الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الكيمياء

مذكرة

مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء

التخصص : كيمياء المحيط

من إعداد: زومري جهينة – جلاب آمال

بعنوان

تثمين النفايات والموارد الطبيعية وتحويلها إلى طاقات متجددة

تمت المناقشة يوم : 06 / 06 / 2022 أمام لجنة المناقشة :

زاوي منال	أستاذة محاضرة (أ)	رئيس
ذوادي علي	أستاذ تعليم العالي	مناقش
شاوش خولة	أستاذة محاضرة (ب)	مؤطر

السنة الجامعية:2022/2021

بسم الله الرحمن الرحيم

الاهداء

بسم الله الرحمن الرحيم والحمد الله والصلاة والسلام على رسول الله وعلى آله وصحبه أجمعين.

أهدي هذا العمل المتواضع إلى من كبرت على تعاليمه وإرشاده والذي غمرني بفضله وعطفه وحنانه ورسم لي طريق الحياة، أبي الغالي ،أمي التي أكرمها الله وجعل الجنة تحت أقدامها الله يحفظهما ويطول في عمرهما.

إلى كل أخوتي وكل أفراد العائلة من أصغر داعم إلى أكبر موجه دون استثناء

و إلى كل الأصدقاء الأوفياء الذين شاركوا هذا الطريق.

وأشكر نفسي لتمسكي بهذا الدرب إلى آخره.

وإلى كل من ساعدني على إتمام هذا العمل ولو بإبتسامة، وكل من علمني حرفا وأشار لي بنصح، أساتذتي الكرام عبر جميع أطوار الدراسة.

إلى كل من له علينا حق، إلى كل هؤلاء أهدي ثمرة هذا العمل.

شكر وعرفان

قال تعالى في محكم التنزيل: (ولئن شكرتم لأزيدنكم)

قال الحبيب صلى الله عليه وسلم: (ومن لم يشكر الناس لم يشكرا الله)

اللهم أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت علي وأن أعمل صالحا ترضاه، وصلي وسلم على المبعوث رحمة للعالمين سيدي وحبيبي محمد عليه أفضل الصلاة و أزكى التسليم.

نتقدم بجزيل الشكر والعرفان إلى الأستاذة الفاضلة التي كانت لنا عونا وسندا و مرجعا تسهل لنا الصعاب وتمهد لنا الطريق التي لم تبخل علينا ولو بالقليل إلى مؤطرتنا الأستاذة : شاوش خولة.

وجزيل الشكر للجنة التي أخذت من وقتها لمناقشة وتثمين هذا العمل: الأستاذة زاوي منال والأستاذ العزيز ذوادي علي.

ونتقدم بجزيل الشكر إلى كل أستاذ في قسم الكيمياء بدون استثناء، وإلى كل طلاب كيمياء المحيط.

قائمة المختصرات

المختصر	التسميات	التسمية العربية
AGV	Acides Gras Volatils	الأحماض الدهنية المتطايرة
DBO	Demande Biochimique en Oxygène	الطلب البيوكيميائي على الأوكسجين
DCO	Demande Chimique en Oxygène	الطلب الكيميائي على الأوكسجين
EPRS	European Parliamentry Research Service	خدمة البحوث البرلمانية الأوروبية
IEA	International Energy Agency	الوكالة الدولية للطاقة
IPCC	The Intergovrnmental Panel on Climate Change	الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ
OECD	Organization of Economic Co-operation and Development	منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية
SRREN	Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation	التقرير الخاص عم مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ
TAC	Titre Alcalimétrique Complet	القلوية الكلية

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
	الفصل الأول	
1- I	أمثلة عن الموارد الطبيعية وطرق استخدامها	8
	الفصل الثاني	
1- II	حجم الاحتياطي (مليار برميل) وكمية الإنتاج والاستهلاك (ألف برميل) للنفط في العالم خلال سنة 2014	12
2- II	حجم احتياطي الغاز الطبيعي (ترليونm^3) وكمية الإنتاج والاستهلاك (مليون m^3) سنة 2014	13
3- II	حجم الاحتياطي وكمية الإنتاج والاستهلاك 10^6 t للفحم في العالم سنة 2014	14
4- II	حجم الاحتياطي (مليونtep) سنة 2014 وعدد المفاعلات وكمية الإنتاج (Mwt) سنة 2011 للطاقة النووية في العالم	15
	الفصل الثالث	
1- III	مكونات الغاز الحيوي ونسبها	36
	الفصل الرابع	
1-IV	أهم النقاط التي جاءت في الورقة البحثية عن دور الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة	50
2-IV	أهم ما جاء في التقرير الخاص بمصادر الطاقة المتجددة وآثار تغير المناخ	51
3-IV	أهم ما جاء في القراءة الاستراتيجية لتوجه استغلال الموارد المتجددة في بعض دول شمال إفريقيا	53
4-IV	دراسة لأهم مشاريع شركة "مصدر" في تقنيات الطاقة المتجددة	54
5-IV	أهم ما جاء في مقال "سباق تقني للوصول إلى أفضل خيارات الطاقة البديلة"	55
6-IV	أهم ما جاء في دراسة مصادر الطاقة البديلة والحد من تلوث الهواء	56
7-IV	ملخص لمقال المراجعة العامة للطاقة المتجددة الخضراء	57
8-IV	أهم ما جاء في المقال الإلكتروني عن مشاريع مدينة الملك عبد الله للطاقة الذرية والمتجددة	58
9-IV	حوصلة لمشروع مزرعة توباز للطاقة الشمسية	59
	الفصل الخامس	
1- V	أهم ما جاء في مشروع آفاق إنتاج الغاز الحيوي من المخلفات الزراعية و النفايات في فلسطين	46
2- V	كمية الغاز الحيوي الناتج باستخدام مصادر مختلفة من المخلفات	65
3- V	نتائج تأثير درجة الحموضة على إنتاج الغاز الحيوي من النفايات المنزلية	66
4- V	التركيب العام للغاز الحيوي	67
5- V	نتائج إنتاج الغاز الحيوي من روث الماشية في بيئة قاحلة :حالة المزاب (الجزائر)	68
6- V	أهم العوامل المذكورة في دراسة تقنيات توليد الكهرباء من المخلفات	70
7- V	أهم ما جاء في دراسة استعادة النفايات العضوية المنزلية وروث الماشية عن طريق المعالجة بالميثان	71
8- V	عوامل المساهمة في إنتاج الغاز الحيوي من مياه الرف الصحي لتربية الحيوانات في الجزائر.	72
9- V	أهم ما جاء في مشروع تحويل النفايات إلى طاقة	74

قائمة الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
	الفصل الأول	
1- I	مخطط طرق تسيير ومعالجة النفايات	6
2- I	دائرة نسبية توضح نسبة الاستهلاك العالمي للطاقة سنة 2019	9
	الفصل الثاني	
1- II	منحنى تركيز غاز CO_2 في الغلاف الجوي بين 2016 و2021	17
	الفصل الثالث	
1-III	صورة لنظام تركيز الطاقة الشمسية يعمل بمحرك سترلينج	24
2-III	رسم تخطيطي لمحرك ستيرلينج الذي يعمل على السوائل	24
3-III	نماذج مختارة للطاقة الشمسية الحرارية، أشباه الموصلات الضوئية ونوع مشترك من تكنولوجيا تركيز الطاقة الشمسية	24
4-III	مخطط لخلية تحليل كهربائي تعنل بالطاقة الشمسية	26
5-III	صورة لمراكز تخزين الوقود الشمسي، سويسرا	26
6-III	مخططات تبين موارد النظم الحرارية الأرضية الموجهة	27
7-III	صورة لتوربين المحور العمودي	28
8-III	رسم تخطيطي لتوربين محور أفقي HWAT نموذجي مع تحديد مكوناته	29
9-III	صورة لتوربينات تستعمل رياح البحر لتوليد الكهرباء	29
10-III	رسم تخطيطي يوضح عملية توليد الكهرباء في السدود	31
11-III	رسم تخطيطي يوضح آلية عمل خلية وقود هيدروجيني مبدئيا	33
12-III	مخطط مصادر الكتلة الحيوية	34
13-III	محطة بخارية نمطية لتوليد الكهرباء	35
14-III	المواد المنتجة للغاز الحيوي	37
15-III	طريقة حرق النفايات والاستفادة منها	41
16-III	نموذج لمحطة توليد الكهرباء بحرق الكتلة الحيوية	43
17-III	عملية الانحلال الحراري وما ينتج عنها من سائل عضوي Oil-Bio	45
	الفصل الرابع	
1-IV	مدرج تكراري يوضح عدد المنشورات العلمية حول دراسة تثمين الموارد الطبيعية خلال السنوات السابقة	49
	الفصل الخامس	
1- V	مدرج تكراري يوضح عدد المنشورات العلمية حول دراسة تثمين النفايات خلال السنوات السابقة	63

الفهرس

الترتيب	العنوان	الصفحة
	الإهداء	i
	شكر وعرفان	ii
	قائمة الاختصارات	iii
	قائمة الجداول	iv
	قائمة الأشكال	v
	الفهرس	vi
	المقدمة العامة	1
	الإشكالية	2
	الفصل الأول : مفاهيم عامة حول النفايات، الموارد الطبيعية والطاقة	
	مقدمة	3
I -1	النفايات	3
I -1-1	أنواع النفايات	4
I -1-2	أصل ومنشأ النفايات	4
I -1-3	طرق تسيير ومعالجة النفايات	5
I -2	الموارد الطبيعية	7
I -2-1	نشأة الموارد الطبيعية	7
I -2-2	أهمية المورد الطبيعي	7
I -2-3	أنواع وتصنيف الموارد الطبيعية	8
I -3	الطاقة	9
I -3-1	مصادر الطاقة	10
	خلاصة	10
	الفصل الثاني : الموارد غير المتجددة والانتقال الطاقوي	
	مقدمة	11
II -1	الموارد الطبيعية غير المتجددة	11
II -2	مصادر الطاقة غير المتجددة	11
II -2-1	النفط	11
II -2-2	الغاز الطبيعي	12
II -2-3	الفحم	13
II -2-4	الطاقة النووية	14
II -2	الإطار النظري للانتقال الطاقوي	16
II -2-1	ماهية الانتقال الطاقوي	16
II -2-2	السياق التاريخي للانتقال الطاقوي	16
II -2-3	تعريف الانتقال الطاقوي	16
II -3	أسباب التوجه نحو الطاقة المتجددة	16
II 3-1	النضوب	17
II -3-2	المشاكل البيئية	17
	خلاصة	18
	الفصل الثالث : الموارد الطبيعية والنفايات كمصادر للطاقة المتجددة	
	مقدمة	19
III -1	تعريف الطاقة المتجددة	19
III -2	خصائص الطاقة المتجددة	20

3-Ⅲ	مصادر الطاقة المتجددة	20
1-3-Ⅲ	المصادر الطبيعية للطاقة المتجددة	20
1)	الطاقة الشمسية(Solar energy)	20
2)	طاقة الحرارة الجوفية للأرض (Geothermal energy)	26
3)	طاقة الرياح (Wind energy)	27
4)	الطاقة المائية (Water energy/ Hydropower)	30
5)	طاقة الهيدروجين (Hydrogen power).	33
6)	طاقة الكتلة الحيوية (Biomass energy)	33
2-3-Ⅲ	المصادر غير الطبيعية للطاقة المتجددة (النفايات)	35
1)	تقنيات تحويل النفايات إلى طاقة	35
أ	تقنية البيرومكس (Pyromex)	35
ب	الغاز الحيوي (Biogas)	36
ج	الحرق (Combustion)	40
د	عملية الانحلال الحراري (Pyrolysis)	43
هـ	عملية التغويز (Gasification)	45
2)	الآثار المترتبة عن عملية تثمين النفايات	46
3)	أبرز قصص النجاح من العالم في مجال توليد الطاقة من النفايات	47
	خلاصة	48
الفصل الرابع: تحليل دراسات سابقة حول تثمين الموارد الطبيعية		
	مقدمة	49
1-Ⅳ	تحليل دراسات سابقة حول تثمين الموارد الطبيعية وتحويلها إلى طاقة متجددة	50
2-Ⅳ	تحليل الدراسات ومناقشتها	60
	خلاصة	62
الفصل الخامس: تحليل دراسات سابقة حول تثمين النفايات		
	المقدمة	63
1-Ⅴ	تحليل دراسات سابقة حول تثمين النفايات وتحويلها إلى طاقة متجددة	64
2-Ⅴ	تحليل الدراسات ومناقشتها	75
	خلاصة	79
	الخلاصة العامة	80
	توصيات	81
	آفاق مستقبلية	82
	الملاحق	I

المقدمة العامة

إن الأهمية التي تحوزها الطاقة بالنسبة للمجتمع البشري جعلتها عصب اقتصاد الدول مؤثرة بذلك في توجهاتها وسياستها ومكانتها في العالم، وقد حضت الدول ذات المخزون الأكبر من الموارد الطبيعية بإمكانيات هائلة لتوليد الطاقة التي لها تأثير متبادل مع القطاع الطاقوي، تؤثر فيه عن طريق السياسات المنتهجة والاستثمارات الموجهة له، وتتأثر به عن طريق الأزمات ونقص الإمدادات. وهذه الأهمية تقابل بجهود كبيرة للظفر بها واستدرارها أمام التطور التكنولوجي والصناعي حيث شهد العالم ارتفاعا ملحوظا في استغلال الطاقات الأحفورية منذ الثورة الصناعية والذي حفز لاحقا عدة اختلالات في الأنظمة البيئية من احتباس حراري وثقب طبقة الأوزون بسبب الغازات الدفيئة المنبعثة.

و يحذر العلماء اليوم من أن هذه المشاكل التي تم الاستهانة بتأثيرها من قبل قد تفاقمت للحد الذي لا يمكن للمجتمع الدولي تجاهلها بعد الآن. لذا اتجه العالم لإيجاد حلول تطبيقية لهذه الأزمات، فعقدت المؤتمرات ونصت المعاهدات على السير في طريق الانتقال الطاقوي من الطاقات غير المتجددة للطاقات المتجددة [1].

ونظرا لكون الموارد الطبيعية هي المصدر الرئيسي لمعظم مصادر الطاقة المتجددة، فقد وقع اختيارنا على مختلف أنواع هذه الموارد قصد دراستها ومعرفة مكانتها وإمكاناتها المساهمة في المستقبل، كالطاقة الشمسية، الطاقة الحيوية، طاقة الرياح والمياه والطاقة الحرارية الأرضية وابتكارات أخرى، والتي تختلف أساسا عن الوقود الأحفوري من بترول، فحم وغاز طبيعي الذي يعتبر طاقة غير متجددة. ورغم الاستغلال الجيد الذي تحققه إلا أنه لا يمكن الاعتماد عليها في جميع بلاد العالم وجميع الأوقات ولذلك توجب البحث عن طرق جديدة لمصادر الطاقة، لذا آثار اهتمام الباحثين تطوير تكنولوجيا استخدام النفايات والقمامة للحصول على طاقة وهي تجربة نشأت في سويسرا وأثبتت نجاحها في العديد من بلاد السويد، والدول العربية بالفعل حيث تستخدم تقنيات وطرق مدروسة لاستهلاك كميات كبيرة جدا من النفايات وتحويلها إلى طاقة كهربائية نظيفة وغير ملوثة للبيئة من جهة والتخلص منها من جهة أخرى[2].

1- الخياط، محمد مصطفى (2011). الطاقة ودورها بين التقليدية والبديلة: وجهة نظر. مجلة دراسات شرق أوسطية الأردن، مجلد15، العدد56، ص52.
2- عبير فرحات وآخرون، المنافع الاقتصادية والبيئية لاستخدام الطاقة البديلة في تحويل القمامة إلى طاقة، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين الشمس، المجلد33 الجزء الثاني ،يونيو 2016

الإشكالية

ظهرت الطاقة المتجددة كحل بديل لتحقيق الاستمرارية وتقليص أثر التلوث البيئي والتغيرات المناخية وتوفير كفاءة أكبر من الطاقات التقليدية، وقد برهنت نجاحاتها في السنوات السابقة لتوليد الكهرباء، كما جاءت دراسات وحلول من قبل الدول المتطورة في تحويل مشكلة النفايات البيئية إلى عملية تثمين النفايات وتحويلها إلى طاقة طبيعية تعتبر بدورها طاقة متجددة، وهذا ما جعلنا نطرح مجموعة من التساؤلات ونذكر منها:

- **ما هو مستقبل الطاقة ؟ وكيف يؤثر تثمين الموارد الطبيعية والنفايات عليه ؟**

انطلاقا من التساؤل الرئيسي يمكننا طرح الأسئلة الفرعية التالية:

- ما هي طرق تثمين الموارد الطبيعية والنفايات لاستغلالها كطاقات متجددة؟
- ما هي أهمية تثمين المورد الطبيعي والنفايات بيئيا واقتصاديا ؟
- ما العلاقة بين النفايات والطاقة ؟
- ما هو واقع نشاط التثمين في مختلف الدول؟

وللإجابة عن هذه التساؤلات قمنا بتقسيم دراستنا إلى خمس فصول :

الفصل الأول: مفاهيم عامة حول النفايات، الموارد الطبيعية والطاقة.

الفصل الثاني: الموارد الطبيعية غير المتجددة وماهية الانتقال الطاقوي.

الفصل الثالث: الموارد الطبيعية والنفايات كمصادر للطاقات المتجددة.

الفصل الرابع:تحليل دراسات سابقة حول تثمين الموارد الطبيعية وتحويلها لطاقات متجددة.

الفصل الخامس: تحليل دراسات سابقة حول تثمين النفايات وتحويلها لطاقات متجددة.

وفي الخلاصة العامة استنبطنا عدة نتائج واستطعنا الإجابة عن التساؤلات المطروحة في الإشكالية أعلاه والوصول إلى هدف هذه الدراسة.

الفصل الأول

مفاهيم عامة حول النفايات، الموارد الطبيعية والطاقة.

مقدمة

للموارد الطبيعية أهمية قصوى في ديمومة مظاهر الحياة على سطح الأرض فهي تمثل البنية الأولية الأساسية للأنشطة الحياتية والبيئة التي يعيش الكائن في كنفها. كما أنها تقرر المستوى الاقتصادي للشعوب وتحدد المسار الاجتماعي والسياسي للدول، وما لها من أهمية يتجلى بوضوح في الاستغلال الطاقوي والتمكن من التوفيق بين الطلب والإنتاج حيث سنلاحظ في دراستنا أهمية الاستثمار المستدام للموارد الطبيعية في مجال الطاقة.

كما تعتبر النفايات بشتى أنواعها من القضايا التي تشكل هاجسا في مجال البيئة بصفة عامة، فهي تأثر سلبا على كل من صحة الإنسان ونشاطاته و الحيوان، التربة، الهواء و الماء وكل ما هو موجود على سطح الأرض، بالإضافة إلى تأثيرها على المستوى الاقتصادي المحلي و العالمي، و نظرا للخطورة البالغة التي تشكلها هذه النفايات فأصبح التخلص منها في وقتنا الحالي ليس كافيا بسبب نقص الموارد وحاجتنا إلى مواد أولية عديدة ولذلك ظهر مفهوم تثمين النفايات وبعدة طرق وخاصة عند تحويلها إلى طاقة. فسوف نتعرف في هذا الفصل على الموارد الطبيعية والنفايات وعلاقتهم بالطاقة.

I - 1- النفايات:

هي بعض الأشياء التي أصبح صاحبها لا يحتاجها في مكان ما ووقت ما، والتي لم يعد لها قيمة وأهمية بحيث يمكن تصنيفها و تعدادها عادة ضمن قائمة تنظيمية، حيث من الواجب التخلص منها أو إجراء عمليات لمعالجتها، إلا أنه لا يكفي أن يتم التخلي عن شيء ليصبح نفاية، لأنها قد تكون شديدة المنفعة أو ذات منفعة لشخص آخر، ويعرفها البعض بأنها مواد عديمة الفائدة ولا يحتاجها الإنسان ويجب التخلص منها [1].وفي الواقع نجد عدة تعاريف للنفايات حسب مختلف الجوانب والراجح أن التعريف القانوني هو المرجع.

1)حسب منظمة الصحة العالمية: يقصد بمصطلح النفاية القمامة أو القاذورات أو المخلفات. وهي بعض الأشياء التي أصبح صاحبها لا يريدها في مكان ما ووقت ما والتي أصبحت ليست لها أهمية أو قيمة، كما عرف خبراء البنك الدولي النفاية بأنها الشيء الذي أصبح ليس له قيمة في الاستعمال [2].

2) حسب المشرع الجزائري: كما عرفها القانون الجزائري في القانون (01_19) المتعلق بتسيير النفايات و مراقبتها و إزالتها " هي كل البقايا الناتجة عن عملية الإنتاج أو التحويل أو الاستعمال وبصفة

1- الدكتور أحمد عبد الوهاب، النفايات الخطرة، الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة، 1997 ص 07.
2- جراردة مختار، تثمين النفايات الصلبة الحضرية قراءة في المخطط التوجيهي لتسيير النفايات الصلبة الحضرية دراسة حالة (مدينة المسيلة)، مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي، جامعة محمد بوضياف بالمسيلة.

أعم كل مادة أو منتج وكل منقول يقوم المالك أو الحائز بالتخلص منه أو قصد التخلص منه، أو يلزم التخلص منه أو بإزالته" [1].

3) التعريف القانوني : بالنسبة للتعريف القانوني فهو وارد في المادة 83 من قانون حماية البيئة (83/03) حيث يعرف النفاية كما يلي: " تعتبر نفاية كل ما تخلفه عملية إنتاج، أو تحويل أو استعمال، وهو كل مادة أو منتوج أو بصفة أعم كل شيء منقول يهل أو تخلى عنه صاحبه " [2].

4) التعريف الاقتصادي: على المستوى الاقتصادي " تعتبر نفاية كل مادة أو شيء قيمته الاقتصادية معدومة أو سلبية بالنسبة لمالكه " [3].

I -1-1- أنواع النفايات: لقد صنف **القانون الجزائري** النفايات إلى [4]:

1) نفايات المنزلية وما شابهها: كل النفايات الناتجة عن النشاطات المنزلية والنفايات المماثلة الناجمة عن النشاطات الصناعية والتجارية وغيرها، والتي بفعل طبيعتها ومكوناتها تشبه النفايات المنزلية.

2) النفايات الخاصة بما فيها الخاصة الخطرة الخطرة: كل النفايات الخاصة التي بفعل مكوناتها وخاصية المواد السامة التي تحتويها يحتمل أن تضر بالصحة العمومية أو بالبيئة.

