى ارق القلوب واطيبها

الى من بهن اكبر وعليهم اعتمد اليكن يا من بكم عرفت معنى الحياه ادامكن الله نعمه لي وحفظكن (خواتي الكريمات.)

إلى الذين وقفوا بجانبي بدعائهم لي (عائلتي الكريمه.)

الأستاذة الغالية (إلهام مسعي)، شموع كثيرة

تحترق، لتنير دروب الآخرين عطاء وآمال، وتضحيات شتى تنثر، من أجل الوصول للأسمى

لم أكن أرغب بأن تكون هذه الأيام مجرد ذكرى تنطوي من مخيلتي

الى اخوه لم تلدهم امي بل ولدتهم الايام فصاروا رفقاء الدرب والغربه (اصدقائي الاعزاء).

أبي امي اخواني اخواتي اهلي معلميني شكرا لكم لدعواتكم لابتساماتكم لمساعدتكم لحبكم ..... احبكم

أحمد عبدالله سلمان

إهداء 3

إلى سبب وجودي في هذا الكون والديا
العزيزين رحمهما الله
وطيب ثراهما واسكنهما الجنة.
إلى شريكة الدرب زوجتي الحبيبة
إلى أحبائي وأزهار حياتي "أبنائي، برآء،
ملاك، آية"
إلى إخواني الأحبة وأختي الوحيدة حفظها الله
إلى عائلتي الثانية عائلة زوجتي وخاصة
الوالدين الكريمين حفظهما الله
إلى كل الأصدقاء وإلى كل زملاء العمل.
إلى كل من يرفع مشعل التغيير نحو الأفضل
بإخلاص
إلى كل من يحمل في قلبه الإيمان والمحبة
الصادقة.

سليم

شكر وتقدير

إن الحمد لله نحمده حمدا كثيرا طيبا مباركا فيه كما ينبغي و جلاله و وجهه و عظيم سلطانه و نستعينه و نستغفره و نستهديه، من يهده الله فلا مضل له و من يظلل فلا هادي له، و أشهد أن لا إله إلا الله وحده لا شريك له و أن محمدا عبده و رسوله صلى الله عليه و سلم.

إن مما علمنا به ديننا الحنيف أن نذكر الفضل لأهله و أن نشكرهم على صنيعهم معنا و عرفانا بجميلهم علينا ، يشرفني و يسرني أن أذكر بالثناء و جزيل الشكر و التقدير أستاذنا الكريم **الدكتور محمد الطيب وصيف خالد** على كل ما قدمه من عطاء وتوجيهات و نصائح و سعة صدر لإتمام هذه المذكرة.

أيضا نتقدم بجزيل الشكر للجنة المناقشة **الدكتور بن عمر محمد العربي** و **الدكتور زيغود العيد** لتواضعهم في مناقشة هذه المذكره وتصحيحها.

كما أقدم الشكر و الامتنان و العرفان منا للدكتور:**جميل جمال قاسم حسن** على دعمة وتشجيعه ، الذي لم يدخر جهدا لمساعدتنا وتوجيهنا و إرشادنا و مساندتنا، فوجدته حاضرا كلما تطلب الأمر.

كذلك أذكر بالثناء و الوفاء زملائي و اصدقائي الذين لم يدخروا جهدا في مساعدتنا و مساندتنا و حثهم على تجاوز المصاعب بكل عزيمة، فهي كلها عطاء صادق.

أريد هذه الشهادة كالبصمة التي لا تزول و ترافق مدى الحياة.

وختاما أسال الله العلي القدير أن يبارك لهم في عمرهم وعلمهم وأهاليهم و ما لهم و في طاعة الله عز و جل.

الفــهرس

ألإهـــداء

الشكـــر

الفهـــرس

قائمة الاشـكال

قائمه الجـــداول

المقدمة العامة

الفصل الاول :الطاقات المتجددة

I. 1 المقدمـــة 2

2.I مدخل إلى الطاقات المتجددة 2

3.Iالطاقة المتجددة وأسباب البحث عن المصادر البديلة للطاقة 2

4.I أسباب و دوافع البحث عن مصادر بديلة للطاقة التقليدية 2

1.4.I التوفيق بين استهلاك الطاقة وإحترام البيئة 3

2.4.I أمن الطاقة العالمي 4

3.4.I الاستعداد لنفاذ مصادر الطاقة الأحفورية مع انخفاض تكلفة الطاقات المتجددة.....4

I. 4.4 مفهوم الطاقات المتجددة.....4

5.4.I أهمية الطاقة المتجددة 5

5.I مصادر الطاقات المتجددة.....5

1.5.I الطاقة المستمدة من أشعة الشمس(Solar Energy) 5

1.1.5.I إمكانات تقنيات الطاقة الشمسية والمقارنة بين مواقع تمركزها 6

2.1.5.I الآفاق المستقبلية لتكنولوجيا الطاقة الشمسية 8

I.3.1.5 فوائد تقنيات الطاقة الشمسية..... 9

I.4.1.5 أنواع الواح الطاقة الشمسية..... 10

I.5.1.5 الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطريقة توليد الكهرباء..... 10

I.2.5 طاقة الرياح(Wind Energy) 13

I.1.2.5 تاريخ استغلال طاقة الرياح 13

I.2.2.5 تهيئة مزرعة الرياح وطريقة تثبيت التوربينات 15

I.3.2.5 نظام تحويل طاقة الرياح بسرعة ثابتة 16

I.4.2.5 أنواع وتصميمات توربينات الرياح أفقية المحور..... 16

I.3.5 طاقة الكتلة الحيوية(Biomass) 18

I.4.5 الطاقة المائية(Hydropower Energy) 19

I.1.4.5 الطاقه المائيـة(الكهرومائيه) 20

I.2.4.5 الطاقة المائية في البلدان النامية 21

I.3.4.5 طاقة المحيطات(Ocean Energy) 21

I.4.4.5 طاقة تحويل حرارة المحيطات (OTEC) Ocean Thermal Energy Conversion 22

I.5.5 طاقة الحرارة الجوفية أو حرارة باطن الأرض..... 25

I.6 استخدامات وتكنولوجيات الطاقات المتجددة 25

I.1.6 استخدامات الطاقة الشمسية 25

I.1.1.6 استخدامات الطاقة الشمسية 25

I.2.1.6 استخدامات الطاقة الشمسية في تحلية المياة..... 25

I.3.1.6 استخدامات الطاقة الشمسية في الزراعة 26

I.2.6 استخدامات طاقة الرياح 26

I.1.2.6 طرق الاستفادة من حرارة البحار والمحيطات 27

I.2.6.2 استخدامات تكنولوجيات الكتلة الحيوية 27

I.2.6.3 استخدامات الطاقة المائية 27

I.2.6.4 استخدامات الطاقة الحرارية المتولدة من جوف الأرض 27

I.2.6.5 استخدامات الطاقة الهيدروجينية 28

الفصل الثانـــــي: الوقود الحيوي

II.1مقـدمة 29

II.2 الوقود الحيوي 29

II.2.1 أشكال الوقود الحيوي 30

II.2.2 أجيال الوقود الحيوي 30

II.3 مصادر الوقود الحيوي 33

II.4 أنواع الوقود الحيوي 33

II.4.1 الوقود الحيوي الصلب 33

II.4.2 وقود الغاز الحيوي 34

II.4.3 وقود الديزل الحيوي 34

II.4.3.1 الديزل الحيوي 34

II.4.3.2 الزيوت النباتية 34

II.4.3.3 التركيبة الكيميائية للأحماض الدهنية 34

II.4.3.4 أنواع الزيوت النباتية 35

II.5 الاتجاهات العالمية لإنتاج الوقود الحيوي 35

II.5.1 دوافع الاتجاه العالمي نحو انتاج الوقود الحيوي 35

II.5.2 مزايا الوقود الحيوي:Advantage of biofuel 36

II.5.3 مساوئ الوقود الحيوي: Disadvantages of biofuel 37

II.5.4 أهم مميزات الوقود الحيوي 37

II.5.5 الإنتاج العالمي للوقود الحيوي 37

1.5.5.II جائحة كورونا والوقود الحيوي.....39

الفـصل الثـالث: الجيل الثاني من الوقود الحيوي

1.III مقدمـة 41
2.III الجيل الثاني من الوقود الحيوي 41
3.III الديزل الحيوي 42
1.3.III تعريف الديزل الحيوي.....42
2.3.III التعريف التقني لكلمة بيو ديزل 42
3.3.III التركيبة الكيميائية للديزل الحيوي.....42
4.3. III مميزات الديزل الحيوي.....42
5.3.III طرق إنتاج الديزل الحيوي 43
6.3.III الأسترة الانتقالية (transestiréfications) 43
7.3.III مراحل أنتاج الديزل الحيوي 44
8.3.III العوامل المؤثرة في تفاعلات الأسترة الانتقالية 45
9.3.III مميزات إنتاج الديزل الحيوي من الزيوت والدهون.....45
10.3.III خصائص الديزل الحيوي 45
4.III الغاز الحيوي 47
1.4.III لمحة تاريخية.....47
2.4.III تعريف الغاز الحيوي 47
3.4.III المواد المنتجة للغاز الحيوي 47
4.4.III تركيب الغاز الحيوي ومكوناته.....48
5.4.III مميزات استخدام الغاز الحيوي.....49
6.4.III كمية الطاقة الموجودة في الغاز الحيوي 49
7.4.III مراحل إنتاج الغاز الحيوي (مراحل التحلل اللاهوائية) 50

الخاتمـــة

قائـــــــمة المراجع

الملخص

قائمـــة الاشكـــال

الشكل	العنـــوان	رقم الصفحة
الشكل I.1	متوسط توزيع الإشعاع الشمسي السنوي على سطح الأرض.	**7**
الشكل I.2	الترتيب العالمي لعام 2020 لقدرة توليد الطاقة الشمسية بالميجا واط.	**8**
الشكل I.3	مبدأ عمل نطاق التكافؤ وفجوة النطاق (GAP) ونطاق التوصيل عازل وموصل وأشباه موصلات.	**11**
الشكل I.4	الخلية الكهروضوئية.	**12**
الشكل I.5	إستغلال طاقة الرياح في العقد الاخير.	**14**
الشكل I.6	المكونات الرئيسية لنظام توربينات الرياح.	**15**
الشكل I.7	انواع توربينات توليد طاقة الرياح	**17**
الشكل I.8	آلية توليد الكهرباء بالاعتماد على طاقة المياه.	**19**
الشكل I.9	إحصائيات تطور استغلال الطاقه الكهرومائية في العالم.	**20**
الشكل I.10	مخطط بسيط لدورة كلود (الدورة المفتوحة)	**23**
الشكل I.11	الدورة المفتوحة (دورة كلود) ب- مخطط الانتروبي –درجة الحرارة	**23**
الشكل I.12	مخطط لمنظومة مغلقة تستخدم لاستغلال طاقة حرارة المحيطات.	**24**
الشكل II.1	مراحل إنتاج الوقود الحيوي للجيل الأول.	**30**
الشكل II.2	مراحل إنتاج الوقود الحيوي للجيل الثالث	**31**
الشكل II.3	مراحل إنتاج الوقود الحيوي للجيل الرابع	**32**
الشكل II.4	قصب السكر .	**33**
الشكل II.5	تطور الإنتاج العالمي للوقود الحيوي.	**38**
الشكل II.6	الانتاج العالمي من الوقود الحيوي.	**39**
الشكل II.7	مؤشرات اسعار الطاقة والاسمدة	**40**

الشكلIII.1	معادلة توضح التفاعل الكيميائي العام لانتاج الديزل الحيوي	**44**
الشكلIII.2	المراحل العملية لانتاج الديزل الحيوي	**46**
الشكلIII.3	المواد المنتجة للغاز الحيوي	**47**
الشكلIII.4	مقارنة بين القيمة الحرارية للغاز الحيوي وأنواع الوقود التقليدية	**50**

قائـــــمة الجداول

الجدول	العنوان	رقم الصفحة
الجدول I.1	مزايا وعيوب الطاقة الشمسية الكهروضوئية	**12**
الجدولI.2	التناسب بين حجم الدوار وأقصئ حجم الطاقة المنتجة	**16**
الجدولIII.1	مكونات الغاز الحيوي ونسبها	**48**
جدول III.2	خصائص غاز الميثان	**49**

المقـــدمة

المقدمة العامة

يستخدم الإنسان الطاقة بشكل يومي لتوفير حاجته من الحرارة والضوء والقوة الكهربائية والتي غالبا ما يكون مصدرها من الوقود المحترق، فبالرغم أن هناك العديد من أنواع الوقود المختلفة إلا أن ما يعد رئيسيا منها هو الفحم والنفط والغاز واليورانيوم، وتأتي جميع أنواع الوقود هذه من القشرة الأرضية، والتي يطلق عليها الوقود الأحفوري لأنها تنتج عن بقايا الحيوانات التي ماتت منذ ملايين السنين.

ولأن هنالك من المشاكل ما يعتري أنواع الوقود الأحفوري هذه لأنها تتوفر في الأرض بكميات محدودة، وحالما نستهلك جميع مصادرها فسنفقد الطاقة التي تحويها إلى الأبد، إضافة إلى أننا نحرق هذه الأنواع للحصول على الطاقة مما يؤدي إلى تلوث الهواء بفعل عوادم الغاز .يسعى العلماء والمهندسون في أرجاء العالم قاطبة للبحث عن طرق جديدة لتوفير الطاقة من خلال إيجاد مصادر للطاقة لا تنضب ولا تلوث الهواء في الوقت نفسه، وحتى الآن لم يجد العلماء إلا مصادر أربعة للطاقة، وهي الطاقة الحرارية الموجودة في الصخور في الأرض، والطاقة من المياه المالحة، ومن ضوء الشمس، ومن قوة الجاذبية، حيث يمكن توفر هذه المصادر دون حدوث تلوث، ورغم إمكانية استخدام النفايات لتوفير الطاقة إلا أنها تسبب التلوث نتيجة الإحراق، ويطلق على هذه المصادر مصادر الطاقة المتجددة، لأنها لا تنضب مهما كان استخدامها.

ومع زيادة الطلب على مصادر الطاقة التقليدية مثل الفحم والغاز تحتم على العالم البحث عن مصادر بديلة، وبخاصة المصادر المتجددة مثل الطاقة الشمسية والطاقة الحرارية الأرضية والمائية، وطاقة الهيدروجين والأمواج وطاقة الكتلة الحيوية والطاقة النووية.

تتكون هذه المذكره من ثلاثه فصول تلخص تفصيلاً:

يتمحور الفصل الاول علي الطاقة المتجدده بشكل عام وفوائدها , وتحدثنا في الفصل الثاني عن الوقود الحيوي وأجيال الوقود الحيوي بشكل عام , حيث أن الفصل الثالث وضحنا الجيل الثاني من الوقود الحيوي وطرق إنتاج Biogaz, والايثانول ,biodisel.

الفصل الاول

الطاقات المتجـددة

I. 1 المقدمـــة

نظراً لتزايد عدد السكان ، فإن الطاقة من موارد الوقود الأحفوري النفط والفحم والغاز الطبيعي أو النووي أصبحت غير كافية لتلبية احتياجات العالم المتنامية من الطاقة. لذلك من الضروري إيجاد حل قابل للتطبيق ، مثل إنتاج الكهربا من مصادر الطاقة المتجددة ، والتي تمثل حلاً للمستقبل ، لأنها أقل تلويثا واقتصادية. حيث الطاقة الشمسية مهمة ، تعد الخلايا الكهروضوئية واحدة من أفضل الطرق لإنتاج الكهرباء.تنتمي أنظمة الخلايا الضوئية إلى ديناميات الطاقات الخضراء التي تعد برنامجًا طموحًا يعتمد على كفاءة الطاقة والتنمية المستدامة.وكذلك استغلال العديد من الدول لطاقة المياه من البحار والمحيطات وايضا طاقة الرياح في توليد الطاقة . وهذا ما سوف نقوم بتفصيله في هذا الفصل.

I.2 مدخل إلى الطاقات المتجددة.

لقد طور الإنسان في العصر الحديث إمكانيات الاستفادة من الطاقات المتجددة، والتي تتصف بأنها طاقات دائمة ونظيفة ولا تنضب، شأنها في ذلك شأن الطاقة التي يمكن الحصول عليها من الرياح ومن جريان المياه أو غير ذلك من الظواهر الطبيعية التي يمكن إنتاج الطاقة منها، كما أدرك العالم جليا الخطر الكبير الذي يسببه استخدام مصادر الطاقة الأخرى والشائعة(الفحم، النفط، الغاز الطبيعي و الطاقة النووية)في تلوث البيئة وتدميرها، مما يجعل الطاقة المتجددة الخيار الأفضل.

ولفهم مختلف جوانب الطاقة المتجددة سلطنا الضوء في هذا المبحث على مفهوم الطاقات المتجددة والأسباب الرئيسية التي تدفع بمختلف دول العالم إلى السعي الحثيث لتطوير قدراتها من الطاقات المتجددة، أهمية الطاقة المتجددة وخصائصها وكذا الآثار الناجمة والمصاحبة لإدخال الطاقات المتجددة ضمن المنظومات الطاقوية.

I.3 الطاقة المتجددة وأسباب البحث عن المصادر البديلة للطاقة.

إن قلة الاحتياطات من الطاقات التقليدية وعدم توفرها في العديد من الدول وكذلك المشاكل التي ترتبت عليها من تلوث البيئة وتذبذب الأسعار في الأسواق الدولية وتآكل طبقة الأوزون جعل من البحث عن بديل لها أمرا ملحا، ولعل أهم تلك البدائل نجد الطاقات المتجددة.

I.4 أسباب و دوافع البحث عن مصادر بديلة للطاقة التقليدية.

لقد صدر ويصدر العديد من الكتب والمجلات والبحوث حول مصادر جديدة للطاقة، وبدائل عن الطاقة الناجمة من حرق المواد الحفرية .كذلك ترى العشرات إن لم تكن المئات من المواقع على الانترنت لمراكز البحوث والجامعات والجهات المعنية بالطاقة أو بالبيئة الحكومية منها وغير الحكومية، وتقريبا جميع الدول الصناعية وعدد كبير من الدول الأخرى ؛ كلها تتكلم عن هذا الموضوع فمنها ما يتكلم عن الطاقة النووية وتطوراتها، ومنها ما يتكلم عما يسمى الطاقة المتجددة[1] .

وعليه فالبدائل المطروحة يمكن تقسيمها إلى قسمين، أولهما هو الطاقة النووية اولتي يتم توليدها عن طريق التحكم في تفاعلات انشطار أو اندماج الأنوية الذرية، وتستغل هذه الطاقة في محطات توليد الكهرباء النووية لتسخين المياه وإنتاج بخار الماء الذي يستخدم بعد ذلك لإنتاج الكهرباء اولطاقة النووية هي أشد أنواع الطاقة المعروفة فاعلية، وقد وجد العلماء استعمالات كثيرة لهذه الطاقة، ولاسيما في إنتاج الكهرباء، ولكنهم لم يستطيعوا حتى

الآن الاستفادة من كامل قدراتها ويمكن أن تزود الطاقة النووية العالم كله بالكهرباء لملايين السنين ولو أمكن تطويرها تطويرا كاملا[2] وثاني تلك البدائل في الطاقة المتجددة وتشمل الكهرباء المائية المتولدة من السدود المقامة على الأنهار والطاقة الجيوحرارية والوقود الحيوي والطاقة الشمسية والرياح وطاقة المد والجزر، فهي تختلف عن سابقتها في أنها مصادر طاقة لا تنفذ مع استخدامها، ولكنها تتجدد تلقائيا[3].

ليس الحل في تدبير الوقود النووي لإنتاج الكهرباء بقدر توسيع الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة، نتيجة ما يسببه إستخراج اليورانيوم وتخصيبه من أشكال التلوث المتعددة بالغة الأثر البيئي، وكذلك مشكلات مواقع المحطات النووية ومشاكل التخلص من مخلفات الوقود النووي . والفرق من الناحية الاجتماعية والاقتصادية، أن الشمس ومشتقاتها كالهواء والأمواج والمياه والكتلة الحيوية تزود الأرض بالطاقة بنسبة تفوق في الكمية قدر ما تستهلكه البشرية حاليا من طاقات نووية وعضوية بنحو خمسة عشرة ألف مرة، وكان الأولى أن يصدر مجلس دول العالم معاهدة بيئية للتنمية المستديمة بالاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة بدلا من إطلاق ضريبة الكربون وسوقها التجارية للحد من الانبعاثات الغازية.

ومن ناحية المميزات النسبية للطاقة المتجددة مقارنة باستخدام الطاقة النووية، يمكن حصرها في[4] :

- خفض نسب الإشعاعات الذرية بالغلاف الجوي وما يتبعها من خسائر مادية وبشرية؛
- تقليل الانبعاثات الغازية المتسببة في ظاهرة الاحتباس الحراري؛
- تخليص الأجيال القادمة من مخاطر إدارة النفايات الذرية؛
- تزايد فرصة العمل البديلة بما توفره من الوظائف الثابتة بقطاع الطاقة؛
- نشر ثقافة المعيشة الخضراء وانتعاش أسواقها العالمية؛
- رفع معطيات الحضور البشري الإيجابية مع تلاشي مخاوف الحياة على الكرة الأرضية.

توجد مجموعة من الأسباب الرئيسية تدفع العالم نحو تطوير واستخدام مصادر طاقوية بديلة منها:

I.1.4 التوفيق بين استهلاك الطاقة وإحترام البيئة

يعد استهلاك الطاقة السبب الأول في تلوث البيئة، فانبعاثات الكربون وثاني أكسيد الكبريت واليورانيوم والغبار تعد أسباب رئيسية في ارتفاع حرارة الأرض، والامراض التي تصيب الجهاز التنفسي، وببساطة أكثر تشبع الهواء في بعض المدن الكبرى (المكسيك، بانكوك)، وتكمن الصعوبة كلها في عدم عرقلة التطور الاقتصادي الضروري، وذلك عبر تقليل تأثير استهلاك الطاقة على الطبيعة، وهذه مسؤولية عالمية ومحلية، لذا يجب على الحكام، الصناعيين والمواطنين جميعا الاهتمام بهذه المسألة.

وتعد أوروبا الرائدة في هذا المجال، وللولايات المتحدة والأسواق الناشئة تحفظات بهذا، معتبرين أن الالتزامات التي تقترحها أوروبا بمثابة عقوبات تفرض على اقتصاداتها، وعلى الرغم من ذلك، فثمة حلول يمكنها الحد من ارتفاع التلوث :الحد من الطلب على الطاقة، تطوير الطاقات المتجددة، تغيير سلوك الاستهلاك...الخ.

I.2.4 أمن الطاقة العالمي

تظهر التوقعات الحالية للاستهلاك العالمي للطاقة استمرار ارتفاع الطلب، المعتمد في تلبيته بدرجة كبيرة جدا عن مصادر الطاقة الأحفورية وخاصة البترول، ويتركز هذا الطلب في الدول الصناعية، في حين تتركز منابع الإنتاج في منطقة شبه الجزيرة العربية، وهي منطقة مملوءة بالصراعات. كما يضع النمو السريع لدول نامية كالصين والهند ضغطا متزايدا على أسواق البترول العالمية، وهي مشكلة من المرجح أن تتفاقم مع مرور الوقت .أضف إلى كل ذلك أن إستمرارية استهلاك مصادر الطاقة الأحفورية بنفس المعدل سيؤدي إلى استنزاف هذه المصادر واحتمال نضوبها خلال عقود قليلة قادمة، وهو الأمر الذي إذا تحقق سيؤدي إلى صدمة عالمية كبرى بالنظر إلى ارتباط اقتصاديات الدول بها، كما سيؤدي إلى زيادة حدة تخلف الدول النامية لأنها في حاجة أكبر للطاقة من أجل دفع عجلة تنمية اقتصادياتها، وعليه ومن أجل تحقيق استدامة قطاع الطاقة لابد من البحث وتطوير المصادر المتجددة لتلبية هذا التزايد في الطلب.

وتقترب البشرية مما يسمى بمرحلة نفاذ البترول، إن الوقود الأحفوري له حياة محددة، كما أن" ذروة النفط " حيث يتجاوز استخدامه الإنتاج يعتقد أنها فترة وشيكة للغاية إن لم تكن قد بدأت بالفعل، ويعتمد العالم المتقدم إلى حد كبير على الوقود الأحفوري، وتتواجد الكثير من مصادره في المناطق التي تعاني من اضطرابات سياسية، إن ضمان أمن الطاقة وإستمرار توافرها يعد تحديا كبيرا .ويرى المؤيدون للطاقة النووية أن استخدامها قد يعزز أمان الطاقة نظرا لتوافرها بكثرة، كما يمكن استخدام استراتيجيات إعادة المعالجة لمضاعفة العمر الافتراضي للوقود المستهلك[5].

I.3.4 الاستعداد لنفاذ مصادر الطاقة الأحفورية مع انخفاض تكلفة الطاقات المتجددة

يواجه هذا التحدي الكبير البترول والغاز الطبيعي، بصورة خاصة، فلم يتبق من احتياطي هذا المصدر للطاقة إلا ما يكفي لعشرات السنين فقط، وعلى الرغم من كثرة الخيارات المستقبلية إلا أن التقنيات الحديثة لهذه الخيارات مازالت في مرحلة التجربة، في الوقت الذي يجب إلا تبقى مشاريع على الورق، وتعد خلايا الوقود والانصهار النووي تحديدا من الأفكار الرئيسية[6].

I. 4.4 مفهوم الطاقات المتجددة.

تعرف الطاقات المتجددة على أنها: الطاقة المتجددة هي الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو التي لا يمكن أن تنفذ، وتختلف مصادرها جوهريا عن مصادر الوقود العادي(بترول وفحم وغاز طبيعي)أو الوقود النووي ، وعادة لا تترك الطاقة المتجددة مخلفات كثاني أكسيد الكربون أو غازات ضارة أو تعمل على زيادة الاحتباس الحراري المتجددة من الرياح والمياه والشمس، كما يمكن إنتاجها من حركة الأمواج والمد والجزر أو من حرارة الأرض الكامنة، وعموما فإن إنتاج الطاقة المتجددة ينتج غالبا من محطات القوى الكه رومائية بواسطة السدود العظيمة على مساقط المياه والأنهار، وتخطط بعض الدول لتغطية 20% من احتياجاتها من الطاقة حتى عام 2020 وأكد رؤساء الدول في مؤتمر كيوتو باليابان على تخفيض إنتاج ثاني أكسيد الكربون في الأعوام القادمة، وذلك لتجنب التهديدات الرئيسية لتغير المناخ بسبب التلوث واستنفاذ الوقود الأحفوري، بالإضافة إلى المخاطر الاجتماعية والسياسية للوقود الأحفوري والطاقة النووية[7].

تعرف الطاقات المتجددة على أنها :عبارة عن مصادر طبيعية متجددة، غير ناضبة، نظيفة لا ينتج عن استخدامها أي تلوث، أو قدر قليل منه، فنجد أن الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، والماء والحرارة لا تطرح أي ملوثات، أما إحتراق الكتلة الحيوية (la Biomasse) فإنها تطرح بعض الغازات الملوثة، لكنها أقل كمية من تلك الناتجة عن إحتراق الوقود الأحفوري[8].

وتعرف أيضا :أنها تلك المصادر التي تزداد وتنمو عبر الزمن ولا يؤثر معدل استهلاكها أو استخراجها الحالي على معدل إنتاجها المستقبلي، بل تبقى احتياطاتها قائمة مثل الطاقة الشمسية، والطاقة الهوائية(طاقة الرياح)، والحرارة الجوفية (Géothermal) وطاقة الكتلة الحية وأمواج المحيطات أو كهرباء المساقط المائية[9].

وتعرف الطاقات المتجددة أيضا بأنه مصطلح يستخدم لوصف إمدادات الطاقة التي لا تنتهي، الشمس والرياح والمياه هي أمثلة على الطاقة المتجددة حيث أن استخدامها لإنتاج الطاقة لا يقلل من مخزونها، الوقود الأحفوري هو مثال آخر من الطاقة المتجددة وهو عادة ما ينتج من المواد العضوية[10].

I.5.4 أهمية الطاقة المتجددة

تشكل كل من الطاقة المتجددة والطاقة النووية المصادر الرئيسية للطاقة العالمية خارج الطاقة الأحفورية وهناك اهتمام عالمي كبير بهذين المصدرين كمصادر مستقبلية للطاقة، بحيث تكون بديلا للطاقة الأحفورية والتي تسعى عديد من الدول وخاصة الصناعية منها إلى استبدالها بهذه المصادر الجديدة، إذ يعتبر الدافع الرئيسي الأول للاهتمام بموضوع الطاقات المتجددة هو الدافع البيئي[12].

حيث أن من أهم التأثيرات البيئية المرتبطة باستخدامات الطاقة ما يعرف بظاهرة الاحتباس الحراري، وعلى العكس من ذلك فلاستخدام الطاقة المتجددة أثر معروف في حماية البيئة نتيجة لما تحققه من خفض انبعاثات تلك الغازات ومنه التلوث البيئي، حيث من المتوقع أن تبلغ الانبعاثات الناتجة عن الوقود التقليدي حوالي 190 مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون سنة 2017 بالإضافة إلى الغازات الأخرئ[13].