3)النفايات الهامدة: كل النفايات الناتجة لاسيما عن استغلال المحاجر و المناجم وعن أشغال الهدم والبناء أو الترميم والتي لا يطرأ عليها أي تغيير فيزيائي، كيميائي أو بيولوجي عند إلقائها في المفرغ و لم تلوث بمواد خطرة أو بعناصر أخرى تسبب أضرارا يحتمل أن تضر بالصحة العمومية أو بالبيئة.

I -1-2- أصل ومنشأ النفايات: إن إنتاج النفايات هي نتيجة حتمية لا مفر منها، وهناك عدة أصول للنفايات نذكر منها: [5]

1) الأصل البيولوجي : أو الأصل الطبيعي، حيث إن كل دورة للحياة تتولد منها نفايات عضوية، مثل (المواد الغائضة و الجثث) والتي يمكن القول عنها أنها نفايات تتولد من الطبيعة، حيث ارتبط ظهور هذه النفايات مع ظهور الحياة على هذه الأرض.

1- المادة (03) من القانون (01-19)، المتعلق بتسيير النفايات ومراقبتها وإزالتها، المؤرخ في 2001/12/15
2- المادة الأولى من قانون حماية البيئة الجزائري، رقم 03/83 المؤرخ في 05 فبراير 1983، المنشور في الجريدة الرسمية العدد 06 سنة 1983
3- د. ترفاس واجنر ترجمة .د. محمد صابر، البيئة من حولنا دليل لفهم التلوث وآثاره، الجمعية المصرية لنشر المعرفة القاهرة ص 155
4- المادة (03) من القانون (01-19)
5- front commun québécion pour gestion écologique des déchets. La consultation publique la gastion de l'eau québec, novembere 1999.

2) الأصل الكيميائي: هو كل تفاعل يحدث وفق مبدأ انخفاض المادة وبالتالي إذا أردنا الحصول على المادة **(s)** انطلاقا من المادتين **(a)** و **(b)** بالتفاعل التالي **(a+b) →s+d** بحيث تكون **(d)** مادة ثانوية تابعة، علينا التخلص منها إذ لم نتمكن من استعمالها.

3) الأصل التكنولوجي: البقايا والمذيبات المستعملة وكذا مواد التغليف الناتجة عن استعمال الآلات.

I -1-3- طرق تسيير ومعالجة النفايات:

يعتبر تسيير النفايات إحدى المشاكل الرئيسية في العصر الحالي، و خاصة في المدن ذات الكثافة السكانية المرتفعة، وتزداد مشكلة المخلفات مع زيادة عدد السكان و التقدم الحضاري و الصناعي [1] ويوضح المخطط الآتي طرق تسيير النفايات ومختلف طرق معالجتها.

[1]- صلاح محمود الحجار، التوازن البيئي وتحديث الصناعة، الطبعة الأولى، 2003، دار الفكر العربي للنشر، ص 129.

طرق التسيير ومعالجة النفايات

الجمع: هو عملية تهدف إلى التخلص من النفايات لضمان عدم تراكمها، تشمل مرحلتين: المرحلة الأولى في المنازل إذ لابد على الفرد من وضع نفايته في أكياس بلاستيكية ووضعها في الحاويات المخصصة لها، ثم تأتي المرحلة الثانية التي تتعلق بخدمة البلدية حيث تقوم بجمع النفايات ونقلها إلى منشآت المعالجة. وهناك طرق جمع معينة و مختلفة: الجمع من الباب إلى الباب، الجمع التطوعي أو الإرادي، الجمع الانتقائي ،الجمع الخاص.

الفرز: تتمثل الوظيفة الرئيسية للفرز في تحويل تيار (تدفق) النفايات المختلطة وغير المختلطة يمكن استردادها مباشرة، وبعضها سوف يفضل إعادة تدويرها و الحرق. وهناك عدة طرق للفرز منها: - الفرز الميكانيكي، الفرز بواسطة_الضغط الهوائي (سحب النفايات الخفيفة بواسطة قوة الهواء)، الفرز بواسطة المياه، الفرز عبر فصل البلاستيك، الفرز_عبر موجات مغناطيسية، تصنيف الفواصل المغناطيسية، الفرز المغناطيسي التكنولوجي.

النقل: يقصد بعملية النقل تحويل النفايات إلى مراكز المعالجة من خلال تعدد الوسائل و الإمكانيات، وتتم عملية نقل النفايات بواسطة عربات نقل مخصصة لهذا الغرض بحيث يتم تفريغ الحاويات بدون إحداث أي ضوضاء أو تطاير للغبار و الأوراق، وعموما تتم عملية النقل بطريقتين: إما عن طريق نقل النفايات من أماكن إنتاجها إلى الحاوية مباشرة، أو نقل النفايات مباشرة إلى أماكن المعالجة

المعالجة

التخلص:

* **طرح في أماكن التفريغ المراقبة** تتم يتم طمر النفايات في حفر ترابية مجهزة بشكل مسبق و تفرغ الفضلات فيها ومن ثم يوضع فوقها طبقة من التربة بشكل متناوب مع الفضلات .

* **الحرق (دون استراع الطاقة)** تتم في هذه الطريقة بحرق النفايات في معمل حرق مركزي، هذه الطريقة مطبقة على نطاق واسع في الكثير من المدن و البلدان و في الواقع فإن هذه الطريقة تعتبر أسلم وسيلة للتخلص من النفايات وهو يخفض من حجم النفايات بمقدار70 إلى 90% حسب محتواها

التثمين :

* **التثمين المادي(إعادة التدوير)** استرجاع و تحويل المواد المبددة والمهملة بشكل نفايات إلى سلع جديدة بهدف التقليل قدر الإمكان من كميتها، ومن بينها: الزجاج، الورق و البلاستيك

***التثمين البيولوجي(التسميد)** هو عملية بيولوجية يتم من خلالها تحويل النفايات العضوية إلى منتج ترابي غني بالموارد المغذية للتربة يطلق عليه السماد، وتعرف هذه العملية بالتخمر الهوائي حيث يتم انتقاء النفايات التي تحتوي على نسب كبيرة من المواد العضوية القابلة للتخمر.

* **التثمين الطاقوي (تحويل النفاية إلى طاقة):** يتم بتهديم المواد من أجل الحصول على الطاقة التي تحتويها عن طريق استخدام تكنولوجيا الاسترجاع الحراري لاستغلال الطاقة الناتجة في العمليات الصناعية أو توليد الكهرباء أو الطاقة الكهربائية.

الشكل (I -1) : مخطط طرق تسيير ومعالجة النفايات

I -2- الموارد الطبيعية:

يقصد بالموارد الطبيعية تلك المعطيات والمنح التي تقدمها البيئة الطبيعية للإنسان فيقوم بإستغلالها، لكن ليس للإنسان دخل في نشأتها أو تكوينها وذلك مثل الصخور والمعادن والمياه والتربة والنبات الطبيعي والحيوانات البرية [1]. وتحمل كلمة المورد الطبيعي جانبا اجتماعيا واقتصاديا مهما، لذا يمكن تعريفها على أنها كل ما يثير اهتمام الإنسان في البيئة المحيطة من حيث منفعته وإمكانية إدخاله مستقبلا في دائرة الاستثمار بهدف إشباع رغبات الناس وتلبية حاجاتهم، وبعبارة مبسطة كل ما يمكن أن يكون نافعا وقابلا للاستثمار لاحقا في البيئة المحيطة بالإنسان [2]. إن مفهوم الموارد الطبيعية في توسع وتبدل مستمر بسبب توسع المعارف والتطور التكنولوجي، إذ تعتمد عملية استغلال الموارد الطبيعية المتاحة على ثلاثة أساسيات هي خصائصه الطبيعية والمستوى الاقتصادي للإنسان والتطور التكنولوجي، لذلك تنشأ الموارد الطبيعية وتتطور نتيجة تفاعل ثلاثة عناصر هي الطبيعة والإنسان والحضارة [3].

I -2-1 - نشأة الموارد الطبيعية:

نشأت الموارد الطبيعية أصلا من مصدرين رئيسيين هما القشرة الأرضية وأشعة الشمس، فالأرض بما تحويه من مركبات معدنية كيميائية تمدنا بالمعادن ومصادر المياه، وهذه تمثل موارد غير متجددة بالإضافة إلى الفحم والنفط والغاز الطبيعي التي نشأت من تحلل البقايا النباتية والحيوانية، أما الشمس فتمدنا بالموارد المتجددة بشكل مباشر كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الكهربائية،أو بصورة غير مباشرة عن طريق التمثيل الضوئي فنحصل على موارد المحاصيل والغابات والحيوانات، وقد يشمل منشأ الموارد محيط الأرض وحتى فضاءها الخارجي مستقبلا [4].

I -2-2- أهمية المورد الطبيعي:

إن اهتمام الإنسان في البحث عن الموارد و استغلالها قد تركز بالدرجة الأولى على تأمين حاجاته اليومية من طعام ومأوى و إشباع حاجاته الآنية دون التفكير في الاستغلال الاقتصادي السليم لهذه الموارد، ومع تقدم الإنسان وظهور الأفكار الواعية بضرورة المحافظة عليها وحمايتها من فرط الاستغلال المؤدي إلى نفاذها أو تدميرها كان لابد من التخطيط الاقتصادي لاستثمار الموارد الطبيعية

1 - الدكتور عصام عباس بابكر كرار، كتاب الموارد الطبيعية في البيئات الجافة وشبه الجافة ،سنة 2015م، ص35.

2 د.أحمد يوسف الصالح و طلال أحمد الرزوق، إدارة الموارد الطبيعية ، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية ، سنة 2018م، ص19 .

3 د.صفاء رشم الأسدي، جغرافية الموارد الطبيعية ، جامعة البصرة العراق ،ص17.

4- مرجع سابق.

على أساس الفهم الكامل لأنواعها وحجمها وإمكانية استثمارها، ومدى انتشارها في المناطق الغنية بتلك الموارد ويمكن تحديد أهمية الموارد الطبيعية بالآتي[1]:

- الحافز الأول لموارد الثروة البشرية وطاقة الإنسان كي تستثمر في الانتفاع بها وبناء حضارته.
- لا يمكن لأي تخطيط اقتصادي أن يحقق أهدافه دون المعرفة الكاملة للموارد موقعا، كما و نوعا[2].
- من خلال الموارد الطبيعية يستطيع الإنسان العيش والنمو والتكاثر وتلبية كافة متطلبات المعيشة [3].

I -2-3- أنواع الموارد الطبيعية: يمكن تقسيم الموارد الطبيعية إلى عدة أقسام استنادا إلى المعيار الذي يتخذ أساسا مثل مدة وجودها وإنتاجها وفق ثلاثة أقسام[4]:

- **الموارد الطبيعية الدائمة:** المواد غير الناضبة مهما كان حجم الاستهلاك البشري وذلك لضآلة حجمه مقارنة بقدرتها العالية على التجدد والتولد المستمر ومن أمثلة هذه المواد الطاقة الشمسية والرياح والأمواج وطاقة الحرارة الأرضية.
- **الموارد الطبيعية المتجددة:** لها قدرة محددة على التجدد المستمر عند الاستهلاك، ومن أمثلتها المياه الجوفية. ولهذا يمكن أن تنضب المواد المتجددة في حالة الاستهلال البشري المفرط أو المهمل.
- **الموارد الطبيعية غير المتجددة:** وهي المواد التي تتواجد بكميات محدودة أو تتولد طبيعيا بشكل بطيء، ولذلك فهي تجهز الاحتياجات البشرية بشكل محدود. ومن أمثلة المواد غير المتجددة الوقود الأحفوري والوقود النووي (اليورانيوم والثوريوم)[5].والجدول التالي مجموعة من الموارد الطبيعية وما يمكن استغلالها فيه.

جدول (I -1): أمثلة عن الموارد الطبيعية وطرق استخدامها.

الموارد	المنتجات والخدمات
الهواء	طاقة الرياح..
الفحم	الكهرباء.
الغاز الطبيعي	الكهرباء، التدفئة
النفط	الكهرباء، وقود لوسائل النقل، البلاستيك
الثروة النباتية	طاقة الكتلة الحيوية، الخشب، الورق، الملابس القطنية، الفاكهة والخضر...
الأشعة الشمسية	الطاقة الشمسية، البناء الضوئي.
المياه	الطاقة الهيدروليكية، الشرب والاستعمالات اليومية.

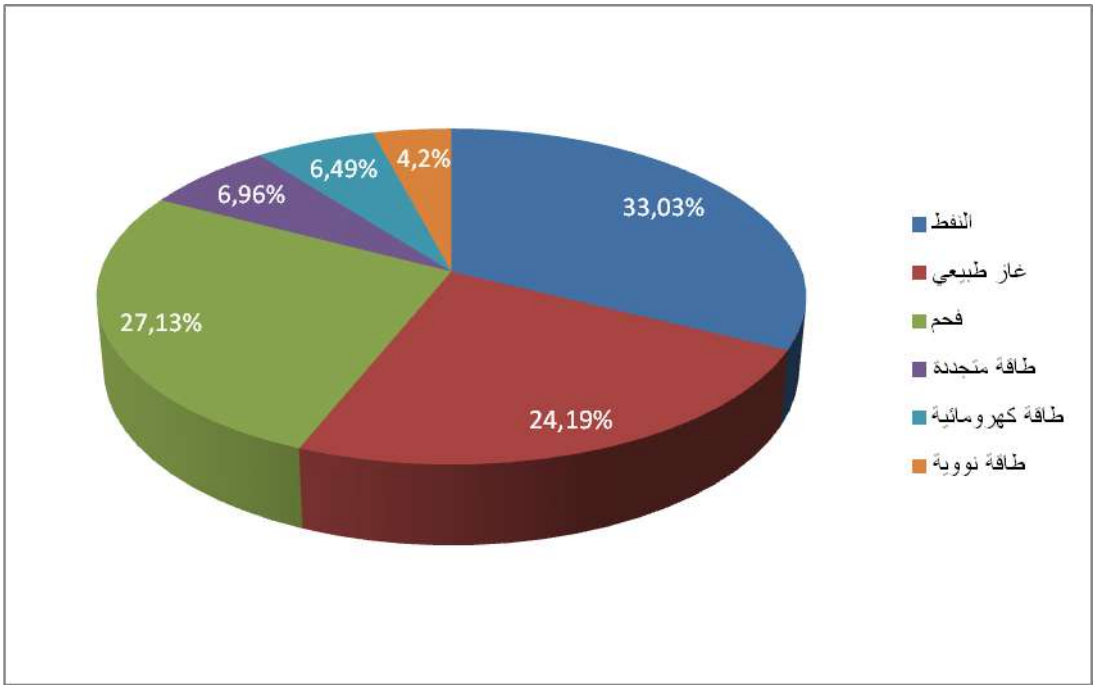
المصدر:.what are natural resources?، https://byjus.com/chemistry/natural-resources-pdf/، شوهد يوم: 2022/01/10.

1- بوخالفة رميساء، تنمية الموارد الطبيعية لتحقيق تنمية محلية في إطار مقاربة تشاركية،مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر، سنة 2021م، ص10.
2- مصطفى فاضل حمد، اقتصاديات الموارد الطبيعية، قسم التربة و الموارد المائية، كلية الزراعة، جامعة الأنبار، ص7.
3- د.صفاء رشم الأسدي، جغرافية الموارد الطبيعية ، جامعة البصرة العراق، ص21.
4 عبر المرجع السابق، ص19.
5 مرجع سابق، ص18.

I -3- الـطاقــة:

لغويا: تُعرَّف على أنّها القُدرة التي تملكها المادّة لإعطاء قوى قادرة على إنجاز عمل معيّن، كما أنّها المَقدرة التي يمتلكها نظام ما لإنتاج الفاعلية أو النشاط الخارجي، وهي الكيان المُجرد الذي لا يُعرف إلا من خلال تحوّلاته. وتُعرف بأنها كمية فيزيائيّة يتم التّعبير عنها بوحدة الجول (J) عالميا[1].

اصطلاحا: الطاقة هي القدرة على العمل سواء كان عمل كامن أو حركي، ويقصد بالطاقة الكامنة (Potential energy) هي الطاقة المخزونة وتطلق على الشكل الذي يمكن أن يسخر لانجاز عمل محدد. أما الطاقة الحركية (Kinetic energy) فيقصد بها طاقة الحركة المتواجدة في كل الأجسام المتحركة ويمكن تحويل الطاقة الكامنة إلى حركية [2]. أما في المجال الاقتصادي تستعمل هذه الكلمة للتعبير عن الثروات التي يملكها بلد ما من بترول وغاز ومصادر أخرى. وقد ازداد استعمال الطاقة إلى نحو 400% ليتلاءم مع عدد سكان العالم المتضاعف،ففي هذه الأيام يستهلك العالم ما يقدر بـ185 مليون برميلا من النفط يوميا [3] .و يوضح الشكل (2) إجمالي استهلاك الطاقة في العالم .



الشكل(I -2): دائرة نسبية توضح نسبة الاستهلاك العالمي للطاقة سنة 2019[4].

1- عمر داوود، مقال عن تعريف الطاقة، شوهد في: 2022/03/28 ساعة 17:00 على الموقع https://mkaleh.com.

2- د.صفاء رشم الأسدي، جغرافية الموارد الطبيعية ،جامعة البصرة العراق، ص212.
3- دور الطاقة في تعزيز التنمية المستدامة _إشارة لواقع الطاقة المتجددة في الجزائر_ ،15 مارس2022، ص74.
4 مقال عن تعريف الطاقة، عمر داوود،https://mkaleh.com، شوهد في: 2022/03/28.

I -1-3- مصادر الطاقة [1]:

1) مصادر الطاقة التجارية أو غير التجارية: ونتعرف على أصناف الوقود التجارية كالفحم والليجانيت ومشتقات النفط والغاز الطبيعي والكهرباء، وأصناف الوقود غير التجارية كوقود الخشب، روث الحيوانات ومخلفات الزراعة.

2) مصادر الطاقة التقليدية أو غير التقليدية: ونتعرف على أصناف مصادر الطاقة التقليدية كأنواع الوقود الأحفوري من فحم وخام بترول وغاز طبيعي وطاقات مائية ونووية أما غير التقليدية أو البديلة فتشمل الطاقة الشمسية والطاقة الحيوية وطاقة الرياح والمحيطات وطاقة الهيدروجين وطاقة الحرارة الباطنية لجوف الأرض (الجيوحرارية أو الجوفية).

3) مصادر الطاقة المتجددة وغير المتجددة: نتعرف على مصادر الطاقة غير المتجددة بأنها المصادر الطبيعية التي تُستنفذ ولا يمكن الإحلال محلها عند استعمالها وأمثلتها أنواع الوقود الأحفوري كالفحم وخام البترول والغاز الطبيعي والتي تمثل حاليا 98% من مصادر الطاقة.

إما مصادر الطاقة المتجددة فتشمل مصادر الطاقة الطبيعية التي لا تستنفذ ويمكن استعمالها لإنتاج الطاقة باستمرار ومن مثال ذلك الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الجوفية للأرض، وموجات المد والجزر، وطاقة المياه والطاقة الحيوية، والمواد المعدنية الذرية مصادر غير مستنفذة للطاقة عند استخدامها في تكنولوجيات تفاعلات المولدات السريعة.

خلاصة:

أدت حاجة الإنسان للطاقة إلى التوجه نحو استغلال الموارد الطبيعية المتوفرة في بيئته والتي يسخرها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة حسب تصنيفها، ومن أهم هذه الموارد التي تتحكم بالمجال الطاقوي هي الطاقات المتجددة و غير المتجددة وهناك مصادر أخرى كالنفايات والتي بالنظر لأهمية التسيير السليم لها، فإن تثمينها من أهم الطرق الصحيحة للمحافظة على صحة الإنسان وسلامة البيئة وتخفيض نسب التلوث، و يمكن القول أنه لا يمكن منع تشكل النفايات لكن من الممكن تقليل كمياتها المنتجة من المصدر وبالتالي تقليص حجم الأضرار التي تسببها بحسن تثمينها وباستغلالها السليم .

1- د.س شاوهان و س.ك سريفاستافا، كتاب مصادر الطاقة غير التقليدية، الباب الأول: مصادر الطاقة ، 2012م، ص15.

الفصل الثاني

الموارد الطبيعية غير المتجددة والانتقال الطاقوي.

مقدمة

تحتاج الحضارة البشرية لمختلف أصناف الطاقة لاستمرارها، وقد وجد الإنسان منذ الثورة الصناعية موردا خضبا متمثلا في الطاقات الأحفورية التي حضت ولا تزال باهتمام واعتماد كبيرين. في ما يلي من دراستنا سنتطرق لأهم مصادر الطاقة الأحفورية والمسببات التي أدت للبحث عن بديل لها فيما يعرف بالتحول أو الانتقال الطاقوي حاليًا.

II -1- الموارد الطبيعية غير المتجددة:

يُمكن تعريف الطاقة غير المتجددة (Non-renewable energy)على أنّها الطاقة المُستمدّة من الموارد الطبيعيّة التي تنفد بعد استخدامها، ويُعد الوقود الأحفوريّ أحد مصادر الطاقة غير المتجددة والذي يتكون من ثلاثة أنواع رئيسية هي النفط والفحم والغاز الطبيعي[1]. يعتمد المجتمع البشري على الموارد غير المتجددة كمصدر أساسي للطاقة حيث أن 80% من إجمالي كمية الطاقة المستخدمة على مستوى العالم كل عام يأتي من الوقود الأحفوري لكن تكمن المشكلة الرئيسية في أن حرقها يطلق غاز CO_2 فيرفع مستواه في الجو ما يجعله السبب الرئيسي لظاهرة الاحتباس الحراري [2]. المشكلة الأخرى كما ذكر سابقا هي قضية نضوب هذه الموارد حيث أن تكونها أو زيادة المخزون منها –إن حدث – يستغرق زمنا، ولنضوب الموارد نوعان هما [3]:

- **نضوب كلي جيولوجي:** نفاذ كامل المخزون من المورد بسبب الاستمرار في استغلاله واستخراجه.
- **النضوب الاقتصادي:** يؤدي الاستمرار في استخراج المورد لارتفاع تكاليفه بحيث تصبح التكاليف الحدية (MC: Marginal Cost) لاستخراج المورد أعلى من ثمن المورد (P:Price) والذي يساوي: التكلفة الحدية+تكلفة الفرصة البديلة (OC:Opportunity Cost) ونعبر عنه بـ:**P = MC + OC** فيصبح استخراج المورد غير مربح أي $P < MC + OC$، بمعنى انه أصبح موردا ناضب اقتصاديا.