I.5 مصادر الطاقات المتجددة

تتميز مصادر الطاقة المتجددة بأنها مصادر قابلة للتجدد وبأن استعمالها لم ينتشر بعد على نطاق تجاري واسع، وتختلف هذه المصادر فيما بينها من حيث درجة التقدم الفني ومن حيث جدواها الاقتصادية وأهميتها وفيما يلي سوف نتعرض لمصادر الطاقات المتجددة والإمكانات الطبيعية والجيولوجية المتاحة لهذه المصادر غير الناضبة.

I.5.1 الطاقة المستمدة من أشعة الشمس(Solar Energy)

- **مفهوم الطاقه الشمسية:**

تعرف الشمس على أنها كرة هائلة من الغازات الساخنة، وبنسب الوزن يمثل فيها الهيدروجين ما نسبته 70% والهليوم 25% والكربون والنيتروجين والأكسجين 1.5% لكل منهم، وتمثل باقي العناصر 0.5% تصل درجة حرارة الشمس إلى 5000 درجة مئوية على السطح وحوالي 15000 درجة

مئوية في اللب(المركز)، ومتوسط المسافة بينها وبين الأرض ما مقداره 149.6 مليون كيلومتر يقطعها ضوء الشمس في ثماني دقائق ونصف، أما قطرها فيبلغ 1.4مليون كيلومتر أي أنها أكبر من كوكب الأرض 109 مرة، وهو ما يعني أن الشمس تتسع لحوالي مليون كوكب حجم الأرض[14].

وتمد الشمس الأرض بكميات ضخمة من الضوء والطاقة دون مقابل، فتدفئ طاقة الشمس الحرارية سطح الأرض والبحر والهواء .وطالما استخدم الناس الطاقة الحرارية المجانية المستمدة من الشمس فإذا نظرنا عن كثب إلى الخريطة المبينة نجد أن العديد من دول العالم الفقيرة تتوفر فيها كميات كبيرة من الطاقة الشمسية، مما يعني أن بإمكان الناس في هذه الأقطار استخدام قدر هائل من الطاقة الحرارية المجانية[15]، حيث أن مصدر الطاقة في كل من الغذاء والوقود يرجع إلى الطاقة الشمسية بواسطة التمثيل الضوئي في النبات، فبهذه الطريقة يتحد ثاني أكسيد الكربون ببخار الماء، مع وجود مادة الكلوروفيل الخضراء كحافز للحصول على الكربوهيدرات اللازمة لنمو النبات وإثماره، وليس أنواع الوقود الأحفوري من البترول والغاز إلا بقايا من المواد العضوية الأخرى التي تغذت بها، تراكمت منذ ملايين السنين وتحولت بفعل الحرارة والضغط في باطن الأرض إلى أنواعها ومركباتها الحالية[16].ويتم استغلال الطاقة الشمسية، إما عن طريق استخدام الحرارة الشمسية لتسخين ناقل ما للحرارة لكي تستهلك هذه الحرارة إما مباشرة أو من أجل تحويلها إلى أشكال أخرى للطاقة وبالدرجه الأولى إلى طاقة كهربائية.[17]

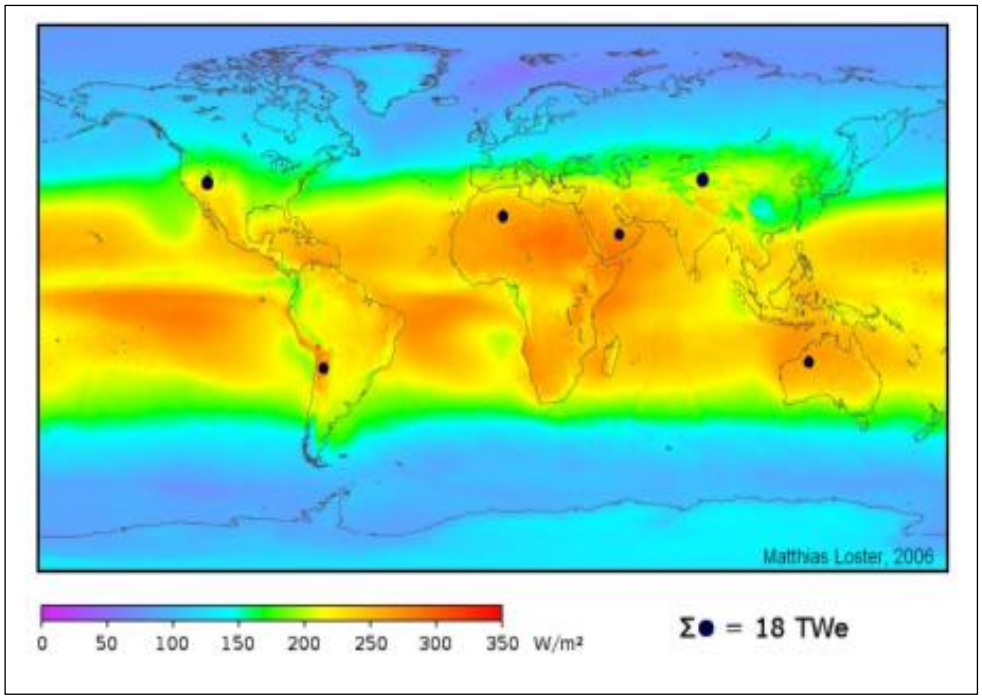
والجدير بالذكر أيضا أن قيمة الطاقة المتجددة لا تقاس بعدد الكيلووات المنتج إنما تقاس بالفوائد الاقتصادية الناتجة من الاستخدامات المباشرة وغير المباشرة للطاقة الشمسية والتطبيقات الأخرى لها لتلبية الاحتياجات الحرارية للفقير والغني على حد سواء في الدول النامية والمتطورة[18].

ويجعل الشكل الدائري للأرض ودورانها حول الشمس أجزائها تتلقى مقادير متباينة من الأشعة الشمسية الحرارية، إذ تسقط أشعة الشمس بشكل شبه عمودي على المناطق الاستوائية والمدارية للأرض وبذلك تكون هذه المناطق أكثر تعرضا لأشعة الشمس وحرارتها من المناطق الشمالية والجنوبية والقطبين الشمالي والجنوبي لها، ويسقط ما مقداره 2500 كيلووات ساعة لكل كيلومتر مربع سنويا في المناطق الحارة من العالم كالقارة الأفريقية ومنطقة شبه الجزيرة العربية وفي أمريكا اللاتينية حيث أن كل متر مربع من سطح الشمس يبعث بطاقة إشعاعية قدرها63.11 ميغاوات مما يعني أن خمس كيلومتر مربع من مساحة سطح الشمس يبعث بطاقة إشعاعية تقدر ب 400 إكساجول سنويا، وهو ما يكفي لتلبية إجمالي الطلب العالمي على الطاقة الأولية في الأرض حاليا[19].

I.1.5.1 إمكانات تقنيات الطاقة الشمسية والمقارنة بين مواقع تمركزها

يمكن استخدام ثلاثة مصادر طاقة متجددة فقط (أي الكتلة الحيوية والطاقة الحرارية الأرضية والطاقة الشمسية) لإنتاج طاقة حرارية كافية لتوليد الطاقة. من بين هؤلاء الثلاثة ، تُظهر الطاقة الشمسية أعلى إمكانات عالمية نظرًا لأن مصادر الطاقة الحرارية الأرضية محدودة في مواقع قليلة وإمداد الكتلة الحيوية ليس موجودًا في كل مكان بطبيعته [20،21]. هناك عدد من العوامل (على سبيل المثال ، خط العرض ، والتغير النهاري ، والمناخ ، والتغير الجغرافي) مسؤولة إلى حد كبير عن تحديد شدة التدفق الشمسي الذي يمر عبر الغلاف الجوي للأرض [22]. يبلغ متوسط كمية الطاقة الشمسية التي يتم تلقيها في الغلاف الجوي للأرض حوالي 342 واط م ^{2} ، منها حوالي. 30٪ مبعثرة أو تنعكس مرة أخرى إلى الفضاء ، تاركة كاليفورنيا. 70٪ (239 واط لكل متر مربع) متاح للحصاد والقبض [23]. يتراوح معدل الإشعاع الشمسي السنوي الفعال من 60 إلى 250 واط

لكل متر مربع في جميع أنحاء العالم [24]. يوضح الشكل 2 متوسط الشدة السنوية للإشعاع الشمسي على سطح الأرض. أظهرت الأبحاث أن مناطق "النقطة السوداء" يمكن أن توفر أكثر من إجمالي الطلب العالمي على الطاقة الأولية ، بافتراض تحقيق كفاءة تحويل منخفضة تصل إلى 8٪ .[25]



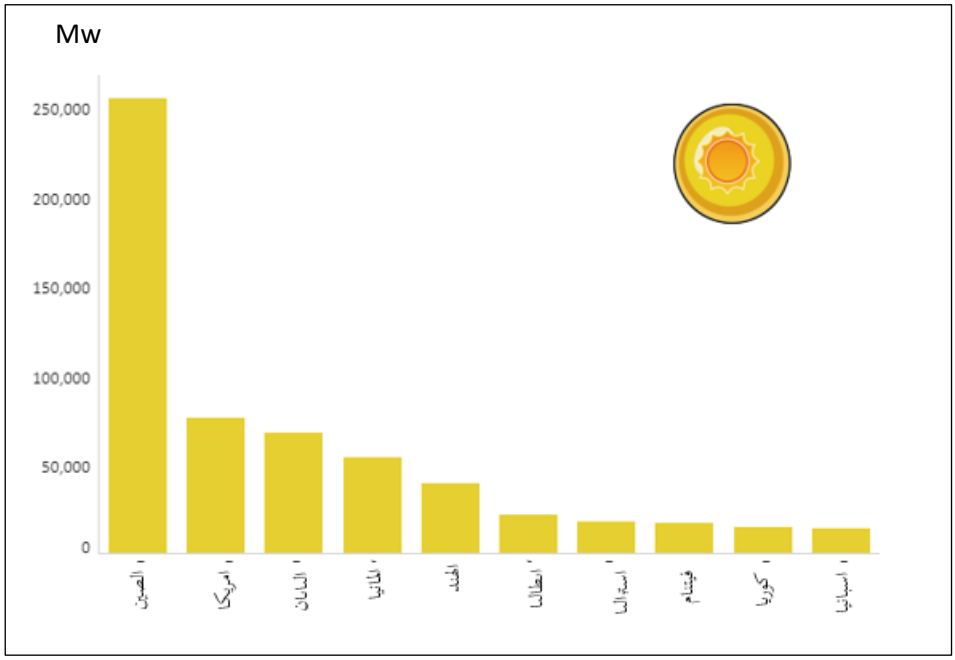
الشكل I.1 : متوسط توزيع الإشعاع الشمسي السنوي على سطح الأرض [25]

(مجموع ما توفره هذه المناطق هو 18تيرا واط أي أكثر من إجمالي الطلب العالمي للطاقة الأولية)

بالمقارنة ، تم العثور على أكثر الأماكن المشمسة على كوكب الأرض على قارة افريقيا. حسب التقديرات النظرية ، تبلغ الطاقة الشمسية المركزة المحتملة (CSP)والطاقة الكهروضوئية في إفريقيا حوالي 470 و 660 بيتاوات ساعة (PWh) ، على التوالي [26]. ومع ذلك ، في المناطق الأخرى غير إفريقيا (مثل جنوب غرب الولايات المتحدة ، وأمريكا الوسطى والجنوبية ، وشمال أفريقيا وجنوبها ، والشرق الأوسط ، والسهول الصحراوية في الهند ، وباكستان ، وأستراليا ، وما إلى ذلك) ، تقتصر هذه الإمكانات على توليد 125 جيجاواط / ساعة من مساحة أرض مساحتها 1 كيلومتر مربع [27]. هانغ وآخرون. [28] يقدر أن حوالي 6300 كيلومتر مربع من الأراضي القاحلة الواقعة في المناطق الشمالية والغربية من الصين (حيث يكون الإشعاع الشمسي من بين أعلى المعدلات في البلاد) لديها قدرة توليد كهرباء تبلغ حوالي 1300 جيجاوات. في المقابل ، قدر المختبر الوطني للطاقة المتجددة (NREL) في الولايات المتحدة أن إمكانات الطاقة الشمسية داخل الولايات المتحدة قادرة بما يكفي على توفير 400 زيتاواط / ساعة سنويًا [15] (ZWh)، وهو ما يتجاوز بشكل كبير قدرة توليد الكهرباء الحالية (813 22 تيراواط / ساعة (تيراواط ساعة)[30]).

أطلق المغرب مؤخرًا ، وهو بلد يقع في شمال إفريقيا ويتمتع بحوالي 3000 ساعة من أشعة الشمس سنويًا ، أحد أكبر مشاريع الطاقة الشمسية في العالم (بما في ذلك تقنيات الطاقة الشمسية الكهروضوئية والطاقة الشمسية المركزة) ، مستهدفًا توليد 2000 ميجاوات بحلول عام 2020 [31].

تعتبر هذه الخطة مثالية نظرًا لظروفها الجوية المناسبة (مثل الارتفاعات العالية ، وانخفاض الغبار المتسرب ، والشفافية العالية ، والرطوبة المنخفضة).



الشكل2.I: الترتيب العالمي لعام 2020 لقدرة توليد الطاقة الشمسية بالميجا واط [32]

2.1.5.I الآفاق المستقبلية لتكنولوجيا الطاقة الشمسية

تعد الطاقة الشمسية أحد أفضل الخيارات لتلبية الطلب المستقبلي على الطاقة نظرًا لأنها متفوقة من حيث التوافر وفعالية التكلفة وإمكانية الوصول والسعة والكفاءة مقارنة بمصادر الطاقة المتجددة الأخرى [34،33]. لأول مرة ، نجح الباحثون في قياس تدفق الطاقة الشمسية بالتفصيل ، داخل وبين أجزاء مختلفة من كائن التمثيل الضوئي [35]. والنتيجة هي الخطوة الأولى في البحث التي يمكن أن تسهم في النهاية في تطوير التقنيات التي تستخدم الطاقة الشمسية بكفاءة أكبر بكثير مما هو ممكن حاليًا. أظهر باحثون من الجرافين الرائد أن عمر خلايا البيروفسكايت الشمسية يمكن أن يتحسن بشكل كبير باستخدام رقائق MoS_2 قليلة الطبقات كطبقة واجهة عازلة نشطة [36]. علاوة على ذلك ، أفاد العلماء في هونغ كونغ أنهم نجحوا في ذلك طورت خلايا شمسية ترادفية من البيروفسكايت والسيليكون بأعلى كفاءة تحويل للطاقة في العالم تبلغ 25.5٪ [37].

ومن الجدير بالذكر هنا أن كفاءة خلايا البيروفسكايت الشمسية كانت 3.8٪ فقط عند ظهورها لأول مرة في عام 2009 [33]. ومن ثم ، تم إنشاء خلايا شمسية شبه شفافة من البيروفسكايت تظهر كفاءة تحويل عالية الطاقة وتنقل الضوء المرئي بينما تحجب الأشعة تحت الحمراء ، مما يجعلها مرشحة رائعة للنوافذ الشمسية [38]. تم إثبات أن البوليمر بولي (3،4 إيثيلين ديوكسي ثيوفين) يجب أن يكون لديه إمكانات كبيرة لخلايا بيروفسكايت الشمسية عالية الكفاءة والفعالية من حيث التكلفة كمادة لنقل الثقوب [39].

طور فريق من الباحثين في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا بالولايات المتحدة الأمريكية خلية شمسية جديدة تجمع بين طبقتين مختلفتين من مادة تمتص أشعة الشمس للحصول على نطاق أوسع من طاقة الشمس [40]. باستخدام جهاز مقاوم للحرارة ، مصنوع من طبقات التنجستن والألومينا ، وجد

الباحثون أن الجهاز يمكنه امتصاص إشعاع الشمس واسع الطيف وتحويله إلى كهرباء [41]. تم تطبيق بوليمر أخضر مشتق من النفايات الحيوية على الخلايا الشمسية الصبغية الحساسة [42]. تم تعديل الكيتوزان الذي تم الحصول عليه من الحشرات والقشريات الكيتين لإنتاج إلكتروليت فثالويل شيتوزان للخلايا الشمسية المصبوغة بكفاءة تزيد عن 7٪ [42].

كما لوحظ أن الخلايا الشمسية ذات الأغشية الرقيقة $CdTe : Cu\ (In,Ga)Se_2$تتمتع بكفاءة عالية تبلغ حوالي 16.5٪ و 20٪ على التوالي [43]. تم العثور على الخلايا الشمسية $CH_3NH_3Pb_{0.75}Sn_{0.25}I_3$البيروفسكايت ذات البنية المقلوبة ذات كفاءة تحويل قصوى للطاقة تبلغ 14.1٪ [44]. فريتاغ وآخرون. [45] حقق كفاءة عالية جدًا في تحويل الطاقة في ظل ظروف الإضاءة المحيطة بواسطة خلية شمسية حساسة للصبغة. كان يُنظر إلى نظام الصور الخاص بهم على أنه يجمع بين اثنين من المحسسات المصممة بحكمة ، المشفرة D35 و XY1 ، مع مجمع النحاس (tmby) Cu (II / I) كمكوك الأكسدة والاختزال (tmby, 4,4′,6,6′-tetramethyl-2,2′-bipyridine) لتتميز بجهد ضوئي عالي الدائرة المفتوحة 1.1 فولت.

من المعروف أنه لا يوجد شيء يمكن مقارنته بإمكانيات الطاقة من الشمس. نظرًا لأن الطاقة الشمسية وفيرة من الناحية النظرية ، فهي أكثر من قادرة على تلبية متطلبات الكهرباء في العالم. نظرًا لأن الطاقة الشمسية ليست مستدامة فحسب ، بل متجددة أيضًا ، فليس من الضروري مراعاة فكرة أن الطاقة الشمسية قد تُستنفد في النهاية[46] .

I.3.1.5 فوائد تقنيات الطاقة الشمسية

يتميز الاحترار العالمي بإمكانية كارثية ، وبالتالي ينذر بتأثيره الضار على المناخ ، والبيئة (بما في ذلك الحيوانات والنباتات) ، وصحة الإنسان [47]. تعد محطات توليد الطاقة (خاصة التي تعمل بالفحم) مصدرًا مهمًا لغازات الدفيئة (GHG) ، وهي مسؤولة عن حوالي 25٪ من جميع الانبعاثات البشرية المنشأ [48]. ومن ثم ، فإن انبعاثات غازات الدفيئة المرتبطة بتوليد الطاقة الشمسية (بما في ذلك التصنيع والتركيب والتشغيل والصيانة) تكون في حدها الأدنى [49]. يقدر مدى انبعاث ثاني أكسيد الكربون لكل كيلوواط / ساعة من الفحم والغاز الطبيعي والطاقة الشمسية بـ 0.64 ,1.63-0.91 و 0.03 0.09-0.03 ,0.91-0.27كجم (نسبة انبعاث 18:9.5:1) على التوالي. على هذا النحو ، تؤكد هذه المقارنة مرة أخرى على الملاءمة البيئية الفائقة للطاقة الشمسية من بين أمور أخرى.[29]

ومن ثم ، أصبحت الطاقة الشمسية أحد الحلول الأكثر جدوى لأزمة الاحتباس الحراري الحالية ، والتي إذا تركت بلا هوادة ، فقد تكون باهظة الثمن للغاية مع تداعياتها المحتملة. وبالتالي ، فإن التخفيف من ظاهرة الاحتباس الحراري من خلال استبدال مصادر الطاقة القائمة على الفحم والغاز بالطاقة الشمسية سيكون في النهاية مفيدًا بيئيًا واقتصاديًا واجتماعيًا نحو تحقيق التنمية المستدامة. تعتبر الطاقة الشمسية مصدر طاقة غير ملوث وموثوق ونظيف. على عكس مصادر الطاقة الأخرى ، لا يترافق استخدامه مع إطلاق غازات ضارة) على سبيل المثال ، أكاسيد C / N / S و أو المركبات العضوية المتطايرة ((VOCs) والجسيمات (مثل السخام والكربون الأسود والمعادن والجسيمات (PM)). تم توجيه اتهامات لانبعاثات الوقود الأحفوري من محطات الطاقة التي تعمل بالغاز فيما يتعلق بالتسبب في أضرار عصبية ونوبات قلبية ومشاكل في التنفس والسرطان وما إلى ذلك [51]،[50].

➢ I.1.5.4 أنواع ألواح الطاقة الشمسية

1. الألواح الشمسية نوع (Mono-cristallin)

- يُعرف هذا النوع بالألواح الأحادية، ويمتاز بنقاء كريستالات السيلكون التي تصنع منها الخلايا، حيث تتكون الخلايا الشمسية فيها من سبائك سيلكون تقطع على شكل شرائح
- يعد هذا النوع هو الأغلى ثمنًا وكذلك تعطي الخلايا كفاءة عالية مما يقلل من عدد الألواح المحتاج لها لتعطي نفس كمية الكهرباء من الأنواع الأخرى.
- تمتاز كذلك بقدرتها على العمل بكفاءة في الضوء الخافت، بالإضافة إلى ارتفاع عمرها الافتراضي.

2. اللوح الشمسي نوع:(poly-cristallin)

- ويسمى بالألواح الشمسية متعددة الكريستالات، وتختلف عن النوع الأحادي بالشكل، حيث تكون الخلايا فيها عبارة عن مربعات متراصة.
- كفاءة هذا النوع من الألواح التي تعمل بالطاقة الشمسية متوسطة مما يؤدي للحاجة إلى عدد أكبر منها للحصول على نفس الكهرباء، وهي أقل ثمنًا من النوع الأحادي.
- العمر الافتراضي لـ ألواح الطاقة الشمسية نوع (poly-cristallin)كبير .

3. اللوح الشمسي نوع:(thin film)

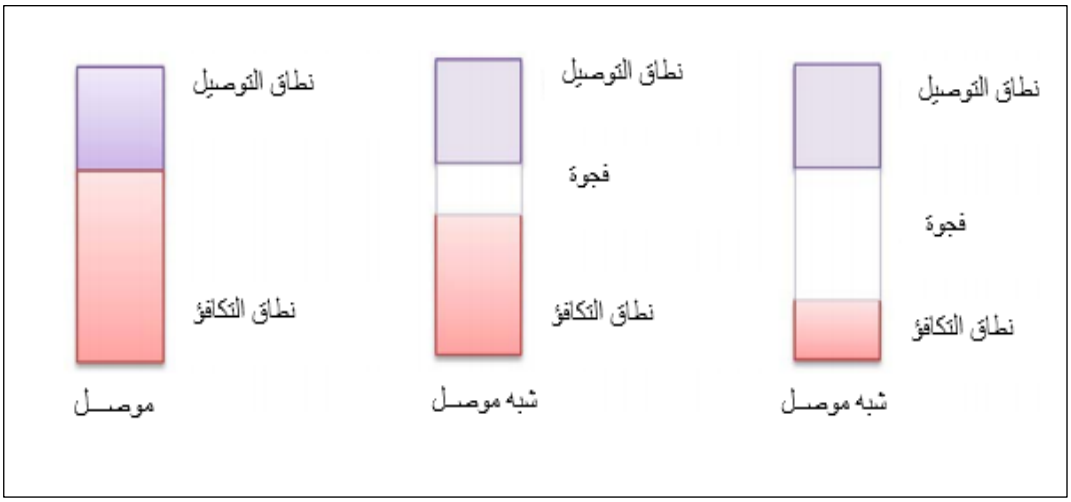
- يمتاز هذا النوع بمرونته وسهولة تركيبه، وهو رقيق وانسيابي ومتناسق ومظهره جميل.
- سعره رخيص مقارنةً بالأنواع الأخرى، ولا يتأثر بالتغيرات المناخية والغيوم، ولكن كفاءته قليلة مما يدعو إلى استخدام عدد أكبر من الخلايا لتغطية مساحات أكبر للحصول على نفس المقدار من الطاقة الكهربائية التي يمكن الحصول عليها من الأنواع الأخرى، وكذلك عمره الافتراضي قليل[131].

I.1.5.5 الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطريقة توليد الكهرباء

تعد الطاقة الشمسية الكهروضوئية (PV) واحدة من أكثر الطاقة نموًا الصناعات في جميع أنحاء العالم ، ومن أجل مواكبة هذه الوتيرة ، شهدت التطورات الجديدة ارتفاعًا عندما يتعلق الأمر باستخدام المواد ، واستهلاك الطاقة لتصنيع هذه المواد ، وتصميم الأجهزة ، وتقنيات الإنتاج ، فضلاً عن المفاهيم الجديدة لتعزيز الكفاءة العالمية للخلايا [52-54].

الطاقة الشمسية الكهروضوئية لها مصطلحات مشتركة ، وهي: "الكهرباء" ، "الإشعاع الشمسي" ، "التوليد المباشر" ، "التحويل ."وبالتالي ، يمكننا أن نتبنى كمفهوم للطاقة الشمسية الكهروضوئية التعريف التالي: الكهرباء التي يتم الحصول عليها مباشرة من تحويل الطاقة الشمسية.

يحدث تحويل الإشعاع الشمسي إلى كهرباء بسبب التأثير الكهروضوئي ، الذي لاحظه بيكريل لأول مرة في عام 1839[53–61]. يحدث هذا التأثير في المواد المعروفة باسم أشباه الموصلات ، والتي تقدم نطاقي طاقة ، في أحدهما يُسمح بوجود الإلكترونات وفي الآخر لا يوجد لهما ، أي الشريط "فارغ" تمامًا (شريط التوصيل) ، انظر الشكل 3. مادة أشباه الموصلات الأكثر شيوعًا هي السيليكون ، ثاني أكثر العناصر وفرة على الأرض.

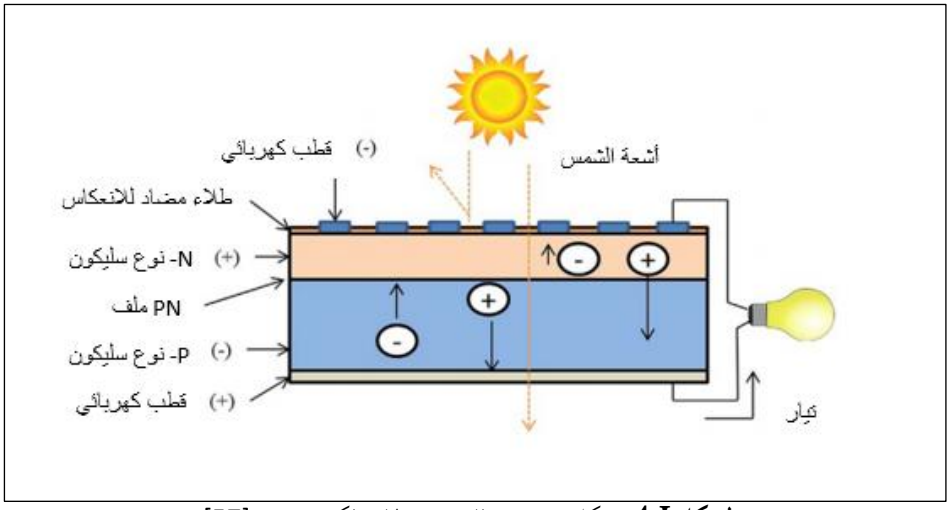


الشكل I.3: مبدء عمل نطاق التكافؤ وفجوة النطاق (GAP) ونطاق التوصيل عازل وموصل وأشباه موصلات[62].

تتميز ذراتها بوجود أربعة إلكترونات حول مدارها، مما يخلق شبكة بلورية. وظيفة ضوء الشمس على التأثير الكهروضوئي هو توفير مقدار الطاقة إلى أقصى إلكترون لتمكينه من الانتقال من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل في المادة ، وبالتالي توليد الكهرباء. كما [62] في حالة السيليكون تحديدًا هناك حاجة إلى 1.12 فولت (كهربائي) للإلكترونات لتتجاوز الفجوة.

علاوة على ذلك ، وفقًا لـ [57] ، يجب أن تكون مادة أشباه الموصلات قادرة على امتصاص جزء كبير من الطيف الشمسي. تشتمل جميع الأجهزة الكهروضوئية تقريبًا على تقاطع PN في ملف أشباه الموصلات ، والتي يتم تطويرها من خلال جهد ضوئي. تُعرف هذه الأجهزة أيضًا بالخلايا الشمسية أو الخلايا الكهروضوئية [57]. يظهر الشكل 4.I خلية شمسية نموذجية.

تقاطع PN هو الجزء الرئيسي للخلية حيث يكون جزء استقبال الضوء هو مادة من النوع N في الجزء الموجود أسفل هذه المادة من النوع P. المزايا والعيوب الرئيسية للطاقة الشمسية الكهروضوئية الطاقة موصوفة في الجدول **1.I**. بالمقارنة مع مصادر توليد الطاقة التقليدية ، مثل تلك التي تستخدم الوقود الأحفوري ، فإن التكنولوجيا الكهروضوئية لا تسبب المشاكل البيئية الخطيرة التي تسببها هذه المصادر أثناء التوليد ، مثل تغير المناخ ، والاحتباس الحراري ، وتلوث الهواء ، والأمطار الحمضية وما إلى ذلك.



الشكل I.4: شكل توضيحي للتوضيح الخلية الكهروضوئية.[57]

الجدول I.1: مزايا وعيوب الطاقة الشمسية الكهروضوئية[63].

الايجابيات	السلبيـــات
لا تسبب تأثيرات بيئية / صديقة للبيئة	قيود توافر الأنظمة في السوق
إمكانية التخفيف من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري	تكلفة أولية عالية
عديمه الضجيج	يحتاج إلى مساحة تركيب كبيرة نسبيًا
يمكن جعل الجيل أقرب إلى المستهلك	الظروف الجغرافية (التشعيع الشمسي)
الوفرة العالية و مصدر طاقة مجاني	
صيانة منخفضة و طاقة نظيفة وانخفاض تكلفة التشغيل والصيانة	
نظام موثوق	

ميزة أخرى فيما يتعلق بالوقود الأحفوري هي أن الطاقة الشمسية لا تحتاج إلى الاستخراج أو التكرير أو النقل إلى موقع التوليد القريب من الحمولة. ومع ذلك ، خلال دورة حياتها ، تستهلك كمية كبيرة من الطاقة وتصدر بعض غازات الدفيئة في بعض المراحل (عملية تصنيع الخلايا الشمسية ، وتجميع الوحدات الكهروضوئية ونقل المواد ، من بين أمور أخرى)[64]. ،[54]،[55]، [65]

التقنيات الكهروضوئية ، تستهلك لكل وحدة من الكهرباء المنتجة 64 ضعف الموارد المادية ، 7 أضعاف الموارد البشرية و 10 أضعاف رأس المال من التكنولوجيا النووية. على الرغم من أن هذه البيانات متحيزة ، إلا أن هذا مؤشر واضح على عدم الكفاءة القصوى لتقنيات الكهروضوئية في المناطق

ذات أشعة الشمس المعتدلة للمساعدة في تحقيق الهدف المتمثل في توفير نظام إمداد بالكهرباء يتسم بالكفاءة والفعالية في استخدام الموارد.

بسبب الطبيعة المتقطعة لإنتاج الكهرباء في هذه المناطق ، يجب توفير بنية تحتية موازية للكهرباء[66].

فيما يتعلق بالمصادر المتجددة الأخرى ، تمثل الطاقة الشمسية الكهروضوئية معدل حدوث أقل للأضرار التي تلحق بالبيئة حيث يتم توليدها ، وهو ما لا يحدث مع الطاقة التي تنتجها محطات الطاقة الكهرومائية ، حيث يتم بناء محطات الطاقة الكهرومائية على مجرى النهر تغيرت وغمرت المياه مساحات شاسعة من إنتاج الغذاء والغابات. عامل مهم آخر هو تكلفة التشغيل ، والتي تعتبر عالية لتوليد الطاقة الهيدروليكية مقارنة بتكلفة تشغيل محطة للطاقة الشمسية.على الرغم من تناقص التوليد خلال الأيام الملبدة بالغيوم ، فإن الطاقة من الشمس وفيرة ، في حين أن حجم المياه في السدود خلال فترات الجفاف يكون محدودًا. إذا ما قورنت طاقة الرياح ، فإن الطاقة الشمسية الكهروضوئية صامتة ويمكن توليدها في المناطق الحضرية حيث يمكن تركيب الألواح على السطح[66].

I.2.5طاقة الرياح(Wind Energy)

إن استخدام الإنسان لطاقة الرياح ليس بالأمر الجديد، فقد فرضت الظروف الماضية التي عاش في ظلها ضرورة أن يلجأ إلى استخدام مصادر الطاقة المتوفرة في الطبيعة وإخضاعها لتلبية احتياجاته ضمن ظروف ومستويات التكنولوجيا السائدة في مختلف العصور[67] . فكان للرياح دور مهم وفعال في ازدهار الحضارات المختلفة حين استخدمت في إدارة طواحين الهواء وتسيير السفن الشراعية عبر البحار والمحيطات، فظلت السفن الشراعية أسرع القطع البحرية حتى تمكن الإنسان من اختراع الآلة البخارية .وإذا كان الحديث يدور في يومنا هذا عن طاقة الرياح فإن الإشارة غالبا ما تعني استعمال هذه الطاقة في توليد الكهرباء بواسطة التوربينات الضخمة ذات التكاليف والتكنولوجيا الفائقة[68] .

وتعتبر طاقة الرياح صورة غير مباشرة من صور الطاقة الشمسية، حيث أن حركة الهواء هي نتيجة لفرق الضغط في الغلاف الجوي، ويسبب فرق الضغط تحرك الهواء من منطقة ذات ضغط مرتفع إلى أخرى منخفضة الضغط وينشأ فرق الضغط نتيجة اختلاف التأثيرات الحرارية للشمس التي تتحكم في درجة حرارة الأرض والتي تكون السبب في حدوث الرياح .حيث يمكن لهبوب الرياح أن يولد طاقة أكثر كثافة مما تولده أشعة الشمس تقدر ب 10 كيلووات/م^2 في العواصف الشديدة وما مقداره 25 كيلووات/ م^2 عند هبوب الأعاصير، في حين أن الحدالأقصى للطاقة الناتجة عن الإشعاع الشمسي تقدر ب 1 كيلووات/م7 ، هذا في حين أن هبوب نسيم عليل بسرعة5 متر في الثانية (18كم في الساعة)من شأنه أن يولد ما مقداره 0.075 كيلووات/ م^2[69].

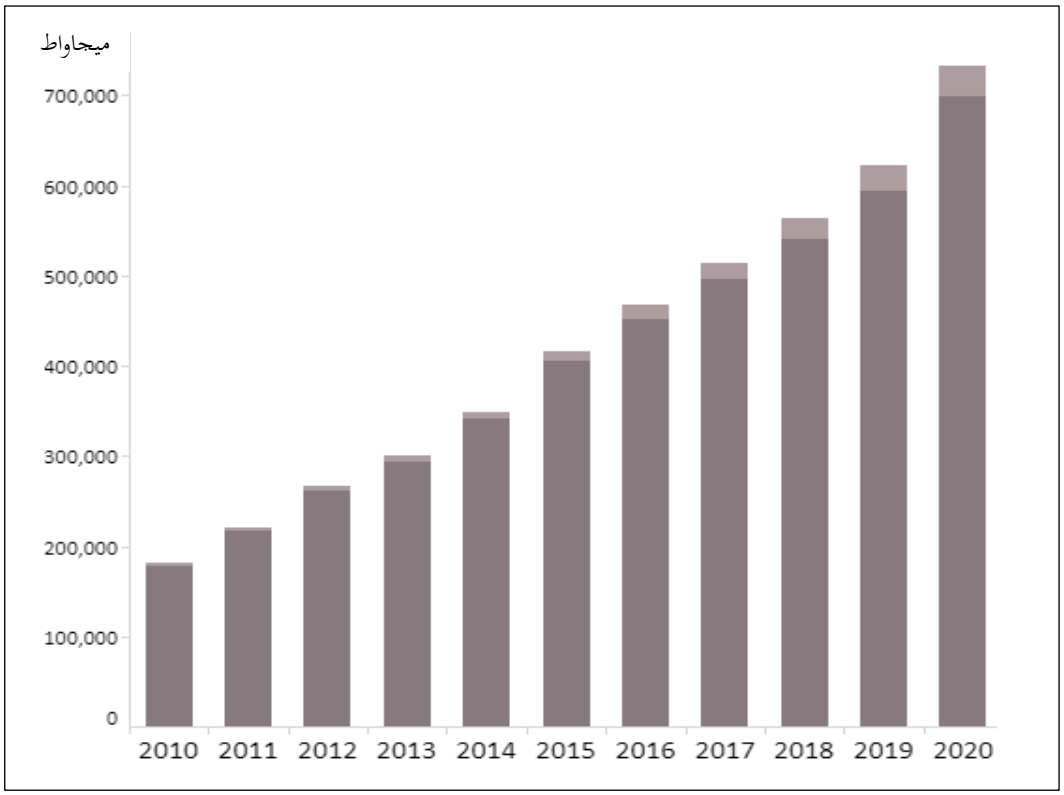
I.1.2.5 تاريخ استغلال طاقة الرياح

طاقة الرياح هي إحدى تقنيات الطاقة المتجددة الأسرع نموًا. يتزايد الاستخدام في جميع أنحاء العالم ، ويرجع ذلك جزئيًا إلى انخفاض التكاليف. زادت القدرة العالمية المركبة لتوليد طاقة الرياح في البر والبحر بمعامل 75 تقريبًا في العقدين الماضيين ، حيث قفزت من 7.5 جيجاوات في عام 1997 إلى حوالي 564 جيجاوات بحلول عام 2018 ، وفقًا لأحدث بيانات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة .(IRENA) تضاعف إنتاج كهرباء الرياح

بين عامي 2009 و 2013 ، وفي عام 2016 شكلت طاقة الرياح 16٪ من الكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة. تتمتع أجزاء كثيرة من العالم بسرعات رياح قوية ، لكن أفضل المواقع لتوليد طاقة الرياح تكون في بعض الأحيان بعيدة. توفر طاقة الرياح البحرية إمكانات هائلة.

ظهرت توربينات الرياح لأول مرة منذ أكثر من قرن. بعد اختراع المولد الكهربائي في ثلاثينيات القرن التاسع عشر ، بدأ المهندسون في محاولة تسخير طاقة الرياح لإنتاج الكهرباء. تم توليد طاقة الرياح في المملكة المتحدة والولايات المتحدة في عامي 1887 و 1888 ، ولكن يُعتقد أن طاقة الرياح الحديثة قد تم تطويرها لأول مرة في الدنمارك ، حيث تم بناء توربينات الرياح ذات المحور الأفقي في عام 1891 وبدأت توربينات الرياح بطول 22.8 مترًا. العملية في عام 1897.

تستخدم الرياح لتوليد الكهرباء باستخدام الطاقة الحركية الناتجة عن حركة الهواء. يتم تحويلها إلى طاقة كهربائية باستخدام توربينات الرياح أو أنظمة تحويل طاقة الرياح. تضرب الرياح أولاً ريش التوربينات ، مما يجعلها تدور وتحول التوربينات المتصلة بها. هذا يغير الطاقة الحركية إلى طاقة دورانية ، عن طريق تحريك عمود متصل بمولد ، وبالتالي إنتاج طاقة كهربائية من خلال الكهرومغناطيسية.



الشكل I.5 : إستغلال طاقة الرياح في العقد الاخير[70].

تعتمد كمية الطاقة التي يمكن حصادها من الرياح على حجم التوربين وطول ريشها. الناتج يتناسب مع أبعاد الدوار ومكعب سرعة الرياح. نظريًا ، عندما تتضاعف سرعة الرياح ، تزداد إمكانات طاقة الرياح بمعامل ثمانية.

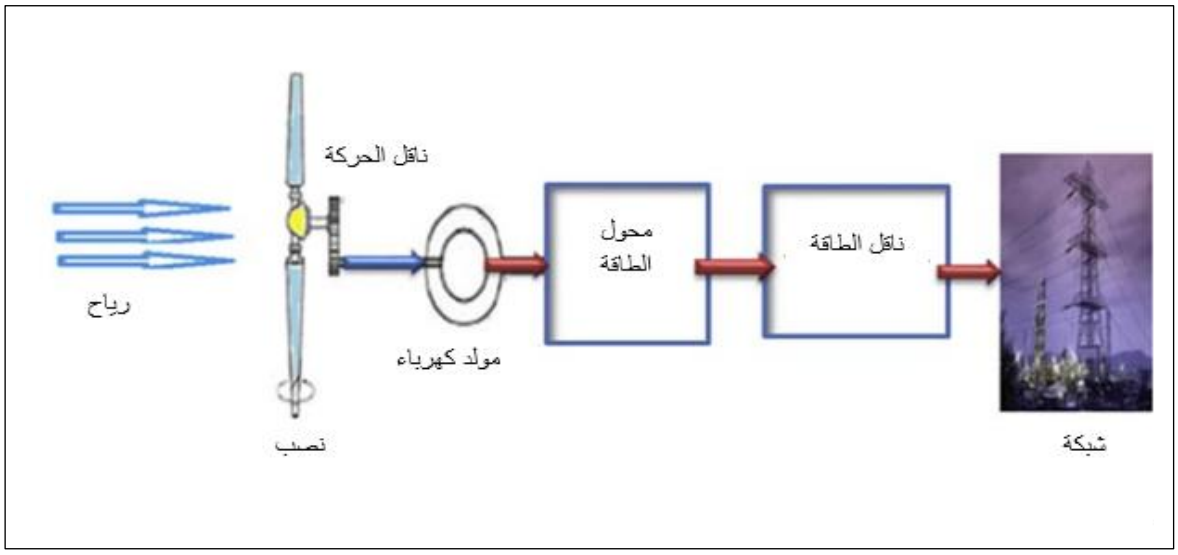
زادت قدرة توربينات الرياح بمرور الوقت. في عام 1985 ،كانت التوربينات النموذجية تبلغ سعتها المقدرة 0.05 ميغاواط وقطر الدوار 15 مترًا. تتمتع مشاريع طاقة الرياح الجديدة اليوم بقدرات توربينات تبلغ حوالي 2 ميجاوات على الشاطئ و 3–5 ميجاوات في الخارج.

وصلت توربينات الرياح المتوفرة تجارياً إلى سعة 8 ميجاوات ، بأقطار دوارة تصل إلى 164 مترًا. زاد متوسط قدرة توربينات الرياح من 1.6 ميجاوات عام 2009 إلى 2 ميجاوات عام 2014[70].

I.2.5.2 تهيئة مزرعة الرياح وطريقة تثبيت التوربينات

يتكون نظام توربينات الرياح الحديثة من دوار التوربين وعلبة التروس والمولد والمحول وإلكترونيات الطاقة الممكنة كما هو موضح في الشكل 6. يتم تحويل طاقة الرياح إلى طاقة ميكانيكية بواسطة الديناميكا الهوائية. تتناسب طاقة الرياح مع مكعب سرعة الرياح ، وبالتالي ، هناك طرق مختلفة للتحكم في الطاقة الميكانيكية عند هبوب الرياح لتجنب انهيار برج الرياح.

هذه الطرق هي التحكم في العجز والتحكم النشط في العجز والتحكم في صندوق التحكم. للتحكم في توقف التوربينات ، يتم تثبيت موضع الشفرة ولكن يظهر توقف الريح على طول الشفرة عند سرعة رياح أعلى. وفي الوقت نفسه ، يتم التحكم في زاوية الشفرة جعلها على طول الشفرات. فيما يتعلق بالتحكم في درجة الصوت ، يتم إخراج الشفرات من الريح عندما تكون سرعة الرياح عالية عن طريق تغيير زاوية ميل الشفرات. يمكن التمييز بين نوعين من أنظمة تحويل طاقة الرياح (WECS) ، وهما التوربينات ذات السرعة الثابتة والمتغيرة السرعة.



الشكل I.6: المكونات الرئيسية لنظام توربينات الرياح[71].

الجدول I.2 :التناسب بين حجم الدوار وأقصى حجم الطاقة المنتجة [148].

الطاقة المنتجة (كيلوواط)	قطر الدوار (متر)
25	10
200	17
225	27
300	33
500	40
600	44

الطاقة المنتجة (كيلوواط)	قطر الدوار (متر)
750	48
1000	54
1500	64
2000	72
2500	80

- **حساب كمية الطاقة التي تولدها العنفة**

إذا أردت حساب كمية الطاقة التي يمكن للعنفة توليدها من الرياح، فعلا فعليك معرفة سرعة الرياح في موقع العنفة ومعدل قوتها (أي العنفة)، فمعظم العنفات الكبيرة تنتج طاقتها العظمى في سرعة رياح تبلغ نحو 15 مترا في الثانية (33 ميلا في الساعة). وإذا اعتبرنا أن سرعة الرياح ثابتة، فإن قطر الدوار هو الذي يحدد كمية الطاقة التي تستطيع العنفة توليدها. ولتعلم أنه كلما زاد قطر الدوار ارتفع علو البرج، وهذا يعني استفادة أكثر من الرياح الأسرع[148].

I.2.5.3 نظام تحويل طاقة الرياح بسرعة ثابتة

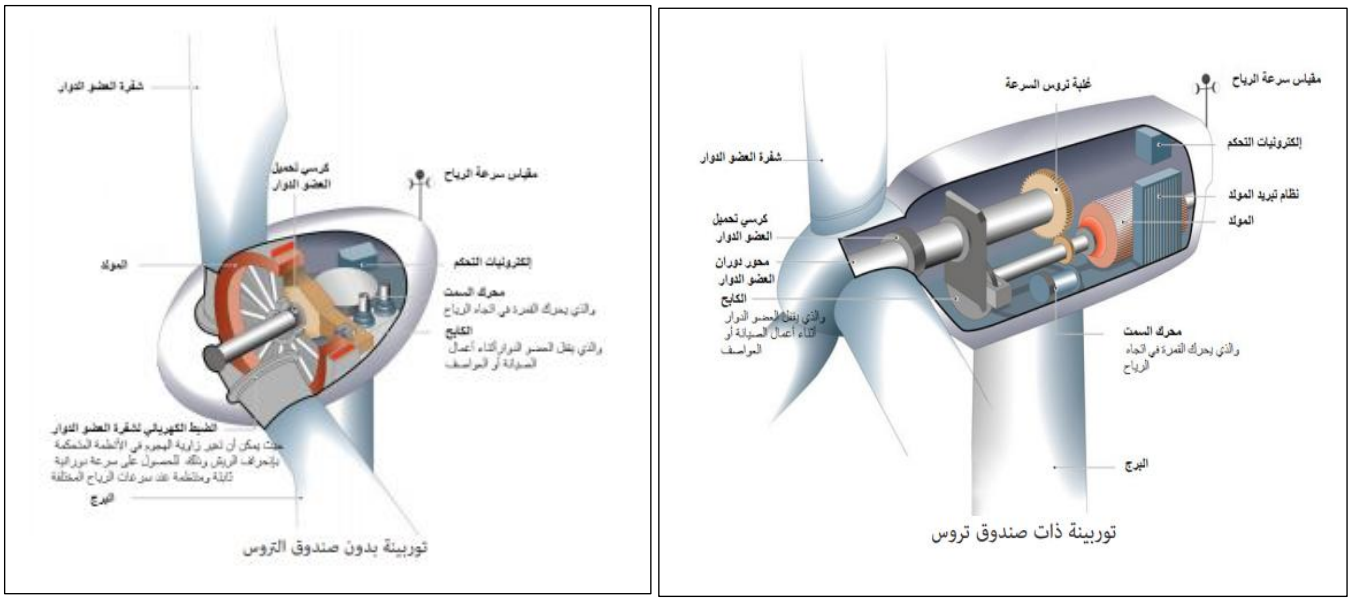
في هذا النوع ، يتم تحديد سرعة توربينات الرياح من خلال تردد الشبكة ، وعدد الأعمدة ، وعدد المولدات الحثية ، ونسبة علبة التروس. يعد التحكم الديناميكي الهوائي في الشفرات أمرًا ضروريًا لتحسين تشغيل النظام بالكامل [71].

I.2.5.4 أنواع وتصميمات توربينات الرياح أفقية المحور تصنف تصميمات توربينات الرياح ضمن ثلاث فئات رئيسية:

الفئة الأولى: التوربينات الكلاسيكية ذات صندوق التروس متعدد المراحل التقليدي وتظهر في يسار الشكل وتسمى أيضا بذات المفهوم الدانمركي (Danish Concept) ويقوم فيها عادة صندوق تروس ذو ثلاث مراحل بنقل الحركة من عامود السرعة الرئيسي البطيئ – المتصل بالريشإلى عامود إدارة المولد (الأعلى سرعة) ومن ثم تبدأ عملية توليد الكهرباء.

الفئة الثانية: من التصميمات هي التوربينات بدون صندوق للتروس (Gearless Turbines) وتظهر في يمين الشكل وفيها يتصل عامود السرعة الرئيسي البطيئ – المتصل بالريش– مباشرة بقلب مولد ذو حجم كبير متعدد الأقطاب يستطيع توليد الكهرباء عند سرعات دوران بطيئة، وهي من نفس نوع التوربينة الألمانية Enercon E-126 أكبر توربنة رياح في العالم الآن.

الفئة الثالثة: فهي هجين بين التصميمين السابقين بحيث تسمح بمولد أصغر وكذلك صندوق تروس أصغر يتكون عادة من مرحلة واحدة. إن التوربينات الكلاسيكية ذات التصميم الدانمركي – الفئة الأولى– لا يمكن فيها تغيير زاوية حركة ريش التوربينة مع تغير سرعات واتجاهات الرياح، وهي تعتمد فقط على التصميم | الإيروديناميكي للريشة الذي يؤدي إلى انفصال الهواء عن سطح الريش عند السرعات العالية غير المرغوب فيها للرياح [149]، ولذلك تسمى بالStall Controlled Turbines



الشكل I.7 أنواع توربينات توليد طاقه الرياح[149].

ولكن معظم التوربينات الحديثة الآن تعتمد على وجود أنظمة تحكم ميكانيكية وكهربائية في الصرة (hub) تتيح تحريك زوايا أرياش التوربينة بما يسمح بتغيير زاوية استقبال الريشة للهواء المندفع إليها لتعظيم الاستفادة من الطاقة في حالة السرعات المنخفضة للرياح وتخفيضها عند سرعات الرياح القصوى التي لا تتحملها التوربينة ولذلك تسمى بال Pitch Controlled Turbines. فضلا عن ذلك فإن التوربينات الحديثة ذات تصميمات مولدات متنوعة سواء الحثية أو التزامنية منها، الأمر الذي أتاح دورة أكبر لإلكترونيات القدرة الكهربائية (Power electronic) والارتقاء بجودة وكفاءة الطاقة الكهربائية المنتجة والثبات النسبي لخصائصها بالرغم من التغيرات الطبيعية في سرعات واتجاهات الرياح يوجد في أسفل برج كل توربينة عادة وحدة التحكم (Controller) في التوربينة والتي هي عبارة عن كمبيوتر به أكثر من معالج دقيق (Microprocessor) كل منها له مجموعة من الوظائف تتضمن برامج لمراقبة الأداء التأمين الحماية الكاملة للتوربينة أثناء التشغيل وبرامج الجمع ومعالجة العديد من القياسات من جهد وتيار وتردد

وغيرها من حسابات الطاقة، كما أن هناك برامج لتشغيل دوائر الهيدروليك ومراقبة الضغوط وقياس درجات الحرارة في الأماكن الهامة بالتوربينة مثل كراسي التحميل (Bearings) العملاقة في صندوق التروس والمولد وعمود السرعة البطيئة وملفات المولد وغيرها لحمايتها من التأكل والانهيار، وكذلك هناك برامج لقياس سرعة واتجاه الرياح والتحكم في زاويا الريش عن طريق دوائر هيدروليكية لتنظيم عملية إنتاج الطاقة (Power regulation). ويتم قياس أيضاً سرعة دوران عمود السرعة البطيئة والسريعة كما تتم مراقبة أداء التوربينة عن طريق مجموعة من إشارات التغذية العكسية وبذلك تعمل كل توربينة كوحدة مستقلة، وكما يحوي نظام التحكم والتشغيل مجموعة متطورة من الكروت الذكية التي تؤمن فصل وتوصيل التوربينة بشبكة الكهرباء المحلية لحماية الكابلات والمكونات الكهربائية مثل الكونتاكتورات والفيوزات بخلاف كروت الذاكرة اللازمة لتخزين البيانات والقراءات المتراكمة لكل المتغيرات الفنية [149].

I.3.5 طاقة الكتلة الحيوية(Biomass)

توفر الكتلة الحيوية حوالي 14٪ من طاقة العالم ، حوالي 25 مليون برميل من مكافئ النفط يوميًا / mboe) يوم .(55EJ =) (هو الأكثر مصدر مهم للطاقة (35٪) في البلدان النامية ، ولكنه يلعب أيضًا دورًا مهمًا في عدد من البلدان الصناعية ، على سبيل المثال ، تحصل الولايات المتحدة على 4٪ (2/11 مليون برميل مكافئ في اليوم) من طاقتها من الكتلة الحيوية ، والسويد حوالي 14٪ ؛ كلا البلدين لديهما خطط لزيادة إنتاج واستخدام الطاقة الحيوية. الموارد السنوية من الكتلة الحيوية ثمانية أضعاف استخدام العالم للطاقة ولكن المشكلة تكمن في توفير الطاقة لأولئك الذين يحتاجون إليها بطريقة مستدامة بيئيًا ، وهي أيضًا اقتصادية عندما تكون جميع التكاليف الداخلية والخارجية محسوبه . هناك مجال كبير لتحديث أنظمة توصيل إنتاج طاقة الكتلة الحيوية لتوفير ناقلات طاقة متنوعة مثل الكهرباء والوقود السائل والغازات. [72].

ويعتبر توليد الطاقة الكهربائية والحرارية وإنتاج الوقود من طاقة الكتلة الحيوية تحديا كبيرا في نماذج تحويل الطاقة الحديثة، ومكسبا بيئيا يساهم في التقليل من انبعاث غازات ثاني أكسيد الكربون الدفيئة من خلال استغلال عملية تعفن هذه المخلفات الحيوية وكبح تأثيرها على الغلاف الجوي، وهذا باستخدامها كطاقة بديلة[73].

حيث تحتوي طاقة الكتلة الحيوية على مكانة خاصة نظرا لأهميتها القصوى لحاضر ومستقبل الطاقة في الدول النامية والمتقدمة .فيعتمد حوالي 70% من السكان على الكتلة الحيوية كالخشب، وبقايا المحاصيل والحيوانات للاستخدامات المنزلية وخصوصا كوقود للطهي .كما أن طاقة الكتلة الحيوية يمكن تحويلها إلى وقود صلب وسائل وغازي .فبدائل البنزين مثلا من الممكن إنتاجها من الكتلة الحيوية بواسطة التخمر والتقطير، وعن طريق المعاملة الحرارية للخشب وبقايا المحاصيل الزراعية، ويمكن بغير ذلك من التفاعلات الكيميائية أيضا إنتاج الوقود من الكتلة الحيوية على نطاق صناعي واسع أو على نطاق محلي محدود[74].

وهناك العديد من الأنماط المختلفة لوقود الكتلة الحيوية التي تتراوح من الحطب التقليدي المستخدم في الطهي بالمناطق الريفية والذي يتم حرقه بطريقة بعيدة كل البعد عن الكفاءة، إلى الأنماط الحديثة والمتطورة للغاية.

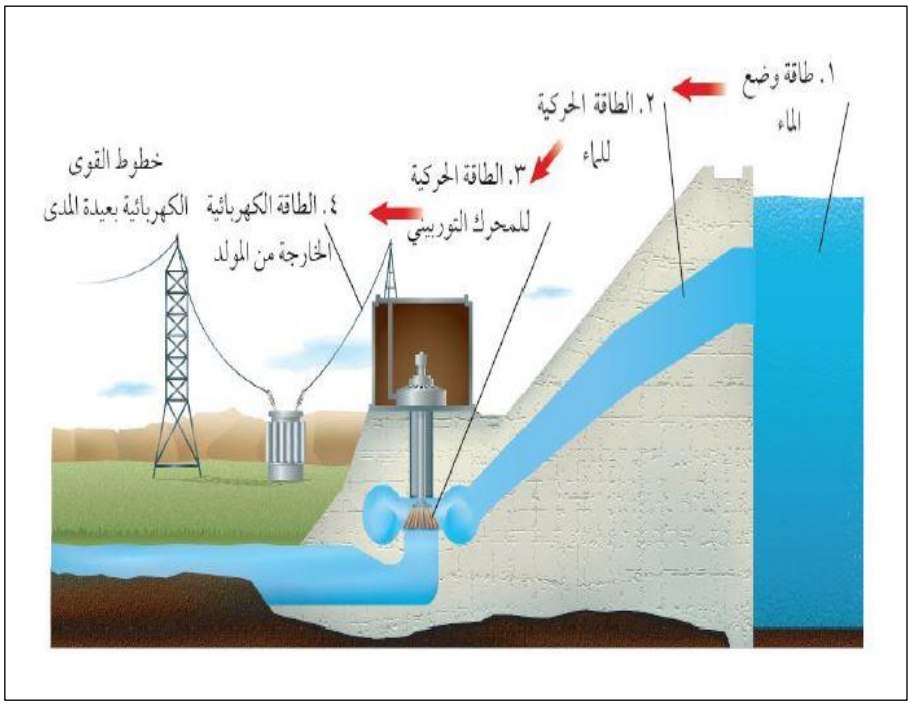
ويمكن للمخلفات الزراعية مثل روث الحيوانات أن تستخدم كوقود حيوي، غير أنه بالمستطاع أيضا توليد الطاقة بالاعتماد على عملية التخمر.

4.5.I الطاقة المائية(Hydropower Energy)

- **مفهوم الطاقة المائيـــــة:**

شكل إنتاج الطاقة الكهرمائية العالمي حوالي 16٪ من إنتاج الكهرباء العالمي في عام 2010. وقد تمت إضافة 30 جيجاوات من الطاقة خلال العام ، مع بلوغ القدرة العالمية الحالية يقدر بنحو 1010 جيجاوات. آسيا (بقيادة الصين) وأمريكا اللاتينية (بقيادة البرازيل) هي أكثر المناطق نشاطا لتطوير الطاقة المائية الجديدة [75].