II -2- مصادر الطاقة غير المتجددة:

II -2-1- النـــفط: هو وقود أحفوري سائل كثيف سريع الاشتعال يسمى أيضا البترول أو النفط الخام وهو محاصر بواسطة التكوينات الصخرية تحت الأرض [4]. ويعد النفط مادة بسيطة ومركبة، فهو مادة بسيطة لتكونه كيميائيا الهيدروجين والكربون فقط، ومركبة لأن مشتقاته تختلف باختلاف تركيبها الجزيئي، والنفط يتكون من خليط من المواد الهيدروكربونية المتقاربة التي يمكن أن تتحد أشكال عديدة

1- dictionary.cambridge.org، الطاقة غير المتجددة، أفريل 2019.
2- https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/nonrenewable-resources/ ،اوكتوبر 2019.
3- أحمد يوسف صالح و د.طلال احمد الرزوق، إدارة الموارد الطبيعية، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، 2018م،ص 23.
4- https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/non-renewable-energy/ ، تم الاطلاع 2022/04/20.

في تركيبها الجزيئي فينتج عنها في كل حالة منتج نفطي ذو خصائص تميزه عن الأخرى[1]. يقدر الحجم الإجمالي للاحتياطي العالمي من النفط بحدود 1700 مليار برميل خلال سنة 2014، وبلغ إجمالي الإنتاج العالمي للنفط 88.67 مليون برميل في اليوم. تمتلك دول فنزويلا والسعودية وكندا أكبر احتياطي للنفط إذ تمثل أكثر من 43% من الحجم الإجمالي لاحتياطي النفط في العالم[2] ويمثل الجدول التالي إحصائيات هذا الاحتياطي:

جدول(II-1): حجم الاحتياطي (مليار برميل) وكمية الإنتاج والاستهلاك (ألف برميل) للنفط في العالم خلال سنة 2014.

الدولة	الاحتياطي	النسبة	الإنتاج	النسبة	الاستهلاك	النسبة
فنزويلا	298.3	17.55	2719	3.07	824	0.89
السعودية	267.0	15.70	11505	12.97	3185	3.46
كندا	172.9	10.17	4292	4.84	2371	2.57
ايران	157.8	9.28	3614	4.08	2024	2.20
العراق	150.0	8.82	3285	3.70	-	-
روسيا	103.2	6.07	10838	12.22	3196	3.47
الكويت	101.5	5.97	3123	3.52	505	0.55
الأمارات	97.8	5.75	3712	4.19	873	0.95
أمريكا	48.5	2.85	11644	13.13	19035	20.67
ليبيا	48.4	2.85	*498	0.56	-	-
نيجيريا	37.1	2.18	2361	2.66	-	-
كازاخستان	30.0	1.76	1701	1.92	276	0.30
قطر	25.7	1.51	1982	2.4	307	0.33
الصين	18.5	1.09	4246	4.79	11056	12.01
البرازيل	16.2	0.95	2346	2.65	3229	3.51
بقية الدول	127.2	7.48	21305	24.03	45205	49.09
العالم	1700.1	100	88673	100	92086	100

المصدر: د.صفاء رشم الأسدي، جغرافية الموارد الطبيعية ، جامعة البصرة العراق، ص217.

يوفر لنا النفط الآلاف من وسائل الراحة مثل البنزين الذي يمنحنا القدرة على التنقل ومع ذلك، فإن حرقه ضار بالبيئة حيث يطلق غازات وأبخرة خطرة في الهواء، هناك أيضًا احتمالات حدوث تسرب نفطي أو انفجار آلات استخراجه مسببة أحد أكبر الكوارث البيئية وهي التسريبات النفطية خاصة البحرية منها[3].

II-2-2- الغاز الطبيعي: غاز عديم الرائحة واللون تضاف إليه رائحة مميزة لغرض الكشف عنه في حالات التسرب المحتملة وهو عبارة عن مزيج من الغازات الهيدروكاربونية يشكل الميثان CH_4

1 - عبد العلي مرابطي ، مسار السياسة النقدية في ظل تقلبات أسعار النفط ، مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر ،جامعة قالمة ،2019، ص3.
2- د.صفاء رشم الأسدي، جغرافية الموارد الطبيعية ، جامعة البصرة العراق، ص213.
3 https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/non-renewable-energy/، تم الاطلاع 2022/04/20.

أعلى نسبة فيها (70%-90%)[1]. يساهم الغاز الطبيعي بـ21% من الاستهلاك العالمي للطاقة، ويعتبر أنظف مصدر طاقة مستخرج حيث أن حجم ما ينبعث منه من CO_2 أقل مما ينبعث من النفط والفحم[2]. كما يقدر الحجم الإجمالي للاحتياطي العالمي من الغاز الطبيعي بحدود $187.1m^3$ تريليون سنة 2014 وبلغ الإنتاج $3.46\ m^3$ مليار في السنة، في حين يقدر المجموع الكلي لاستهلاك الغاز عاميا بحدود 3.39 مليار متر مكعب[3].ويمثل الجدول التالي إحصائيات احتياطي الغازي الطبيعي:

جدول (II-2): حجم احتياطي الغاز الطبيعي (ترليونm^3) وكمية الإنتاج والاستهلاك (مليون m^3) سنة 2014.

الدولة	الاحتياطي	النسبة	الإنتاج	النسبة	الاستهلاك	النسبة
ايران	34.0	18.17	172.6	4.99	170.2	5.02
روسيا	32.6	17.32	578.7	16.72	409.2	12.0
قطر	24.5	13.09	177.2	5.12	44.8	1.3
تركمانستان	17.5	9.35	69.3	2.00	27.7	0.8
أمريكا	9.8	5.24	728.3	21.04	759.4	22.4
السعودية	8.2	4.38	108.2	3.13	108.2	3.2
الأمارات	6.1	3.26	57.8	1.67	69.3	2.0
فنزويلا	5.6	2.99	28.6	0.83	29.8	0.9
نيجيريا	5.1	2.73	38.6	1.12	-	-
الجزائر	4.5	2.41	83.3	2.41	37.5	1.1
استراليا	3.7	1.98	55.3	1.60	29.2	0.9
العراق	3.6	1.92	1.3	0.04	-	-
الصين	3.5	1.87	134.5	3.89	185.5	5.4
اندنوسيا	2.9	1.55	73.4	2.12	38.4	1.1
كندا	2.0	1.07	162.0	4.68	104.2	3.1
النرويج	1.9	1.02	108.8	3.14	4.7	0.14
الكويت	1.8	0.96	16.4	0.47	20.1	0.6
مصر	1.8	0.96	48.7	1.41	48.0	1.2
كازاخستان	1.5	0.80	19.3	0.56	5.6	0.2
بقية الدول	16.5	8.82	798.3	23.07	1301.2	38.3
العالم	187.1	100.0	3460.6	100.0	3393.0	100.0

المصدر: د.صفاء رشم الأسدي، جغرافية الموارد الطبيعية، جامعة البصرة العراق، ص217.

II -2-3- الفحم: بالإنجليزية Coal، هو صخر أسود قابل للاشتعال وعند احتراقه يعطي طاقة على شكل حرارة والتي يمكن استعمالها في تدفئة المنازل أو الصناعة ولكن الاستخدام الأساسي لهذه الحرارة هو إنتاج الكهرباء حيث توفر معامل إنتاج الطاقة باحتراق الفحم الحجري ثلثي الكهرباء المستهلكة في العالم. لا يوجد للفحم تركيب ثابت فهو خليط من عدة مواد تكونت منذ قديم الزمن نتيجة

1- د.صفاء رشم الأسدي، جغرافية الموارد الطبيعية ، جامعة البصرة العراق، ص215.
2- مرجع سابق 1.
3- المرجع السابق (2)، ص216.

لتجمع مواد نباتية تحت الرمال، ومع الحرارة الشديدة في باطن الأرض والضغط فقدت ما بها من أوكسجين ونتروجين مكونة مادة هيدروكربونية [1]. ويستخرج الفحم من باطن الأرض بطريقتين هما[2]:

- **التعدين تحت الأرض:** ويتم اللجوء لهذه الطريقة عندما يكون الفحم تحت سطح الأرض وأحيانًا بعمق 300m (1000 قدم)، يستخدم العمال آلات ثقيلة تقطع الفحم من الأرض وتنقله للسطح.
- **التعدين السطحيّ:** يتم اللجوء إليها عندما يكون الفحم قريبا من سطح الأرض، للوصول إلى الفحم تتم أولاً تعرية وإبعاد التربة ليتمكنوا بعد ذلك من استخراج الفحم عن الأرض بسهولة أكبر وهذا ما يدمر أنظمة بيئية كاملة خلال هذه العملية.

ويوضح الجدول حجم احتياطي الفحم العالمي ونسب الإنتاج والاستهلاك في بعض دول العالم:

جدول(II -3): حجم الاحتياطي وكمية الإنتاج والاستهلاك 10^6 t للفحم في العالم سنة 2014.

الدولة	الاحتياطي	النسبة	الإنتاج	النسبة	الاستهلاك	النسبة
أمريكا	237295	26.6	507.8	12.9	453.4	11.7
روسيا	157010	17.6	170.9	4.3	85.2	2.2
الصين	114500	12.8	1844.6	46.9	1962.4	50.6
استراليا	76400	8.6	280.8	7.1	43.8	1.1
الهند	60600	6.8	243.5	6.2	360.2	9.3
المانيا	40548	4.5	43.8	1.1	77.4	2.0
اوكرانيا	33873	3.8	31.5	0.8	33.0	0.9
كازاخستان	33600	3.8	55.3	1.4	34.5	0.9
جنوب افريقيا	30156	3.4	147.7	3.8	89.4	2.3
اندوسيا	28017	3.1	281.7	7.2	60.8	1.6
تركيا	8702	1.0	17.8	0.5	35.9	0.9
كولمبيا	6746	0.8	57.6	1.5	4.2	0.1
برازيل	6630	0.7	3.2	0.1	-	-
كندا	6582	0.7	36.7	0.9	21.2	0.5
بولندا	5465	0.6	55.0	1.4	52.9	1.4
بلغاريا	2366	0.3	5.2	0.1	6.5	0.2
اليونان	3020	0.3	6.3	0.2	6.5	0.2
باكستان	2070	0.2	1.4	0.03	4.9	0.1
اوزباكستان	1900	0.2	1.4	0.03	2.0	0.1
بقية الدول	36051	4.0	141.3	3.6	547.6	14.1
العالم	891531	100	3933.5	100	3881.8	100

المصدر: د.صفاء رشم الأسدي، جغرافية الموارد الطبيعية جامعة البصرة العراق، ص218.

II -2-4- الطاقة النووية:

هي الطاقة الناتجة من نواة الذرة التي تتكون إجمالا من نيترونات وبروتونات والكترونات. تتحرر الطاقة النووية من الذرة خلال عمليتي الاندماج النووي(Nuclear fusion) أو الانشطار النووي

1 -دور الطاقة في تعزيز التنمية المستدامة _إشارة لواقع الطاقة المتجددة في الجزائر_، نشر في 15 مارس 2022، ص74.
2 -https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/non-renewable-energy/، 24 افريل 2022.

(Nuclear fission)، تتحرر الطاقة حينما ينقسم جزء من نواة الذرة وهذه الطريقة المستخدمة في المحطات النووية لتوليد الكهرباء. يمثل اليورانيوم U الوقود الأساس المستخدم في المحطات النووية ويتواجد اليورانيوم بصورة طبيعية في العناصر المشعة ويصنف من المعادن الثقيلة [1].

تعمل الطاقة النووية على تزويد ما يقارب 17%من الكهرباء التي يتم توليدها حول العالم (سنة 2014) وهي مسئولة عن حوالي 7% من إجمالي استهلاك الطاقة وبالرغم من أن محطات الطاقة النووية لا تنتج CO_2 أو الملوثات البيئية الأخرى إلا أن معارضته تزايدت بسبب القلق من عواقب التخلص من النفايات المشعة، ومع ذلك لا تزال العديد من الدول تعتمد على الطاقة النووية بشكل مكثف[2]. يوضح الجدول التالي حجم الاحتياطي منها وعدد المفاعلات ونسب الإنتاج:

جدول(II -4): حجم الاحتياطي (tep) سنة 2014 وعدد المفاعلات وكمية الإنتاج (Mwt) سنة 2011 للطاقة النووية في العالم.

الدولة	الاحتياطي	النسبة	المفاعلات	النسبة	الإنتاج	النسبة
أمريكا	189.8	33.1	104	23.9	101465	27.5
فرنسا	98.6	17.2	58	13.3	63130	17.1
روسيا	40.9	7.1	33	7.6	23643	6.4
كوريا الجنوبية	35.4	6.2	21	4.8	18751	5.1
الصين	28.6	5.0	16	3.7	11816	3.2
كندا	24.0	4.2	18	4.1	12608	3.4
المانيا	22.0	3.8	9	2.1	12068	3.3
اوكرانيا	20.0	3.5	15	3.4	13107	3.6
السويد	14.8	2.6	10	2.3	9326	2.5
بريطانيا	14.4	2.5	18	4.1	9953	2.7
اسبانيا	13.0	2.3	8	1.8	7567	2.1
تايوان	9.6	1.7	6	1.4	4884	1.3
الهند	7.8	1.4	20	4.5	4391	1.2
بلجيكا	7.6	1.3	7	1.6	5927	1.6
التشيك	6.9	1.2	6	1.4	3766	1.0
سويسرا	6.3	1.1	5	1.1	3263	0.9
فلندة	5.4	0.9	4	0.9	2736	0.7
جنوب افريقيا	3.6	0.6	2	0.5	1830	0.5
بلغاريا	3.6	0.6	2	0.5	1906	0.5
اليابان	3.3	0.6	50	11.5	44215	12.0
بقية الدول	18.4	3.2	23	5.3	12439	3.4
العالم	574.0	100	435	100	368791	100

المصدر: د.صفاء رشم لأسدي، جغرافية الموارد الطبيعية ، جامعة البصرة العراق، ص 220.

ملاحظة: بينما تمثل الموارد غير المتجددة للطاقة ثروة للدول والاقتصاديات العالمية فهي كذلك تسبب أضرارا بيئية جسيمة كما أن الاعتماد الكبير عليها يهدد مستقبلها ومستقبل الأجيال القادمة لذا يتم البحث عن بدائل طاقوية والترشيد إلى انتهاج مجالاتها ويعرف هذا التوجه بالانتقال الطاقوي.

1- د.صفاء رشم الأسدي، جغرافية الموارد الطبيعية ، جامعة البصرة العراق، ص 219.
2- موزاوي عائشة و بوراس دالية دور الطاقة في تعزيز التنمية المستدامة ،مجلة شعاع للدراسات الاقتصادية ، العدد 01،مارس ، 2022، ص75.

II - 2- الإطار النظري للانتقال الطاقوي:

II -2-1- ماهية الانتقال الطاقوي:

بفعل الآثار المدمرة لظواهر التلوث وتغير المناخ على الحياة الإنسانية المعاصرة فقد زاد وعي الناس بالمشكلات البيئية، مما ساهم في تسريع الوتيرة العالمية للتخلص من استخدام الوقود الأحفوري التقليدي إلى اعتماد مصادر الطاقات المتجددة كبدائل آمنة، ضمن مقاربة شاملة لإحداث تحول طاقوي جذري يكفل إنقاذ الحياة على الكوكب[1].

II -2-2- السياق التاريخي للانتقال الطاقوي:

لم يكن خيار الانتقال الطاقوي نحو الاعتماد على بدائل طاقوية للوقود الأحفوري لاسيما الطاقات المتجددة مجرد خيار، و إنما تولد نتيجة للعديد من التراكمات والأوضاع الاقتصادية، السياسية والبيئية، حيث تواجه حتمية الحفاظ على البيئة التي تأثرت بشكل كبير بتغير المناخ نتيجة للاحتباس الحراري معضلة أخرى تتمثل في ثلاثية الخيارات الطاقوية التالية[2]:

- احترام البيئة.
- أمن الطاقة.
- المساواة في الحصول على الطاقة.

II -2-3- تعريف الانتقال الطاقوي:

هو عنصر أساسي للانتقال البيئي، فهو يشير إلى المرور من نظام الطاقة الحالي إلى مزيج الطاقة التي تقوم أساسا على الموارد المتجددة وهو ما يعني ضمنيا تطوير بدائل للوقود الأحفوري، بالإضافة إلى أنواع الوقود الانشطارية، وهذا حفاظا على البيئة والاحتياجات المستقبلية للأجيال، دون المساس بمتطلبات الأجيال الحالية من الطاقة [3]. كما يقصد به أيضا الانتقال إلى نظام طاقوي بكثافة كربونية أقل ونسب متزايدة للطاقات المتجددة [4].

II - 3- أسباب التوجه نحو الطاقة المتجددة:

يمكن تحديد مجموعة من الأسباب التي تفرض على العالم التوجه نحو استغلال الطاقات المتجددة كأفضل حل للمشاكل التي تطرحها الطاقات الأحفورية وسلوكيات الإنسان المهددة لأمن بيئته ومستقبل الطاقة[5].

1- طالب أحمد، منصف مقاويب، يحي دريس، التحول نحو الاستثمار في الطاقات المتجددة كبديل عن الوقود الأحفوري، جامعة نواقشوط العصرية –نواقشوط (موريتانيا)، جامعة العربي التبسي- تبسة (الجزائر)، مجلة رؤى اقتصادية،2021/06/06.

2- الطاقات المتجددة سياق التطبيقات والآفاق المستقبلية ، مجلة الجيش وزارة الدفاع الوطني الجزائرية، ص32، العدد 691، سنة 2021.

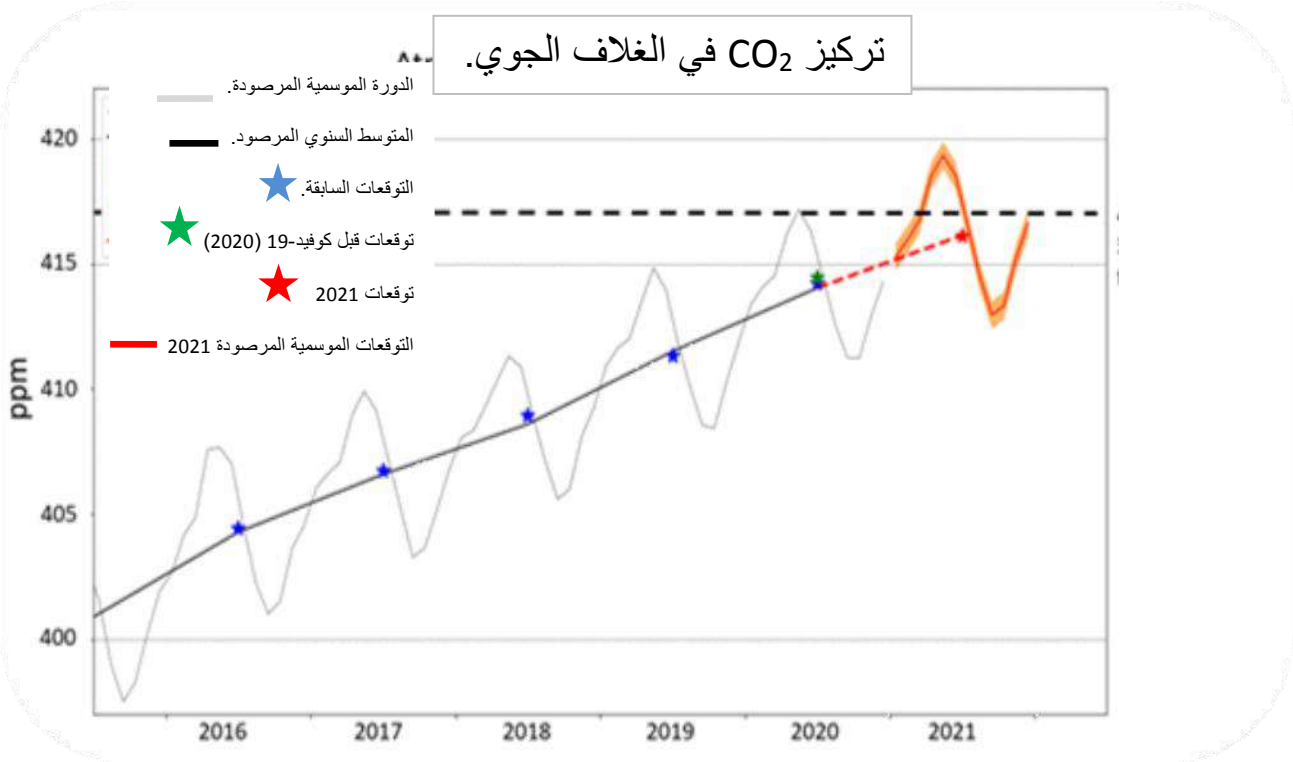
3- سنوسي بن عبور، إستراتيجية التحول الطاقوي وفق برنامج الطاقات المتجددة 2030، مجلة مدارات سياسية، ص38، المجلد 2، العدد 7، سنة 2018.

4 -عبد القادر روشو، البعد التنموي المحلي للتحول الطاقوي في الجزائر دراسة إطار المخطط الطاقوي 2011-2030، مجلة الاقتصاد والتنمية البشرية، ص131، العدد 3، 2018.

5 د.صفاء رشم الأسدي، جغرافية الموارد الطبيعية، جامعة البصرة، العراق، ص 229.

II -3-1-النضوب: التنامي السريع لحجم السكان والصناعات والتعدين قد ولّد ضغطا متزايدا على الاحتياطي العالمي لموارد الطاقة والمعادن مما ينذر بنضوب تلك الموارد مع الزمن، إذ تشير إحدى الدراسات العلمية إلى أن حجم الاحتياجات السكانية خلال سنة 1997 كان يمثل أقل من 30% من الاحتياطي العالمي لموارد الطاقة غير أن الطلب عليها يزداد مع الزمن مما يرفع من حجم الاحتياجات إلى مستويات قد تصل إلى 130% من حجم الاحتياطي العالمي بحلول 2030.