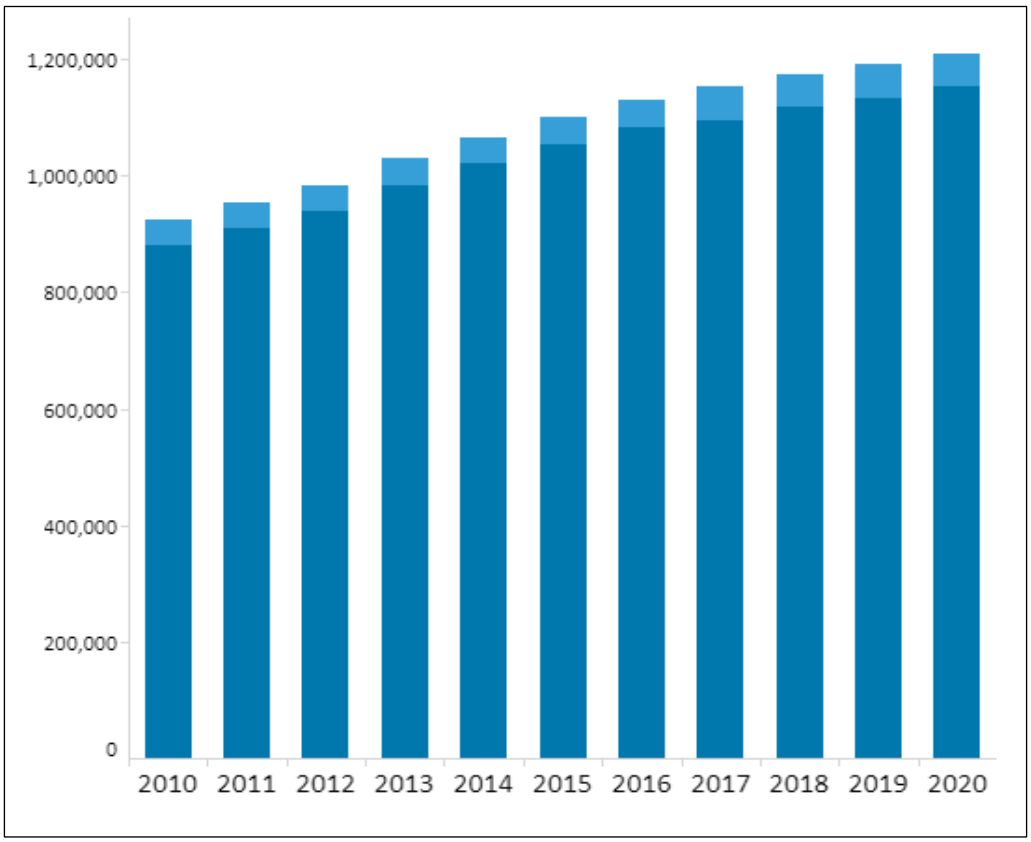
حيث تحتوي المياه المتحركة على مخزون ضخم من الطاقة الطبيعية سواء كانت المياه جزءا من نهر جار أو أمواجا في المحيط .فالمساقط المائية ما هي إلا نتيجة لطبيعة التضاريس والتركيب الجيولوجي لسطح الأرض التي يمكن اعتبارها موردا طبيعيا ثابتا، وعليه تعتبر الطاقة المائية مصدرا من مصادر الطاقة المتجددة التقليدية حيث استعمل الإنسان الدواليب التي تدار بقوة الماء لرفع المياه للري ولإدارة العجلات والطواحين التي أنشأها على ضفاف الأنهار، إلا أن أهمية هذه الطواحين والدواليب كانت تقتصر على فترة جريان المياه في الأنهار، لذا فقد اقتصرت أهميتها على المناطق ذات الجريان الدائم وأصبحت الأنهار السريعة الدائمة الجريان هي من تحدد مواقع الصناعة، فقلت أهمية الطاقة المائية عند اختراع الآلة البخارية وخاصة في غرب أوروبا وأمريكا حيث الفحم وكثافة السكان، ثم استرجعت أهميتها بعد التطور العلمي والتكنولوجي واكتشاف المولدات الكهربائية والأسلاك المعدنية المقاومة للكهرباء مما أدى إلى تطورها واتساع نطاق استعمالها[76] .



الشكل 8.I آلية توليد الكهرباء بالاعتماد على طاقة المياه [76]

1.4.5.I الطاقه المائيـة(الكهرومائيه)

كانت الطاقة الكهرومائية المصدر الرئيسي للطاقة المتجددة في جميع أنحاء العالم ، وهو ما يمثل 71 ٪ من هذا العرض اعتبارًا من عام 2016 ، وقد تم بناء هذه السعة في أمريكا الشمالية وأوروبا بين عامي 1920 و 1970 عندما تم بناء آلاف السدود. توقف بناء السدود الكبيرة في الدول المتقدمة ، لأن أفضل مواقع السدود قد تم تطويرها بالفعل ، كما أن المخاوف البيئية والاجتماعية جعلت التكاليف غير مقبولة. في الوقت الحاضر ، يتم إزالة السدود في أمريكا الشمالية وأوروبا أكثر مما يتم بناؤه. انتقلت صناعة الطاقة الكهرومائية إلى بناء السدود في العالم النامي ، وبدأت منذ السبعينيات في بناء سدود أكبر للطاقة الكهرومائية على طول حوض نهر ميكونغ ، وحوض نهر الأمازون ، وحوض نهر الكونغو. تتكرر نفس المشاكل: تعطيل بيئة الأنهار ، وإزالة الغابات ، وفقدان التنوع البيولوجي المائي والأرضي ، وإطلاق غازات دفيئة كبيرة ، وتشريد الآلاف من الناس ، وتغيير سبل عيش الناس بالإضافة إلى التأثير على أنظمة الغذاء ، ونوعية المياه ، والزراعة القريبة منهم[77] .



الشكل I.9 إحصائيات تطور استغلال الطاقه الكهرومائية في العالم بالميجاواط [78].

I.4.5.2الطاقة المائية في البلدان النامية

يقدر عدد السدود التي تنتج أكثر من 1 ميجاوات بـ 3700إما مخطط لها أو قيد الإنشاء بالدرجة الأولى في البلدان النامية [79]. من السهل فهم السبب: تمثل الطاقة الكهرومائية أكبر مصدر متجدد للكهرباء (71٪ من الإنتاج العالمي للطاقة المتجددة) [80]، ويقدر أنه يتم استغلال 22٪ فقط من الإمكانات العالمية حتى الآن [81]. تعد زيادة حصة الطاقة المتجددة بشكل كبير في مزيج الطاقة العالمي بحلول عام 2030 من بين أهداف التنمية المستدامة.

تنمية الطاقة الكهرومائية ظاهرة عالمية في أهميتها. إنه يؤثر على أهم أحواض الأنهار في العالم ، بما في ذلك الأمازون والكونغو ونهر ميكونغ [82]، [81] ، مما يؤدي إلى اضطراب هائل في هذه المناطق المهمة بيئيًا. التكاليف المالية للسدود هائلة ، ويعتقد الكثيرون أن الفوائد لا تفوق التكاليف [83، 84]. الآثار الهيدرولوجية للسدود والخزانات واسعة النطاق [85] ؛ ومع ذلك ، تعد الطاقة الكهرومائية الصغيرة إلى حد كبير إيجابية صافية للمجتمعات ولها تأثير بيئي ضئيل [86] ، [87]. تؤدي الانخفاضات الحادة في المياه العذبة المتاحة بسبب بناء السدود إلى التغيرات الموسمية في تصريف الأنهار بالإضافة إلى فقدان اتجاهات المياه العذبة في اتجاه مجرى النهر ، والسهول الفيضية ، وحتى تآكل السواحل وتغيرات الملوحة [88-91]. يمكن أن تكون العواقب السلبية على بنية النظام الإيكولوجي وتكوينه (على سبيل المثال ، تجزئة الموائل ، وفقدان التنوع البيولوجي المائي والأرضي) والوظيفة (على سبيل المثال ، تدفقات المغذيات ، والإنتاج الأولي) شديدة [97، 83 ،84]. يمكن أن تكون الخزانات أيضًا مصادر مهمة لغازات الدفيئة ، وخاصة الميثان [96]، [85] ، 92-95] ، ويمكن أن يؤدي انخفاض تدفق الأنهار إلى زيادة تركيزات الملوثات [99]،[98] .

I.4.5.3 طاقة المحيطات(Ocean Energy)

تغطي البحار والمحيطات مساحات واسعة جدا من سطح الكرة الأرضية، فبينما تبلغ مساحة اليابسة على الأرض 149مليون كم^2، فإن البحار والمحيطات تغطي ما مساحته 361 مليون كم^2، أي أكثر من ضعف مساحة اليابسة، ومعروف تاريخيا أن الإنسان استعمل ومازال يستعمل البحار والمحيطات سواء لإنتاج غذائه أو لانتقاله من مكان لآخر .

وهناك أشكال عديدة من الطاقة يستطيع الإنسان الحصول عليها من البحر، فهناك حركة المد والجزر التي تؤدي إلى ارتفاع منسوب المياه على الشواطئ ثم انخفاضها ضمن حركة دورية تتكرر بشكل منتظم .

وقد تمكن الإنسان من الاستفادة من هذه الظاهرة في أعمال الملاحة وأخيرا في توليد الطاقة الكهربائية. وكذلك استغلال الطاقة الحرارية في البحار والمحيطات لتوليد الطاقة الكهربائية أو إنتاج الهيدروجين الذي يمكن استعماله كوقود لتوليد الطاقة النهائية .وقد يبدو غريبا أن نتكلم عن الطاقة الحرارية في البحار والمحيطات كون هذه الأخيرة لا ترتفع أكثر من 30 درجة مئوية على السطح في أي مكان من العالم، وبالرغم من أن درجة الحرارة في أعماق البحار والمحيطات لا ترتفع عن 5 درجات مئوية إلا أن فوارق درجة حرارة الماء ما بين السطح والقعر(الباطن)هو ما يسمح باستغلال التدرج الحراري من أجل توليد الطاقة الحرارية، فعلى الرغم على أن هذا النوع من الطاقة غير مستغل بشكل جيد الآن رغم تأكيدات المختصين على إمكانية استغلالها

ميدانيا وتكنولوجيا إلا أن الاستثمارات المطلوبة لإنشاء محطة كهربائية واحدة تعمل على مصدر الطاقة الحرارية في البحار سيكلف مئات الملايين من الدولارات وهو ضعف ما سيكلفه إنشاء محطة تعمل بالطاقة النووية وبذات قدرة الإنتاج[100].

I.4.5.4 طاقة تحويل حرارة المحيطات (OTEC) Ocean Thermal Energy Conversion :

تسقط أشعة الشمس على سطح الكرة الأرضية وتقوم المياه بامتصاص قسم من هذه الطاقة بشكل طاقة حرارية ويخضع امتصاص المياه للطاقة الشمسية لقانون لمبرت للامتصاص(Lambert law of absorption) :

حيث ان :

$$I(y) = I_o e^{-\mu.y}$$

l_0 .كمية الإشعاع على السطح

I .(y=0) كمية الإشعاع عند المسافة لا من السطح.

η معامل الامتصاص ويؤخذ $0.05\ m^{-1}$ للماء الصافي و $0.5\ m^{-1}$ للماء المالح. يؤدي امتصاص المياه للطاقة الشمسية إلى رفع درجة حرارة المياه عند السطح، أما المياه الموجودة على أعماق مئات الأمتار فأن تأثرها بالشمس يكون قليلا جدا وتبقى عند درجات حرارة منخفضة. ولهذا فكر العلماء في استخدام الفرق بين درجة حرارة المياه السطحية الدافئة التي قد تصل إلى30C في بعض المناطق و بين درجة حرارة المياه العميقة الباردة والتي تصل إلى 4 على عمق 1 km وعلى الرغم من صغر هذا الفارق بين درجات الحرارة إلا أنه يكفي نظريا للاستفادة منه في توليد الطاقة يعد المهندس الفرنسي جورج كلود أول من انشأ محطة لتوليد الطاقة الكهربائية من الفرق في درجات الحرارة بين السطح والقاع في خليج ماتزاس في كوبا، وقام كلود بتركيب المحطة على اليابسة وكانت تتغذى بالمياه المطلوبة عبر أنابيب تمتد من البحر إلى المحطة وكانت قدرة المحطة 2.2 mw وتعمل على فريق درجة حرارة يبلغ C°14 بين مياه القاع ومياه السطح. إذ كانت درجة حرارة السطح C°27 ودرجة حرارة القاع C°11. قام كلود ينقل المياء علي أنبوب قطره 2 m وطوله 2 km ويزن 400 طن وكانت عملية نصب هذا الأنبوب الأصعب من الناحية التقنية في ذلك العصر إذ فقد أنبوبان قبل أن يتم تصب الأنبوب في المحاولة الثالثة. واشتغلت المحطة المذكورة خلال الأعوام 1929- 1930 ثم توقفت بسبب مشاكل التأكل والصدا الناتجة عن ملوحة مياه البحر

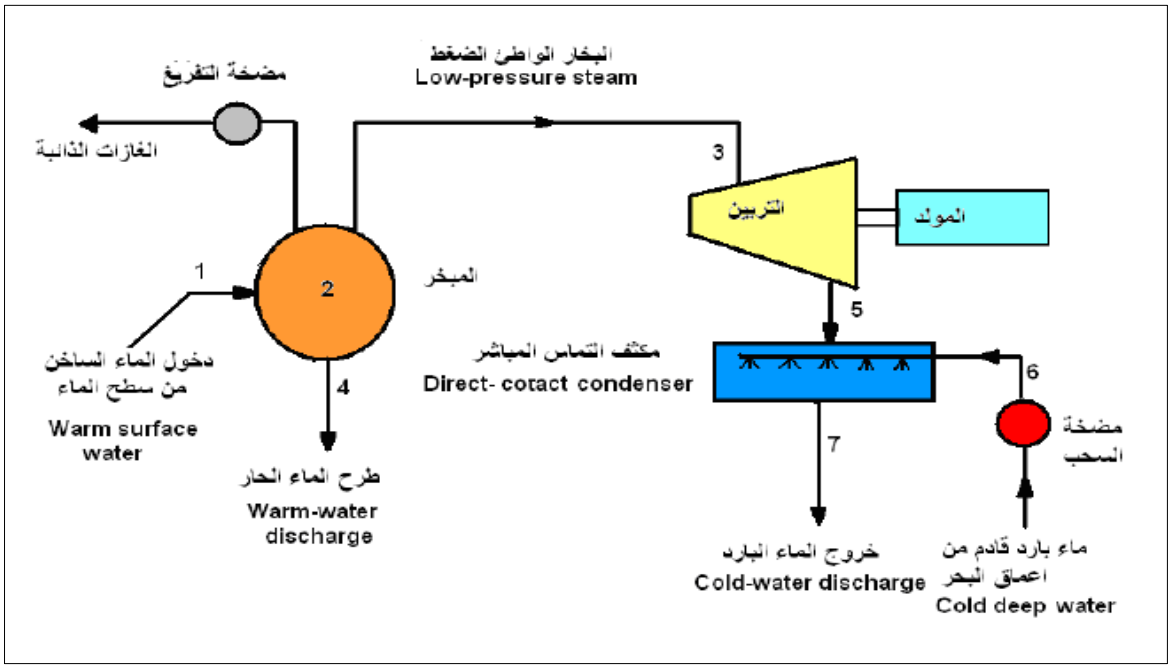
الطرق المستخدمة لاستغلال طاقة الفرق في درجات الحرارة

هناك طريقتان لانتاج الطاقة الكهربائية تتضمن إحداهما استعمال الدورة المفتوحة ابو نورة كلود Claude cycle) والثانية هي الدورة المغلقة أو نورة أندرسون.

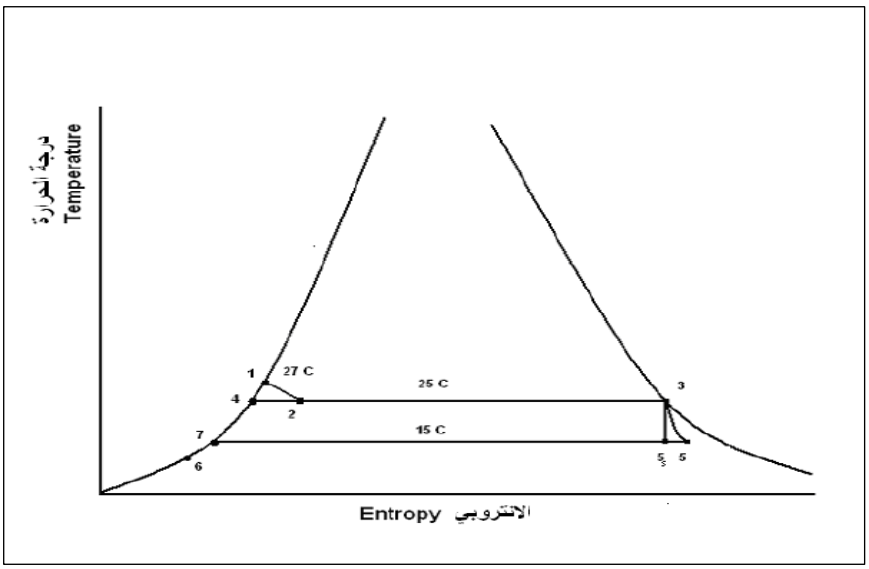
- **الدورة المفتوحة اي دورة كلاود Claude cycle:**

يستعمل ماء البحر وحده في هذه الدورة، ويبين الشكل (1.7) مخططا بسيطا لاجزاء الدورة إضافة إلى مخطط درجة الحرارة لانتروبي (diagram T-S)، يتم نقع ماء سطح البحر الدافئ الذي تكون درجة حرارته على سبيل المثال C°27 إلى داخل المبخر الذي يكون تحت ضغط مخلخل اقل من ضغط التشيع المقابل لدرجة حرارة الماء الدافي والذي يمثل النقطة (1) على مخطط الانتروئي حرجة الحرارة وتكون قيمة ضغط التشيع المقابل لدرجة

الحرارة C°27 هو 0.0356 bar ويكون ضغط المبخر تحت ضغط اقل من هذه القيمة والمكان على سبيل المثال 0.0317bar المقابل للدرجة التشبع 25C° يتحول الماء عند دخوله المبخر إلى بخار رطب(Wet steam) وبنسبة جفاف منخفضة (النقطة (2) يتم فصل البخار ليمر علئ على التوربين البخاري (النقطة(3)) ليتم تدويره وتوليد الطاقة الكهربائية عن طريق المولد الكهربائي. يتم المحافظة على ضغط التخلل عن طريق مضخة التفريغ (Vacuum pump) تعمل في الوقت نفسه على التخلص من الغازات الأكلة الضارة ويتم التخلص من الماء المالح المتبقي في المبخر عن طريق طرحه إلى البحر (النقطة 4).



الشكل**I.10** أ-مخطط بسيط لدورة كلود (الدورة المفتوحة)



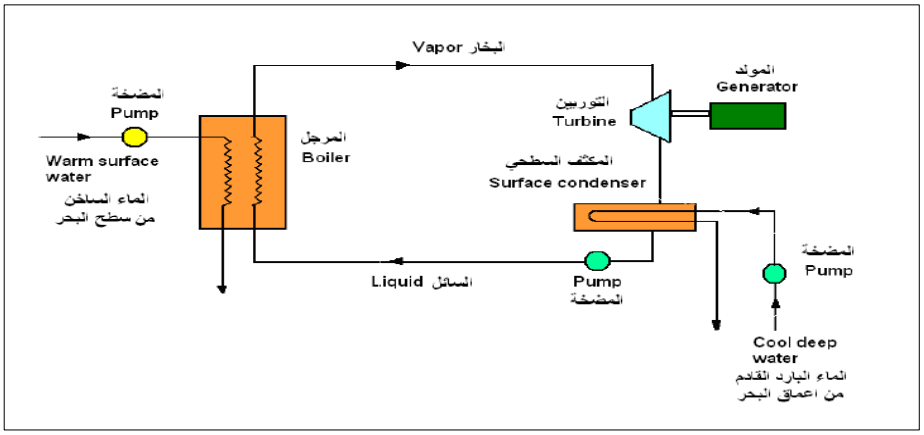
الشكل I.11 الدورة المفتوحة (دورة كلود)

ب- مخطط الانتروبي –درجة الحرارة

يكون البخار في النقطة (3) قبل دخوله التوربين تحت ضغط واطئ وحجم نوعي كبيرعند المقارنة مع ظروف دخول البخار إلى التوربينات في المحطات البخارية التقليدية ولهذه يكون حجم التوربينات في هذه المحطات كبير نسبيا بسبب كبر الحجم ($43m^3/kg$)و(0.0317 bar) النوعي. يتمدد البخار في التوربين ايزونتروبيا إلى النقطة (5) حيث المكثف والذي يكون 15ليقابل تيارا من الماء البارد 15 C ودرجة حرارة مقدارها 0.017 barتحت ضغط منخفض القادم من قاع المحيط (النقطة 6) فيتكاثف البخار إلى ماء (النقطة 7) يمكن استخدامه للشرب أو الزراعة ولهذا فأن هذا النظام يسمح بإنتاج المياه النقية في المكثف. ولا يتوفر هذا الأمر ف الدورات المغلقة التي تستعمل الغازات العضوية. والواقع أن العالم يواجه نقصا في مصادر المياه الصالحة للاستعمال بسبب الزيادة في السكان والتوسع في الصناعة والزراعة ويستهلك العالم بالتأكيد الكثير من مصادر الطاقة الحالية لتحلية مياه البحر و إنتاج المياه العذبة ولذلك فأن هذه الأنظمة ملائمة للمناطق التي تعاني من نقص في مصادر المياه العذبة.

- **الدورة المغلقة او دورة اندرسون**

في أواسط الستينات من القرن الماضي، اقترح المهندس الأمريكي هيلبرت اندرسون استغلال طاقة الفرق في درجة الحرارة بين السطح والقاع بواسطة استعمال محطات تعمل علىغازات عضوية مثل الامونيا و الفريون و البروبان بدل البخار، ومن خصائص هذه الغازات إنها تتبخر في درجات حرارة منخفضة بحيث يمكن استعمالها في تشغيل توربينات تربط بمولدات كهربائية، يبين **الشكل I.12** تخطيط بسيط لهذه الدورة حيث يتم دفع الامونيا أو أي غاز آخر إلى المبادل الحراري ليقابل تيار من ماء سطح البحر الدافئ فيتحول السائل إلى غاز أو بخار يمر من خلال التوربين لتوليد الطاقة الكهربائية. يخرج الغاز من التوربين ويدفع إلى مبادل حراري ليقابل تيارا من قاع البحر البارد فيتحول مرة أخرى إلى سائل ويعود إلى دورته الجديدة. إن إحدى المشكلات الرئيسية في أنظمة الدورات المغلقة تكمن في المبادلات الحرارية (المبخر والمكثف) وذلك لان أحجامها المطلوبة كبيرة جدا، أما المشكلة الأخرى التي تواجه هذا النوع من المنظوماتت هي تلك الناتجة عن وجود هذه المبادلات في البحر، وفضلا عن تأثير أملاح البحر على المعادن المصنوعة منها هذه المبادلات فأن هناك تأثير الكائنات البحرية التي تنمو على أي سطح موجود في مياه البحر، إذ من المتوقع أن تنمو الكثير من الكائنات البحرية على سطح المبادلات الحرارية وتكون طبقات تعزل سطح المبادل والذي بدوره سيؤثر سلبا على كفاءة المحطة. إن أحد الحلول المطروحة أن تنشأ المحطة على منصة تتحرك في عرض البحر لتقليل إمكانية نمو الكائنات البحرية وتراكمها على المبادلات الحرارية ولمنع ارتفاع درجة حرارة المياه المحيطة بالمبادلات وهو أمر يؤدي إلى انخفاض كفاءة عمل المحطة[150].



الشكل I.12 مخطط لمنظومة مغلقة تستخدم لاستغلال طاقة حرارة المحيطات[150].

I.5.5 طاقة الحرارة الجوفية أو حرارة باطن الأرض

يرجع تاريخ وجود طاقة الحرارة الجوفية إلى زمن نشأة الأرض، حتى أن اسمها مشتق من كلمة geo وتعني أرض أما Thermal فتعني حرارة .وبالتالي تعني كلمةGeothermal حرارة الأرض ، فالطاقة الحرارية المختزنة في الطبقات الصخرية مصدرها التحلل الطبيعي للعناصر المشعة في القشرة الأرضية والحرارة الكامنة في الصخور المنصهرة الناتجة عن تحلل عناصر مثل اليورانيوم والبوتاسيوم وغيرها من المواد المشعة[101].

وتعتبر الطاقة الجيوحرارية مصدر الطاقة المتجدد الوحيد غير طاقة المد والجزر التي تعتمد على الشمس كمصدرها الأولي للطاقة، ويعتبر استخدام الطاقة الجيوحرارية عمليا أكثر في أماكن حيث تكون درجة حرارة الأرض عالية قريبا من السطح، وهذه غالبا ما تكون قريبة من مناطق نشطة جيولوجيا.

وقد تم استغلال هذا المصدر من الطاقة بواسطة الإنسان قديما، عادة على شكل حمامات حرارية طبيعية، لكن البحث عن بدائل للوقود الأحفوري قاد إلى اهتمامات متجددة في النشاط الجيوحراري، حيث تستخدم الطاقة الحرارية الجوفية مباشرة لتوفير الحرارة للأبنية والعمليات الصناعية، وفي نهاية عام 2000 كانت القدرة الحرارية العظمى المركبة عالميا بالنسبة إلى تطبيقات التدفئة غير الكهربائيه أعلى من15000 ميغاوات حرارية بحسب تقرير وكالة الطاقة الجيوحرارية (IGA)عام 2005[102].

I.6 استخدامات وتكنولوجيات الطاقات المتجددة

فيما يلي أبرز استخدامات الطاقات المتجددة وفقا للتكنولوجيات المتاحة:

I.6.1 استخدامات الطاقة الشمسية

I.6.1.1 إستخدامات الطاقة الشمسية :إن الاستعمالات الناجحة للحرارة الناتجة من الطاقة الشمسية كثيرة، ومن بين أكثرها شيوعا استعمالها لأغراض التدفئة والتبريد في المباني، ويبدو أن هذا المجال هو الأكثر نجاحا بين مجالات استخدام الطاقة الشمسية، حيث تتوفر الإمكانات لبلوغ القدرة التنافسية من الناحبة الاقتصادية خلال سنوات قليلة، وتقوم أنظمة التدفئة على إنشاء مباني بتصاميم خاصة كأن تكون سقوفها مكونة من طبقات من المواد البلاستيكية ذات القابلية على تجميع وتركيز أشعة الشمس، وتمر من خلالها أنابيب المياه التي تسخن بهذه الطريقة ويوجد الآن عدد قليل من المنازل في أوروبا وأمريكا واليابان التي تدفأ بهذه الطريقة. أما في حالة استعمال الطاقة الشمسية في عملية التبريد فيجري تطوير أنظمة كيمياوية خاصة وأكثر صعوبة من عملية التدفئة، غير أن الحاجة إلى تبريد المباني تزداد في نفس الوقت الذي تزداد فيه شدة الإشعاع الشمسي [103].

I.6.1.2 استخدام الطاقة الشمسية في تحلية المياه :تستخدم الطاقة الشمسية لتحلية المياه بطريقتين، الطريقة الأولى تعتمد على استخدام الطاقة الكهربائية الناتجة عن الطاقة الشمسية محل الطاقة التقليدية لاستعمالها مع التقنيات المألوفة للتحلية، أما الطريقة الثانية فتستخدم الإشعاع الشمسي لتبخير جزء من المحلول الملحي ثم تكييفه باستخدام المقطرات البسيطة.

I.6.1.3 استخدام الطاقة الشمسية في الزراعة :تعتبر الطاقة أحد المتطلبات الرئيسية للزراعة وتنمية المناطق الريفية كما أن النباتات تستخدم ضوء الشمس وثاني أكسيد الكربون والماء لتحولها إلى طاقة تنمو بها، ويمكن لمصادر الطاقة المتجددة أن تحل بعض

مشاكل المناطق الريفية مثل تحويل المخلفات الزراعية إلى غاز حيوي، إلى جانب استخدام الطاقة الشمسية في ضخ المياه، والبيوت البلاستيكية الزراعية، وتجفيف المحاصيل وكذلك في الطهي[104].

1. **طبيقات الخلايا الشمسية** :إن تحويل الشمس المباشرة إلى طاقة كهربائية هو أحد المنجزات العلمية الكبرى وهو أفضل التقنيات المستخدمة حاليا في مجال الطاقة المتجددة، إذ تتكون الخلية الشمسية من خط اتصال يفصل بين طبقتين خفيفتين من مادة شبه موصلة إحداهما موجبة والأخرى سالبة، والتي قد تكون مصنوعة إما من السيليكون أومن مواد أخرى غير السيليكون، حيث إن أبسط تعريف لخلية شمسية هو أنها بطارية شمسية تقوم بإنتاج تيار يتناسب مع شدة الإشعاع الشمسي قد يصل إلى مقدار يت ا روح بين 2.5 و 3 آمبير في حالة الإشعاع الشمسي الأعلى، والذي يتحول فيما بعد إلى طاقة كهربائية [105]، وقد تركز الاهتمام على إدخال الفولتوضوئيات كمصدر للطاقة المتجددة في التطبيقات الأرضية بغية تطوير التقنية ووسائل الاستخدام في قطاع السكن والصحة والتعليم والصناعة والزراعة والنفط وغيرها في الاستخدامات الفولتوضوئية الجذابة اقتصاديا وفي المناطق المعزولة والنائية، حيث تنقص شبكات الكهرباء العامة وتساعد في الإنماء الاقتصادي والتطوير الاجتماعي المحلي، والمسطحات الفولتوضوئية، هي مصدر القدرة الكهربائية ويعول عليها كثيرا كمصدر كهربائي لأن ليس لها أجزاء متحركة وذات عمر يتراوح من 15 إلى 35 سنة وأمان للبيئة، كما تضفي على المباني شكلا معماريا جذابا ،وهذا التطور العلمي سيساعد مستقبلا في العودة العكسية للهجرة وخاصة في المناطق النائية والصحراوية منها، وذلك لما ستكتسبه المناطق المعينة من آثار اقتصادية واجتماعية للسكان[106].
2. **توليد الهيدروجين بالطاقة الشمسية** :تعتمد طريقة توليد بالطاقة الشمسية على تحويل طاقة الإشعاع الشمسي الضوئية إلى طاقة كهربائية ذات تيار مستمر عن طريق ما يسمى بالألواح الكهروشمسية، وهي تضم مصف وفات من الخلايا الشمسية بداخلها، واستخدام التيار الكهربائي المباشر في تحليل المياه داخل محللات كهربية واستخلاص عنصري الهيدروجين والأكسجين المكونين لجزئي الماء، ثم تجفيف الهيدروجين الناتج من المحللات حيث انه يكون مخلوطا ببعض بخار الماء، ثم تتم عملية تسييل الهيدروجين ودفعه في شبكة كشبكة الغاز الطبيعي لاستخدامه في أماكن بعيدة عن مصدر إنتاجه(توجد في ألمانيا شبكة طولها 210كم لتوزيع الهيدروجين بقدرة استيعابية مقدارها 250 مليون متر مكعب في السنة) [107].

2.6.I استخدامات الطاقات المتجددة أخرى

3.6.I استخدامات طاقة الرياح

تعد الرياح في الوقت الراهن تكنولوجيا ناضجة، ففي المواقع ذات سرعات الرياح المرتفعة تكون تكلفتها اقتصادية تنافس تكنولوجيات توليد الطاقة التقليدية، وبخاصة عند أخذ التأثيرات البيئية في الاعتبار[108].فقد نما تطور تكنولوجيا لطاقة الرياح بشكل مدهش منذ نهاية سنة 1999 حيث قدر إجمالي الطاقة المولدة عن توربينات الرياح ما سعته 14 جيغا وات وقد تضاعف هذا الرقم 12 مرة خلال السنوات العشر الموالية ليصل إلى ما سعته

160جيغا وات مع نهاية سنة 2009 ، وتتعلق استخدامات تكنولوجيا توربينات الرياح في عمليات توليد الكهرباء وتغذية المولدات الصناعية والمنزلية وحتى على ضفاف الشواطئ وفي أعالي الجبال.

I.6.4طرق الاستفادة من حرارة البحار والمحيطات

تتمثل الطرق المطروحة حاليا لاستخدام الطاقة الحرارية في البحار والمحيطات، الناتجة عن فروق درجات الحرارة بين مياه السطح ومياه الأعماق باستعمال المكائن الحرارية التي تعمل إما على الدورة المفتوحة أو الدورة المغلقة، وهناك تشابه في الخطوط العامة للأنظمة العاملة على أي من الدورات السابقة، فكلها بحاجة إلى مبخر إما لإنتاج بخار الماء كما هو الحال في الدورة المفتوحة، أو لتبخير الغاز العضوي المستعمل إلى ضغوط عالية، ثم هناك الحاجة إلى توربين يربط بمولد كهربائي لإنتاج الكهرباء أو الهيدروجين بواسطة التحليل الكهربائي، وقد يعمل التوربين على البخار ذي الضغط المنخفض أو على الغاز ذي الضغط العال أما الجزء الثالث الرئيسي فهو المكثف.

I.6.5استخدامات تكنولوجيات الكتلة الحيوية

وقود الكتلة الحيوية هذا النوع من التكنولوجيا يقوم على إنتاج وقود سائل يستخدم في وسائل النقل [109]، وهذا الوقود مصنوع من الكتلة الحيوية للنباتات السليلوزية المواد الليفية والتي تختلف تماما عن الحبيبات النشوية مثل الذرة، وهذه النباتات السليلوزية يمكن أن تستخدم كبديل للبترول الذي يستخدم في محركات الاحتراقالداخلي وفي المستقبل سوف يلعب الايثانول والهيدروجين دوراً هاما كوسيط لتخزين الطاقة في خلايا الوقود.

I.6.6استخدامات الطاقة المائية

منذ العصور القديمة استخدمت الطاقة المائية لأغراض الري وتشغيل الأجهزة الميكانيكية المختلفة، مثل الطواحين المائية، والمناشير التي تدار بالطواحين وطواحين مصانع النسيج، والرافعات البحرية، والمصاعد المنزلية، و محطات توليد الكهرباء والطلاء، حيث تولد المياه المتدفقة طاقة يمكن احتباسها وتحويلها إلى كهرباء، فيما يعرف باسم الطاقة الكهرومائية أو الطاقة المائية، والانبعاثات الغازية في الهواء الناتجة عن الطاقة الكهرومائية، هي انبعاثات لا تذكر نظرا لعدم الحاجة إلى حرق أي وقود، كما تولد حركة المياه في تدفقها من المصب طاقة حركية يمكن تحويلها إلى كهرباء، وتحول محطات توليد الطاقة الكهرومائية هذه الطاقة إلى كهرباء عن طريق دفع المياه التي غالبا مال تكون محتجزة وراء سد،عبر التوربينات ويعود إلى مجرى التيار أو مجرى النهر أسفل السد.

I.6.7 استخدامات الطاقة الحرارية المتولدة من جوف الأرض

هي الطاقة الحرارية المستخرجة من باطن الأرض ويتم استخدام الماء الساخن والبخار لإنتاج الكهرباء أو يستخدم مباشرة لتسخين الأماكن ويستخدم أيضا في العمليات الصناعية، وهذه الطاقة تستخدم أيضا في مجال الجيوفزياء والكيمياء الحيوية والاكتشافات الجيولوجية، ويتم استخدام الحرارة بشكل مباشرة أو يتم تحويلها إلى أشكال أخرى من الطاقة مثل الطاقة الكهربية أو التبريد بواسطة دورات تبريد بالامتصاص.

I.8.6استخدامات الطاقة الهيدروجينية

يمكن استخدام الهيدروجين في البيوت السكنية بدلا من الغاز الطبيعي، وبصورة خاصة لأغراض الطبخ والتسخين والتدفئة [110]، كما يمكن استعماله كوقود مستقبلي لمختلف وسائل النقل دون إجراء تغيرات جذرية في أجهزة المحركات المعمول بها حاليا، هذا بالإضافة إلى استعمالاته في صناعة الأسمدة الكيمائية وتوليد الطاقة الكهربائية .يؤدي إنتاج الهيدروجين باستخدام التحليل الكهربائي للماء إلى توافر الأكسجين، الذي يستخدم في عدة استخدامات هامة، مثل إنتاج الفولاذ أو تنقية المياه الملوثة وغير ذلك.

الفصل الثانـــي

الوقود الحيـــوي

1.II مقدمة

إن الكتلة الحيوية مصطلح عام يغطي مساحة واسعة من المخلفات النباتية والحيوانية الأصل وبالطبع هذا يشمل الوقود الأحفوري (التقليدي) ولكننا في هذا البحث سوف نقتصر استخدام مصطلح الكتل الحيوية على الطاقات المتجددة والبديلة للوقود الأحفوري. فهي تمثل الأخشاب والفضلات النباتية والحيوانية والبشرية، والتي بإمكانها توليد الطاقة بشكل مباشر أو بطرق تحويلية خاصة.

لقد ظلت الكتل الحيوية المصدر الرئيسي لتجهيز الحرارة والضوء في مختلف بقاع العالم منذ قديم الزمان، وقد حل محلها في نهاية القرن التاسع عشر وقود الفحم والنفط في الدول الصناعية بينما ظل استخدامها واسعا في الدول النامية وتنامى القلق البيئي إلى إعادة دراسة استخدام الكتل الحيوية مرة أخرى العام **1973م**.

إن الخطوة الأولى في تقدير حجم ومصادر الكتل الحيوية هي معرفة ما هو متوفر منها وسهولة الوصول إليها ومدى ديمومتها وتوفرها لمعدل استخدام معقول حيث أن استخدام هذا الوقود بشكل يفوق إنتاجه يجعله من الطاقات الغير المستدامة.

أما الخطوة الثانية فهي كلفة هذا الوقود فمثال ان كلفة المخلفات في الأرض الزراعية قليلة ولكن كلفة جمعه ونقله إلى مكان آخر ربما يضيف مبالغ إضافية تجعل كلفته غير اقتصادية للاستخدام. ولكن في المقابل يجب الذكر أن ترك الفضلات النباتية والحيوانية والبشرية أو القائها في الأنهار يؤدي إلى تلوثها أو تجمع الحشرات المائية والقوارض التي تؤذي المحيط السكني حولها. تعد الطاقة الحيوية من الطاقات المتجددة حديثة النشأة وهي تنافس بقدر بسيط طاقة النفط لهذا نحاول التعرف على الطاقات الحيوية من خلال التطرق إلى تعريفها ومزايا استخدامها وأنواعها[111].

2.II الوقود الحيوي

تعريف: ويعرف الوقود الحيوي بأنه الطاقة المتحصل عليها من تحويل الكتلة الحيوية المتمثلة في إجمالي النباتات، الخشب والمحاصيل الزراعية .ويعود ظهور فكرة الاهتمام بالطاقة الحيوية كبديل للطاقة الأحفورية إلى السبعينيات من القرن العشرين إبان ارتفاع أسعار البترول آنذاك، وذلك لاستعمالها على شكل وقود حيوي كبديل للوقود الأحفوري في مجال النقل، حيث أطلقت البرازيل البرنامج الوطني للإيثانول وكذلك فعلت الولايات المتحدة الأمريكية بإطلاق برنامج لصناعة الإيثانول انطلاقا من الذرة كمادة وسيطة في ذلك، وتبعتها في نفس السياق عدة دول كالصين، كينيا وزيمبابوي لكن محاولاتها باءت بالفشل.

الوقود الحيوي هو وقود نظيف يعتمد إنتاجه في الأساس على تحويل الكتلة الحيوية سواء كانت ممثلة في صورة حبوب ومحاصيل زراعية مثل الذرة وقصب السكر أو في صورة زيوت مثل زيت فول الصويا وزيت النخيل وشحوم حيوانية إلى ايثانول أو الديزل.

كما يتم الحصول على الوقود الحيوي من التحليل الصناعي للمزروعات والفضلات، وبقايا الحيوانات التي يمكن إعادة استخدامها. مثل القش والخشب والسماد إضافة إلى تحلل النفايات ومخلفات الأغذية، التي يمكن تحويلها إلى غاز حيوي. حيث بدأت بعض الدول بزراعة أنواع معينة من النباتات خصيصا لاستخدامها في مجال الوقود الحيوي، منها الذرة وفول الصويا في الولايات المتحدة. وأيضا اللفت، في أوروبا وقصب السكر في البرازيل. وزيت النخيل في جنوب شرق آسيا ويعتبر الوقود الحيوي من أفضل مصادر الطاقة البديلة للوقود الأحفوري وذلك نظراً لاستخدامه في كل الحالات

حيث يمكن نقله وتخزينه واستخدامه بطرق متعددة وهو مصدر نظيف ومتجدد علاوة على رخص تكلفته مقارنة بمصادر الطاقة المتجددة الاخرى كما أن الوقود الحيوي يمكن إنتاجه في أي وقت وفي أي بقعة من الأرض، بسبب توافر مواده الأولية وعدم تقيدها بأي عوامل جغرافية أو طبيعية، وهي ميزة كبرى تفتقدها مصادر الطاقة المتجددة الأخرى، مثل الطاقة الشمسية التي ترتبط بمقدار وطاقة الرياح التي لا يمكن توفيرها طوال شهور السنة، والطاقة المائية التي ترتبط بوجود ممرات مائية وسواحل بحرية، وهو أمر لا يتوافر لكل الدول[112].

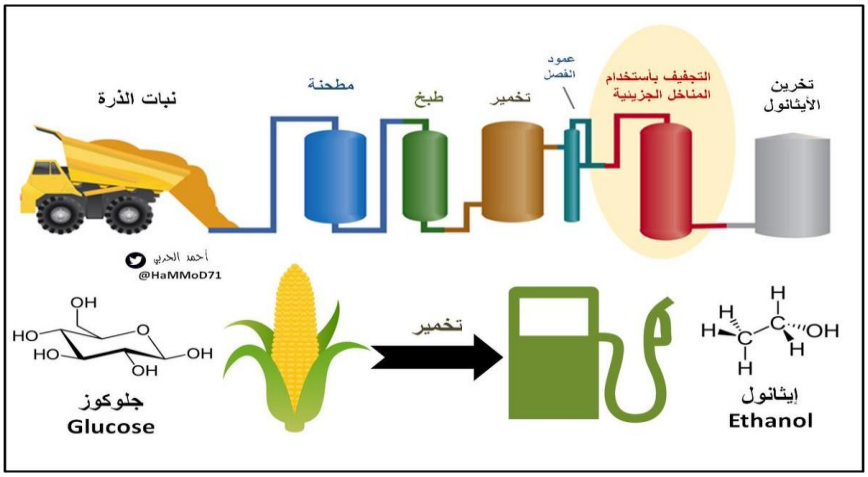
1.2.II أشكال الوقود الحيوي

الوقود الحيوي هو الطاقة المستمدة من الكائنات الحية سواء النباتية أو الحيوانية منها، وهو أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة، على خلاف غيرها من الموارد الطبيعية مثل النفط والفحم الحجري وكافة أنواع الوقود الأحفوري والوقود النووي. الوقود الحيوي هو وقود نضيف يعتمد انتاجه في الأساس على تحويل الكتلة الحيوية سواء كانت ممثلة في صورة حبوب و محاصيل زراعية مثل الذرة و قصب السكر أو في صورة زيوت مثل زيت فول الصويا و زيت النخيل و شحوم حيوانية ، إلى إيثانول كحولي أو ديزل عضوي مما يعني إمكانية استخدامها في الإنارة و تسيير المركبات و إدارة المولدات ، و هذا حادث فعلا و على نطاق واسع في دول كثيرة أبرزها أمريكا و البرازيل و ألمانيا و السويد و كندا و الصين و الهند ،ان زيادة الطلب على الوقود الحيوي هو بسبب مجموعة من الاحتجاجات المتزايدة على الطاقة مثل ارتفاع تكاليف النفط ، الرغبة في مصادر طاقة نظيفة[111].

2.2.II أجيال الوقود الحيوي

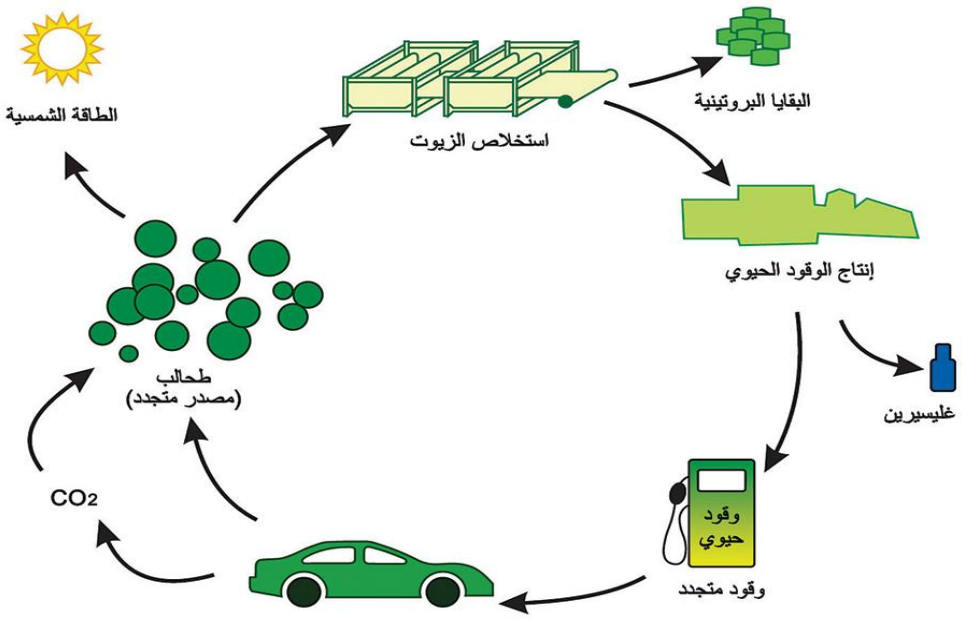
يمكن تقسيم الوقود الحيوي إلى أربعة أجيال:

- **الجيل الأول:** يعتمد في إنتاج الوقود الحيوي على بذور وحبوب النباتات كالذرة، القمح، فول الصويا، قصب السكر[113] اللفت، الشعير وعباد الشمس بالإضافة للتمور[115] وكذا بن القهوة يمكن استخدامه كمادة خام في إنتاج الإيثانول الحيوي، وقد تلقت تلك الطريقة عدة انتقادات عالمية لأنها تتسبب في تحويل الكثير من الأراضي الزراعية إلى وقود حيوي، وبذلك تؤثر سلبا على النشاط الزراعي وكذا فقراء العالم بسبب ارتفاع بليغ في الأسعار العالمية للحبوب، وكذا الزيوت. الشكل التالي يوضح مراحل إنتاج الوقود الحيوي للجيل الأول.



الشكل II.1 مراحل إنتاج الوقود الحيوي للجيل الأول[131].

- **الجيل الثاني**: يعتمد على المخلفات والبقايا النباتية كسيقان القمح والذرة ونشارة الخشب[118] أشجار التين وغيرها حيث يتم الحصول على الوقود الحيوي من السليلوز والميثانول والإيثانول الحيوي، فبالرغم من نجاح الطريقة وأهمية استخدامها في إنتاج الوقود إلا أنها أيضا تمس بغذاء المواشي من العلف، وتحرم التربة الزراعية من المخلفات التي تتحول إلى سماد عضوي يخصبها[113].
- **الجيل الثالث**: يتميز هذا الجيل باستخدام الطحالب لإنتاج الوقود الحيوي، إن العديد من الدراسات الحديثة أشارت إلى أن الطحالب الخضراء مصدر للوقود[119] يندرج تحت مصادر الطاقة المتجددة، وخاصة بعد التزايد المستمر في سعر الوقود الأحفوري، لها أثر محدود على البيئة، ولا تؤثر على الاحتياج العالمي للغذاء، لذلك يمكن التوصل إلى الحقيقة بأن أفضل المحاصيل التي يمكن استخدامها كوقود حيوي هي الطحالب، كونها لا تصلح للاستعمال البشري، بالإضافة لأنها تنمو في البحر أو في مزارع تستخدم فيها مياه عادية أو مياه البحر، تنمو خلال 12 ساعة و51 %منها زيت، الطحالب كائنات دقيقة وحيدة الخلية، ولها قدرة على التمثيل الضوئي، وتتميز بمعدل نمو سريع، وتعتبر من أقدم أنواع الحياة على وجه الأرض، حيث يعتقد أن الوقود الأحفوري تكّون من الطحالب في العصر القديم [120-122] الشكل الموالي يوضح مراحل انتاج الوقود الحيوي للجيل الثالث .



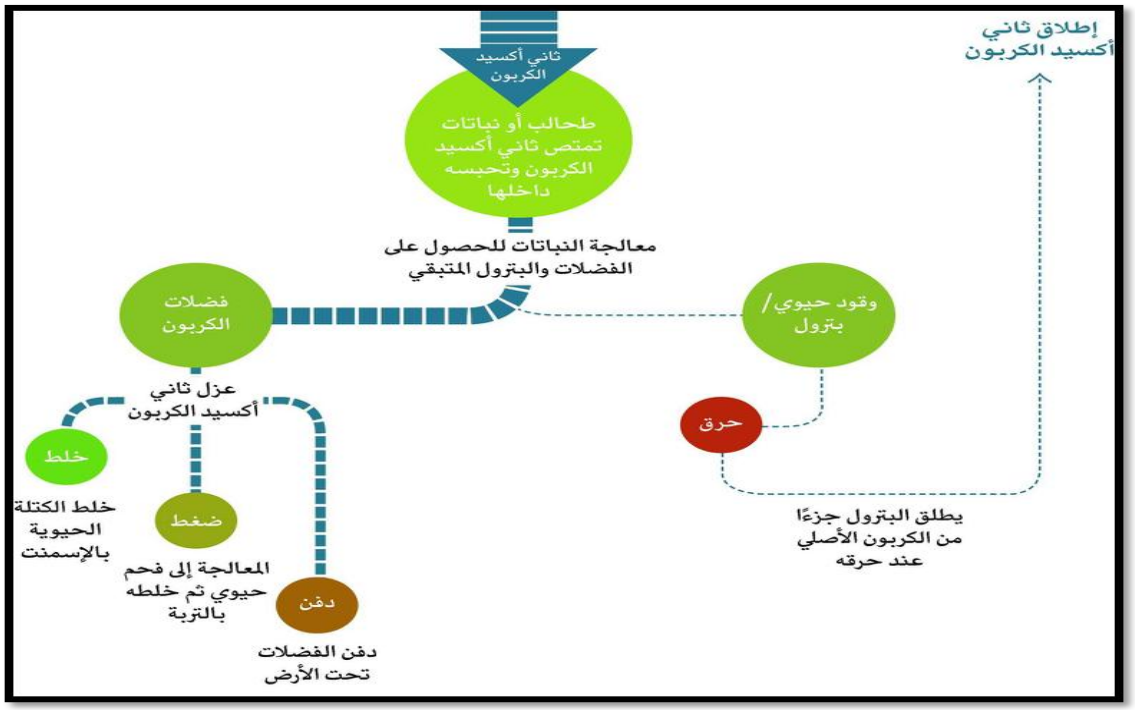
الشكل II.2 مراحل إنتاج الوقود الحيوي للجيل الثالث[131].

- **الجيل الرابع**: يجري حالياً استكشاف استخدام الكائنات الحية الدقيقة لإنتاجً الوقود الحيوي لأنها تقدم عددا من المزايا والحلول القابلة لتطبيق المشاكل التي واجهتها الأجيال الأخرى من إنتاج الوقودً الحيوي. تعد الدهون أحد المكونات الرئيسية لإنتاج الوقود الحيوي، والكائنات الحية الدقيقة مثل البكتريا والفطريات والطحالب الدقيقة قادرة على إنتاج وتجميع أكرث من 20-30 ٪من كتلتها الخلوي

تعد الفطريات من الاختيارات المعقولة لإنتاج الوقود الحيوي لعدة أسباب:

- يمكن أن تنمو الفطريات بسرعة كبيرة ومستدامة، بدعم من مصادر المواد الغذائية المعقولة التكلفة مثل النفايات والمنتجات الثانوية والمواد الخام.
- لا يتأثر النمو الفطري بالاختلافات الموسمية والمناخية والمكانية بعكس ما عليه الحال مع النباتات والحيوانات.
- يمكن تعديل كمية الدهون الموجودة في الفطريات، بحيث يمكن تحسني ظروف النمو أو طفرة الإنزيمات المشاركة في تخليق الدهون من زيادة كمية الدهون التي يتم الحصول عليها من كل خلية فطرية.

ومع ذلك، بالإضافة إلى كمية الوقود الحيوي المنتج، يحتاج المرء إلى التحقق من مدى ملاءمة زيوت الخلايا الأحادية الفطرية (SCOs) كمواد أولية لإنتاج الوقود الحيوي. تعتمد نوعية الوقود الحيوي للجيل الرابع على تركيبة الأحماض الدهنية (أي الأحماض الدهنية غير المشبعة أو الأحادية المشبعة ذات الأحجام المختلفة) من المواد الخام الدهنية. إن تركيبة الأحماض الدهنية في الكائنات الفطرية لديها سمات خاصة وتتأثر بعوامل خارجية كثيرة بما في ذلك درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، ونسبة الكربون إلى النيتروجين، وتركيز الأكسجين، والإمدادات المعدنية[124]. الشكل الموالي يوضح مراحل إنتاج الوقود الحيوي للجيل الرابع:



الشكل II.3مراحل إنتاج الوقود الحيوي للجيل الرابع [131]

3.II مصادر الوقود الحيوي

الكتلة الحيوية المستخدمة كوقود يتم تصنيفها إلى عدة أنواع مثل النفايات الحيوانية، الخشبية والعشبية منها الذرة، فول الصويا، اللفت، قصب السكر وزيت النخيل. أيضا يتم الحصول على الوقود الحيوي من التحليل الصناعي للمزروعات والفضلات وبقايا الحيوانات التي يمكن إعادة استخدامها، مثل القش والخشب والسماد وقشور الأرز وتحلل نفايات المنازل ونفايات الورشات والمصانع ومخلفات الأغذية التي يمكن تحويلها إلى غاز حيوي عن طريق ميكروبات ذات الهضم اللاهوائي [123].

الشكل الموالي يمثل أحد مصادر الوقود الحيوي.

الشكل II.4 قصب السكر [123].

جنس نباتي من الفصيلة النجيلية يضم حوالي 37 نوع (يختلف العدد حسب النظام التصنيفي المستخدم) saccharum –قصب السكر الاسم العلمي وهو من نباتات المناطق الحارة وهو المصدر الأساسي لاستخراج السكر،اما المصدر الاخر هو الشمندر السكري تتطلب زراعته أرضا خصبة وماء كثير ويظل في الأرض لمدة عام كامل، وتكون مصانع السكر في وسط مزارع القصب. تستخدم بقايا القصب بعد عصره في تصنيع الكحول وتعتبر البرازيل أكبر دولة مصدرة لقصب السكر.

4.II أنواع الوقود الحيوي

يمكن تقسيم الوقود الحيوي إلى ثلاثة أنواع:

1.4.II الوقود الحيوي الصلب: يعد الخشب أكثر مصادر طاقة للكتلة الحيوية شيوعا، فقد تم استخدام الخشب منذ الآلاف السنين لأغراض التدفئة والطهي، ومازال استعماله متواصلا في وقتنا الحاضر، والاستفادة منه تتم إما عن طريق الحرق المباشر لإنتاج الحرارة والكهرباء، أو عن طريق تحويله إلى فحم نباتي (وهي طريقة بدائية) يتم الاستفادة منه في وقت لاحق، ويعد الخشب مصدر الطاقة الرئيسي في جميع أنحاء العالم حتى سيطرة الوقود الأحفوري منتصف القرن التاسع عشر، ولا يزال الخشب يستخدم اليوم لأغراض التدفئة والطهي (خصوصا في البلدان النامية)، ولكن الجزء الأكبر منه يستخدم لأغراض صناعية.

يمكن حرق الخشب لإنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق الحرارة لتوليد بخار لإنتاج الكهرباء، وتقوم بعض منشآت التصنيع بحرق مخلفات الخشب (كالورق، وبقايا الخشب، ورقائق الخشب ونشارة الخشب) للمساهمة في سد احتياجاتها من الطاقة[129].

II.4.2 وقود الغاز الحيوي

هناك مصدر آخر من الطاقة يمكن الحصول عليه من مدافن النفايات وهو الغاز الحيوي، وهناك مصادر أخرى للغاز الحيوي تتضمن السماد، ومخلفات الصرف الصحي، والنفايات الصناعية، والنفايات الز راعية، هو عبارة عن خليط من الغازات التي تنتج عن طريق تخمير وتعفين الفضلات الحيوانية بظروف لاهوائية، وتدعى بتكنولوجيا الهضم اللاهوائي، والغاز الحيوي يحتوي بين 60 %إلى 70 % من غاز الميثان، وتشكل النفايات وفضلات الإنسان في المزارع ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي مصادر جيدة للوقود الحيوي

حيث يقوم هاضم الميثان اللاهوائي بحبس كميات من المخلفات مع كمية محدودة من الأكسجين بتوفر درجات حرارة عالية لحث البكتيريا على تحليل المخلفات أو هضمها، ومن الواضح أن الرائحة تصبح مشكلة إذا ما كان الهاضم قريبا جدا من المجمعات السكنية بشكل أساسي، فإن الغاز الحيوي المتجدد يمكنه أن يحل محل الغاز الطبيعي الأكثر شيوعا والموجود في أعماق الأرض، ويمكن استخدامه لأي غرض من الأغراض التي يستخدم لأجلها الغاز الطبيعي مثل التدفئة، الطهي، الإضاءة، إنتاج البخار، إنتاج الكهرباء ويمكن أن يستخدم كوقود بديل في السيارات التي تستخدم الغاز الطبيعي.

II.4.3 وقود الديزل الحيوي

يصنع من مواد عضوية مثل الدهون الحيوانية، والشحوم المعاد تدويرها، والزيت النباتي؛ وهو وقود متجدد غير سام وقابل للتحلل نظيف وآمن، ومن الجوانب الجذابة في وقود الديزل الحيوي أنه يتوافق مع معظم محركات الديزل، ويمكن مزجه مع الديزل العادي بأي كمية من دون تعديلات لازمة على المحرك ويتظمن الأنواع التالية[129] .

II.4.3.1 الديزل الحيوي

وهو وقود يصنع من زيوت نباتية مثل زيت جوز الهند أو فول الصويا أو القطن ينتج الديزل الحيوي بعدة طرق أهمها طريق الانتقال الأستيري المحفز قاعديا وذلك باسترة ثلاثي الدهون مع الكحول بوجود محفز قاعدي.

II.4.3.2 الزيوت النباتية

الزيوت النباتية هي مواد غير قابلة للذوبان في الماء، تستخرج من بذور النباتات مثل فول الصويا وبذور اللفت أو جوز الهند وغيرها. الزيوت النباتية مستمدة من النباتات (فول الصويا، عباد الشمس والنخيل.....الخ) المختلفة تحتوي الغالبية العظمي على الدهون الثلاثية بنسبة لا تقل عن 95% من وزن الزيت [139].