II -3-2- المشاكل البيئية: منها تلوث الهواء والماء، التغير المناخي وتآكل طبقة الأوزون. وينجم تلوث الهواء عن احتراق الطاقات الأحفورية وصدور الغازات والجسيمات التي تتراكم في الغلاف الجوي و تغير تركيبته، مما يؤدي إلى حدوث خلل في نظامه الإيكولوجي، مثل CO_2 و SO_2 وCO وأكاسيد النتروجين إضافة للتلوث بعادم السيارات والرصاص[1].يمثل المخطط التالي تراكيز مختلفة للثاني أكسيد الكربون في الهواء:



الشكل(II -1): **منحنى تركيز غاز CO_2 في الغلاف الجوي بين 2016 و2021[2].**

1- التأثيرات السلبية للطاقة غير المتجددة على البيئة ، الاطلاع في: 2022/05/15.
http://www.aladalacenter.com/index.php/2012-10-31-17-26-38/314-nano-tec/7340-piddff
2 ثاني أكسيد الكربون يثير القلق في الغلاف الجوي، ناسا بالعربي، مارس2021.

ويترتب عن تلوث الهواء مشاكل أخرى تضر بالنظام الايكولوجي كالأمطار الحمضية المتشكلة من تفاعل الأكاسيد التي سبق ذكرها بوجود الأوكسجين والأشعة فوق البنفسجية وفق المعادلات التالية:

$$SO_2 + O_2 \rightarrow SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

$$NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3$$

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$$

وتتفاعل مع مكونات التربة القلوية وتعادلها وتسبب في تفقت كثير من الصخور وتذيب عناصر الكالسيوم الموجودة بها لتحملها لمياه الأنهار في دورة من التأثيرات الضارة على النظم البيئية[1].

كما ينتج عن تلوث الهواء الإضرار بطبقة الأوزون O_3 ويؤدي وصول الأشعة الناتجة عن هذا الثقب في الطبقة إلى انتشار مرض سرطان الجلد، والتأثير الوراثي. كذلك تلوث الماء حيث يساهم النفط في العديد من الأضرار الناتجة عن تلوث الماء بزيت البترول ومنها ظهور آثار سامة لبعض العناصر الثقيلة كالزئبق والرصاص والكادميوم[2].

خلاصة:

لقد أثرت الاستخدامات العالمية الواسعة للوقود الأحفوري وغيره من مصادر الطاقة غير المتجددة على البيئة ورفعت معدلات التلوث الهوائي والمائي والاحتباس الحراري وساهمت في تفاقم ظواهر ضارة، هذه التداعيات البيئية حملت المجتمع الدولي من هيئات و منظمات لحماية البيئة على البحث عن طرق وحلول للحد من تفاقم هذه المشاكل فظهرت الطاقات الخضراء كمفهوم لإدارة وحماية الموارد الطبيعية وتوجيه الاقتصاد والسياسة الدولية نحو خيار بديل متمثل في مصادر الطاقة المتجددة تحت إطار التحول أو الانتقال الطاقوي.

1 - التأثيرات السلبية للطاقة غير المتجددة على البيئة ، الاطلاع في: 2022/05/15.
http://www.aladalacenter.com/index.php/2012-10-31-17-26-38/314-nano-tec/7340-piddff
2- مرجع السابق.

الفصل الثالث

الموارد الطبيعية والنفايات كمصادر للطاقات المتجددة

مقدمة

تمثل الموارد الطبيعية دوما مصدرا متنوعا للطاقة وضروريات الحياة على كوكب الأرض ومع مسؤولية تسخيرها وتطويرها ظهرت مسؤولية الحفاظ عليها وعلى البيئة المنتجة لها فكان التحول الطاقوي نحو الطاقات المتجددة وكانت التنمية المستدامة أفضل الطرق لذلك. تضم الطاقات المتجددة استغلال موارد طبيعية غير ضارة بالبيئة ودائمة الإنتاجية من طاقة شمسية إلى طاقة رياح ومياه وأخرى في طور النمو كالكتلة الحيوية، بالإضافة إلى ذلك لم تعد الموارد الطبيعية المصدر الوحيد للطاقات المتجددة بل ظهرت مصادر جديدة وهذا راجع لتطوير دول العالم مفهومها ووجهت نظرها حول ما يعرف بمصطلح النفاية، وذلك من خلال الاهتمام بكيفية تثمينها وتحويلها إلى طاقة تغني النمو الاقتصادي والاجتماعي، وسنتطرق في هذا الفصل لأبرز هذه المصادر وتقنيات تثمينها.

III-1- تعريف الطاقة المتجددة:

III-1-1- تعريف وكالة الطاقة الذرية (IEA): عرفتها بأنها "الطاقة المتشكلة من المصادر الناتجة عن مسارات الطبيعة التلقائية كأشعة الشمس والرياح والتي تتجدد في الطبيعة بوتيرة أعلى من وتيرة استهلاكها" [1]. وعرفتها في تقرير مبادرة الطاقة المستدامة للجميع على أنها "الطاقة المتأتية من المصادر الطبيعية (مثل أشعة الشمس والرياح.)، والتي تتجدد بمعدل أسرع مما تستسهلك." [2]

III-1-2- تعريف منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD): تعرف على أنها "الطاقة المكتسبة من عمليات طبيعية تتجدد باستمرار وبالتالي فهي عبارة عن مصادر طبيعية دائمة وغير ناضبة ومتوفرة في الطبيعية سواء كانت محدودة أو غير محدودة ولكنها متجددة باستمرار"[3]. إذن يمكننا القول أن الطاقات المتجددة هي طرق لتوليد الطاقة من موارد طبيعية غير محدودة (نظريًا) إما تكون متاحة بدون حد زمني أو أنها تتجدد بسرعة أكبر من معدل استهلاكها. وتعتبر الطاقات المتجددة عمومًا نقيضا لطاقات الوقود الأحفوري [4].

يوجد عدة أنواع من الطاقات المتجددة التي تنتجها هذه المصادر المختلفة حيث كان استهلاكها يتزايد عالميا مقدمة حوالي 8٪ من كهرباء العالم في عام 2017 وتغطي الآن ثلث إنتاجية الطاقة

1 كمال ماليك وآخرون، إستراتيجية التحول الطاقوي في الجزائر لتحقيق التنمية المستدامة في ظل برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، الملتقى الوطني الثالث حول التحول الطاقوي في الجزائر ودوره في تحقيق التنمية المستدامة، 2018م، ص6.
2 دغموم هشام و ضويفي حمزة، واقع الاستثمار في الطاقة المتجددة على المستوى الدولي والوطني ومختلف التحديات المستقبلية في هذا المجال، ص318، مجلة معارف، العدد1، جامعة الجزائر 3-الجزائر، جوان 2019.
3 مرجع سابق(1).
4 https://youmatter.world/en/definition/definitions-renewable-energy-definition/ 2020/05/20.

في أوروبا و ربع إجمالي الطاقة في الصين و 1/6 في الولايات المتحدة والهند واليابان. وغالبًا ما يشار إلى الطاقات المتجددة باسم "الطاقات الخضراء" أو "الطاقات النظيفة" [1].

III-2- خصائص الطاقة المتجددة:

نلاحظ أن الطاقات المتجددة تختلف عن نظيرتها الأحفورية نظرا لكونها صديقة للبيئة نظيفة ودائمة، ما يؤهلها لارتقاء سلم الاعتماد الطاقوي العالمي، ومن أبرز خصائصها هي[2]:

- تعتبر نظيفة و لا تلوث البيئة و تحافظ على الصحة العامة و لا تحدث أي ضوضاء.
- تناسب الإمكانيات البشرية والتكنولوجية والاقتصادية لدى الدول النامية.
- تحقق تطورا بيئيا، اجتماعيا، صناعيا وزراعيا على طول البلاد وعرضها.
- أهم ما تتميز به هو توفرها الدائم وحفاظها على البيئة مما يجعلها عنصرا مهما وركيزة أساسية في تحقيق التنمية المستدامة.

III-3- مصادر الطاقة المتجددة:

يتمثل الاستخدام الأساسي للطاقات المتجددة في إنتاج الكهرباء، فهي تعتبر أحد أهم ضروريات الحضارة الإنسانية والاستمرار التكنولوجي لذا فإن البحث عن مصادر جديدة وتسخير كافة السبل لصنع هذه الطاقة وتطوير هذه المصادر نحو التسيير الأمثل والتيسير الأكمل يعد أولية، وكان لما سبق لنا ذكره إثبات قدرة الطاقات المتجددة وتوسيع مكانتها في المجال الطاقوي.

III-3-1- المصادر الطبيعية للطاقة المتجددة:

تعتمد الطاقة المتجددة على موارد طبيعية مثل ضوء الشمس، الرياح، المد والجزر، نمو النبات، والحرارة الأرضية، كما تشرح ذلك وكالة الطاقة الدولية[3]: أنها هي الطاقة الكهربائية والحرارة المتولدة من الشمس، الرياح، الكتلة الحيوية، الموارد الحرارية الأرضية، والوقود الحيوي، والهيدروجين المشتق من الموارد المتجددة.

1) الطاقة الشمسية (Solar energy):

الطاقة الشمسية هي أكبر موارد الطاقة الدائمة على الأرض، كما أنها متاحة للاستعمال بصورة مباشرة من خلال الإشعاع الشمسي (Solar radiation) أو بصورة غير مباشرة من خلال تأثيرها في الرياح والكتل الحيوية والطاقة المائية[4]. تصدر طاقة الشمس عن نوعٍ من الاندماج النووي Nuclear fusion يُسمّى تفاعل بروتون-بروتون المتسلسل p-p Chain reaction الذي يتألّف

1 https://youmatter.world/en/definition/definitions-renewable-energy-definition/ -2020/05/20.
2- كمال ماليك وآخرون، استراتيجية التحول الطاقوي في الجزائر لتحقيق التنمية المستدامة في ظل برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، الملتقى الوطني الثالث حول التحول الطاقوي في الجزائر ودوره في تحقيق التنمية المستدامة، 2018م، ص6.
3- وكالة الطاقة الدولية، الطاقات المتجددة نحو التيار، ص9.
4- د.صفاء رشم الأسدي، جغرافية الموارد الطبيعية، جامعة البصرة العراق، ص 223.

من عدّة خطواتٍ. التأثير النهائي هو أن أربع نوى هيدروجين H تندمج لتكوّن نواة الهيليوم Heوتنتج كميةً كبيرةً من الطاقة التي تنقلها الفوتونات على شكل أشعة غاما وغيرها من الجسيمات وفق المعادلة التالية[1].

$4H^1 \longrightarrow He^4$ + جسيمات أخرى+ فوتونات

الإمكانيات:على الرغم من كون الشمس تبعث طاقة كبيرة يقدر معدلها بحدود Kw/s 3.8×1023، إلا أن جزءا يقدر بحدود 1.8×1014 يتم اعتراضه من الأرض والتي تبعد عن الشمس مسافة تقدر بحدود 150 Km مليون، وإن حوالي 60% من هذه الطاقة أو ما يقارب Kw/s 1.08×1014 تصل إلى سطح الأرض بينما تنعكس البقية مرة أخرى إلى الفضاء وتمتص من قبل الغلاف الجوي، وهذا المقدار من طاقة الإشعاع الشمسي يتجاوز جميع متطلبات الطاقة في العالم. ووفقاً لأحدث التقديرات فإن المعدل السنوي للإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض يقدر بحدود $170W/m^2$، ما يعادل الطاقة التي يمكن استخلاصها من برميل واحد من النفط أومن 200 Kg فحم أو منm^3 140 غاز طبيعي [2].

أنواع وطرق تثمين الطاقة الشمسية:

أ) الطاقة الحرارية الشمسية (Thermal solar energy): تستخدم تقنية الطاقة الشمسية الحرارية لتوليد الطاقة من الشمس عن طريق ألواح مسطحة والتي بدورها تولد طاقة حرارية ذات درجة حرارة تتراوح ما بين منخفضة ومتوسطة جاهزة للاستخدام مباشرة، من أشهر تطبيقات استخدام هذه الطاقة نظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية، أجهزة التدفئة الشمسية في الفضاء ، كما تستخدم عدسات أو مرايا لتركيز بقعة كبيرة من ضوء الشمس على مساحة صغيرة بعد ذلك يتم توجيه ضوء الشمس المركز على أسطح فولطوضوئية أو يتم استخدامها لتسخين سائل ناقل لمحطات توليد الطاقة التقليدية لإنتاج الكهرباء [3].

إن العنصر الرئيسي في الأنظمة الحرارية الشمسية الفعالة هو المجمّع الشمسي حيث يتكون المجمع اللوحي المسطح من لوح أسود بقنوات ملحقة (أنظر الشكل (3-Ⅲ) الصورة (أ)) يمر من خلالها سائل ما كي يتم تسخينه. وتصنف مجمعات الألواح المسطحة إلى [4]:

- مجمعات غير مطلية تناسب إنتاج الحرارة بدرجات أعلى من محيطها.
- مجمعات مطلية لها صفحة من زجاج أو مادة شفافة أخرى توضع موازية للوح بحيث تجعل من المناسب إنتاج حرارة تتراوح بين °30 و°60، أو مفرغة التي تنتج حرارة تتراوح بين °50 و°120.

1 - https://nasainarabic.net/main/articles/view/the-sun،نشر في: 2018/01، تم الاطلاع: 2022/04/25.
2- المرجع السابق، ص224.
3- هواري عبد القادر،الكفاءة الاستخدامية لاستغلال الطاقات المتجددة في الاقتصاديات العربية، جامعة فرحات عباس أطروحة دكتوراه-سطيف، ص84 2018م.
4- مصادر الطاقة المتجددة و التخفيف من آثار تغير المناخ -التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، وحدة الدعم الفني للفريق العامل الثالث لبحوث تأثير المناخ معهدPotsdam، 2011م، ص61.

ب) توليد الكهرباء الكهروضوئي (Photovoltaic electricity generation):

يستعمل أشباه موصلات ضوئية حيث يوضع لوح رفيع من مادة شبه موصلة كالسيلكون مقابل الشمس. يتكون هذا اللوح أو الخلية من طبقتين متمايزتين يتشكلان بواسطة نوعين من الشوائب أحدهما موجب مطعم بالبورون B أما الأخر سالب وغالبا مطعم بالفسفور(عن طريق وجود إلكترون حر)[1]. يتم إدخالها في السيلكون فتؤدي إلى وجود طبقة من نوع n وأخرى من نوع p تشكل نقطة اتصال على الواجهة. الفوتونات الشمسية التي تضرب الخلية تولد أزواج من ثغرات الكترونية يفصل بينها مكانياً مجال كهربائي داخلي عند نقطة الاتصال، وينتج عن هذا شحنات سالبة على جانب واحد من الواجهة وشحنات موجبة على الجانب الآخر، هذا الفصل بينهما يحدث جهدا كهربائيا (أنظر الشكل (3-Ⅲ) الصورة (ب)). عندما يوصل جانبا الخلية المنارة بشحنة، يتدفق التيار من جانب الجهاز عبر الشحنة إلى الجانب الآخر من الخلية مولداً بذلك الكهرباء ويمكن تلخيص مبدأ عمل الخلايا الكهروضوئية في النقاط التالية[2]:

- يتم امتصاص الضوء بواسطة إلكترونات المادة (السيلكون عادة)، فيتكون زوج إلكترون-ثقب.
- يؤدي تكوين أزواج إلكترون-ثقب إلى فصل الجسيمات المشحونة إلى سالبة وموجبة.
- تولد الشحنات المنفصلة فرق جهد، وبالتالي يتم إنتاج التيار الكهربائي.

كفاءة الخلية الشمسية: هي نسبة الطاقة التي تستطيع الخلية تحويلها على طاقة كهربائية من إجمالي الطاقة الضوئية الساقطة عليها، يمكن قياس كفاءة خلية شمسية عن طريق المعادلة التالية[3]:

كفاءة الخلية أو الخلايا الكهروضوئية (%) = قدرة الخلية أو الخلايا ÷ مدخل إشعاع الضوء W/m2× مساحة الخلايا بالمتر مربع m^2 ×100

المصدر: https://www.voltiat.com/calculating-the-efficiency-of-solar-cells/ ، في: 2022/05/10.

ج) الطاقة الشمسية المركزة (concentrated solaR energy: CSP) :

تنتج تكنولوجيات مركزات الطاقة الشمسية الكهرباء عن طريق تركيز أشعة الشمس لتسخين وسيط يستخدم بعد ذلك بشكل مباشر أو غير مباشر في تشغيل المحرك الحراري (مثل التوربين البخاري)

1- يوسف إياد سعيد الشيخ قاسم، شرح مبسط : الطاقة البديلة، ص32.
2 What Does Photovoltaic Cell (PV Cell) Mean? Techopedia، 2017/01/24، شوهد في: 2022/03/09.

3- يوسف إياد سعيد الشيخ قاسم، شرح مبسط : الطاقة البديلة، ص32.

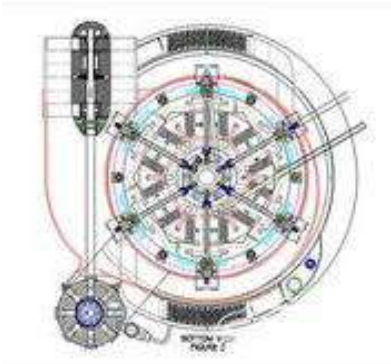
لتحريك مولد كهربائي. وتستخدم مركزات الطاقة الشمسية فقط مكون الشعاع من أشعة الشمس، فتقتصر الاستفادة على نطاق جغرافي محدود، ويجمع المكثف أشعة الشمس في نقطة التركيز عند استخدامها في أنظمة المستقبل المركزي أو الأطباق وتجمع كذلك في خط التركيز عند استخدامها في أنظمة الحوض أو أنظمة فريستل الخطية.

المركزات الحوضية: تقوم صفوف طويلة من العاكسات القطعية المكافئة التي تتبع حركة الشمس بتركيز الإشعاع الشمسي تقريبا من 70 إلى 100 مرة على عنصر جمع الحرارة المثبت على طول خط العاكسات ويضم عنصر جمع الحرارة أنبوبا داخليا مسودا (مع سطح التقائي) وأنبوبا خارجيا زجاجياً، مع وجود مساحة خالية بين الاثنين (أنظر الشكل(Ⅲ-3) الصورة (ج)). وفي التصاميم التجارية الحالية يجري نقل الحرارة عبر أنابيب حيث يسخن حتى نحو °400، لكن بدأت تظهر حاليا أنظمة أخرى تستخدم مواد نقل حرارة مختلفة مثل جريان الملح المصهور أو البخار المباشر[1].

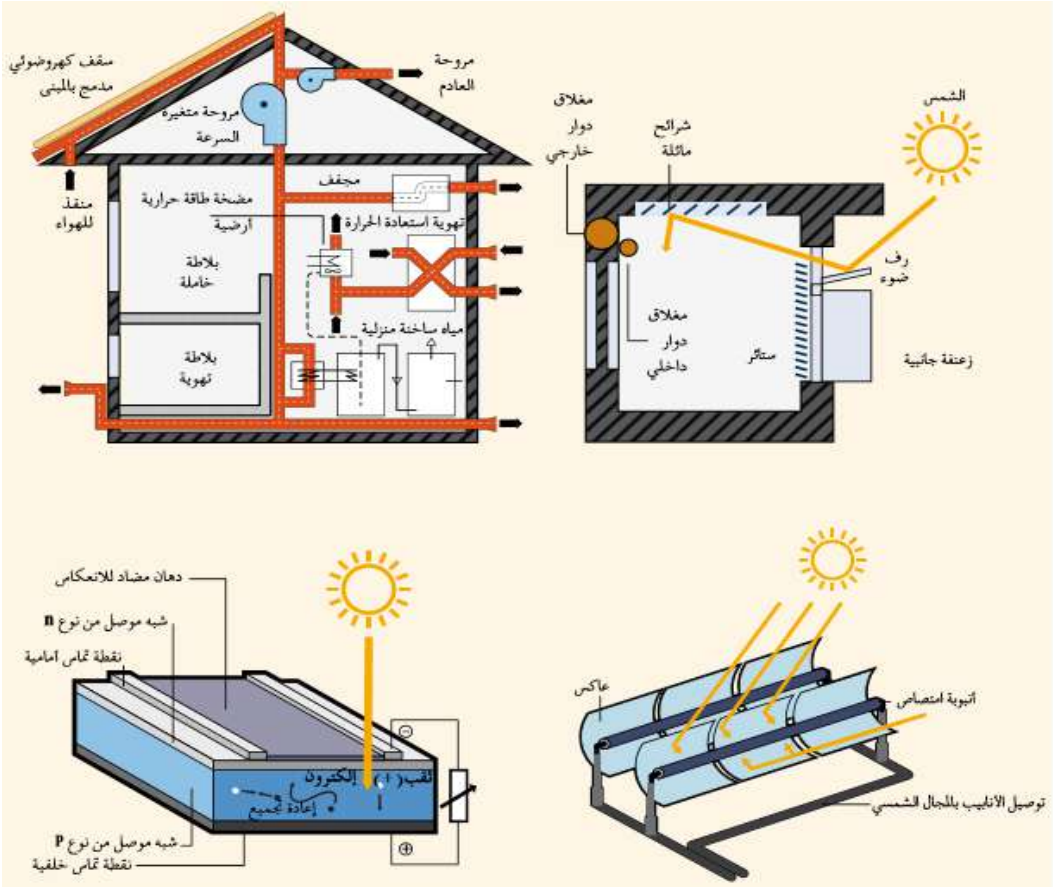
نظام فريستل الخطي: يستخدم شرائط من المرايا المتوازية الطولية كمركز، مع مستقبل خطي ثابت وأحد نظامي نقطة التركيز وهو المستقبل المركزي (ويسمى برج الطاقة)، مصفوفة من المرايا على الأرض، كل منها يتتبع الشمس على محورين لتركيز الأشعة في نقطة التركيز. وفي النوع الثاني من نظام نقطة التركيز يستخدم طبق التركيز، وهو عاكس قطعي مكافئ وحيد يتتبع الشمس على محورين ويركز الطبق الأشعة الشمسية على مستقبل يتحرك معه، حيث يبعد مقدار قطر طبق واحد فقط، ويمكن أن تصل درجات الحرارة في محرك المستقبل حتى°900. وفي أحد مظاهر الانجاز الشعبية لهذا المفهوم، يتم تركيب محرك ستيرلينج الذي يشغل مولدا كهربائيا على المركز، ووحدات طبق ستيرلينج صغيرة نسبيا، وتنتج عادة ما بين 10 إلى 25 KW، لكن يمكن تجميعها في حقل تهيئة لتحقيق ناتج كهربائي أكبر فيما يشبه محطة مركزية وتوضح الصور التالية هذه التقنية:

1- مصادر الطاقة المتجددة و التخفيف من آثار تغير المناخ -التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، وحدة الدعم الفني للفريق العامل الثالث لبحوث تأثير المناخ معهدPotsdam، 2011م، ص62.