II.4.3.3 التركيب الكيميائي للأحماض الدهنية

تتكون الزيوت النباتية والدهون مهما كان مصدرها من مزيج مختلف الغليسيريدات الثلاثية ويأتي الاختلاف بين هذه الأخيرة حسب الأحماض الدسمة المرتبطة وليس بالصيغة العامة، فمن خصائص الدسم والزيوت أن بعض الأحماض الدسمة تميل إلى الغالب والبعض الآخر يغيب أو يوجد بكمية قليلة وفي الواقع كل الجزيئات تكون غليسيريدات ثلاثية.

II.4.3.4 أنواع الزيوت النباتية

تنقسم الزيوت النباتية إلى ثلاثة أنواع

- **الزيوت الغذائية:** كزيت بذور القطن، زيت الفول السوداني، زيت عباد الشمس، زيت السمسم، وزيت الذرة...الخ وتعتبر أكثر الزيوت شيوعا، ومن الملاحظ أن هناك تنوعا في الزيوت النباتية المنتجة من مختلف الدول فبينما تعتمد صناعة الزيوت النباتية في الولايات المتحدة الأمريكية على فول الصويا وبذرة القطن وغيرها، أما شرق أوربا وآسيا تعتمد على بذور الفول السوداني وفول الصويا وبذور الخردل.
- **الزيوت النخيلية** :مثل زيت جوز الهند، زيت نوى البلح وزيت البلح
- **الزيوت المستخدمة في الأغراض الصناعية** :وغالبا ما تكون رخيصة الثمن مثل زيت الكتان والخروع والتانج[131]

II.5 الاتجاهات العالمية لإنتاج الوقود الحيوي

II.1.5 دوافع الاتجاه العالمي نحو انتاج الوقود الحيوي

تعتبر الطاقة الأحفورية التقليدية الشكل المهيمن منذ عقود على مصادر الطاقة في العالم، والتي تستخرج من النفط كمصدر رئيسي لها إضافة للفحم والغاز، ونتيجة لأسباب عديدة أهمها ارتفاع أسعار النفط والتأثيرات السلبية للانبعاثات السامة من الوقود الأحفوري على البيئة والمناخ، فقد توجه الاهتمام بالطاقة نحو بديل آخر له العديد من المزايا والآفاق ممثلا في الطاقة الحيوية.

هذا إلى جانب العديد من الأسباب الأخرى يمكن إجمالها في هذه النقاط:

- أمن الطاقة: يأتي الوقود الحيوي ضمن مصادر الطاقة البديلة، التي توفر إمكانية تأمين مصادر الطاقة في مواجهة التقلبات المستمرة في أسعار النفط والترتيب لاحتمالية مرحلة ما بعد النفط، حيث يمثل البترول المصدر الرئيسي للطاقة الأحفورية التقليدية بنسبة تقارب35% من مجموع الطاقة الأولية ككل يليه الفحم بنسبة 25 ثم الغاز الطبيعي بنسبة 21 ونظرا للسباق المتواصل للحصول على الطاقة في إطار عملية النمو الاقتصادي خصوصا مع بداية السبعينات من القرن العشرين، فإن أسعار الطاقة شهدت ارتفاعات حادة نتجت عنها أزمة سنة 1973م التي أدت بواضعي السياسات وصناع القرار إلى التفكير في ضرورة إيجاد مصادر أخرى للطاقة بديلة عن النفط، حيث كانت تلك بداية للتوجه نحو وضع مستقبلي مغاير يتراجع فيه الاعتماد عن الطاقة الأحفورية التقليدية، لكن معاودة انخفاض أسعار النفط من جديد أدى إلى تراجع الاهتمام بإيجاد بدائل أخرى للطاقة الأحفورية حتى بداية الألفية الجديدة، أين وصلت أسعار النفط إلى مستويات قياسية قاربت 150 دولار للبرميل. حيث أن أسعار النفط تضاعفت سنة 2008 ب 5 مرات مقارنة بقيمتها المسجلة سنة 2002 وذلك راجع إلى عدة أسباب منها:
  - زيادة الطلب على النفط كمصدر للطاقة مع تزايد معدلات النمو في العالم والحروب
  - لاضطرابات الجيوسياسية في البلدان المصدرة للنفط كالعراق ونيجيريا
  - تدهور قيمة الدولار الأمريكي[127].

- **التغيرات المناخية:** لم يقتصر الأمر في ضرورة إيجاد بديل للطاقة عن النفط فقط بسبب ارتفاع أسعاره، حيث أن الانبعاثات المتزايدة والناتجة عن أنواع الوقود الأحفوري (البنزين–الديزل) تسببت في بروز ما يعرف بظاهرة "الاحتباس الحراري" أو "تغير المناخ" والتي أبرزت وضعا مناخيا جديدا أثر سلبيا على البيئة بشكل عام والزراعة بشكل خاص. نتيجة لذلك زادت الضرورة الملحة لإيجاد بديل للطاقة الأحفورية التقليدية بشكل يخدم عملية التنمية المستدامة التي تضمن عدم إلحاق الضرر بالبيئة، إذ ظهر مفهوم الطاقة الحيوية كمدعم رئيسي للتنمية المستدامة ليطغى من جديد على الساحة العالمية بشكل يظهر على أنه مستقبل الطاقة البديلة في الاقتصاد العالمي.
- **تنويع مصادر الطاقة:** والحد من تعرضها لتقلبات أسعار النفط العالمية، ويمثل هذا التنويع عامل جذب للبلدان المستوردة للنفط، ولاسيما البلدان التي تتحمل تكلفة نقل عالية للمنتجات البترولية (مثل البلدان غير الساحلية)، وتستخدم الدول الوقود الحيوي لتقليص اعتمادها على المصدر الأساسي للوقود ألا وهو النفط، ففي الولايات المتحدة الأمريكية مثلاً تسعى إلى تقليص اعتمادها على النفط.
- **الحد من الملوثات الخطيرة:** الصادرة عن عوادم السيارات، في حين تمثل السيارات مصدرا رئيسياً لسوء نوعية الهواء في المدن، ربما يكون الوقود الحيوي أفضل بيئيا من الوقود البترولي، ويحقق الإيثانول أعظم منفعة من حيث نوعية الهواء عند استخدامه في السيارات القديمة، التي غالبا ما تنتشر في شوارع البلدان النامية، ويساعد الإيثانول على الحد من انبعاث أول أكسيد الكربون والهيدروكربونات وخاصة في المناخ البارد. ويمكن استبداله بإضافات الرصاص الضارة لزيادة قدرة البنزين على الاحتراق، كما أن جميع أنواع الوقود الحيوي خالية من الكبريت. ويساعد الديزل الحيوي على الحد من انبعاث أول أكسيد الكربون والهيدروكربونات، لكنه يزيد من انبعاث أكسيد النتروجين زيادة طفيفة[125].
- **دوافع أخرى:** تنمية صادرات محاصيل الطاقة الموجهة لإنتاج الوقود الحيوي في البلدان التي لديها الإمكانات لاستخدام الأراضي والتشغيل، تنمية أسواق جديدة لصادراتها وتحسين أوضاع ميزانها التجاري، استصلاح الأراضي وتجديد وتحسين حماية التربة الزراعية وإصلاح وتجديد الأراضي المتدهورة والمهجورة؛ توفير استخدامات جديدة مجدية للأراضي المستصلحة على نحو يجعل الاستصلاح في حد ذاته يتحول إلى عملية مربحة جاذبة للاستثمار الزراعي، بالإضافة إلى معالجة المخلفات الزراعية للحد من التلوث وذلك بتحويلها إلى أداة فعالة في إنتاج الوقود الحيوي[128].

II.2.5 مزايا الوقود الحيوي:Advantage of biofuel

- طاقة متجددة .Renewable energy
- يقلل غازات الاحتباس الحراري Reduce greenhouse gases
- تعدد المصادر Sources variety
- يمكن توليد هذا النوع من الطاقة من مصادر عديدة.
- توفير بديل للوقود الأحفوري.
- توفير فرص عمل في المزارع والمصانع المنتجة للوقود الحيوي.

II.3.5 مساوئ الوقود الحيوي: Disadvantages of biofuel

- تكلفة عالية للإنتاج High cost of production
- استخدام الأسمدة Use of fertilizers [123]
- يتسبب الوقود الحيوي في ارتفاع مستوى تلوث المياه والهواء الناجم عن الكميات الكبيرة من المبيدات الزراعية والأسمدة التي تتطلبها زراعة محاصيل الطاقة، كما سيؤثر على جودة التربة[130].
- يتسبب في خلل في التنوع الزراعي العالمي، واجتثاث كثير من الغابات والمحميات الطبيعية، وزيادة في معدلات انجراف التربة.
- استهلاك كميات هائلة من المياه العذبة، وتقدر بعض الدراسات أن إنتاج لتر واحد من الوقود الحيوي يحتاج إلى 5000 لتر ماء، وأن إنتاج 13 لتراً من الإيثانول يحتاج –مثلا – إلى 231 كيلوغراماً من الذرة.[130]
- نقص في الغذاء Shortage of Food: يتم استخراج الوقود الحيوي من النباتات والمحاصيل التي لديها مستويات عالية من السكر، ومع ذلك يتم استخدام معظم هذه المحاصيل في الغذاء[123].

II.4.5 أهم مميزات الوقود الحيوي

تتمثل في كونه وقودا بيئيا بامتياز بحلول عام 2050 يمكن للوقود الحيوي أن يختزل انبعاثات الغازات الدفيئة بنحو 1.7 مليار طن في العام أي ما يعادل أكثر من 80 في المائة من الانبعاثات الحالية الناجمة عن وسائل النقل.

تعمل دورة إنتاج واستخدام هذا الوقود في المجمل على اختزال ما يقارب 80 في المائة من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وتقريباً 100 في المائة من انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت.كما يؤدّي أيضاً لاختزالاتٍ مهمة في نسبة انبعاث غاز أول أكسيد الكربون السام بالمقارنة مع ما يُنتجه البترول المستخدم، وأيضاً تصل نسبة تقليله لمخاطر الإصابة بالسرطان بالنسبة لأنواع الوقود الأخرى لـ 90 في المائة

- يحتوي الديزل الحيوي على نسبة 11 في المائة من الأكسجين، ولا يحوي أي نسبة من الكبريت.
- يمكن أن يؤدّي استخدامه إلى إطالة عمر محركات الديزل، حيث إنه يحوي نسبة تشحيم أكثر مما يحتويه البترول.
- يُعد الديزل الحيوي آمناً من جهة التحكّم به ونقله، إذ إن التحلُّل البيولوجي له مشابه للسكر، كما أن درجة سُمّيته تُعتبر أقل بـ 10 مرات من ملح الطعام.
- أُثبِت نجاح هذه التقنيّة بالتجربة، حيث تمّ استخدامه لتسيير مركباتٍ لـ 30مليون ميل في الولايات المتّحدة الأميركيّة وحدها.
- لا ينتج احتراقه روائح كريهة كالتي تنتج عن حرق الوقود الأحفوري، وهو بذلك يقضي على شكلٍ من أشكال التلّوث[130].

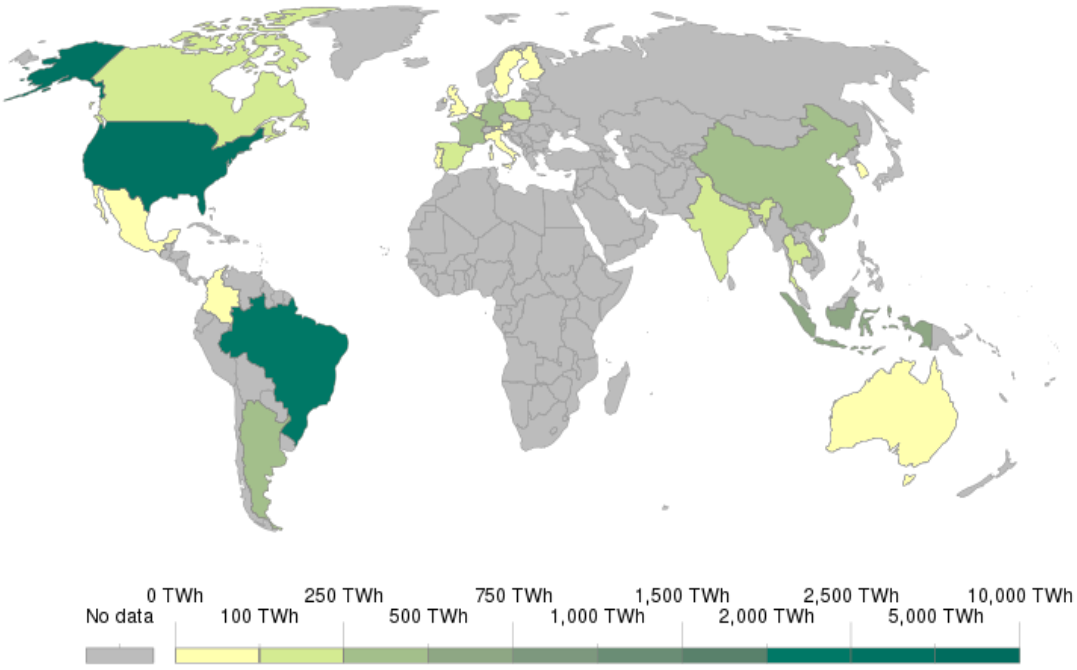
II.5.5 الإنتاج العالمي للوقود الحيوي

في عام 2010 وصل الانتاج العالمي من الوقود الحيوي إلى 105 مليار لتر أكثر من 17 بالمائة عن عام 2009 ويساهم الوقود الحيوي 2.7 بالمائة من الوقود في العالم المستخدم في النقل البري، وخاصة وقود الإيثانول والديزل الحيوي. ووصل الإنتاج العالمي من وقود الإيثانول إلى 86 مليار لتر في 2010وكانت الولايات المتحدة والبرازيل على قمة المنتجين، حيث ساهمت معاً بنسبة 90 في المائة من الإنتاج العالمي. وأكبر منتج في العالم للديزل الحيوي هو الاتحاد الأوروبي، وساهم بنسبة 53 في المائة من إجمالي إنتاج الديزل الحيوي في 2010.

يتمّ سنويّاً إنتاج ما يقرب من مليار غالون من الديزل الحيوي، أما الإيثانول الحيوي فيبلغ الإنتاج السنوي منه نحو 22 مليار غالون، ولكن مع تزايد إنتاج الآليات الثقيلة والمتوسطة، وزيادة حاجة الإنسان لها والمترافقة مع تناقص كميات الوقود الأحفوري، فإننا نحتاج إلى زيادة إنتاج الوقود الحيوي والعمل على إيجاد أنواع أخرى من الوقود الاقتصادي والنظيف.

وكانت الولايات المتحدة قد أعلنت بداية هذا القرن خطة تمتد 15 عاما لإنتاج مليار لتر من الايثانول باستخدام القمح وبعض النباتات والأخشاب، بعد أن اعتمدت في إنتاجها للإيثانول على الذرة وهي تنتج 45 في المائة من الإنتاج العالمي.

ومع استثناء الإيثانول الذي تنتجه البرازيل من قصب السكر الذي تعتبر تكاليف إنتاجه هي الأدنى بين بلدان العالم المنتجة للوقود الحيوي، فإن هذا النوع من الوقود حالياً لا يستطيع أن ينافس الوقود الأحفوري من دون الحصول على إعانات حكومية وتسهيلات خاصة، وحوافز ضريبية مكنته من الصمود التجاري في كثير من الحالات. تليها البرازيل التي تعتمد على قصب السكر وتنتج 36 في المائة من إجمالي الإنتاج العالمي، بينما تعتمد فرنسا وإسبانيا وألمانيا في إنتاج الإيثانول على القمح، أما إنتاج الديزل الحيوي، فإن أميركا والبرازيل تنتجانه من فول الصويا، ودول الاتحاد الأوروبي من بذور اللفت[130].

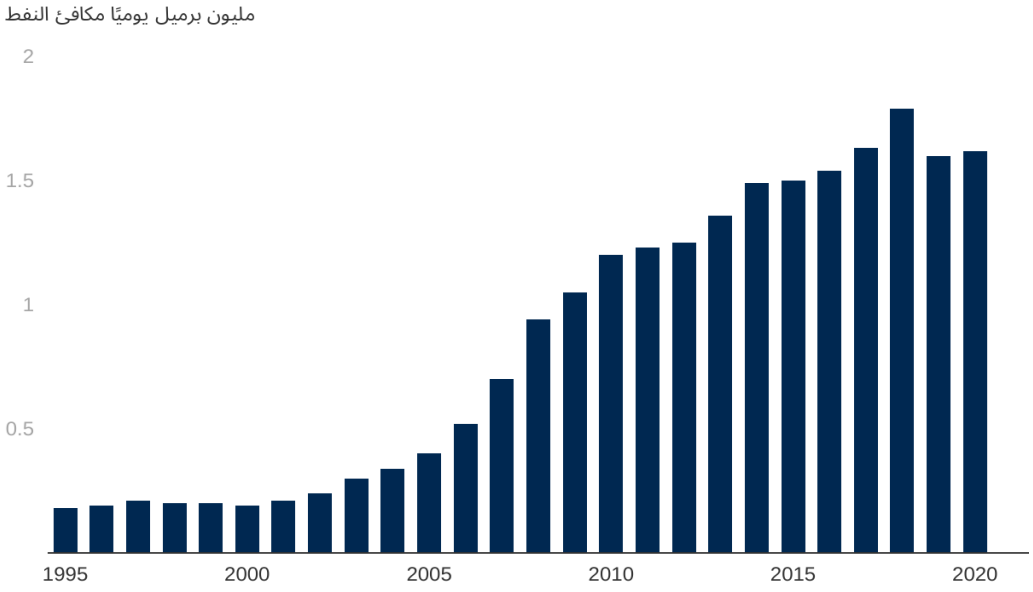


الشكل II.5 تطور الإنتاج العالمي للوقود الحيوي

Bp Statistical Review of World Energy (2019)

1.5.5.II جائحة كورونا والوقود الحيوي

تسبب انتشار وباء كورونا والهبوط الحاد في أسعار النفط في الأشهر الأخيرة في تراجع الطلب على الوقود الحيوي هذا العام للمرة الأولى منذ عقدين، ما يشكل صدمة تثير مخاوف على القطاع برمته ومن المتوقع بالتالي أن يشهد إنتاج الوقود الحيوي المعد لقطاع النقل 2020 تراجعا 11.6 في المائة، عن مستوى إنتاج 2019، وفق التقرير السنوي لوكالة الطاقة الدولية الصادر في مطلع تشرين الثاني (نوفمبر)، وذلك للمرة الأولى منذ 20 عاما وأوضحت الوكالة أنه من بين كل مصادر الطاقة المتجددة، فإن الوقود الحيوي هو الذي سجل استهلاكه أكبر قدر من التراجع نتيجة الأزمة الصحية كما أن الجيل الأول من الوقود الحيوي، الذي يتم إنتاجه، انطلاقا من الشمندر أو القمح أو الذرة، يسحب كميات كبيرة من المنتجات الغذائية الأساسية في شبكات التوزيع في عديد من الدول [130].يمكن أن تؤدي حالات التراجع المتوقعة في إنتاج الوقود الحيوي إلى ضعف الطلب على بعض السلع الغذائية كان الوقود الحيوي مصدرًا رئيسيا لنمو الطلب على بعض السلع الغذائية، ولاسيما خلال الفترة 2005-2015 في الواقع، غالبًا ما كان يُشار إلى الوقود الحيوي بوصفه أحد العوامل المتسببة في الزيادات الكبيرة في أسعار الغذاء في 2007-2008 و2010-2011 ومع ذلك، فإن الانهيار في قطاع النقل نتيجة لجائحة فيروس كورونا يعني انخفاض استخدام الوقود، وبالتالي انخفاض الطلب على الوقود الحيوي[130].



ملاحظة: تمثل التقديرات للفترة 2019-2020 توقعات الوكالة الدولية للطاقة ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي.

Source: : التقرير الإحصائي السنوي 2019 لشركة بريتش بتروليوم؛ والبنك الدولي • Created with Datawrapper

الشكل II.6 الانتاج العالمي من الوقود الحيوي [130]

ملاحظة: أحدث رصد في مايو/أيار 2020.

Source: بلومبرج؛ البنك الدولي • Created with Datawrapper

الشكل II.7 مؤشر أسعار الطاقة والاسمدة

الفصل الثالث

الجيل الثاني من الوقود الحيـوي

1.III مقـــدمـة:

يعد الوقود الحيوي أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة على خلاف غيرها من مصادر الطاقة الطبيعية، وهو الطاقة المستمدة من الكائنات الحية سواء النباتية أو الحيوانية، ويعتمد إنتاج الوقود الحيوي على تحويل الكتلة الحيوية سواء كانت في صورة حبوب أو محاصيل سكرية أو محاصيل زيتية إلى إيثانول أو ديزل حيوي، كما يتم الحصول على الوقود الحيوي من التحليل الصناعي للمزروعات والفضلات وبقايا الحيوانات التي يمكن إعادة استخدامها مثل القش والخشب والسماد وقشر الارز، وتحلل نفايات المنازل والورش والمصانع ومخلفات الأغذية التي يمكن تحويلها إلى غاز حيوي وهو مايعرف بالجيل الاول.

2.III الجيل الثاني من الوقود الحيوي

جاء الجيل الثاني من الوقود الحيوي لحل العديد من مشاكل الجيل الأول، فهو يتميز بإنتاج الوقود الحيوي من كتلة حيوية، من خامات البقايا الزراعية وبقايا الغابات ومن محاصيل غير غذائية مثل المحاصيل الغنية باللجنين والسيليلوز« feedstock cellulosic-lingo» التي تزرع على الأراضي القابلة للاستصلاح وهو ما يستدعي ثانية خطر منافسة استثمار الأرض على الرغم من أن المردود الطاقوي (مقدرا بGJ/ha) في هذا التوجه أكبر منه فيما لو زرعت نفس الأراضي بمحاصيل الجيل الأول الغذائية، إضافةً إلى إمكانية زراعة الأراضي ذات الجودة المتدنية.

يجري العمل باستمرار على خفض تكاليف الإنتاج ورفع المردود مع تقدم الخبرة في هذا المجال ومن شأن استمرار ارتفاع أسعار النفط مستقبلا من جعل الوقود الحيوي جزء من الحل التحدي القائم أمام تحويل قطاع النقل إلى موارد طاقوية مستدامة في المدى المتوسط. لكن لاتزال هناك عقبات فنية واقتصادية أمام انتشار تطبيقها بشكل واسع .

ولمواجهة عقبات الجيل الثاني قامت منظمات خاصة وجمعيات أهلية بالاستثمار في مشاريع البحث والتطوير والاختبار والتركيز على تقنيات الجيلَين التي تحقق أهداف السياسة الاقتصادية والبيئية.

يجدر الذكر أن للتحليل اللوجستي أهمية كبرى في دراسة مخاطر المشروع والذي يجب أن يتضمن سلسلة التوريد من الحصاد فالمعالجة فالنقل فالتخزين والتوصيل. [137]

ومن أنواع الوقود الحيوي نجد

- الغاز الحيوي.
- الايثانول الحيوي.
- الديزل الحيوي.

III.3 الديزل الحيوي:

III.3.1 **تعريف الديزل الحيوي:** هو وقود غير سام قابل للتحلل، ينتج من مجموعة المواد العضوية الخام والمتجددة، بما في ذلك الزيوت النباتية الطازجة أو المستخدمة، ينتج أيضا من الدهون الحيوانية[132].

III.3.2 **التعريف التقني لكلمة بيو ديزل** : هو أستر ألكيلي للحمض الدهني المستخرج من مواد دسمة متجددة، مثل الزيوت النباتية والدهون الحيوانية لاستعماله في محركات الديزل، أو هو تفاعل بين الزيت النباتي، الدهن الحيواني أو زيت الطبخ المستعمل، ترجع كذلك كلمة بيو ديزل إلى الوقود النقي 100% الذي تتوفر فيه مقاييس الجودة العالمية المنصوص عليها من طرف المنظمة العالمية الأمريكية لمراقبة جودة المواد (ASTM)[139،138]

III.3.3 التركيبة الكيميائية للديزل الحيوي :يتركب البيو ديزل من ميثيل أو ايثيل استر، وصيغته الكيميائية بشكل عام R-COOR1 حيث R1هو جذر المثيل أو الإيثيل المرتبط بجذر الحمض الدسمCOOR- علما أن R سلسلة غير مشبعة، ويمكن أن تكون مشبعة أو حاوية على رابطة مزدوجة أو أكثر[139].

اصطلاحات عامة للبيو ديزل [140]:

*ديزل حيوي 100% يشار إليه B100

*ديزل حيوي 20%، بتر وديزل 80% يشار إليه B20

*ديزل حيوي 5%، بتر وديزل 95% يشار إليه B5

*ديزل حيوي 2%، بتر وديزل 98% يشار إليه B2

III.3.4 مميزات الديزل الحيوي

اقتصادي: يمكن أن ينتج الديزل الحيوي من قبل الأفراد على نطاق صغير غير مكلف نسبيا، مقارنة بالديزل الأحفوري، وتتراوح الأرقام ما بين0,4 دولار للغالون الواحد إلى 1,25 دولار تبعا لتكلفة المواد المطلوبة لتحقيق ذلك، وأكثر الناس قد ينفقون مئات أو آلاف الدولارات على فواتير الوقود، وباستخدام الديزل الحيوي يتحقق التوفير والتعويض من الاستثمار الأولي للمعدات اللازمة لإنتاج الديزل الحيوي في غضون أشهر.

متجدد: قد يوصف الوقود الحيوي لخصائصه المتجددة بدلا من صنع وقود من مواد محدودة، فالبيو ديزل يستخرج من مواد طبيعية حيوية متجددة مثل الزيوت النباتية والشحوم الحيوانية [140].

صديق للبيئة :لا يساهم في زيادة ثاني اكسيد الكربون في الغلاف الجوي مما يؤدي للتقليل من شدة الاحتباس الحراري، يعتبر أفضل من وقود الديزل النفطي من حيث محتوى الكبريت، المحتوى العطري [142] نقطة الوميض مرتفعة بالنسبة للديزل الحيوي تقدر ب °350 F مقابل ° 43 F للبنزين، عند استخدام الديزل الحيوي للمحركات، نضمن انخفاض كبير لانبعاث الغازات والمواد الكيميائية السامة، وحسب الدراسات التي أجراها مخبر الطاقة المتجددة القومي الأمريكي أثبت أن استخدام هذا النوع من الوقود يساعد البيئة في التخلص من انبعاث الغازات السامة مثل غاز ثاني أكسيد

الكربون والهيدروكربونات ..... الخ بمعدل 90% يتحلل في الماء بنسبة 85 % في أقل من شهر وهذا يؤهله لأن يكون أقل تلويثا للبيئة من المنتجات البترولية، التي تبقى في البيئة دون تحلل لسنوات، يقلل من انبعاث الغازات المسببة لاحتباس الحراري، يمتاز الديزل الحيوي أيضا بالكثير من الصفات والخصائص الكيميائية والفيزيائية، فنظرا لاحتوائه على أعداد أقل من ذرات الكربون مقارنة بالديزل الأحفوري، فهو يكاد يخلوا من الملوثات الكيميائية الموجودة في الوقود التقليدي، كالرصاص والكبريت والمعادن الثقيلة[140].

يدعم المزارعين :يساعد المجتمع الزراعي لأنه في الأصل مستخرج من المحاصيل الزراعية، ويجعل المزارعين المحليين يستفيدون من الزيادة في الزرع والتصدير للشركات المصنعة للديزل الحيوي.

جيد للمحركات :يضمن طول مدة الحياة للمحركات، بسبب لزوجته العالية مقارنة بالديزل النفطي [140]، وهذا ما يجعله مميز بميزة المحافظة على المحركات، القطع المطاطية للمضخات والكثير من القطع والأجزاء الهامة للمحرك [141].

معامل الأمان :دلت الدراسات على أن معامل الأمان في البيو ديزل أكثر من معامل الأمان للديزل النفطي، حيث أن عملية نقل وتداول وتخزين هذا النوع من الوقود أكثر أمانا لأن درجة اشتعاله 167°C بينما درجة اشتعال الديزل الأحفوري 80°C [141].

III.5.3 طرق إنتاج الديزل الحيوي

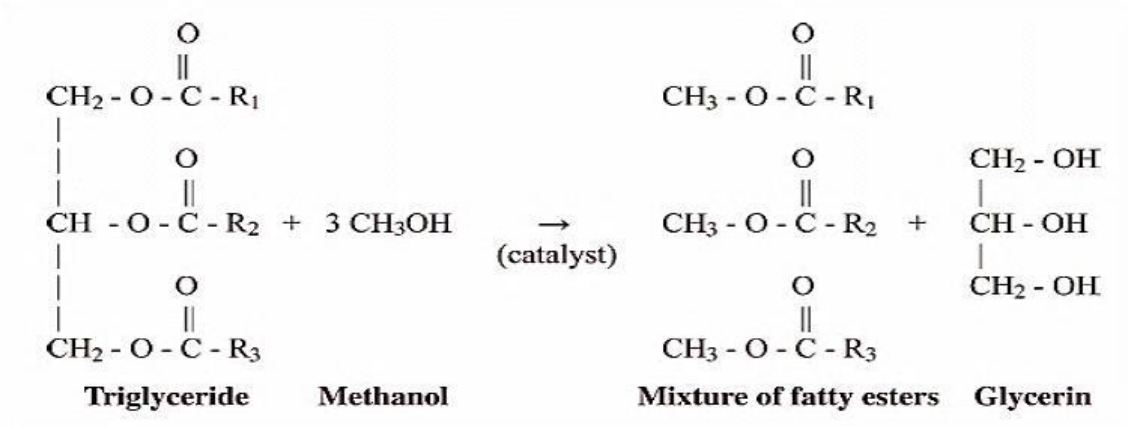
يستخلص وقود الديزل الحيوي أو البيو ديزل من الزيوت النباتية أو الشحوم الحيوانية بعملية الأسترة الانتقالية ويستخدم الوقود الناتج كبديل للوقود البترولي المنشأ في محركات الديزل وهناك أربعة طرق لإنتاج الديزل الحيوي.