الشكل(Ⅲ-1): صورة لنظام تركيز الطاقة الشمسية يعمل بمحرك سترلينج.
المصدر:
http://ar.swewe.net/word_show.htm/?335754_1&في
2022/05/16



الشكل(Ⅲ-2):رسم تخطيطي لمحرك ستيرلينج الذي يعمل على السوائل.
المصدر: https://ar.econologie.com/-sthelio/، شوهد: 2022/05/15



الشكل(Ⅲ-3): نماذج مختارة من (أعلى الشكل) الطاقة الحرارية الشمسية (أ)، إذ أدمج كل من السلبي والفاعل في مبنى؛ (أسفل يسار الشكل) الشكل جهاز أشباه الموصلات الضوئية للتحويل المباشر من الطاقة الشمسية إلى كهرباء (ب)؛(أسفل يمين الشكل) نوع مشترك واحد لتكنولوجيا تركيز الطاقة الشمسية (ج).
المصدر: مصادر الطاقة المتجددة و التخفيف من آثار تغير المناخ -التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، وحدة الدعم الفني للفريق العامل الثالث لبحوث تأثير المناخ معهدPotsdam، 2011م، ص61.

ج) **إنتاج وقود شمسي:** يتم إنتاج الوقود الشمسي من ضوء الشمس عن طريق التمثيل الضوئي الاصطناعي، أو التفاعل الكيميائي الحراري، ويستخدم الضوء كمصدر للطاقة عادة عن طريق تخفيض البروتون إلى الهيدروجين، أو ثاني أكسيد الكربون إلى مركبات عضوية[1]. أي تحويل الوقود الشمسي إلى وقود كيميائي مثل غاز الهيدروجين، والغازات والسوائل الاصطناعية مثل والميثانول والديزل، والمسارات الثلاثة الأساسية لوقود الطاقة الشمسية التي يمكن أن تعمل وحدها أو مجتمعة هي[2]:

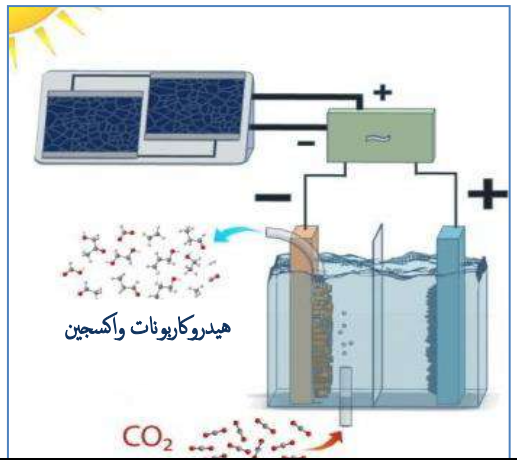
- **المسار الكهروكيميائي:** وفيه ينتج الـH_2 بواسطة عملية التحليل الكهربائي محفزا بطاقة كهربائية من الطاقة الشمسية التي يولدها نظام كهروضوئي أو نظام مركزات الطاقة الشمسية، تحقق كفاءة تحويل تصل عادة إلى 70%.
- **المسار الكيميائي الضوئي/البيولوجي الضوئي:** تستخدم الفوتونات الشمسية لتحفيز التفاعلات الكيميائية الضوئية أو البيولوجية الضوئية، والمنتجات التي تنتج عنها الطاقة هي وقود أي أنها تحاكي ما تفعله النباتات، ويمكن استخدام مواد كهروضوئية كأنود امتصاص الضوء في خلايا كيميائية كهروضوئية، التي تولد الهيدروجين أيضا عن طريق تحلل المياه.
- **المسار الحراري الكيميائي**: تستخدم الحرارة الشمسية المأخوذة من درجة الحرارة العالية لتحفيز تفاعل كيميائي ماص للحرارة، وهو الذي ينتج الوقود ويمكن أن تشمل المتفاعلات تركيبات من الماء، وثاني أكسيد الكربون، والفحم، والكتلة الإحيائية والغاز الطبيعي.

يمكن للمنتجات التي تشكل وقود الطاقة الشمسية أن تكون أيا مما يلي: الهيدروجين، والغازات المركبة، والميثانول، ثنائي ميثيل الأثير والزيت الاصطناعي، وعندما يستخدم الوقود الأحفوري كمتفاعل، ستفوق القيم الحرارية الإجمالية للمنتجات تلك الخاصة بالمواد المتفاعلة، بحيث يحتاج إلى حرق أقل من الوقود الأحفوري لإطلاق الطاقة نفسها، كما يمكن أيضا اصطناع الطاقة الشمسية من الهيدروجين الشمسي ومن CO_2 لإنتاج هيدروكربونات متوافقة مع البنية الأساسية الحالية للطاقة[3]، كما هو موضح في الصور التالية حيث يمثل الشكل (Ⅲ-4) خلية تحليل كهربائي تحولCO_2 إلى مركبات هيدروكربونية ومؤكسدة بفعالية أعلى بكثير من التمثيل الضوئي الطبيعي، وتسمح الإلكترونات متماثلة الطاقة للنظام بأن يعمل ضمن مجال ممتد من ظروف توافر الطاقة الشمسية.

1- عبد الحليم حفينة "تخزين الوقود الشمسي". خطوة جديدة نحو حماية، - القاهرة - سكاي نيوز عربية المناخ، https://www.skynewsarabia.com/technology/1449660، 2021/01/07 ، شوهد في: 2022/05/12م.

2- مصادر الطاقة المتجددة و التخفيف من آثار تغير المناخ -التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، وحدة الدعم الفني للفريق العامل الثالث لبحوث تأثير المناخ معهدPotsdam، 2011م، ص63.

3- المرجع السابق.



الشكل(Ⅲ-4): مخطط لخلية تحليل كهربائي تعمل بالطاقة الشمسية.

المصدر: Clarissa Towle/Berkeley Lab
https://nasainarabic.net/main/articles/view/solar-to-fuel-system-recycles-co2، في: 2022/05/15.

الشكل(Ⅲ- 5): صورة لمراكز تخزين الوقود الشمسي، سويسرا.

المصدر: تخزين الوقود الشمسي، عبد الحليم حفينة - القاهرة - سكاي نيوز عربية،2022/01/07، شوهد في: 2022/05/15.

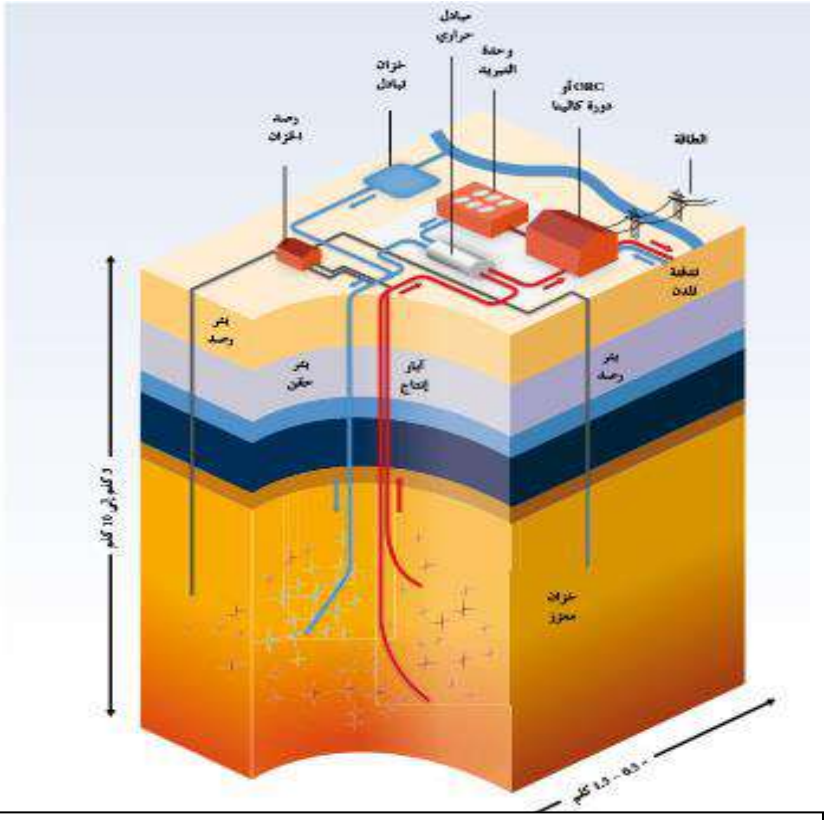
2) طاقة الحرارة الجوفية للأرض (Geothermal power):

الطاقة الحرارية الأرضية هي مصدر طاقة بديل نظيف ومتجدد، وهي طاقة حرارية مرتفعة ذات منشأ طبيعي مختزنة في صخور الماغما في باطن الأرض حيث يقدر أن أكثر من 99% من كتلة الكرة الأرضية عبارة عن صخور تتجاوز حرارتها 1000C° ويستفاد من هذه الطاقة الحرارية بشكل أساسي في توليد الكهرباء. و في بعض الأحيان تستخدم للتدفئة عندما تكون الحرارة قريبة من سطح الأرض أو على صورة ينابيع حارة. لا تتوفر الطاقة الحرارية بصورة مباشرة في الطبيعة إلا في مصادر الحرارة الجوفية، وهذا ما يجعلها سهلة الاستغلال[1].

الإمكانيات: يقدر أن الحرارة المخزونة التي يمكن الحصول عليها من الصخور الجافة الساخنة في الأرض تتراوح من 110 إلى 403 × 10^6 EJ نزولا إلى 10Km في العمق، وباستخدام تقديرات سابقة للموارد الحرارية المائية وللنظم الحرارية الأرضية المعززة المخزونة في الأعماق، تتراوح الإمكانيات الفنية للطاقة الحرارية الأرضية التي يمكن استخدامها في توليد الكهرباء) من 318 إلى 1109 EJ سنويا (على عمق 10Km). أما بالنسبة للاستخدام المباشر فهي بين 10 إلى 312 EJ سنويا. ويعادل احتياطي الحرارة الجوفية ما ينتجه 250 مليار طن من الفحم من الطاقة، نظريا يمكن أن يغطي هذا المقدار من الطاقة حاجة العالم من الطاقة لمدة 100000 سنة قادمة[2].

1- الطاقة الحرارية الأرضية، موقع المعرفة: https://www.marefa.org ،شوهد في: 2022/05/15.
2- مصادر الطاقة المتجددة و التخفيف من آثار تغير المناخ -التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، وحدة الدعم الفني للفريق العامل الثالث لبحوث تأثير المناخ معهدPotsdam، 2011م، ص72.

يمثل الشكل(Ⅲ-6) رسم تخطيطيا لأهم موارد الحرارية الجوفية للأرض وكيفية تثمينها وتسييرها نحو الاستغلال الأنجح.



الشكل(Ⅲ-6): مخططات تبين موارد النظم الحرارية الأرضية الموجهة.

مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ -التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، وحدة الدعم الفني للفريق العامل الثالث لبحوث تأثير المناخ معهدPotsdam، 2011م، ص75.

3) طاقة الرياح(Wind power):

هي عملية تحويل حركة الرياح إلى شكل آخر من أشكال الطاقة الأسهل في الاستخدام وتكون غالبا كهربائية وذلك بواسطة التوربينات[1].ويتوفر عدد من تكنولوجيا طاقة الرياح الكثير من التحديثات. إن الاستخدام الأولي لطاقة الرياح في توليد الكهرباء من توربينات رياح كبيرة موصولة بالشبكة، يجري نشرها إما على اليابسة أو في البحر أو في مجاري المياه العادية. وتوفر طاقة الرياح إمكانيات كبيرة لتخفيض انبعاث الغازات الدفيئة في الأجلين القريب (2020) والبعيد (2050). وقد وفرت قدرتها المركبة 1.8% من الطلب العالمي على الكهرباء. ويمكن لهذا الإسهام أن ينمو ليتجاوز 20% بحلول 2050.

1- طاقة الرياح، موقع المعرفة: https://www.marefa.org ،شوهد في: 2022/05/15.

تم بالفعل نشر طاقة الرياح على اليابسة بوتيرة سريعة في العالم، ولا توجد حواجز فنية كثيرة التغلب تحول دون زيادة مستويات تغلغل طاقة الرياح في نظم الإمداد بالكهرباء[1].

مبدأ عمل توربين الرياح: عندما تتحدّث عن طاقة الرياح فيجب التطرق لتوربينات الرياح الحديثة والتي تتبع تصميمين أساسيين[2]:

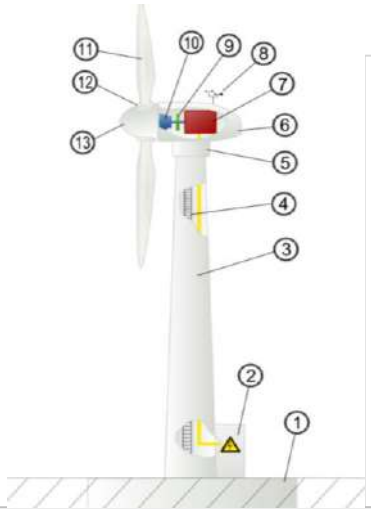
- **المحور العمودي(VAWT)** :إن العمود في VAWT مركب على محور متعامد على الأرض وهو يصطفّ دائما مع الريح، على خلاف نظيره العمودي لن يكون من الضروري تعديله عندما يتغيّر اتجاه الريح لكن الـVAWT لا يشتغل دون تحكم نظامه الكهربائي ولديه أسلاك مشدودة للدعم بدلاً من البرج ولذلك فإن ارتفاع الدوّار منخفض أكثر وإن الارتفاع المنخفض يعني رياح أبطئ لذا فإن الـVAWTsعموماً أقل فعالية من الـHAWTs. قد تستعمل (VAWT) للتوربينات ذات النطاق الضيق ولضخّ الماء في المناطق الريفية البعيدة ولكن تستخدم توربينات الرياح ذات المحور الأفقي (HAWTs) بنطاق أوسع بكثير.

الشكل(Ⅲ-7): صورة لتوربين المحور العمودي.
المصدر:طاقة الرياح، موقع المعرفة: https://www.marefa.org ،شوهد في: 2022/05/15.

- **المحور الأفقي(HAWT)** : إن عمود التوربين ذو المحور الأفقي (HAWT) مركب أفقياً ومتوازي مع الأرض، يحتاج لآلة تعديل الانحراف من أجل أن يثبت ضد الرياح ويشمل نظام الانحراف هذا محرّكات كهربائية وصناديق التروس التي تقوم على تحريك كامل الدوّار إلى اليسار أو اليمين بمقادير صغيرة ويقوم جهاز سيطرة التوربين الإلكتروني بقراءة موقع أداة دوّارة الرياح (إمّا ميكانيكياً أو إلكترونياً) وتعدّل موقع الدوّار للحصول على أكبر كمية متوفرة

1- مصادر الطاقة المتجددة و التخفيف من آثار تغير المناخ -التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، وحدة الدعم الفني للفريق العامل الثالث لبحوث تأثير المناخ معهدPotsdam، 2011م، ص95.
2- مرجع سابق(1).

من طاقة الرياح وتستخدم التوربينات ذات المحور الأفقي برج لرفع المكوّنات الأساسية للتوربين إلى أقصى ارتفاع من أجل سرعة الريح وهي تأخذ مساحة صغيرة من الأرض في حين يبلغ طولها تقريباً 80m في الهواء .



1-البنية الأساسية.
2-شبكة الاتصال الكهربائية.
3-جسم البرج.
4-سلم الاتصال.
5-مراقب اتجاه الرياح.
6-هيكل المحرك.
7-مولد.
8-قياس شدة الرياح.
9-فرامل كهربائية أو ميكانيكية.
10-ناقل الحركة.
11-شفرة الدوران.
12-مقياس دوران الشفرة.
13-مركز الدوران.

الشكل(Ⅲ-8): رسم تخطيطي لتوربين محور أفقيHAWT نموذجي مع تحديد مكوناته.

المصدر: طاقة الرياح، موقع المعرفة: https://www.marefa.org ،شوهد في: 2022/05/15.

الإمكانيات: حدد تقرير الإمكانيات الفنية لطاقة الرياح على اليابسة بحوالي 180 EJ في السنة (50000TWh)، ويمثل هذا النطاق إنتاج الكهرباء العالمي، بقدر يتراوح بين ضعف وستة أضعاف، وربما يقلل من الإمكانيات الفنية لان عدة دراسات استبعدت طاقة الرياح في البحر أو لم أدرجها جزئيا حيث تتوفر إمكانيات فنية أكبر إذا أخذنا في الحسبان التطبيقات في المياه الأكثر عمقا التي يمكن أن تعتمد على تصميمات توربينات الرياح العائمة[1].

حيث اكتسبت الرياح البحرية زخمًا في العقد الماضي، و يتوقع نموًا من 34GW اليوم إلى حوالي 380GW في عام 2030 [2]. وتمثل الصورة التالية أحد مشاريعها التي تم تنفيذها بالفعل.

الشكل(Ⅲ-9): صورة لتربينات تستعمل رياح البحرية لتوليد الكهرباء.

المصدر: IRENA Members Contribute to G20 Action Agenda on Offshore Renewable، https://www.irena.org ، 2022/06/08، شوهد في: 2022/05/15.

1- مصادر الطاقة المتجددة و التخفيف من آثار تغير المناخ -التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، وحدة الدعم الفني للفريق العامل الثالث لبحوث تأثير المناخ معهدPotsdam، 2011م، ص95.

2 IRENA Contribute to G20 Action Agenda on Offshore Renewable ، https://www.irena.org ، 2022/06/08، شوهد في: 2022/05/15.

4) الطاقة المائية (Water energy / Hydropower):

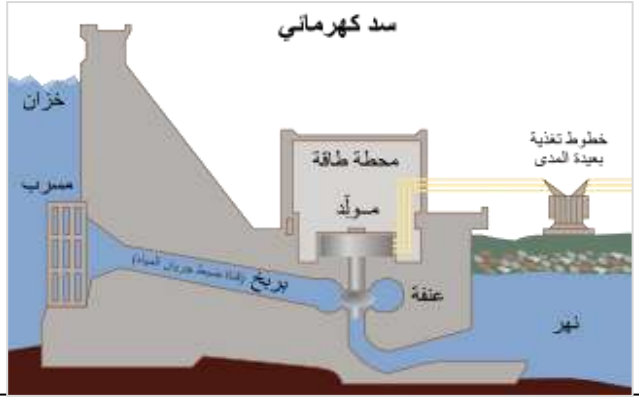
هي الطاقة الكهربائية التي يستفاد في توليدها من الطاقة المائية وتشمل الطاقة الكهرومائية وطاقة البحار، والتي تعتمد على تحويل طاقة المياه الكامنة إلى طاقة حركية بفعل المياه المتحركة من المرتفعات إلى الأراضي المنخفضة ثم تحولها إلى عمل (W) ثم طاقة كهربائية[1]. والقدرة الميكانيكية للمياه الساقطة بفعل الجاذبية أداة قديمة استخدمت لتحقيق منافع متنوعة منذ عهد الإغريق قبل 2000 سنة. وعلى الرغم من دورها الأساسي في منظومة الإمداد بالطاقة العالمية يتمثل في توليد الكهرباء المركزية، فإن محطات الطاقة المائية تعمل ضمن نظم الإمداد المستقلة، غالباً في المناطق الريفية والنائية في العالم[2].

الطاقة الكهرومائية (Hydroelectricity): يطلق لفظ الطاقة الكهرومائية على طريقة توليد الكهرباء التي تعتمد على تحويل طاقة الوضع للمياه إلى طاقة حركية أولا حيث ينهمر الماء من مرتفع ليدير توربينا، فيدير بدوره مولد كهربائي وينتج لنا طاقة كهربائية. تعتمد كمية الطاقة المنتجة على كمية الماء المارة و ارتفاعه h، ولتوليد الكهرباء من طاقة وضع الماء يستلزم أن يبنى سد على مجرى مائي، فيحجز الماء خلفه لتتكون بحيرة اصطناعية عالية بسعة مائية كبيرة. وتعتمد طاقة الوضع (أو طاقة الارتفاع الكامنة التي يتحصل عليها الجسم بسبب سقوطه) في ذلك الخزان الكبير على كمية المياه التي يحتويها (وبالتالي كتلتها) وعلى ارتفاع منسوب الماء، وعلى الجاذبية الأرضية، طبقا للمعادلة الرياضية:

$E = m \times g \times h$ ،(الجاذبية: $9.81 m/s^2$. الارتفاع: بـ m (ارتفاع منسوب الماء بالنسبة للتوربين)

عمليا يستخدم المهندسون معادلة تشبه المعادلة السابقة تأخذ معدل تدفق المياه في الثانية، كما تأخذ في الحسبان كفاءة عمل التوربين وتعتمد قدرة محطة توليد مائية P على تدفق الماء Q (m^3/s) وارتفاع تدفق الماء h وكفاءة η التوربين والمولد الكهربائي والمحول الكهربائي في تحويل طاقة الحركة إلى طاقة كهربائية. وبالنسبة إلى الكفاءة فهي تحتسب بالتقريب بنحو 85% بالنسبة لمحطات القوى المائية وتكون معادلة القدرة كالآتي[3] : $P = Q\ h\ 8{,}5\ k\ N/m^3$ ، بحساب هذا الثابت بوحدة($k\ N/m^3$) من أجل حساب معدل تدفق الماءQ، نحصل على القدرة الكهربائية الناتجة بـ kw. وتمثل في الشكل 10 طريقة التوليد الكهربائي من الطاقة المائية.

1 الطاقة المائية، موقع المعرفة: https://www.marefa.org ،شوهد في: 2022/05/15
2 مصادر الطاقة المتجددة و التخفيف من آثار تغير المناخ -التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، وحدة الدعم الفني للفريق العامل الثالث لبحوث تأثير المناخ معهد Potsdam، 2011م، ص95 .
3 مرجع سابق 1.



الشكل(Ⅲ-10): رسم تخطيطي يوضح عملية توليد الكهرباء في السدود.

المصدر- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/08/Hydroelectric_dam-ar.svg، شوهد في: 2022/05/17.

الإمكانات: تبلغ الإمكانيات الفنية العالمية السنوية لتوليد الطاقة المائية 14576 Twh (52.47 EJ) مع إجمالي إمكانية قدرة مناظرة يقدر بنحو 3721Gw – أربعة أضعاف قدرة الطاقة المائية العالمية المركبة حاليا. وتتراوح القدرات غير المستغلة بين 47% في أوروبا و92% في أفريقيا، مما يشير إلى وجود فرص كبيرة جيدة التوزيع لتنمية الطاقة المائية في شتى أنحاء العالم[1].

ملاحظة: تستعمل تقنيات أخرى في توليد الطاقة الكهرومائية، كاستخدام طاقة المياه الحركية في الأمواج مثلا أو طاقة المد والجزر حيث تعد بعض المنظمات الخاصة بالطاقة أن القدرة المائية شاملة لكل الطاقات المتجددة التي تعتمد على طبيعة أو حركة أو حرارة المياه وسنتطرق لهذا فيما يلي.

استخدامات وتثمين الطاقة المائية (الطاقات البحرية):

يمكن القول أن الطاقة البحرية هي الطاقة المستمدة من التكنولوجيات التي تستخدم مياه البحر كقوة دافعة أو تسخر إمكانية الماء الكيميائية الحرارية لتوليد الطاقة، ويستمد مصدر الطاقة المتجددة في المحيط من مصادر مختلفة، كل منها له أصول مختلفة ويتطلب تكنولوجيا مختلفة للتحويل، وهذه المصادر هي[2]:

- **طاقة الأمواج:** المستمدة من نقل الطاقة الحركية للرياح إلى السطح العلوي للمحيط، ويبلغ إجمالي مورد طاقة الأمواج النظرية 32000TWh في السنة (115 EJ في السنة)، لكن من المرجح أن تكون الإمكانيات الفنية أقل من ذلك بكثير، وسوف تعتمد على تطوير تكنولوجيات طاقة الأمواج.

1 مصادر الطاقة المتجددة و التخفيف من آثار تغير المناخ -التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، وحدة الدعم الفني للفريق العامل الثالث لبحوث تأثير المناخ معهدPotsdam، 2011م، ص87 .

2- المرجع السابق.

- **نطاق المد (ارتفاع المد وهبوطه):** المستمد من قوى الجاذبية لنظام الأرض والشمس والقمر، وتتراوح الإمكانيات النظرية لتوليد الطاقة من المد والجزر في العالم في نطاق 1 إلى 3TW، وتقع في المياه الضحلة نسبيا كما يرجح أن تكون الإمكانيات الفنية أقل بكثير من الإمكانيات النظرية.
- **تيارات المد والجزر:** المستمدة من تدفق المياه التي تنتج عن عمليات ملء وإفراغ المناطق الساحلية الناجمة عن المد والجزر. وتشمل التقديرات الإقليمية الراهنة للإمكانيات الفنية الحالية للمد والجزر 48TWh سنويا (0.17EJ).
- **تيارات المحيط:** المستمدة من دوران المحيط المدفوع بالرياح وبالتباين الحراري والملحي، وأفضل نظام لتيارات المحيطات هو تيار جولف ستريم في أميركا الشمالية، حيث يتوافر لتيار فلوريدا إمكانيات فنية تبلغ 25GW من قدرة توليد الكهرباء. وهناك مناطق أخرى بها إمكانيات واعدة لدوران المحيط تشمل تيارات الجولهاس / موزمبيق قبالة جنوب أفريقيا وتيار كوروشبو (تيار اليابان البحري) قبالة شرق آسيا وتيار شرق استراليا.
- **تحويل الطاقة الحرارية للبحار:** المستمدة من التباينات في درجات الحرارة الناجمة عن الطاقة الشمسية المخزنة كحرارة في طبقات البحر العليا ومياه البحر الأكثر برودة، وهي عموما أقل من 1000m. على الرغم من أن كثافة الطاقة الخاصة بتحويل طاقة المحيط الحرارية منخفضة نسبيا، فإن إمكانية المورد عموما أكبر بكثير من أشكال الطاقة البحرية الأخرى. وقد أشارت تقديرات إحدى الدراسات أنه بالإمكان الحصول على 44000TWh في السنة من الطاقة المنتظمة.
- **درجات الملوحة (الطاقة التناضحية):** المشتقة من اختلافات ملوحة المياه العذبة والمحيطات عند مصبات الأنهار. وتقدر الإمكانيات النظرية لتدرجات الملوحة بـ 1650TWh في سنة (6EJ سنويا).

ويتسم توزيع بعض موارد الطاقة البحرية بالطابع العالمي، مثل تيارات المحيط أو الطاقة المستمدة من تدرجات الملوحة وتقع الطاقة الحرارية للمحيطات أساساً في المناطق المدارية حول خطوط العرض الاستوائية (خط عرض 0 إلى 35 درجة)،

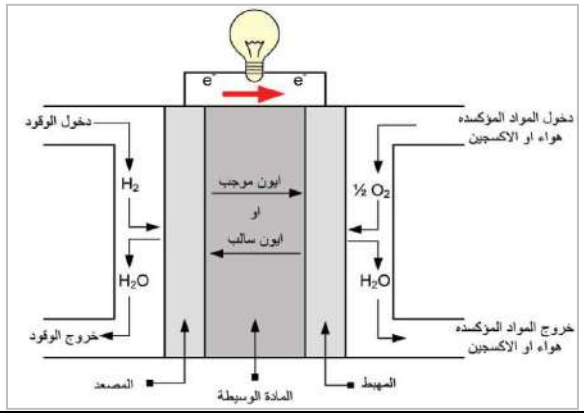
بينما يسجل أعلى قدر من طاقة الأمواج سنوياً بين خطي عرض 30و 60 درجة، وتخضع في نصف الكرة الجنوبي لتقلب موسمي أقل مما هي عليه في نصف الكرة الشمالي، وتعتبر تيارات المحيط والطاقة الحرارية للبحار وتدرجات الملوحة وطاقة الأمواج إلى حد ما منسقة بما فيه الكفاية لتوليد طاقة الحمل الأساسية، وبما أن الدراسات المتوفرة لا تزال في مرحلة مبكرة، ونظراً للقدر الكبير من انعدام اليقين المتصل بالإمكانيات الفنية للطاقة البحرية ، فإن التقديرات الفنية لإمكانيات الطاقة البحرية تعد متباينة[1].

[1] مصادر الطاقة المتجددة و التخفيف من آثار تغير المناخ -التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، وحدة الدعم الفني للفريق العامل الثالث لبحوث تأثير المناخ معهدPotsdam، 2011م، ص87 .

5) طاقة الهيدروجين (Hydrogen energy):

تعرف الطاقة الهيدروجينية على أنها التكنولوجيا الناتجة عن الاتحاد الكيميائي بين الهيدروجين والاكسجين في خلايا الوقود لإنتاج التيار الكهربائي[1]. يعتبر الهيدروجين من مصادر الطاقة المتجددة ويمكن الحصول عليه من خلال عدد كبير من المصادر وبطرق مختلفة كالتحليل الكهربائي للماء والذي يؤدي إلى كسر الروابط الكيميائية بين الأوكسجين والهيدروجين في الماء حسب المعادلة التالية[2]:

$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$ ، إلا أن هذه الطريقة مكلفة ماديا بسبب استهلاكها كميات كبيرة من الطاقة الكهربائي. ولذلك يتم إجراء عملية التحليل الكهربائي للماء على درجات حرارة عالية من أجل تقليل كمية الطاقة الكهربائية اللازمة لعملية التحليل، ولا تزال هذه التكنولوجيا في بدايتها وتخضع للعديد من التطويرات والدراسات والخيارات التطبيقية. فيما يلي مثال عن أحد خلايا الوقود الهيدروجينية.



الشكل(III-11): رسم تخطيطي يوضح آلية عمل خلية وقود هيدروجيني مبدئيا.

المصدر: منال عبد الله احمد، خلايا الوقود الهيدروجينية، 2019 ، ص21.

6) طاقة الكتلة الحيوية (Biomass energy) :

هي الطاقة التي يمكن إنتاجها من تشكيلة من المواد الخام مثل الغابات والمخلفات الزراعية والمخلفات والمكون العضوي للنفايات الحضرية الصلبة وغيرها من المكونات الصلبة العضوية[3]. فالنبات يمتص الطاقة الضوئية من الشمس خلال عملية التمثيل الضوئي (Photosynthesis):

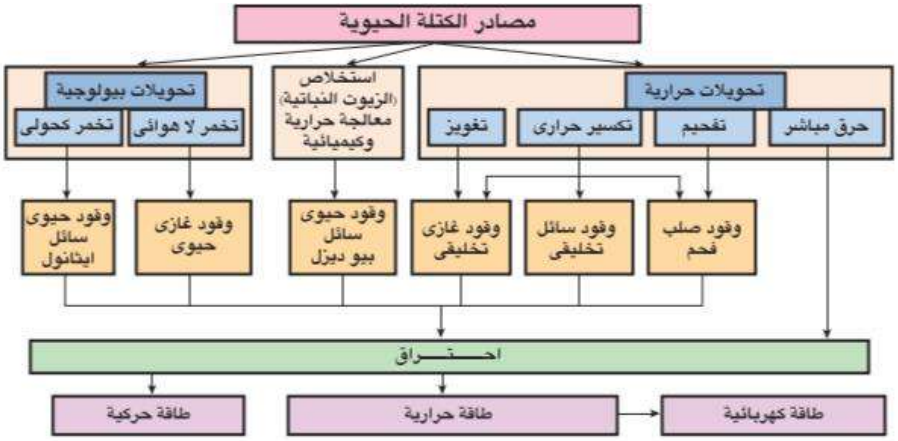
Water + Carbon Dioxide + Sunlight → Glucose + Oxygen

1- Wang Feng، "Thermodynamic analysis of high-temperature helium heated fuel reforming for hydrogen production"، المجلة العالمية للطاقة، مارس 2015، شوهد في: 2022/01/15.

2- https://sotor.com/، وليد مرسال، جوان 2019 ساعة: 13:24، شوهد في: 2022/01/15.

3 مصادر الطاقة المتجددة و التخفيف من آثار تغير المناخ -التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، وحدة الدعم الفني للفريق العامل الثالث لبحوث تأثير المناخ معهدPotsdam، 2011م ، ص46.

تتحول الطاقة الضوئية من الشمس إلى طاقة كيميائية في النبات ومنها يتغذى الإنسان والحيوان بما أن الكتلة الحيوية موجودة في كل ما نأكله مثل الخضراوات أو لحوم أو مشتقاتهما، وهي موجودة في المحاصيل و المخلفات وفي الصرف الصحي وبعض المخلفات الصناعية، وكما هو موضح في الشكل (Ⅲ-12) تتحول الكتلة الحيوية من خلال عمليات حرارية او كيميائية او بيولوجية وتحت ظروف ضغط ورطوبة إلى أشكال مختلفة من الطاقة سواء حرارة او وقود سائل أو وقود غازي أو صلب[1].



الشكل (Ⅲ-12): مخطط مصادر الكتلة الحيوية. المصدر: مجلة الكهرباء العربية، العدد 133

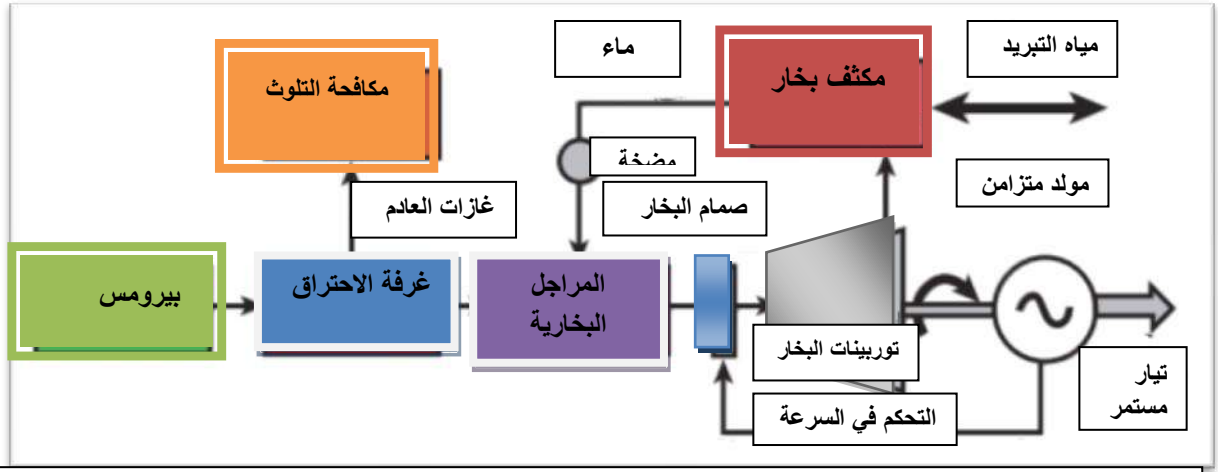
وعلى الرغم من أن حرق الوقود أو المخلفات ينتج عنه انبعاثات كربونية إلا أنه تم تصنيف الكتلة الحيوية كأحد مصادر الطاقة المتجددة، ليس لكونها بصفة رئيسية من الطاقة الشمسية ولكن أيضا للتعادل الذي تحدثه بين ما تمتصه من ثاني أكسيد الكربون من الجو وما ينبعث منها انبعاثات الكربون[2].

الفرق بين الكتلة الحيوية والكتلة الأحيائية:

تعرف الكتلة الإحيائية التقليدية منخفضة النجاعة الناتجة عن الخشب والروث ونحوه من السماد الطبيعي المستخدمة عادة للطهي والتدفئة والتي تشير عادة للاستخدام غير المستدام في البلدان الفقيرة والنامية ما يؤدي لآثار خطيرة بيئية وصحية ومعاشية، أما الطاقة الحيوية عالية النجاعة تستخدم مواد صلبة وسائلة وغازية لتوليد الحرارة والكهرباء وتشمل أنواع الوقود الحيوي السائل: الإيثانول والديزل الأحيائي، والغازات المشتقة منها كالميثان الناتج عن المعالجة اللاهوائية للمخلفات الزراعية والحضرية في توليد الطاقة والتي تصنف كمورد غير طبيعي سببته الأنشطة البشرية المختلفة.

1- مهندسة أمينة صبري ، د. ماجد كرم محمود ، المركز الإقليمي للطاقة المتجددة و كفاءة الطاقة نشرت بالتعاون مع مجلة الكهرباء العربية، ص18، العدد 133، سبتمبر 2018، https://www.noor-book.com(شوهد يوم: 2022/02/23)
2- مرجع سابق.

من أشهر هذه العمليات حرق المخلفات للحصول على حرارة و تغويز أو التخمير اللاهوائي للحصول على وقود حيوي غازي أو غاز حيوي والانحلال الحراري للحصول على وقود سائل، ويوضح الشكل (Ⅲ-13) نموذجا لمحطة بخارية نمطية لتوليد الكهرباء يظهر فيها مكان الوقود مصدر الكتلة الحيوية المستخدم (مخلفات صلبة أو سائلة أو غازية).



الشكل (Ⅲ-13): محطة بخارية نمطية لتوليد الكهرباء /المصدر: مجلة الكهرباء العربية، العدد133

Ⅲ- 3-2- المصادر غير الطبيعية للطاقة المتجددة (النفايات):

تثمين النفايات هو عملية تهدف إلى حماية البيئة من خلال التقليل من كميات النفايات كونها مصدر من مصادر تلوث التربة و المياه الجوفية، وفي نفس الوقت تحقيق قيمة مضافة من خلال الحفاظ على الموارد وإعادة استخدام المواد القابلة للاسترداد أو التدوير أو تحويلها إلى طاقة. [1]

1) تقنيات تحويل النفايات إلى طاقة:

أ) تقنية البيرومكس (Pyromex): هي تقنية سويسرية الأصل وتعرف تكنولوجيا بأنها عملية تحويل النفايات إلى طاقة دون انبعاث ضار لـ CO_2، وتهدف إلى الجمع الكلي للطاقة، مما يساهم في حل أزمة العجز في الطاقة و تلوث البيئة في آن واحد فهي تتفق مع أعلى المعايير الدولية في المحافظة على البيئة واستغلال المخلفات بصورة اقتصادية. هذه التكنولوجيا هي ببساطة محول حراري يعمل في درجات حرارة عالية جدا (أكثر من 1250°) دون أوكسجين و العنصر الرئيسي في هذه التكنولوجيا هو

1- نسرين فاطس، محمد يدو، تثمين النفايات كاستراتيجية لتحقيق التنمية المستدامة (دراسة حالة الجزائر)، مجلة الأبحاث الاقتصادية، جامعة لونيسي علي بليدة2 (الجزائر)، المجلد16، العدد2، 2021.

القدرة على الحصول على حرارة فائقة الشدة بأقل كلفة من خلال نظام تسخين صمم ووضع خصيصا لذلك.

أنواع النفايات المستخدمة في العملية : تتناسب جميع النفايات سواء كانت صلبة أو سائلة، عضوية أو غير عضوية مع طريقة البيرومكس و أيضا المخلفات الخطرة ماعدا المخلفات النووية. المواد العضوية تتحول إلى غازات صناعية نظيفة تستخدم بدورها لإنتاج الكهرباء (H_2-C_2H_4 -C_2H_6 -CH_4) بينما المواد غير العضوية تتحول إلى مواد أشبه بالرمل أو البازلت، غير قابلة للارتشاح و مخلفات غير ضارة بالبيئة يمكن إعادة استخدامها فيما بعد [1].

ب) الغاز الحيوي(Biogas) :

تهدف تكنولوجيا الغاز الحيوي إلى إعادة استخدام المخلفات العضوية كمخلفات المحاصيل وروث الماشية بطريقة اقتصادية وآمنة صحيا لإنتاج طاقة جديدة متجددة و كبديل للطاقة التقليدية مع إنتاج سماد عضوي جيد و حماية للبيئة، و تعتمد هذه التكنولوجيا على التخمر اللاهوائي للمخلفات الصلبة و السائلة وهي من التكنولوجيات المنتشرة في العديد من دول العالم لمعالجة مخلفات الصرف الصحي و مخلفات المزرعة النباتية ، الحيوانية والقمامة بطريقة اقتصادية و آمنة بيئيا من التلوث مع إنتاج غاز ميثان كمصدر جديد و متجدد للطاقة يساهم إلى حد كبير في ترشيد استهلاك الطاقة التقليدية كالبترول و حماية البيوماس من الحرق المباشر، و يعتبر الغاز الحيوي خليط من غازي الميثان (50-70%) و ثاني أكسيد الكربون (20-25%) مع مجموعة غازات أخرى مثل كبريتيد الهيدروجين و النيتروجين و الهيدروجين تتراوح نسبتها بين (5-10%) وكبريتيد الهيدروجين أخف من الهواء. وتتراوح القيمة الحرارية للغاز الحيوي بين (3170-6625 kcal/m³) تبعا لمحتواه من غاز الميثان. كما يستخدم كمصدر لعلف الحيوان و الطيور المنزلية لاحتوائه نسبة عالية من المواد البروتينية ولا يحتوي على مركبات ضارة بالكائنات الحية [2].

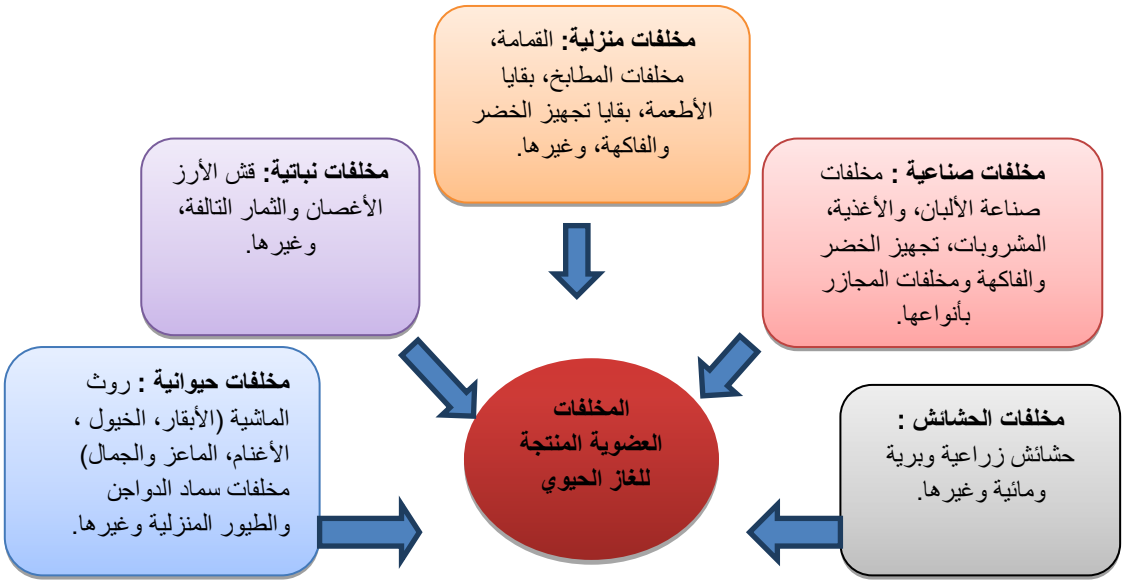
1- عبير فرحات، طه عبد العظيم، نهال محمد فتحي الشحات، المنافع الاقتصادية و البيئة لاستخدام الطاقة البديلة في تحويل القمامة إلى طاقة، كلية التجارة، جامعة عين الشمس، معهد الدراسات والبحوث البيئية، ص446، المجلد 33، الجزء الثاني، يونيو 2016.
2- مرجع سابق.

جدول (Ⅲ-01): مكونات الغاز الحيوي ونسبها.

المكون	مجال القيمة	القيمة المتوسطة
الميثان(CH_4)	%70-45	%60
(CO_2)	%55-25	%35
بخار ماء(H_2O)	%10-0	%3,1
نيتروجين(N_2)	%5-0,01	%1
أكسيجين(O_2)	%2-0,01	%0,3
هيدروجين(H_2)	%1-0	أصغر1%
أمونياك(NH_3)	mg/m³2,5-0,01	mg/m³ 0,7
كبريتيد الهيدروجين(H_2S)	mg/m³ 30000-10	mg/m³500

المصدر: الجمعية الألمانية للمياه و الغاز

النفايات العضوية المنتجة للغاز الحيوي: يلخص المخطط التالي المواد المنتجة للغاز الحيوي.



الشكل (Ⅲ- 14) : المواد المنتجة للغاز الحيوي

مميزات استخدام الغاز الحيوي :

- يستخدم للتخلص من النفايات الزراعية والصناعية بشكل آمن و يحل مشكلة إمدادات الطاقة حيث يعد أفضل من حرق الخشب ويستخدم في توليد الكهرباء.