- ✓ المستحلب.
- ✓ الانحلال الحراري.
- ✓ التخفيف.
- ✓ الأسترة الانتقالية.

تعتبر الاسترة الانتقالية هي التفاعل الكيميائي الأكثر شيوعا في إنتاج الديزل الحيوي [133،134].

III.6.3 الأسترة الانتقالية (transestiréfications)

ينتج الديزل الحيوي وفق تفاعل الأسترة بمزج كمية كافية من الزيت النباتي (أو الحيواني) مع الكحول، وعادة ما يستخدم الكحول الميثيلي (CH_3OH) لقلة تكلفته واحتوائه على أقل نسبة ماء، ويتم ذلك بوجود محفز قلوي لإنجاز التفاعل، حيث يتم على الغالب استخدام هيدروكسيد البوتاسيوم KOHأو هيدروكسيد الصوديوم NaOH حيث يستخدم المحفز بنسبة تتراوح من (0.3-1.5) بالمئة من كتلة الزيت المستخدم ويتم إجراء التفاعل عادة عند درجة حرارة 60°C في حال وجود محفز لمدة ساعتين تقريبا ونعبر عن التفاعل الكيميائي العام لإنتاج الديزل الحيوي عبر المعادلة التالية:



الشكل1.III معادلة توضح التفاعل الكيميائي العام لإنتاج الديزل الحيوي

7.3.III مراحل إنتاج الديزل الحيوي

مراحل عملية إنتاج الديزل الحيوي تمر بخمسة أطوار أساسية وهي:

- **التنقية:** وفيها تتم تنقية الزيت المستخدم من الفضلات والشوائب المرافقة للزيت النباتي أو الحيواني الخام عند استخراجه من مصادره الطبيعية، وفي حال كان الزيت مستعملا (كالزيوت المستخدمة في المطاعم) فانه لابد من معالجتها والتقليل من نسبة الأحماض الدهنية الحرة الموجودة داخلها والمتزايدة إثر الاستعمال المتكرر للزيت، ولأن تلك الأخيرة تتفاعل مع المحفز القلوي مشكلة بذلك منتجات ثانوية مصبنة وبذلك نتحمل أعباء لإزالتها إضافة إلى إزالة المادة المحفزة[135].

- **حساب كميّة العامل المحفز:**

وذلك لضمان الحصول على أكبر كمية ممكنة من الديزل الحيوي فأي، زيادة أو نقصان في كمية المحفز قد يؤد إلى ظهور منتجات ثانوية بكميات كبيرة تؤثر في النهاية على سير التفاعل الكيميائي وبالتالي الحصول على مردود أقل من المنتج الأساسي المتمثل بالديزل الحيوي.

- **حساب النسبة المولّية للمواد المتفاعل (كحول–زيت)**

الميثانول هو الكحول الأكثر استخداما ومع ذلك يمكن أيضا استخدام الكحوليات الأخرى مثل الإيثانول أو البيوتانول في وجود محفز أساسي متجانس والنسبة المولية للكحوليات / الزيوت المستخدمة هو 6/1 على الرغم من القيمة العناصر المتفاعلة هي 3/1 لتحويل الدهون الثلاثية.

- **الخلط:** بعد حساب كمية المحفز والنسبة المولية (الكحول/الزيت) بشكل دقيق تتم إضافة المادة المحفزة إلى وسط التفاعل مع التحريك المستمر وبوجود درجة حرارة كافية لإنجاز التفاعل الذ يستمر من 1–8 ساعات اعتمادا على درجة الحرارة المستخدمة.

❖ **الترسيب:** حيث نترك الخليط لمدة تتراوح بين 24 إلى 48 ساعة يتم خلالها ترسب الغليسرين الأكثر كثافة من الديزل فيفصل إلى خزان خاص بينما يطفو الديزل الأقل كثافة ويمكن ملاحظة انقسام الخليط إلى الديزل والغليسيرين عن طريق فرق الكثافة واللزوجة بحيث يظهر ذلك في وعاء الخلط بعد مضى 24 ساعة على العملية ويتم ذلك بشكل تدريجي بطبيعة الحال.

III.8.3 العوامل المؤثرة في تفاعلات الأسترة الانتقالية

تتأثر عملية الأسترة الانتقالية بعدة عوامل رئيسية التي تعتمد عليها الحالة التفاعلية المستخدمة ومنها [133،136].

*النسبة المولية للمواد المتفاعلة (الكحول / زيت).

*محتوى الماء والأحماض الدهنية الحرة في الزيت.

*نوع ونسبة المحفز.

*درجة الحرارة.

*شدة الخليط.

*زمن التفاعل.

III.9.3 مميزات إنتاج الديزل الحيوي من الزيوت والدهون

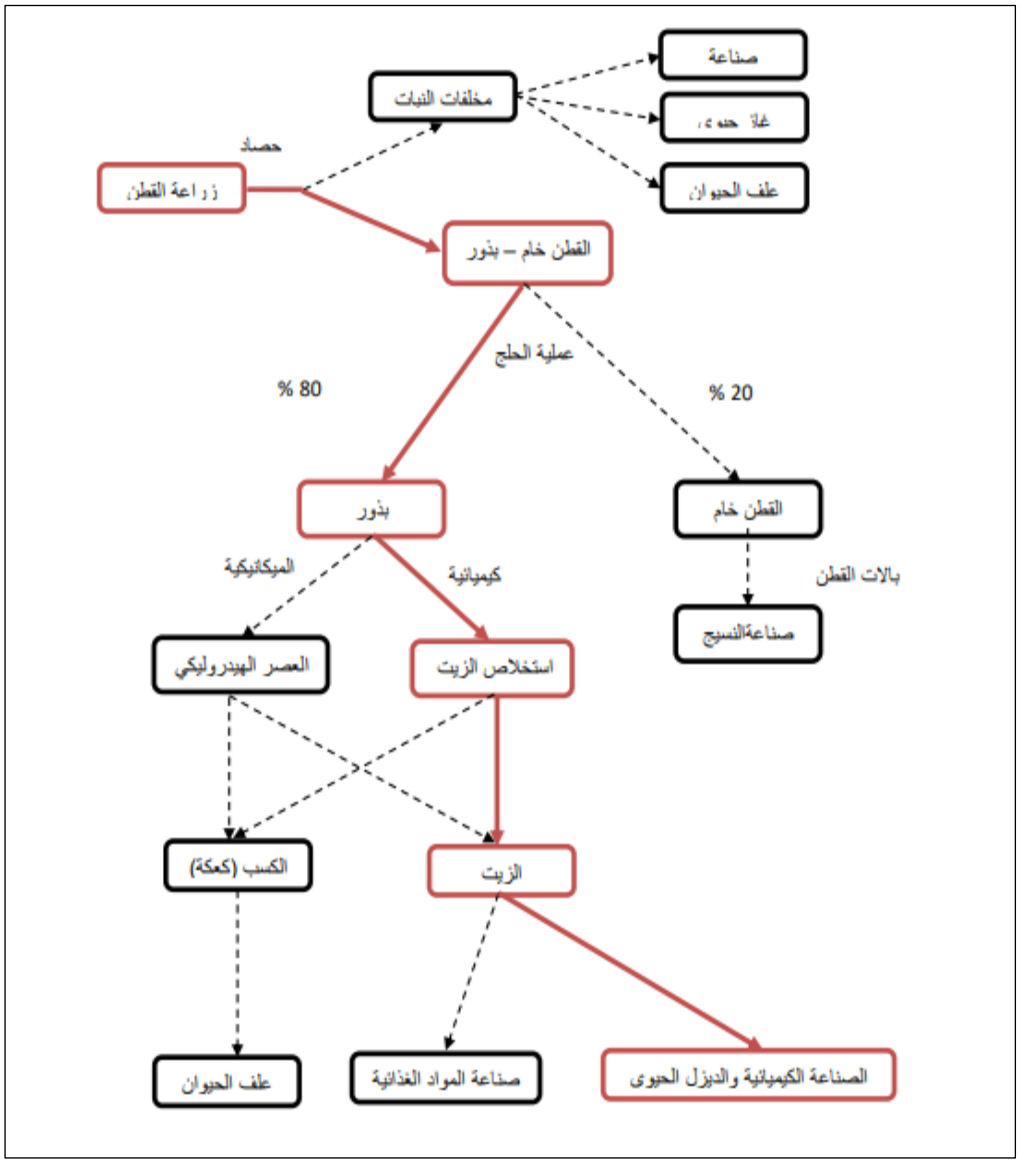
- توفرها في حالة فيزيائية سائلة مما يسهل التعامل معا وتداولها.
- تجددها وإمكانية زيادة إنتاجها حسب الحاجة وبإتباع التقنيات الحديثة مثل الهندسة الوراثية.
- ارتفاع محتواها الحرار يعادل حوالي 88 بالمئة من طاقة الديزل الناتجة عن النفط للكمية نفسها.
- انخفاض محتواها من المركبات الكبريتية.
- انخفاض محتواها من المواد العطرية.
- قابليتها للتحلل الحيوي.

III.10.3 خصائص الديزل الحيوي

للديزل الحيوي عدة خصائص أهمها:

- يمكن أن يمتزج مع الديزل البترولي بسرعة وبكافة النسب (الأكثر استخداما 20 % ديزل حيوي و80 %ديزل بترولي) ويفضل استخدام المزج لأنه عند استخدام الديزل الحيوي لوحده يجب تعديل المحرك.
- يقلل انبعاث أول أوكسيد الكربون ويقلل من الجزيئات غير المحترقة.
- يملك رقم سيتان مرتفع (60-130) أعلى من الديزل البترولي (44-49) حيث يعبر رقم السيتان عن سرعة احتراق الوقود مما يخفف الضجيج الناتج عن عمل المحرك وسهولة إعادة التشغيل:

- يخزن الديزل الحيوي وبشكل أفضل وآمن أكثر من الديزل البترولي الذ يحتاج لشروط خاصة للتخزين.
- يمكن أن يطيل استخدام الديزل الحيوي عمر محرك الديزل لأنه أكثر تزليقا ويحتو على 11 %أكسجين حر ولا يحتوي على كبريت.
- يستبدل الديزل الحيوي رائحة العوادم الناتجة عن الديزل البترولي برائحة أكثر قبولا.
- يترك الديزل البترولي ترسبات في خزان الوقود للسيارة وتؤدي لحدوث الصدأ بينما لا يلاحظ ذلك عند استخدام الديزل الحيوي لأنه يعد محل جيد لهذه الترسبات.
- يتم إنتاج الديزل الحيوي بتفاعل كيميائي بينما يحتاج الديزل البترولي لعمليات التقطير[137].



الشكل III.2 المراحل العملية لانتاج الديزل الحيوي (بتصرف)Rousset.2008

III.4 الغاز الحيوي

III.4.1 لمحة تاريخية

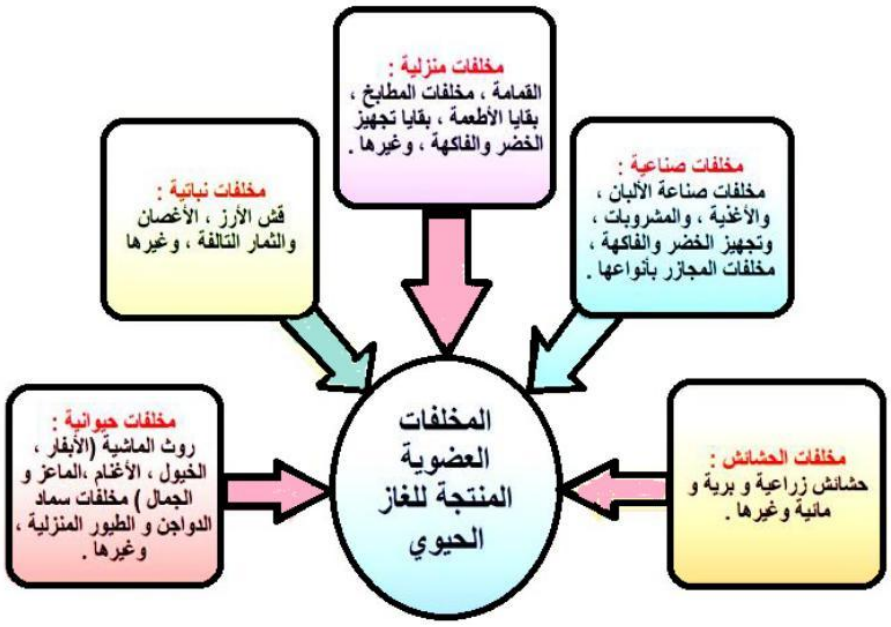
اكتشف الغاز الحيوي عام 1776م في إيطاليا بواسطة الكسندر فولطا، وعرف بغاز المستنقعات حيث كان ينتج عن طريق تخمر المخلفات العضوية الحيوانية والبقايا النباتية وبعض المخلفات العضوية الصناعية بمعزل عن الهواء (بواسطة الكائنات الحية الدقيقة) فيتصاعد غاز قابل للاشتعال يعرف بالغاز الحيوي ويتكون أساسا من الميثان.

III.4.2 تعريف الغاز الحيوي: هو غاز الميثان بالإضافة الى غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز كبريتيد الهيدروجين وينتج الغاز الحيوي كنتيجة من تحلل المواد العضوية بفعل الأحياء المجهرية وتحت ظروف لا الهوائية[143].

III.4.3 المواد المنتجة للغاز الحيوي

الحيوي المواد المنتجة للغاز الحيوي متعددة:

- ✓ **مخلفات حيوانية:** روث الماشية (الأبقار والأغنام والماعز والخيول) ومخلفات الدواجن
- ✓ **مخلفات نباتية:** كالقش وبقايا التعليم والثمار التالفة: مخلفات منزلية، بقايا الأطعمة وبقايا الخضر والفواكه.
- ✓ **مخلفات صناعية:** بقايا مصانع العصير والمعلبات ومخلفات المسلخ.
- ✓ **مخلفات منزلية:** القمامة، مخلفات المطابخ، بقايا الأطعمة، بقايا تجهيز الخضر والفاكهة، وغيرها[145].



الشكل III.3 المواد المنتجة للغاز الحيوي[146]

III.4.4 تركيب الغاز الحيوي ومكوناته

أهم مكونات الغاز الحيوي هو الميثان، حيث انه كلما زادت نسبته ضمن المكونات كلما زادت نسبة الطاقة التي يمكن الحصول عليها من الغاز الحيوي، أما غاز ثنائي أكسيد الكربون وبخار الماء فهما مكونان ليس بأهمية كبيرة، بينما وجود كبريتيد الهيدروجين والأمونياك يمكن ان يسبب مشاكل بيئية وذلك لإمكانية تشكيل اكاسيد الكبريت والنتروجين المسؤولة عن تشكل الأمطار الحامضية فيجب التخلص منهما:

الجدول المرفق يظهر اهم مكونات الغاز الحيوي وذلك حسب دراسة اعدتها الجمعية الألمانية للغاز والمياه DVG.

الجدول III.1 مكونات الغاز الحيوي ونسبها[144]

المكون	مجال القيمة	القيمة المتوسطة
الميثان (CH_4)	45-70%	60%
غاز ثنائي أكسيد الكربون(CO_2)	25-55%	35%
بخار الماء(CH_4)	0-10%	3,1%
نيتروجين(N_2)	0,01-5%	01%
أكسجين(O_2)	0,01-2%	0,3%
هيدروجين(H_2)	0-1%	<1%
أمونياك(NH_3)	0,01-2,5mg/m^3	0,7mg/m^3
كبريتيت الهيدروجين(H_2S)	10-30000mg/m^3	500mg/m^3

ان النسبة المئوية لهذه الغازات تعتمد بشكل اساسي على مواد تغذية المفاعل، وعلى إدارة عملية التخمر، إن غازي الفحم CO_2 والنتروجين N_2 هما غازان خاملان يخفضان من القيمة الحرارية للغاز الحيوي، وبالتالي فإنه يجب ترقية الغاز الحيوي وذلك بإزالة هذين الغازين منه، إن عملية إزالة النتروجين مكلفة بينما هناك العديد من التقنيات يمكن استعمالها من أجل إزالة غاز الفحم من الغاز الحيوي وبكلفة منخفضة، أما بالنسبة لكبريتيت الهيدروجين H_2S فهو غاز سام ومسبب للتآكل وعلى الرغم من وجوده بكميات صغيرة في الغاز الحيوي إلا أنه يجب تخفيضه إلى أقل من 3PPM (جزء من مليون جزء) لمنع التآكل، ويمكن تخفيض نسبته في الغاز عن طريق تمريره على محلول من هيدروكسيد الصوديوم NaOH حيث يتم التفاعل وفق المعادلة التالية:

$$H_2S_{(g)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaHS_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

III.4.5 مميزات استخدام الغاز الحيوي

- يستخدم للتخلص من النفايات الزراعية والصناعية بشكل آمن.
- يحل مشكله إمدادات الطاقة حيث إنه أفضل من حرق الخشب.
- يعد غاز الميتان واحد من أفضل الغازات حيث ال ينتج عنه دخان.
- يستخدم غاز الميتان في توليد الكهرباء.
- يحل مشكلة الصرف الصحي وتحسين النظافة اليومية الزراعية والبيئية.
- يستخدم غاز الميثان لأغراض الطهي وكوقود رخيص للسيارات.
- يستخدم غاز الميثان لإنتاج الميثانول والذي يستخدم في صناعات عديدة.
- إن خروج غاز الميثان وغاز ثاني وأكسيد الكربون بصورة حرة إلى الغلاف الجوي جراء عمليات التحلل الهوائي يسبب زيادة تأثير ظاهرة الاحتباس الحراري، فتأثير غاز الميثان يفوق تأثير غاز ثاني وأكسيد الكربون بما يعادل واحد وعشرين ضعفا وأثبت اختبار غاز الميثان الحيوي قدرته على تقليل 99 مليون طن متري انبعاث غاز الاحتباس الحراري أو حوالي 4% من غازات الاحتباس الحراري التي تنتجها الولايات المتحدة الأمريكية[146] .

III.4.6 كمية الطاقة الموجودة في الغاز الحيوي

تختلف كمية الطاقة الموجودة في الغاز الحيوي تبعا إلى محتواه من الميثان.

جدول III.2خصائص غاز الميثان[146].

الصيغة الجزيئية	CH_4
الكتلة المولية	16.042g/mole
المظهر	غاز عديم اللون
الكثافة	$0.717kg/m^3$
نقطة الانصهار	-182.5°C
نقطة الغليان	-161.6°C
الذوبان في الماء	$3.5mg/100ml\ H_2O$ عند درجة حرارة 17°C

محتوى الطاقة في المتر المكعب الواحد من الغاز الحيوي هو 1,3إلى 1,5 كليو واط ساعي تبعا إلى محتواه من غاز الميثان، وهذا ما يعادل 0,6لتر من الوقود الأحفوري.الغاز الحيوي هو غاز أخف بحوالي 20% من الهواء وحرارة اشتعاله بين 650–750°C وهو غاز عديم اللون والرائحة كمية الطاقة التي ينتجها عند الاحتراق بشكل تقريبي هي $20MJ/m^3$ [146].

الشكل III.4 مقارنة بين القيمة الحرارية للغاز الحيوي وأنواع الوقود التقليدية[146]

III.4.7 مراحل إنتاج الغاز الحيوي (مراحل التحلل اللاهوائية)

1–تعريف التحلل اللاهوائي: هو تحلل يحدث نتيجة لنشاط الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية عند استنزاف الأكسجين. يحدث فيه تفاعلات تخمر لاهوائي تتحول فيها المادة العضوية إلى مواد عضوية أخرى ذات محتوى أكثر من الطاقة، وتستخدم الطاقة للمحافظة على النشاط الميكروبي. سلطان بن محمد العيد , 2003

2–ألية العمل ضمن الهاضم: توضع المخلفات العضوية في وعاء يدعى الهاضم ولا يسمح للأكسجين بالدخول إلى حيث توجد المخلفات فتقوم البكتيريا بتحليل المخلفات في جو خال من الأكسجين، ينتج عن هذه العملية خليط قابل للاحتراق مكون من غازات الميثان وثاني أكسيد الكربون (يدعى الغاز الحيوي). وينتج أيضا سماد طبيعي معالج على شكل سائل[147].

يجمع الغاز الناتج في خزانات حيث يبلغ حجم الغاز الناتج ما يعادل1,5–2,5 من حجم الهاضم نفسه فلو افترضنا أن حجم الهاضم يبلغ ألف لتر فان حجم الغاز الناتج يبلغ حوالي 1500 إلى 2500 لتر من الغاز وتختلف نسبة الميثان في الغاز الناتج اعتمادا على نوع المخلفات المستعملة غير أن النسبة بشكل عام تتراوح ما بين 60–70 % وتحتوي المخلفات التي تبقى بعد إنتاج الغاز على النتروجين وهو الذي تحتاجه النباتات، لذلك فان مخلفات عملية الهضم اللاهوائي تستعمل أسمدة للنباتات في المزارع وبهذا الشكل يمكن الاستفادة من المخلفات باعتبارها مصدر طاقة ومصدر أسمدة في ذات الوقت، تعتبر الأبقار من أفضل الحيوانات في مجال إنتاج الغاز من المخلفات .

3–العوامل المؤثرة على عملية التخمر اللاهوائي

العوامل المؤثرة على عملية التخمر اللاهوائي هي:

أ–البكتيريا: تم تصنيف البكتيريا إلى أربع أنواع حسب نوع المادة الخام المستخدمة بواسطتها كغذاء وتلك المنتجة بنهاية عملية التغذية.

- **بكتيريا التحلل والتخمر:** تحول المركبات العضوية (كالكربوهيدرات والبروتينات والدهون) إلى سكريات ونشويات وأحماض أمينية وأحماض دهنية عليا ومركبات متعادلة ومركبات أبسط كحامض الخليك ومركبات أحادية الكربون زائد الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون.
- **بكتيريا منتجة للهيدروجين والخلات:**

تحول منتجات المجموعة السابقة من البكتيريا كالأحماض الدهنية الأعلى من الخليات كالبروبيوتيك

كالبروبيوتيك والبيو تريك المركبات المتعادلة كالإيثانول والبروبانول إلى هيدروجين وخالات.

- **بكتيريا منتجة خلات:**

هذا النوع يعمل على نطاق واسع من المركبات العضوية أحادية أو متعددة ذرات الكربون ويحولها إلى حامض خليك.

- **بكتيريا منتجة الميثان** :تستخدم الهيدروجين، ثاني أكسيد الكربون، الخلات، الميثانول، أول أكسيد الكربون لإنتاج غاز الميثان [147].

ب–الوسط الغذائي :أي المواد العضوية اللازمة لإنتاج البيو غاز وخصوصا العناصر الضرورية لتغذية الأنواع المختلفة من البكتيريا المساهمة في عملية إنتاج البيو غاز.

هذه العناصر يمكن تصنيفها في مجموعتين أساسية وثانوية :

العناصر الأساسية تشمل الكربون والنتروجين والفسفور والكبريت والثانوية تشمل الكالسيوم والمغنيزيوم والزنك والحديد .

ولاستقرار عملية التخمر اللاهوائي يجب أن يكون هناك اتزان في مقادير ونسب هذه العناصر مع بعضها البعض، والنسبة بين عنصري الكربون والنتروجين تؤثر تأثيرا مباشرا على نشاط البكتيريا وخاصة المنتجة للميثان، فالكربون هو العنصر الأساسي لتزويد البكتيريا بالطاقة الضرورية للنمو أما النتروجين فهو ضروري لإنتاج الأحماض الأمينية.

ج–درجة الحرارة:

إن البكتيريا المنتجة للميثان هي أكثر أنواع البكتيريا تأثرا بتذبذب درجة الحرارة لذلك صنفت بكتيرياً الميثان إلى ثلاث مجموعات وذلك حسب تكيفها مع درجات الحرارة[147].

د–درجة الحموضة:

ن عملية التخمر اللاهوائي يمكن أن تقسم إلى مرحلتين مرحلة إنتاج أحماض ومرحلة تحويل أحماض، إن ارتفاع الحموضة في المرحلة الأولى شيء طبيعي والبكتيريا العاملة في هذه المرحلة متأقلمة (بكتيريا التحلل والتخمر وبكتيريا منتجة للخلات)، أما البكتيريا الفاعلة في المرحلة الثانية (مرحلة تحويل الأحماض) وهي بكتيريا الميثان تنمو وتعمل بكفاءة في وسط متعادل تقريبا، درجة الحموضة (ph 6-8) [147].

هـ–تسمم الوسط الغذائي:

عملية التخمر اللاهوائي تتأثر سلبا وبدرجات متفاوتة بنسب وجود بعض المعادن الثقيلة أو حتى بزيادة في تركيز العناصر الغذائية الضرورية لنمو البكتيريا كالكالسيوم، المغنيزيوم، الصوديوم، البوتاسيوم، الحديد، الألمنيوم والكبريت.

تكون أعراض التسمم في درجاته الدنيا عبارة عن بطيء أو نقص في معدل إنتاج الغاز وفي الحالات العملية الحي الحادة تتوقف تماما العملية الحيوية الكيميائية نتيجة لتسمم وموت البكتيريا بالرغم من أن كل أنواعً البكتيريا المساهمة في عملية التخمر اللاهوائي تتأثر بهذه السموم إلا أن تلك المنتجة للميثان أشدها حساسية وتأثرا.

الخاتـــــمة

الخاتمـــــــــة

في ظل النهضة التي يشهدها العالم في مجال الطاقة المستجدة والنظيفة، والوقود البديل للوقود الأحفوري(وقود الكتلة الحيوية) كثر الحديث عن المادة الخام التي تستعمل في إنتاج الوقود الحيوي وتكلفة إنتاجه، حيث عرضنا في هذا البحث تعريفا مفصلا عن الطاقة ومصادرها وهي مصادر متجددة صديقة للبيئة يمكن أن تحل محل الطاقة الملوثة للبيئة وكذلك عرضنا أشكال وأمثلة للطاقة المتجددة والغير متجددة ثم تناولنا أنواع الطاقات: طاقة الرياح، الطاقة المائية، الطاقة الشمسية، طاقة الكتلة الحيوية وطاقة المحيطات كما تطرقنا إلى الوقود الحيوي وأجياله الأربعة مع ذكر إيجابيات وسلبيات كل جيل ومدى تأثيره على الأمن الغذائي من حيث وفرة المواد الغذائية و المنتجات الزراعية وثمنها والتكلفة الإنتاجية لكل جيل كما تطرقنا لكميات الإنتاج لبعض الدول الرائدة في هذا المجال كالبرازيل. تكلمنا عن الجيل الثاني للوقود الحيوي بشيء من التفصيل وتطرقنا الى طرق ومراحل إنتاج الديزل الحيوي والغاز الحيوي.

من جهة أخرن و جدنا أنه مازال هناك تحديا كبيرا ينتظر الباحثين في هذا الميدان لأجل تحسين نوعية الوقود الحيوي و تخفيض تكلفة الانتاج و عدم المساس بالأمن الغذائي للشعوب.

قائمــة المراجع

[1]. فؤاد قاسم الأمير، حل مشكلة الطاقة هو التحدي الأكبر للبشرية في القرن الحادي والعشرون، مؤسسة الغد للدراسات والنشر، 2005 ، ص147 .

[2]. أمينة مخلفي، أثر تطور أنظمة استغلال النفط على الصادرات" دراسة حالة الجزائر بالرجوع إلى بعض التجارب العالمية"، رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه علوم، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، نوقشت بتاريخ 11 مارس 2013 ، ص. 25 .

[3]. حاتم الرفاعي ، البترول" ذروة الإنتاج وتداعيات الانحدار"، دار نهضة مصر، مصر،. 2009 ، ص. 111

[4]. حمدي هاشم، تغيرات المناخ العالمي مظاهرها وأبعادها الاقتصادية والسياسية، من الموقع: تم الإطلاع عليه بتاريخ. 2014 / 03 / 15 : http://www.feedo.net/Environment/EnvironmentalProblems/ClimateChanges/UniversalCilmate.htm

[5]. فيل أوكيف وآخرون، مستقبل استخدام الطاقة، ترجمة عائشة حمدي، مجموعة النيل العربية، 2009 ، ص 300

[6]. لودوفيك مون، الطاقة النفطية والطاقة النووية، ترجمة مارك عبود، مكتبة الملك فهد الوطنية، الرياض، 2014 ، ص23

[7]. لزهر أحمد محمد، طرق وأساليب توليد الطاقة وانعكاساتها على ظاهرة الاحتباس الحراري، ندوة ظاهرة الاحتباس الحراري. وآثاره على أمن وسلامة الإنسان، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية، الإما ا رت العربية المتحدة، 2009 ، ص. 11

[8]. Chems Eddine hitour, pour une Stratégie Energetique de L'Algérie aL'horizon 2030, office des publication universitaire, Alger, 2003, p41.