- يعد غاز الميتان واحدة من أفضل الغازات حيث لا ينتج عنه دخان .
- يحل مشكلة الصرف الصحي ويحسن النظافة اليومية الزراعية والبيئية.
- يستخدم غاز الميثان لإنتاج الميثانول والذي يستخدم في صناعات عديدة .
- إن خروج غاز الميثان وغاز ثاني أكسيد الكربون بصورة حرة إلى الغلاف الجوي جراء عمليات التحلل الهوائي بسبب زيادة تأثير ظاهرة الاحتباس الحراري ، فتأثير غاز الميثان يفوق تأثير غاز ثاني أكسيد 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 [1] .

عملية التخمير اللاهوائي (Anaerobic Digestion) :

- **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 و تستخدم الطاقة للمحافظة على النشاط الميكروبي).

- **آلية 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 الاكسيجين، ينتج عن هذه العملية خليط قابل للاحتراق مكون من غازات CO_2 وCH_4[2] .

يجمع الغاز الناتج في خزانات حيث يبلغ حجم الغاز الناتج ما يعادل 1,5-2,5 من حجم الهاضم نفسه فلو افترضنا أن حجم الهاضم يبلغ 1000 l فإن حجم الغاز الناتج يبلغ حوالي 1500إلى2500 l، وتختلف نسبة CH_4 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 N_2 وهو الذي تحتاجه النباتات، لذلك فإن مخلفات عملية الهضم اللاهوائي تستعمل أسمدة للنباتات في المزارع وبهذا الشكل يمكن الاستفادة من المخلفات باعتبارها مصدر طاقة ومصدر أسمدة في ذات الموقف، حيث تعتبر الأبقار من أفضل الحيوانات في مجال إنتاج الغاز من المخلفات.

1- Cuellar, Amanda D and Michael EWebber."Cow power: the energy and emissions benefits of converting matiure to biogas", Environ. Res. Lett, 2008.

2- منال عريشة، نسرين الصوا، مدخلات ومخرجات الهاضم الحيوي والعوامل المؤثرة على التحلل اللاهوائي24، أكتوبر2009.

العوامل المؤثرة على عملية التخمر اللاهوائي [1]:

فيما يلي نستعرض المرتكزات العملية أو العوامل المؤثرة على عملية التخمر اللاهوائي :

- **البكتيريا :** تم تصنيف البكتيريا إلى أربع أنواع حسب نوع مادة الخام المستخدمة بواسطتها كغذاء و تلك المنتجة بنهاية عملية التغذية

- **بكتيريا التحلل و التخمر:** تحول المركبات العضوية (كالكربوهيدرات و البروتينات و الدهون) إلى سكريات و نشويات و أحماض أمنية و أحماض دهنية عليا و مركبات متعادلة ومركبات أبسط كحامض الخليك ومركبات أحادية الكربون زائد H_2 و CO_2.

- **بكتيريا منتجة للهيدروجين والخلات:** تحول منتجات المجموعة السابقة من البكتيريا كالأحماض الدهنية الأعلى من الخليات كالبروبيوتيك والبيوتريك والمركبات المتعادلة كالإيثانول والبروبانول إلى هيدروجين وخلات.

- **بكتيريا منتجة للخلات:** هذا النوع يعمل على نطاق واسع من المركبات العضوية أحادية أو متعددة ذرات الكربون ويحولها إلى حامض خليك.

- **بكتيريا منتجة الميثان:** تستخدم الـH_2، CO_2، الخلات وCO،لإنتاج غاز الميثان.

- **الوسط الغذائي :** أي المواد العضوية اللازمة لإنتاج الغاز الحيوي وخصوصا العناصر الضرورية لتغذية الأنواع المختلفة من البكتيريا المساهمة في عملية إنتاج الغاز الحيوي ، هذه العناصر يمكن تصنيفها في مجموعتين أساسية و ثانوية :

العناصر الأساسية تشمل الكربون، النيتروجين و الفسفور و الكبريت، بينما الثانوية تشمل الكالسيوم و المغنيزيوم، الزنك و الحديد.

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 اما النتروجين فهو ضروري لإنتاج الأحماض الأمنية، حيث أثبتت نتائج الأبحاث أن نسبة كربون/نيتروجين (C /N) تعادل 30-25% هي الأفضل.

1 -Cuellar, Amanda D and Michael EWebber (2008)."Cow power: the energy and emissions benefits of converting matiure to biogas", Environ. Res. Lett,

- **درجة الحرارة :** إن البكتيريا المنتجة للميثان هي أكثر أنواع البكتيريا تأثيرا بتذبذب درجة الحرارة لذلك صنفت بكتيريا الميثان إلى ثلاث مجموعات وذلك حسب تكيفها مع درجات الحرارة.

- **درجة الحموضة :** إن عملية التخمر اللاهوائي يمكن أن تقسم إلى مرحلتين مرحلة إنتاج الأحماض ومرحلة تحويل الأحماض، إن ارتفاع الحموضة في المرحلة الأولى شيء طبيعي و البكتيريا العامة في هذه المرحلة متأقلمة (بكتيريا التحلل و التخمر و بكتيريا 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).

- **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 و المغنيزيوم، الصوديوم، البوتاسيوم، الحديد، الأمونيوم و الكبريت. تكون أعراض التسمم في درجاته الدنيا عبارة عن بطيء أو نقص في معدل إنتاج الغاز وفي الحالات الحادة تتوقف تماما العملية الحيوية الكيميائية نتيجة لتسمم وموت البكتيريا بالرغم من أن كل أنواع البكتيريا المساهمة في عملية التخمر اللاهوائي تتأثر بهذه السموم إلا تلك المنتجة للميثان أشدها حساسية وتأثيرا.

ج) الحرق (Combustion) :

هو عملية حرارية تتمثل في التهديم التام للنفايات وتحويلها إلى مواد بسيطة (CO_2 ، Na، H_2O) تحت تأثير درجة حرارة عالية و الأكسجين [1] هذه الطريقة تتمثل في "حرق النفايات الحضرية الصلبة داخل منشآت خاصة وهي الأفران، باستخدام لهب يمكن التحكم فيه يحرق النفايات عند درجات حرارة عالية (1600F°أو أكثر)، ويعتبر من أنجع وسائل المعالجة لإزالة النفايات المنزلية" هذه الطريقة للتخلص من النفايات تسمح بـ:

- التقليل بشكل كبير في حجم ووزن الفضلات باستطاعته وبصورة مثالية إنهاء من 60 إلى 90% من حجم القمامة، بتحويلها إلى غاز وحرارة ومعادن هامدة (رماد و نفايات الفحم و الحديد).
- استعادة الطاقة الناتجة من حرق النفايات.

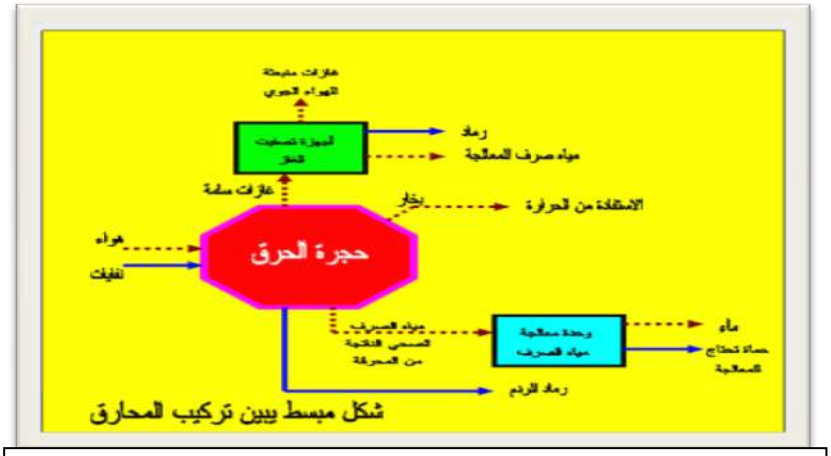
1- جراردة مختار، تثمين النفايات الصلبة الحضرية في المخطط التوجيهي لتسيير النفايات الصلبة الحضرية دراسة حالة (مدينة مسيلة) مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي، جامعة محمد بوضياف مسيلة، ص44.

- إزالة الأوبئة الميكروبية بتدمير البكتيريا و الفيروسات (لأجل هذا السبب مازالت الحل الموجه بالنسبة لنفايات المستشفيات المعدية) [1].

أنواع الاحتراق: قد تعددت أنواع الحرق حسب الفائدة الموجودة من ذلك، ونستطيع أن نميز طريقتين للحرق [2] :

- **الحرق دون استرجاع الطاقة:** هذه الطريقة تتمثل في حرق النفايات في أفران خاصة حسب ميزاتها (نسبة الرطوبة، الاستطاعة الحرارية....) ونستطيع الاستفادة من هذه الطريقة من خلال المواد التي تتركها ممثلة في نفايات الفحم و الحديد، التي تمثل حوالي 10% من الحجم و من 25-30 % من وزن النفايات المحترقة وهي إما توجه نحو المفرغة أو تعاد جزء منها.

- **الحرق مع استرجاع الطاقة:** تكون بنفس الإجراء السابق ولكن نضيف جهاز لاسترجاع الحرارة المنبعثة من احتراق القمامة يمكن استرجاعها كبخار عن طريق مرور الدخان عبر أنابيب المسخنات، تستخدم هذه الطاقة الناتجة من أجل التسخين الحضاري واستعمالات أخرى و إنتاج الكهرباء.



شكل (III-15): طريقة حرق النفايات والاستفادة منها.

المصدر: د. ترافس وانجر ترجمة الدكتور محمد صابر، ص 182

يلخص الشكل السابق بصفة عامة مبدأ حرق النفايات وأهم المواد الناتجة عن هذه العملية، حيث تزود حجرة الحرق بالنفايات القابلة لاحتراق والهواء، من أجل إحداث هذه العملية التي تنتج عنها عدة مواد وغازات وسوائل متمثلة في الرماد وبخار الذي يمكن أن نستفيد منه في إنتاج الطاقة، وغازات سامة التي يجب معالجتها بواسطة أجهزة تصفية الغازات وأخيرا المياه الناتجة عن المعالجة والتي يمكن معالجتها عن طريق وحدة معالجة هذه الأخيرة.

1- د. ترفاس واجنر ترجمة .د. محمد صابر، البيئة من حولنا دليل لفهم التلوث وآثاره، الجمعية المصرية لنشر المعرفة القاهرة 1998 ص180.

2 -Hamid chaouchi « les modalités téchnique potentielles de traitement » in actes du séminaire gestion intégrée des déchet solide. p145

إجراءات عملية احتراق النفايات:

من أجل إجراء عملية احتراق النفايات بصفة جيدة، يجب أن نأخذ في الحسبان المميزات التالية [1]:

- **التركيب الكيميائي:** معرفة التركيب الكيميائي لبعض النفايات لأن احتراق بعضها يؤدي إلى انبعاث الأدخنة السامة.

- **القدرة الدنيا على توليد الحرارة :** عند ارتفاع قدرة توليد الحرارة تؤدي إلى تحسين الاحتراق بصورة طبيعية مع انخفاض انبعاث الملوثات وكذا انخفاض طفيف في الرماد.

- **معدل الرطوبة :** إذا كان معدل الرطوبة أكثر من(50%) فإن الاحتراق لا يكون له أي فائدة، زيادة على ذلك فإن التغيير في ضغط المنتجات يؤدي إلى وجود أوقات احتراق غير متكافئة و كذا صعوبات في الحصول على الخليط الخاص بالهواء القابل للاحتراق واللازم لعملية الاحتراق الجيدة، ونجد كذلك أن التباين في مركبات النفايات يمكن أن نجد أجزاء قابلة للاحتراق كالورق و مواد خاملة كالزجاج، مواد عضوية ذات حفظ شديد للماء.

مراحل احتراق النفايات: إن عملية الاحتراق خاضعة لثلاث مراحل [2]:

- **مرحلة تجفيف أو تبخير الماء :** يسمح بإزالة الماء من القمامة ومنه الوصول إلى درجة الاحتراق.

- **مرحلة الاحتراق:**الاحتراق المتولد من المرحلة السابقة يستأنف ولا يظم سوى المواد القابلة للاحتراق.

- **مرحلة نهاية الاحتراق:** عندما تنتهي عملية الاحتراق تظهر بعد ذلك مواد متمثلة في خبث الحديد و الرماد، والتي يمكن الاستفادة منها و إعادة استرجاعها.

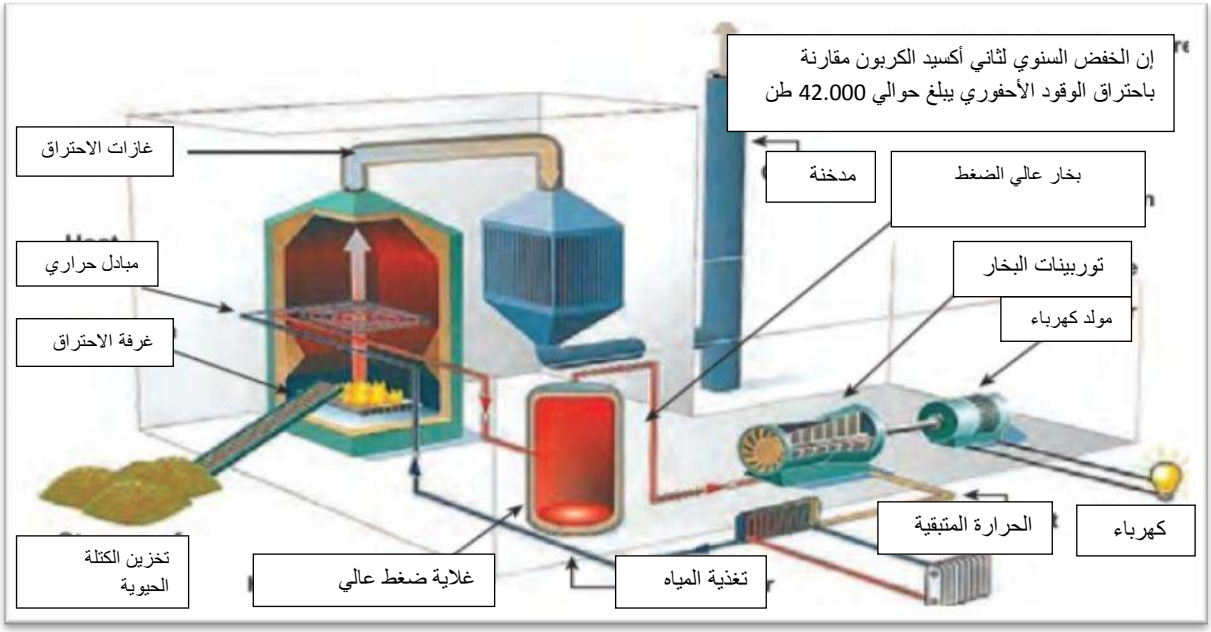
توليد الكهرباء من حرق النفايات:

تعد تكنولوجيا حرق المخلفات لتوليد الكهرباء من التكنولوجيات الأكثر شيوعا في العالم نظرا لمعقولية تكلفتها و تنفيذها مقارنة بنظرائها خاصة وأن تحويل محطات توليد الكهرباء بالفحم إلى التوليد بالمخلفات لا تحتاج إلى استثمارات جديدة، وقد حرصت العديد من الدول على تطبيق هذه التكنولوجيا حيث تتجنب انبعاثات بحوالي 42 ألف طن سنويا في حالة حرق الكتلة الحيوية بدلا من الفحم للحصول على نفس القدرة من الكهرباء، ففي الولايات المتحدة وحدها تجري حاليا تحويل معظم وحدات 55 محطة من الفحم إلى الكتلة الحيوية.

1- بديار عادل، تثمين النفايات الصلبة الحضرية وإدارتها(دراسة حالة المسيلة) ، معهد التسيير والتقنيات الحضرية ، جامعة المسيلة، مذكرة مقدمة لأجل نيل شهادة الماجستير.
2- مرجع سابق.

وفي بلدان منظمة التعاون الاقتصادي و التنمية (OECD) تستوفي محطات الحرق الجديدة معايير الانبعاثات الصارمة، وتخفض حجم المخلفات الأصلية بنسب تتراوح بين 90 و 96% أو 70% من وزنها باستخدام القوالب أو الإصبعيات التي يتم إنتاجها من كبس المخلفات، مما يساهم أيضا في خفض الانبعاثات عن تلك المخلفات ذات الحجم العشوائي، وتتراوح الكفاءة الكهربائية لغالبية المحطات الحالية التي تولد الكهرباء من خلال دورة البخار بين 14 و 28% وتولد ما بين 450 و 550 kwh من الكهرباء من مخلفات البلدية الصلبة، و تستعمل بقية الطاقة المنتجة كحرارة بينما تطلق نحو طن واحد من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي[1].

يوضح الشكل (Ⅲ-16) نموذجا لمحطة توليد الكهرباء بحرق الكتلة الحيوية تظهر فيه غرف حرق الوقود، من خلال مبادل حراري تسخن المياه وتحويلها إلى بخار لتشغيل تربينه بخارية وتوليد الكهرباء.



الشكل (Ⅲ-16): نموذجا لمحطة توليد الكهرباء بحرق الكتلة الحيوية

د) عملية الانحلال الحراري (Pyrolysis):

الانحلال الحراري هو تفاعل تحلل حراري في وجود جو خامل (بدون مؤكسد). [2] وهي عملية كيميائية تستخدم فيها الحرارة الفائقة (حوالي 550 °C) في غياب الأكسيجين لتفكيك المواد العضوية الغنية بالكربون، وإنتاج ثلاثة أنواع من مصادر الطاقة: فحم صلب بنسبة 35% وزنا و زيت سائل

1- مهندسة أمينة صبري و د. ماجد كرم محمود ، المركز الإقليمي للطاقة المتجددة و كفاءة الطاقة نشرت بالتعاون مع مجلة الكهرباء العربية. العدد 133، سبتمبر 2018 https://www.noor-book.com ، 2022/02/23.

2 - Paul IWUNZE TRI FYL / IMTMINES-ALBI-Benchmarking des technologies de pyrolyse et de gazéification adaptées à la valorisation, des CSR et du Bois-B sous forme du gaz, 04 septembre 2020 , p08

(وقود حيوي) بنسبة 40% وغاز اصطناعي هو خليط من الميثان و أول أكسيد الكربون و الهيدروجين و ثاني أكسيد الكربون بنسبة 10%. يعد الفحم الصلب و الوقود الحيوي قابلان للتخزين أما الغاز فيحرق في عملية الانحلال الحراري التي هي أكثر أمانا و أقل تلويثا من الحرق [1].

تقنيات الانحلال الحراري:

- **الانحلال الحراري السريع :** يحدث بمعدل تفاعل يصل إلى 1000°C / min ووقت مكوثه أقل من ثانيتين، ينتج هذا التفاعل بشكل أساسي سائل عضوي رطبا بنسبة 75%لاتقريبا.

- **الانحلال الحراري البطيء :** يحدث بوجود معدل تسخين بطيء نسبيا يبلغ حوالي 80°C/ min و زمن بقائه من بضع ساعات إلى بضعة أيام تحت درجة حرارة 400°C،في هذه الطريقة تمتص جزيئات الكتلة الحيوية طاقة كافية لتكون قادرة على كسر المزيد من الروابط الكيميائية التي تسبب إطلاق المزيد من الجزيئات في الطور الغازي[2].

تقنيات أخرى للانحلال الحراري : [3]

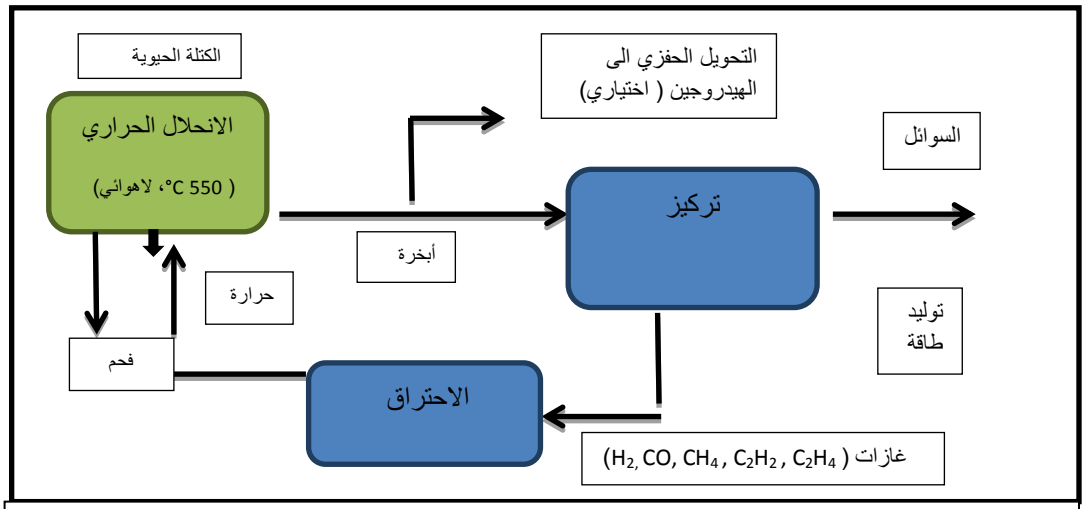
- الانحلال الحراري الفراغي.
- الانحلال الحراري للبلازما.
- دورية فرن الانحلال الحراري.
- انحلال الحراري الملح المصهور.
- الانحلال الحراري بالموجات الدقيقة.
- الانحلال الحراري المائي.
- الانحلال الحراري المحمول.

توليد الكهرباء من عملية الانحلال الحراري:

يتيح الانحلال الحراري الاستعمال المباشر للمنتجات وهناك اتجاه حديث لتحويل البلاستيك المتخلف بعد إعادة تدويره إلى نفط أو غاز وهذا يولد 1,8-3,6 مليون وحدة حرارية بريطانية (BTU) من البلاستيك، وتبلغ تكلفة معالجة المخلفات البلدية الصلبة بهذه الطريقة في البلدان الصناعية نحو 50 $/tonnes. وهناك عدة محطات حول العالم تستخدم عملية الانحلال الحراري لتفكيك المخلفات البلدية على سبيل المثال تجمع محطة لاستعادة المواد و الطاقة في بريطانيا بين الانحلال الحراري

1- أمينة صبري و د.ماجد كرم محمود، المركز الإقليمي للطاقة المتجددة و كفاءة الطاقة نشرت بالتعاون مع مجلة الكهرباء العربية، العدد 133، سبتمبر 2018 ، شوهد في 2022/02/20.
2- مرجع سابق1، ص 33.
3 -Paul IWUNZE TRI FYL / IMTMINES-ALBI-Benchmarking des technologies de pyrolyse et de gazéification adaptées à la valorisation, des CSR et du Bois-B sous forme du gaz, 04 septembre 2020 , p08

وإعادة التدوير و إنتاج السماد، وفي هذه المحطة التي تبلغ قدرتها 200 ألف طن من المخلفات سنويا يتم استعمال 118 ألف طن لتوليد نحو 18 ,3mw من الكهرباء أي 155kwh/tonnes وتذهب الكمية المتبقة البالغة 28 ألف طن لإعادة التدوير و التسميد [1].