[9]. آل الشيخ حمد بن محمد، اقتصاديات موارد الطبيعية والبيئية، دار كنعان، المملكة العربية السعودية،2007

[10]. David Pimentel, Biofuels, Soler and Wind as Renevable Energy Systems- Benefits and Risks, Cornel University Collego of Agriculture ans Life Sciences 5126 Comstoch hall Ithaca, USA, 2008, P156.

[11]. زواوية حلام ، مذكرة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في إطار مدرسة الدكتو ا ره في العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير،دور اقتصاديات الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة في الدول المغاربية -دراسة مقارنة بين الجزائر، المغرب وتونس،2012،ص73

[12]. قدي عبد المجيد، منور أوسرير، محمد حمو، الاقتصاد البيئي، دار الخلدونية للنشر والتوزيع، ط 1، الجزائر، 2010،ص133

[13]. طالبي محمد، ساحل محمد، أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة، عرض تجربة ألمانيا، مجلة الباحث، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير بجامعة قاصدي مرباح، ورقلة، العدد السادس، 2008 ، ص 205.

[14]. الخياط محمد مصطفى محمد، الطاقة :مصادرها، أنواعها، استخداماتها، منشورات وزارة الكهرباء والطاقة، القاهرة، 2006، ص43

[15]. باربر نيكولا، ترجمة لجنة التعريب والترجمة بمكتبة العبيكان، الطاقة المتجددة :سلسلة ألفا العلمية، مكتبة العبيكان، ط1 ، الرياض، 2002 ، ص10.

[16].اتكين دونالد، ترجمة هشام محمود العجماوي، التحول إلى مستقبل الطاقة المتجددة :الكتاب الأبيض، تقرير المنظمة الدولية للطاقة الشمسية ISES 2005 .، ص 16،

[17].كارتسيف فلاديمير، خازانوفسكي بيوتر، ترجمة محمد غياث الزيات، آلاف السنين من الطاقة، سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للفنون والثقافة والآداب، رقم187 ، عدد يوليو 1993 ، الكويت، ص 175.

[18] .اتكين دونالد، ترجمة هشام محمود العجماوي، التحول إلى مستقبل الطاقة المتجددة :الكتاب الأبيض، تقرير المنظمة الدولية للطاقة الشمسيةISES 2005، ص12

[19]. Volker Quaschning, Understanding Renewable Energy Systems, Earthscan publications, UK, First published 2005, P 47.

[20]. Holm-Nielsen J, Ehimen EA. Biomass supply chains for bioenergy and biorefining. Woodhead Publishing; 2016.

[21]. Sampaio PGV, González MOA. Photovoltaic solar energy: conceptual framework. Renew Sustain Energy Rev 2017;2017(74):590–601.

[22]. Al-Tameemi MA, Chukin VV. Global water cycle and solar activity variations. J Atmos Sol Terr Phys. 2016;142:55–9.

[23]. Hart M. Hubris: the troubling science, economics, and politics of climate change. Compleat Desktops Publisher; 2015. [ISBN 9780994903808].

[24]. Luqman M, Ahmad SR, Khan S, Ahmad U, Raza A, Akmal F. Estimation of solar energy potential from rooftop of Punjab government servants cooperative housing society Lahore using

GIS. [article ID:56795]. Smart Grid andRenewable Energy 2015;6(05). http://dx.doi.org/10.4236/sgre.2015.65012.

[25]. National Aeronautics and Space Administration. Plotted from satellite data supplied by NASA Clouds and the Earth's Radiant Energy System (CERES); 2014.

[26]. International Renewable Energy Agency. Estimating the Renewable Energy Potential in Africa A GIS-based approach; 2014. ⟨http://www.irena.org/ DocumentDownloads/Publications/IRENA_Africa_Resource_Potential_Aug2014. pdf⟩ [Accessed March 2016].

[27]. Adaramola M. Solar energy: application, economics, and public perception. CRC Press, Technology & Engineering; 2014.

[28]. Hang Q, Jun Z, Xiao Y, Junkui C. Prospect of concentrating solar power in China-the sustainable future. Renew Sustain Energy Rev 2007;12(9):2505–14.

[29]. National Renewable Energy Laboratory. Solar Has The Most Potential of Any Renewable Energy Source.⟨http://thinkprogress.org/climate/2012/07/30/ 606271/national-renewable-energy-laboratory-solar-has-the-most-potential-of-anyrenewable-energy-source/⟩ [Accessed March 2016].

[31]. Bertelsmann Stiftung's Transformation Index. Morocco Country Report. 2016. ⟨https://www.btiproject.org/fileadmin/files/BTI/Downloads/Reports/2016/pdf/ BTI_2016_Morocco.pdf⟩ [Accessed February 2016]; 2016.

[32]. Source:https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and Generation/Country-Rankings

[33]. Kannan N, Vakeesan D. Solar energy for future world: – a review. Renew Sustain Energy Rev 2016;62:1092–105. http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.022.

[34]. Green MA, Emery K, Hishikawa Y, Warta W, Dunlop ED. Solar cell efficiency tables (version 47). Prog Photovolt 2016;24:3–11.

[35]. Dostál J, Pšenčík J, Zigmantas D. In situ mapping of the energy flow through the entire photosynthetic apparatus. Nat Chem 2016;8(7):705. http://dx.doi.org/10. 1038/nchem.2525.

[36]. Capasso A, Matteocci F, Najafi L, Prato M, Buha J, Cinà L, Pellegrini V. Few-layer MoS2 flakes as active buffer layer for stable perovskite solar cells. Adv Energy Mater 2016;6(16):1600920. http://dx.doi.org/10.1002/aenm.201600920.

[37]. The Hong Kong Polytechnic University. Perovskite-silicon tandem solar cells with the world's highest power conversion efficiency. ScienceDaily. ⟨www.sciencedaily. com/releases/2016/04/160412104814.htm⟩ [Accessed August 2016].

[38]. Kim H, Kim HS, Ha J, Park NG, Yoo S. Empowering semi-transparent solar cells with thermal-mirror functionality. Adv Energy Mater 2016;6(14):1502466. http://dx. doi.org/10.1002/aenm.201502466.

[39]. Jiang X, Yu Z, Zhang Y, Lai J, Li J, et al. High-performance regular perovskite solar cells employing low-cost poly(ethylenedioxythiophene) as a hole-transporting material. Sci Rep 2017;7. http://dx.doi.org/10.1038/srep42564.

[40]. Massachusetts Institute of Technology. Solar cell is more efficient, costs less than its counterparts: Exposed in step-like formation, layers of new photovoltaic cell harvest more of sun's energy. ScienceDaily. ⟨www.sciencedaily.com/releases/2016/08/ 160829163522.htm⟩ [Accessed August 2016].

[41]. Chirumamilla M, Roberts AS, Ding F, Wang D, Kristensen PK, Bozhevolnyi SI, Pedersen K. Multilayer tungsten-alumina-based broadband light absorbers for hightemperature applications. Opt Mater Express 2016;6(8):2704. http://dx.doi.org/10. 1364/OME.6.002704.

[42]. University of Malaya. Green polymer electrolyte based on N-phthaloylchitosan for dye-sensitized solar cells. ScienceDaily.⟨www.sciencedaily.com/releases/2016/07/ 160730154511.htm⟩ [Accessed August 2016].

[43]. Razykov TM, Ferekides CS, Morel D, Stefanakos E, Ullal HS, Upadhyaya HM. Solar photovoltaic electricity: current status and future prospects. Sol Energy 2011;85:1580–608. http://dx.doi.org/10.1016/j.solener.2010.12.002.

[44]. Liu C, Fan J, Li H, Zhang C, Mai Y. Highly efficient perovskite solar cells with substantial reduction of lead content. Sci Rep 2016;6. http://dx.doi.org/10.1038/ srep35705.

[45]. Freitag M, Teuscher J, Saygili Y, Zhang X, Giordano F, et al. Dye-sensitized solar cells for efficient power generation under ambient lighting. Nat Photonics 2017. http://dx.doi.org/10.1038/nphoton.2017.60.

[46]. Görig M, Breyer C. Energy learning curves of PV systems. Environ. Prog. Sustain Energy 2016;35(3):914–23. [2016].

[47]. Resch G, Held A, Faber T, Panzer C, Toro F, Haas R. Potentials and prospects for renewable energies at global scale. Energy Policy 2008 2008;36:4048–56. http:// dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2008.06.029.

[48]. Jerez S, Tobin I, Vautard R, Montávez JP, López-Romero JM, et al. The impact of climate change on photovoltaic power generation in Europe. Nature. Commun 6, Artic Number 2015;10014. http://dx.doi.org/10.1038/ncomms10014.

[49]. Sen Z. Solar energy in progress and future research trends. Prog Energy Combust Sci 2004;30:367–416. http://dx.doi.org/10.1016/j.pecs.2004.02.004.

[50]. Burt E, Peter O, Susan B. Scientific evidence of health effects from coal use in energy generation. Chicago, IL: University of Illinois at Chicago School of Public Health, and Health Care without Harm; 2013.

[51]. Kharecha P, Hansen J. Coal and Gas are Far More Harmful than Nuclear Power. National Aeronautics and Space Administration (NASA); 2013. ⟨http://www.giss. nasa.gov/research/briefs/kharecha_02/⟩ [Accessed February 2016].

[52]. Jäger-Waldau A. European photovoltaics in world wide comparison. J Non-Cryst Solids 2006;352:1922–7.

[53]. Parida B, Iniyan S, Goic R. A review of solar photovoltaic technologies. Renew Sustain Energy Rev 2011;15:1625–36.

[54]. Razykov TM, Ferekides CS, Morel D, Stefanakos E, Ullal HS, Upadhyaya HM. Solar photovoltaic electricity: current status and future prospects. Sol Energy 2011;85:1580–608.

[55]. Hosenuzzaman M, et al. Global prospects, progress, policies, and environmental impact of solar photovoltaic power generation. Renew Sustain Energy Rev 2015;41:284–97.

[56]. Goetzberger A, Luther J, Willeke G. Solar cells: past, present, future. Sol Energy Mater Sol Cells 2002;74:1–11.

[57]. Goetzberger A, Hebling C, Schock HW. Photovoltaic materials, history, status and outlook. Mater Sci Eng: R: Rep 2003;40(1):1–46.

[58]. Brabec CJ. Organic photovoltaics: technology and market. Sol Energy Mater Sol Cells 2004;83:273–92.

[59]. Spanggaard H, Krebs FC. A brief history of the development of organic and polymeric photovoltaics. Sol Energy Mater Sol Cells 2004;83:125–46.

[60]. Miles RW, Hynes KM, Forbes I. Photovoltaic solar cells: an overview of state-ofthe-art cell development and environmental issues. Prog Cryst Growth Charact Mater 2005;51:1–42.

[61]. Chaar LE, Lamont LA, Zein NE. Review of photovoltaic technologies. Renew Sustain Energy Rev 2011;15:2165–75.

[62]. Kui-Qing P, Shuit-Tong L. Silicon nanowires for photovoltaic solar energy conversion. Adv Mater 2011;23, [198-21].

[63]. Sampaio, P. G. V., & González, M. O. A. (2017). Photovoltaic solar energy: Conceptual framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *74*, 590-601.

[64]. Pai M, Mcculloch M, Gorman JD, Pai N, Enanoria W, Kennedy G, Tharyan P, Colford-Junior JM. Systematic reviews and meta-analyses: an illustrated, step-bystep guide. Natl Med J India 2004;17(2):86–95.

[65]. Nishimura A, et al. Life cycle assessment and evaluation of energy payback time on high-concentration photovoltaic power generation system. Appl Energy 2010;87:2797–807.

[66]. Ferroni F, Hopkirk RJ. Energy Return on Energy Invested (ERoEI) for photovoltaic solar systems in regions of moderate insolation. Energy Policy 2016;94:36–344.

[67].عياش سعود يوسف، تكنولوجيا الطاقة البديلة، سلسلة عالم المعرفة المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، رقم 38 ، عدد فبراير 1981 ، الكويت، ص32 .

[68].شحاتة حسن أحمد، التلوث البيئي ومخاطر الطاقة، مكتبة الدار العربية للكتاب، مدينة نصر، ط1 ،2002، التلوث البيئي ومخاطر الطاقة، ص122.

[69] - Volker Quaschning, Understanding Renewable Energy Systems, Earthscan publications, UK, First published 2005. P 181.

[70]. https://www.irena.org/wind international renewable energy agency.

[71]E. Muljadi, C.P. Butterfield, J. Chacon, H. Romanowitz, Power Quality Aspects in a Wind Power Plant Preprint Power Quality Aspects in a Wind Power Plant, 2006.

[72] . Hall, D. O. (1991). Biomass energy. Energy Policy, 19(8), 711–737. doi:10.1016/0301-4215(91)90042-m

[73] - Wolfhart Durrschmidt, Gisela Zimmermann, Alexandra Liebing, Renewable Energies Innovation for the future, Federal Ministry for the Environment, Nature and Nuclear Safety (BMU), Berlin, First edition 2004, P 56.

[74].رمضان محمد رأفت إسماعيل، علي جمعان الشكيل، الطاقة المتجددة، دار الشروق، ط 2، بيروت، 1988 ، ص .89-90.

[75]. http://www.ren21.net/wpcontent/uploads/2016/06/GSR_2016_Full_Report_REN21.pdf RenewableS 2011 GLOBAL STATUS REPORT

[76].الخفاف عبد علي، ثعبان كاظم خضير الطاقة وتلوث البيئة، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، ط 1، عمّان، 2007 ، ص19.

[77]. Moran, E. F., Lopez, M. C., Moore, N., Müller, N., & Hyndman, D. W. (2018). Sustainable hydropower in the 21st century. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *115*(47), 11891-11898.

[78]. https://www.irena.org/hydropower international renewable energy agency

[79]. Zarfl C, Lumsdon AE, Berlekamp J, Tydecks L, Tockner K (2014) A global boom in hydropower dam construction. Aquat Sci 77:161–170.

[80]. Rex W, Foster V, Lyon K, Bucknall J, Liden R (2014) Supporting Hydropower: An Overview of the World Bank Group's Engagement (World Bank Group, Washington, DC).

[81]. Winemiller KO, et al. (2016) Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. Science 351:128–129.

[82]. Ziv G, Baran E, Nam S, Rodríguez-Iturbe I, Levin SA (2012) Trading-off fish biodiversity, food security, and hydropower in the Mekong River Basin. Proc Natl Acad Sci USA 109:5609–5614.

[83]. Ansar A, Flyvbjerg B, Budzier A, Lunn D (2014) Should we build more large dams? The actual costs of hydropower megaproject development. Energy Policy 69:43–56.

[84]. Namy S (2010) Addressing the social impacts of large hydropower dams. J Int Policy Solut 7:11–17.

[85]. Rosenberg D (2000) Global-scale environmental effects of hydrological alterations: Introduction. Bioscience 50:746–751.

[86]. VanZwieten J, et al. (2015) In-stream hydrokinetic power: Review and appraisal. J Energy Eng 141:04014024.

[87]. Sornes K (2010) Small-Scale Water Current Turbines for River Applications (Zero Emission Resource Organization, Oslo), pp 1–19.

[88]. Rosenberg DM, et al. (1997) Large-scale impacts of hydroelectric development. Environ Rev 5:27–54.

[89]. Lehner B, et al. (2011) High-resolution mapping of the world's reservoirs and dams for sustainable river-flow management. Front Ecol Environ 9:494–502.

[90]. Nilsson C, Reidy CA, Dynesius M, Revenga C (2005) Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. Science 308:405–408.

[91]. Vörösmarty CJ, Sahagian D (2000) Anthropogenic disturbance of the terrestrial water cycle. Bioscience 50:753–765.

[92]. Rudd JWM, Hecky RE, Harris R, Kelly CA (1993) Are hydroelectric reservoirs significant sources of greenhouse gases? Ambio 22:246–248.

[93]. Giles J (2006) Methane quashes green credentials of hydropower. Nature 444: 524–525.

[94]. St. Louis VL, Kelly CA, Duchemin E, Rudd JWM, Rosenberg DM (2000) Reservoir surfaces as sources of Greenhouse gases to the atmosphere: A global estimate. Bioscience 50:766.

[95]. Raymond PA, et al. (2013) Global carbon dioxide emissions from inland waters. Nature 503:355–359.

[96]. Fearnside PM, Pueyo S (2012) Greenhouse-gas emissions from tropical dams. Nat Clim Chang 2:382–384.

[97]. O'Connor JE, Duda JJ, Grant GE (2015) 1000 Dams down and counting. Science 348: 496–497.

[98].National Research Council (1992) Restoration of Aquatic Ecosystems: Science, Technology, and Public Policy (National Academies Press, Washington, DC).

[99]. Pringle CM (1997) Exploring how disturbance is transmitted upstream: Going against the flow. J N Am Benthol Soc 16:425–438.

[100].عياش سعود يوسف، تكنولوجيا الطاقة البديلة، سلسلة عالم المعرفة المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، رقم 38 ، عدد فبراير 1981 ، الكويت ، ص23 .

[101].الخياط محمد مصطفى محمد، الطاقة :مصادرها، أنواعها، استخداماتها،، منشورات وزارة الكهرباء والطاقة، القاهره ،2006،، ص 63.

[102].إيفانز ل .روبرت، ترجمة فيصل حردان، شحن مستقبلنا بالطاقة :مدخل إلى الطاقة المستدامة، مركز دراسات الوحدة العربية، ط 1، بيروت2011، ص، ص 175-176.

[103]. الخفاف عبد علي، ثعبان كاظم خضير الطاقة وتلوث البيئة، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، ط 1، عمّان، 2007 ، ص 122 .

[104].الخياط محمد مصطفى محمد، الطاقة :مصادرها، أنواعها، استخداماتها، منشورات وزارة الكهرباء والطاقة، القاهره ،2006، ص47.

[105]. سلسلة الحقائب التعليمية التدريبية في مجال الطاقات المتجددة، حقيبة الطاقات المتجددة الحقيبة الرابعة، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، 2000 ،ص ص 59 60.

[106]. شريف عمر، ايتختيام الطاقات المتجيية ويورها سي التامية المحلية الميتيامة)د ا رسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر(، أطروحة دكتوراة دولة في العلوم الاقتصادية، إشراف أحمد لعماري، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة باتنة، 2007.

[107]. شحاتة حسن أحمد، التلوث البيئي ومخاطر الطاقة، مكتبة الدار العربية للكتاب، مدينة نصر، ط1 ،2002، التلوث البيئي ومخاطر الطاقة، ص 170.

[108]. معمل ريزو الدنمركي، ترجمة الخياط محمد مصطفى محمد، طاقة الرياح وآلية التامية الاظيفة، هيئة الطاقة الجديده والمتجددة ، وزارة الكهرباء والطاقة، مصر، ص 21.

[109].خالف ساهل زينب، بولسنان فلة، مداخلة اشكالية تمويل مشاريع الطاقات المتجددة وتكنولوجياتها واهم تحدياته، ملتقى الوطني فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سكيكدة، 02-03نوفمبر2013 ،ص 4.

[110]. حافظ برجاس، محمد المجذوب، الصراع الدولي على النفط العربي، النشر بيسان للنشر والتوزيع والعالم، بيروت، لبنان،2000 ،ص62.

[111].المرجع مجلة الدراسات الاقتصادية الكمية عدد3/2017 ص152

[112].مجد قاسم: أربعة أجيال من الوقود الحيوي والتحديات لا تزال ضخمة، مجلة القافلة الثقافية المنوعة، العدد 3 ،مجلد 65 ،شركة الزيت العربية السعودية (أرامكو السعودية) الظهران، مايو / يونيو 2016

[113]. Anujk.Chandel. Silvios. de silva. walter carralho and om. V singh,sugarcane baasse and leaves faresable; biomss of biofuel and bio-products mini-review, jchen techol biotechnol,87:11-20,2012

[114]. Mohammed Tayeb Oucif Khaled and Ladjel segni production of bioethanol form varieties of date of poor quality, Article, African jornal of Agricultural Research, 9 (37) pp2814_2818, 11.09.2014.

[115]. Julien Gornay : transformation par voie thermique de triglycerides et d'acides gras. Application à la valorisation chimique des dechets lipidiques,Thèse doctorat, 31 octobre2006

[116]. Amine Akbi : Les implications du développementdes biocarburants. Thèse en vue de l'obtention du Doctorat en Sciences-économiques, 02 décembre 2013

[117]. Casimir TOGBE : Etude cinétique de l'oxydation de constituants de biocarburants et composés modèles – formation de polluants, Docteur de l'Université d'Orléans, Chimie – Physique, 27 octobre 2010.

[118]. J. P. Cadoret et O. Bernard: La Production de biocarburant lipidique avec des promesses et défis, article paru dans le journal de la société de biologie, 202(3), 201-211, 2008.

[119]. جواهر المطيري: الطحالب طاقة متجددة لا تؤثر على الاحتياج العالمي للغذاء، مجلة اليوم، العدد 15335،جدة،10 يونيو2015

[120]. Yusuf Chisti: Fuels from microalgae, Biofuels (2010) 1(2), 233–235

[121]. Tania Mazzuca Sobczuka and Yusuf Chistib: Potential fuel oils from the microalga Choricystis minor, Article2009.

[121]. المعهد العالي لبحوث الليزر وتطبيقاته قسم الفيزياء جامعة دمشق 2014 ص33/32

[122]. مؤسسة الشيخ سعود بن صفر القاسمي لبحوث السياسة العامة ص 2 سبتمبر2019

[123]. A.C. Ahmia, F. Danane, R. Bessah and I. Boumesbah: Raw material for biodiesel production. Valorization of used edible oil, Revue des Energies Renouvelables Vol. 17 N°2 (2014) 335 – 343, 30 Juin 2014.

[124]. ar.wikipedia.org › wiki ›

[125].برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، الدليل الارشادي للبرلمانين من أجل الطاقة المتجددة [على الخط]

[56].https://www.agoraparl.org/sites/default/files/renewable_energy_user_guide_ar_jan2015.pdf

[126]. البنك الدولي، مجموعة البنك الدولي (على الخط) متاح على:

http://www.albankalqdawli.org/ar/who-we

[127]. الشرق الأوسط لاثنين – 6 محرم 1440 هـ – 17 سبتمبر 2018 م رقم العدد 14583لندن: د. وفا جاسم الرجب

[128] .موقع أنترنت كلام نيوز www.kalamnews.com

[129]. https://almashhadalaraby.com/news/236997 السبت 28 نوفمبر 2020

[130].مدونة البنك الدولي جون بيفيس و ايبيك سيلان أوبماك 2020/12/06.

[131]. https://ise-eg.com شركة انترسولار ايجيبت لصناعه الالواح الشمسية.

[132]. Jesús Oliva-Montes. Julio Flores-Rodríguez. Ricardo López-Medina. José Santos Camacho. José Contreras Ruíz. Mabel Vaca-Mier : Producción de biodiesel à partir de grasa animal utilizando catálisis heterogénea, Revista Iberoamericana de Ciencias, ISSN 2334-2501, ReIbCi – Septiembre 2015.

[133]. IMENE Guesmia, AMINA BouzarEssaidi. 2013. "Controle de La Qualité de National, Institut, and Polytechnique De Toulouse. 2010. "Étude Des Procédés d'extraction et de Purification de Produits Bioactifs à Partir de Plantes Par Couplage de Techniques Séparatives à Basse et Haute Pressions." : 51–52.

[134]. NGUYEN VAN CUONG .(2010) .Maitrise de l'aptitude technologique des oléagineux par modification; application aux opération d'extraction et de tranestérfication insitu .doctorat.

[135]. م. كاطع مهند ابراهيم (2008) الذهب الأخضر في متناول الجميع الديزل الحيوي. مجلة التقنية، الصفحات 7-8 منظمة الأغذية والزراعة الأمم المتحدة FAO منظمة الصحة العالمية (1999) مواصفة الدستور الغذائي للزيوت النباتية المسماة CODEX STAN 2010-1999

[136]. ALIOU OUSMANE HAIDARAA .(6991) .valorisation d'une huile végétale tropicale:l'huile de pourghére .doctorat.

[137]. د.رضا سليمان الدمرداش. (2011). الزيوت والدهون الجزء الأول صناعة مخلفات الزيوت النباتية والحيوانية. العموم والتقنية، ص 51و55.

[138]. Shawn P. Conley, Bio energy, what is Biodiesel? Department of Agronomy Bernie Tao, Department of Agricultural and Biological Engineering, Purdue University ID337, 12/2006 8/Présenté par le conseil québécois du biodiésel dans le cadre de la consultation publique par le bureau d'audiences publiques en environnement(BAPE), 13/03/2006.

[139]. سليمان: دراسة مخبرية لبحث" تصميم وتنفيذ محطة إرشادية لانتاج الوقود الحيوي من الفضلات المنزلية من دهون وزيوت مستعملة، موضوع العقد رقم 14، 2011/11/07 .

[140]. By Nadae. M. Elsolh: the manufacture of Biodiesel from the used vegetal oil, Degree of Master Cairo, 28Fab2011.

[141]. Shawn P. Conley, Bio energy, what is Biodiesel? Department of Agronomy Bernie Tao, Department of Agricultural and Biological Engineering, Purdue University ID337, 12/2006

[142]. زاهر أحمد محمد: طرق وأساليب توليد الطاقة وانعكاسها على ظاهرة الاحتباس الحراري، ندوة ظاهرة الاحتباس الحراري وآثرها على أمن وسلامة الإنسان،2-4 مارس 2009، مدينة الشارقة، دولة الإمارات المتحدة .

[143]. جمعية أبو ظبي للرقابة الغذائية اعتمد من مجلس الإدارة بشأن إدارة مخلفات المزارع دليل الممارسة رقم2 /30/16/اكتوبر 2011 .

[144]. الجمعية الألمانية للمياه وللغاز DVG.

[145]. Cuellar, Amanda D and Michael EWebber (2008). "Cow power: the energy and emissionsbenefits of convertingmatiure to biogas", Environ. Res. Lett, 3:034002. doi:10.1088/17489326/3/3/034002. 145/Wikipedia .

[146]. خزامى وردة زينة يعقوب الوقود والغاز الحيوي في سوريا بين الواقع والتطبيق 2018 ص13.

[147]. منال عريشة، نسرين الصوا.24 اكتوبر 2009 ،مدخلات ومخرجات الهاضم الحيوي والعوامل المؤثرة على التحلل الالهوائي .

[148].الجمعية الدنماركية للصناعة المتعلقة بالرياح**Danish Wind Industry Association**, والجمعية الأمريكية لطاقة الرياح **American Wind Energy Association**

[149].محمود، ماجد كرم الدين ":رياح التغيير في أنظمة الطاقة العالمية والعربية – الكهرباء من الرياح"، كتيبات تبسيط المعلومات التقنية، المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، مصر، 2012.

[150]. Ahmed, Omer. (2011). مبادئ الطاقات المتجددة .

الملخص

قلة الوقود الاحفوري أدت الي البحث عن مصادر بديلة غير قابلة للنظوب على المدى البعيد .أتجة العالم صوب الطاقات المتجدده منها طاقة الرياح وطاقة الشمس و الطاقة المائية وغيرها .المخلفات الحيوانية والنباتية تراكمت عبر الزمن وكونت الكتلة الحيوية حيث أنها ايضا تمثل الوقود الاحفوري التقليدي.

بدورها الكتلة الحيويه تحولت الى وقود حيوي وهو من الطاقات الحديثة والتي تعتمد على تحويل الكتلة الحيوية سواء كانت في صورة حبوب أو محاصيل سكرية أو محاصيل زيتية أو بقايا النباتات إلى إيثانول أو ديزل حيوي. حيث جاء الجيل الثاني من الوقود الحيوي لحل العديد من مشاكل الجيل الأول.

الكلمات المفتاحية: الطاقات المتجددة ، الكتلة الحيوية ، الجيل الثاني ، وقود حيوي

Summary

The lack of fossil fuels has led to the search for alternative sources that are not available in the long run. The world has turned towards renewable energies, including wind energy, solar energy, hydro energy and others. Animal and plant wastes accumulated over time and formed biomass, as they also represent fossil fuels (traditional). Biomass has turned into biofuel, which is one of the modern energies that depend on converting biomass, whether in the form of grains, sugar crops, or oil crops, into ethanol or biodiesel. Where the second generation of biofuels came to solve many of the problems of the first generation.

Keywords: renewable energy , biomass , second generation , biofuel

Résumé

Le manque de combustibles fossiles a conduit à la recherche de sources alternatives qui ne sont pas disponibles à long terme. Le monde s'est tourné vers les énergies renouvelables, y compris l'énergie éolienne, l'énergie solaire, l'énergie hydraulique, et d'autres. Les déchets animaux et végétaux se sont accumulés au fil des du temps et de la biomasse formée, car ils représentent également des combustibles fossiles traditionnels.

La biomasse s'est transformée en biocarburant, qui est l'une des énergies modernes qui dépendent de la conversion de la biomasse, que ce soit sous forme de céréales, de cultures sucrières ou d'oléagineux, en éthanol ou en biodiesel. Là où la deuxième génération de biocarburants est venue résoudre bon nombre des problèmes de la première génération.