الشكل (Ⅲ-17): عملية الانحلال الحراري وينتج عنها سائل عضوي Oil-Bio لاستخدامه كوقود في محطات توليد الكهرباء أو غاز عضوي منها H_2 و CH_4 بالإضافة إلى الفحم النباتي الصلب وذلك طبقا لدرجات حرارة محددة.

المصدر: مجلة الكهرباء العربية، العدد 133

ج) عملية التغويز (Gasification) :

هي عملية كيميائية يتم فيها تسخين الكتلة الحيوية مع كمية محدودة من O_2 في الضغط الجوي وفي درجة حرارة تصل إلى 1400°C للحصول على غاز قابل للاحتراق يتكون منH_2، CO، CH_4 وN_2 يستخدم كوقود في محطات الكهرباء أو في آلات الاحتراق الداخلي. كما تعتبر هذه تكنولوجيا وسيلة لتحويل أنواع منخفضة القيمة من الوقود والمخلفات إلى غاز اصطناعي والبلاستيك الذي لا يعاد تدويره ومخلفات الصناعة الزراعية وحمأة الصرف الصحي المجففة والفحم، وفي المحطات الكبيرة يستعمل هذا لتوليد طاقة كهربائية وإنتاج الحرارة، وهو ما يعتبر جاذبا من الناحيتين الاقتصادية والبيئية [2].

تقنيات التغويز: تم تطوير تقنيات جديدة عبارة عن فئتان رئيسيتان من أجهزة التحويل إلى غاز: القاعدة الثابتة والطبقة المميعة، ولكن هناك أنواع مختلفة من المفاعلات تم تطويرها:سرير ثابت مزدوج مسخن، سرير ثابت متدرج، سرير مميع مزدوج، مغوزات البلازما، مغوزات بديلة ومغوز سرير مميع دوار [3].

1- مهندسة أمينة صبري ، د. ماجد كرم محمود ، المركز الإقليمي للطاقة المتجددة و كفاءة الطاقة نشرت بالتعاون مع مجلة الكهرباء العربية ، ص 20 ، العدد 133 ، سبتمبر 2018 ، شوهد في 2022/02/23.

2- مرجع السابق.

3 - Paul IWUNZE TRI FYL / IMTMINES-ALBI-Benchmarking des technologies de pyrolyse et de gazéification adaptées à la valorisation, des CSR et du Bois-B sous forme du gaz, 04 septembre 2020 , P59

2) الآثار المترتبة عن عملية تثمين النفايات:

تساهم عملية التثمين في تحويل النفايات من مواد ضارة إلى مواد نافعة يمكن الاستفادة منها :

الأثر البيئي: تثمين النفايات يعمل على التقليل من نسبة التلوث بكافة أنواعه من خلال معالجة النفايات أو التخلص الآمن منها و تخفيض الضغط على مواقع طمر النفايات التي تقع غالبا قرب المدن الحضرية ويمكن أن تسبب الحرائق والانفجارات وتشويه منظر المدن:

- تقليل الانبعاثات الكربونية المتسببة في الاحتباس الحراري والتغيرات المناخية للأرض.

- توفير الطاقة والمحافظة عليها.

- زيادة التنوع البيولوجي، حيث أن تدوير النفايات ومعالجتها يؤدي إلى تقليل التلوث بكافة أنواعه الذي يؤدي إلى هلاك الكائنات الحية والنباتات والأحياء المجهرية [1] .

الأثر الاقتصادي:

- توفير فرص استثمارية لأصحاب الأموال من خلال توفير وتهيئة ظروف وعوامل الاستثمار في مجال تدوير النفايات.

- تخفيض الضرائب والرسوم على المؤسسات التي تستعمل مختلف التقنيات لمعالجة نفاياتها.

- المساهمة في تحقيق التنمية المستدامة من خلال المحافظة على الموارد الطبيعية من الاستنزاف وضمان حقوق الأجيال القادمة من الموارد الطبيعية [2].

الأثر الاجتماعي :

- تخفيض نسب البطالة من خلال توفير فرص عمل مناسبة لذوي الدخل المحدود عن طريق جمع وفرز النفايات لمواقع المعالجة، بالإضافة إلى فرص العمل للوسطاء الذين يمثلون حلقة وصل بين جامعي النفايات ومعامل التدوير.

- عملية تثمين النفايات ومعالجتها يرفع روح المواطنة والمسؤولية الاجتماعية اتجاه البيئة وزيادة الوعي البيئي، مما يساهم في حماية البيئة وتقليل التلوث وانتشار الأمراض والأوبئة [3].

1 - Twardowska, Irena, Allen, Herbert, Kettrup, Antonius A, Lacy, William J, SOLID WASTE: ASSESSMENT , MONOTORING AND REMEDIATION, ELSEVIER B.V, Netherland, p281.

2- نسرين فاطس، محمد يدو، تثمين النفايات كاستراتيجية لتحقيق التنمية المستدامة دراسة حالة الجزائر، مجلة الأبحاث الاقتصادية، جامعة لونيسي علي بليدة2 (الجزائر)، ص 432،المجلد16، العدد2، 2021.

3- صدى مدحت مجيد الصاهوكي، إعادة تدوير النفايات ودورها في تحسين الكفاءة الإنتاجية، بحث تطبيقي في معمل الاسمنت بازيان شركة لافراج الفرنسية، أطروحة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، المعهد العالي للدراسات المحاسبية والمالية، جامعة بغداد، 2017، ص28.

3) أبرز قصص النجاح من العالم في مجال توليد الطاقة من النفايات :

تجربة مصر في الغاز الحيوي: استخدام مصر للطاقة البديلة، الغاز حيوي هام في عالم الطاقة البديلة وخطوة ذات منفعة بيئية واقتصادية هامة. تعمل وحدات الغاز الحيوي على توفير قيمة 7 أطنان من السماد العضوي وهو ما يعادل قيمة السماد الكيميائي الذي يستخدمه الفلاح في تسميد الأرض ويسبب تلوث بيئي، وتمتلك مصر 8,5 ملايين رأس ماشية بمحافظات مصر منهم 8,5 ملايين لدى الفلاحين، ويمكنها بالعمل في وحدات الغاز الحيوي إنتاج 3,8 ملايين متر مكعب من الغاز الحيوي يوميا بمعدل 360 مليون أنبوبة سنويا، لافتا إلى أن الحكومة تتحمل تكلفة أنبوبة الغاز نحو 60 جنيها، والمشروع 60 غاز، L من تلك المخلفات يمكن تحويله إلى 1Kgيساهم في توفير 2,5 مليار جنيه سنويا. حيث كل فالروث الحيواني من رأس ماشية واحدة، تكفي لاستهلاك أسرة يوميا من الغاز وتنتج الوحدة سماد عضوي يصل سعر الطن منه 140 جنيها والعمر الافتراضي لوحدة الغاز الحيوي يتراوح من 20 إلى 25 سنة، وسوف توفر على الدولة جزء كبير من الإنفاق الحكومي سواء كان على الدعم على المشتقات البترولية والكهرباء أو على الصحة العامة و البيئة لعلاج الأثار السلبية الناجمة عن المخلفات. [1].

تجربة السويد في تدوير النفايات وتحويلها إلى طاقة:

- معالجة ما يزيد عن مليوني طن من النفايات المنزلية كل عام وتحويلها إلى طاقة في محطات توليد الطاقة السويدية وحرق أيضا كمية مماثلة من النفايات الناتجة عن قمامة المصانع و الصناعات.
- الحرارة الناتجة عن حرق النفايات تسخن المياه الجارية في الأنابيب كي تصل إلى المنازل وتؤمن احتياجات التدفئة لما يقارب 810 ألف منزل و توليد طاقة كهربائية تغطي احتياجات 250 ألف منزل.
- عملية حرق النفايات في السويد تولد طاقة بقدر $1,1m^3$ مليون من النفط، مما يقلل كمية انبعاث ثاني أكسيد الكربون (CO_2) بمقدار 2,2 مليون طن سنويا [2].

واقع تسيير المثمن للنفايات في الجزائر:

في الجزائر وفي إطار البرنامج الوطني المدمج لتسيير النفايات المنزلية والنفايات المماثلة لها قامت الدولة الجزائرية بقفزة نوعية في إنشاء مراكز الردم التقني للنفايات عبر كامل التراب الوطني، حيث تسعى من خلال نشاطاتها المختلفة إلى المساهمة في حماية البيئة عن طريق معالجة النفايات والتخلص منها بطريقة تقنية وعلمية والاستغناء تدريجيا عن الطرق التقليدية. ويعتبر تثمين النفايات عاملا أساسيا

1- سمير أحمد الشيمي ، معهد بحوث الأراضي والمياه البيئة، البيوجاز(2004).
2- عبير فرحات، طه عبد العظيم، نهال محمد فتحي الشحات، المنافع الاقتصادية و البيئة لاستخدام الطاقة البديلة في تحويل القمامة إلى طاقة، كلية التجارة، جامعة عين الشمس، معهد الدراسات والبحوث البيئية، ص469، المجلد 33، الجزء الثاني يونيو 2016.

للتنمية المستدامة لأسباب بيئية واقتصادية. وللتعامل مع هذا الوضع، وضعت الاستراتيجية الوطنية للتسيير المدمج وتثمين النفايات آفاق 2035 أهدافا استراتيجية من أجل تعزيز الفرز عند المصدر لاستعادة 30% من النفايات، وللتحرك نحو الإدارة المتكاملة والمستدامة للنفايات، وتمهيد الطريق نحو اقتصاد أخضر يشكل الرابط الدائم بين البيئة والاقتصاد [1].

خلاصة:

تقدم الطاقات المتجددة مساحة واسعة من خيارات التطور يمكن التحرك فيها نحو حلول وبدائل طاقوية عن نظيرتها الأحفورية، حيث يتم العمل منذ سنوات على تسخيرها وتثمينها وفتح السوق الاقتصادي عليها وعلى تبعاتها من ايجابيات بيئية وتنموية، ومن خلال ما تعرفنا عليه من تقنيات في مجال تثمين النفايات يمكننا القول أنه هناك فرق شاسع بين الدول الأجنبية والعربية في تطبيق هذه التقنيات وإدارتها و الاستفادة منها، هذا ما يدفع بنا إلى التفكير في كيفية استغلال هذه التكنولوجيا من أجل التحكم في تحسين البيئة.

[1]- نسرين فاطس، محمد يدو، تثمين النفايات كاستراتيجية لتحقيق التنمية المستدامة (دراسة حالة الجزائر)، مجلة الأبحاث الاقتصادية، جامعة لونيسي علي بليدة2 (الجزائر)، ص 432، المجلد16، العدد2، 2021.

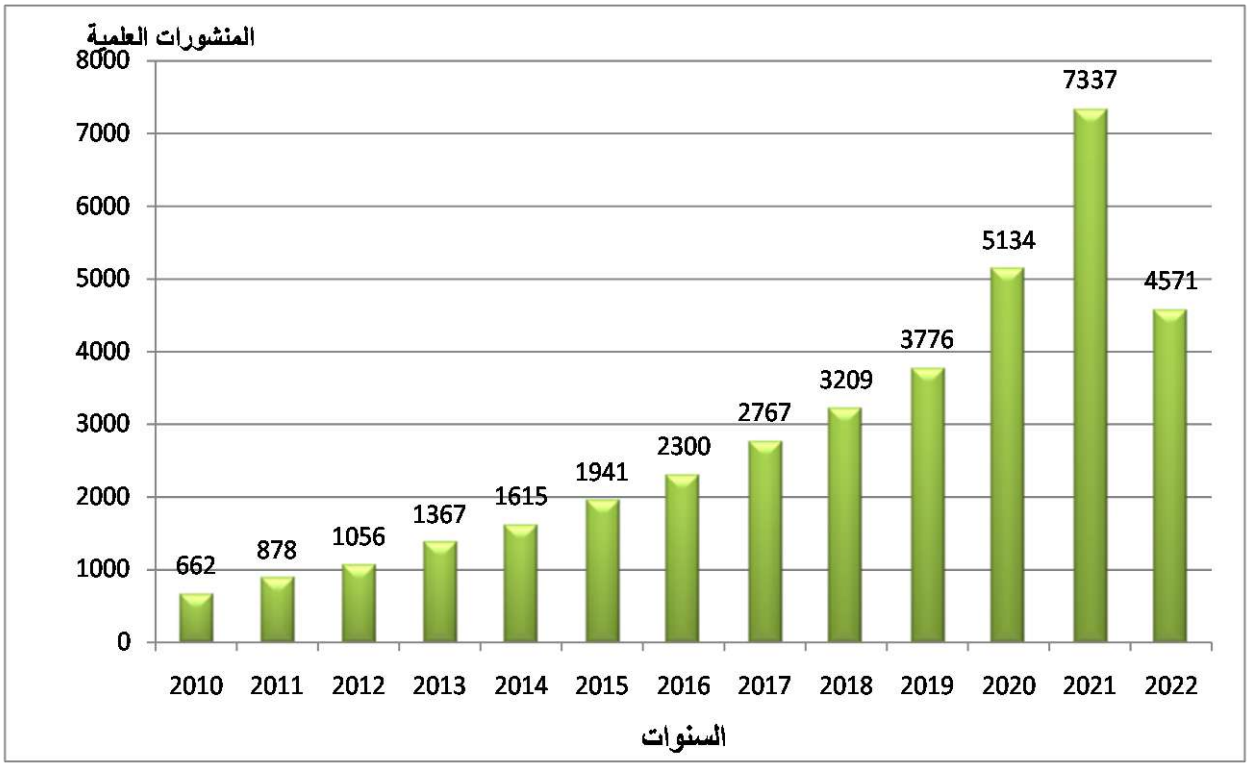
الفصل الرابع

تحليل دراسات سابقة حول تثمين الموارد الطبيعية وتحويلها إلى طاقات متجددة.

مقدمة

بعد التطرق للمصادر الطبيعية للطاقات المتجددة وطرق استخدامها سنتجه لتحليل بعض الدراسات السابقة ومقارنة هذه الطرق حيث سنعالج أهم تطورات استخدام الطاقات المتجددة من مصدر طبيعي مع أهم إسهاماتها في مجال الطاقة و الإمكانات العالمية التي تم احصاءها وفهم الأثر البيئي والاقتصادي الذي تحمله هذه الطاقات.

في المدرج التكراري التالي يمكن ملاحظة تزايد الدراسات المعنية بمجال الطاقة المتجددة ومصادرها الطبيعية في ظل التطورات الأخيرة في مجال الطاقوي والانتقال للطاقة الخضراء.



شكل (IV-1): مدرج تكراري يوضح عدد المنشورات العلمية حول دراسة تثمين الموارد الطبيعية خلال السنوات السابقة.

المصدر: https://www.sciencedirect.com/

IV- 1- تحليل دراسات سابقة حول تثمين الموارد الطبيعية وتحويلها إلى طاقة متجددة:

دراسة تحليلية (1) :

عنوان المقال: دور الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة[1]. (الجزائر-2018)

تقوم هذه الورقة البحثية بدراسة أهمية الطاقة المتجددة وإمكانيات الجزائر المحتملة.

جدول (IV-1): أهم النقاط التي جاءت في الورقة البحثية عن دور الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة.

إمكانات الجزائر من الطاقة الشمسية	- أهم دول المغرب من حيث مدة الإشعاع 169440 TWh سنويا. - معدل الإشعاع الشمسي: 5 - 7 KWh.m²/jour - مدة التعرض للشمس وطنيا تفوق 2000 ساعة سنويا ،ما يكفي لتغطية 5000 مرة من الاحتياجات الطاقوية والاستخدامات المتعددة.
إمكانات الجزائر من طاقة الرياح	تهب رياح بمتوسط سرعة يفوق 7 m/s خاصة بالمناطق الساحلية ما يوفر إمكانية توليد طاقة سنوية تقدر بـ 673 مليون Wh في حالة تركيب توربين هوائي بعلو 30 m مع رياح بسرعة 5.1 m/s. يمكن لهذا القدر من الطاقة تزويد 1008 مسكن من الطاقة. تم وضع تجهيزات توليد طاقة الرياح على الشريط الساحلي (منطقتين) والهضاب العليا (3مناطق) والصحراء(3 مواقع) وتقدر الطاقة المولدة لهذه المناطق بـ175 TWh سنويا، منها 37 TWh قابلة للاستغلال ما يعادل 75% من الاحتياجات سنة 2007.
إمكانات الجزائر من الطاقة المائية	- تقدر الأمطار المتساقطة بـ 65 مليار m² غير مستغل سوى 5% منه لانخفاض عدد محطات الإنتاج. - تبلغ حصة حظيرة الإنتاج الكهرومائي 286 MW فقط.
إمكانات الجزائر من الكتلة الحيوية (الوقود الحيوي)	- إمكانات قليلة بالمقارنة مع الطاقات الأخرى. - المساحة الغابية لا تمثل سوى 10% من المساحة الإجمالية للوطن. - تقدر المصادر الطاقوية من النفايات الحضرية و الزراعية بحوالي 5 مليون tep أما المورد الغابي 37 Mtep.
إمكانات طاقة الحرارة الجوفية	- يوجد أكثر من 200 منبع مياه معدنية حارة تزيد عن 40°. - يمكن الحصول على أكثر من 12m²/s من الماء الساخن ما يسمح بإنشاء محطات توليد للكهرباء.
دور الطاقة المتجددة في تحقيق البعد البيئي	- الحفاظ على الموارد الطبيعية و الاستخدام الأمثل لها على أساس مستديم، التحكم في الأنشطة الضارة بالبيئة و حسن استغلال المواد القابلة للتجدد كما أك الصندوق النقد الدولي سنة 1992. - كما يمكن القول أن عناصر البعد البيئي هي: - حماية الموارد وعدم استنزافها. - الحفاظ على التنوع البيولوجي. - حماية المناخ من الاحتباس الحراري.

1 عبدو علي طاهر، مجلة آفاق للدراسات و البحوث، العدد الأول، جانفي 2018.

دراسة تحليلية (2) :

عنوان المقال: التقرير الخاص عن مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ[1]. (2011)

يقدم التقرير الخاص الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بشأن مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ تقييما و تحليلا شاملا لتكنولوجيات الطاقة المتجددة و دورها الحالي والمحتمل في التخفيف من آثار انبعاثات الغازات الدفيئة.

جدول (IV-2): أهم ما جاء في التقرير الخاص عن مصادر الطاقة المتجددة وآثار تغير المناخ.

الطاقة الحيوية إمكاناتها و تطبيقاتها.	- وفرت حوالي 10% من إمدادات الطاقة العالمية أي ما يقدر بـ 50.3 EJ في السنة. - ينبغي استخدام محصول الكتلة الحيوية العالمي كاملا لتحقيق مستوى انتشار للطاقة الحيوية يبلغ 150 EJ في السنة بحلول عام 2050. - 67% منها تستخرج من الحطب، 14 % فقط مخلفات متنوعة، 10% مخلفات زراعية.. - تقلص بعض العوامل توليد الطاقة عن 100 إلى 300 EJ في السنة نظريًا.
الطاقة الشمسية : **1-الطاقة الشمسية الحرارية.** **2-توليد الكهرباء باستخدام أشباه الموصلات الضوئية.** **3-توليد الكهرباء بالتركيز الضوئي للطاقة الشمسية.** **4-إنتاج الوقود الشمسي.**	- قدرت إمكانية الطاقة الشمسية نظريا بـ 3.9× EJ في السنة إلا أن التقديرات تطبيقيا بين 1575 إلى 49837 EJ في السنة فقط. - الطاقة الحرارية الشمسية: 41.5 مليون m^2 من المجمعات الشمسية. - الكهرباء الكهروضوئية: 11.5GW سنويا، الخلايا الشمسية المتكونة من السيلكون تمثل 80% من السوق والباقي كادميوم التلوريد والسيلكون غير المتبلور، والآن البولي سيليكون. - مركزات الطاقة الشمسية ارتفعت بقدر 2 GW سنويا بنشاط 10 شركات مختلفة. - في الجانب البيئي تحد هذه التقنيات من انبعاثات الغازات الدفيئة والملوثات الجسيمية، كما لا تولد الطاقة الحرارية والتقنية الكهروضوئي أي نوع من المشتقات الصلبة والغازية والسائلة.
الطاقة الحرارية الأرضية	- إمكانية الحرارة المخزنة بالأرض: 110 EJ إلى 403 EJ× نزولا إلى 10 km في العمق، من 318 إلى 1109 EJ سنويا يمكن استخدامها. - الأنواع الأساسية لمحطات الطاقة الحرارية الأرضية المستخدمة حاليا هي التوربينات المكثفة للبخار الوميضي أو الجاف.
الطاقة المائية	- بلغت إمكانيات الطاقة المائية 14576TWh (52.47EJ)، لم يستغل منها سوى 47% في أوروبا و 92% في إفريقيا. - لذا وجب تحديد مدى التغيرات التي قد تطرأ على الخصائص الطبيعية والكيميائية والإحيائية المعتمدة على نوع المحطات الطاقة المائية.
الطاقة البحرية	- تجاوزت الإمكانية النظرية في المحيطات 7400EJ سنويا وهي في مرحلة تطور. - طاقة الأمواج: 750kW. - طاقة ارتفاع المد بمساهمة نظرية بين 1 و3TW. - تيارات المد والجزر: 78TWh سنويا مقسمة بين أوروبا والصين.

1الطاقة المتجددة و التخفيف من آثار تغير المناخ، الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيرالمناخ (IPCC)، وحدة الدعم الفني للفريق العامل الثالث معهد Potsdam لبحوث تأثير المناخ، 2011م.

	- تيارات المحيط بـ 25GW من الكهرباء. - تحويل الطاقة الحرارية للبحار 44000TWh سنوي. - الطاقة التناضخية من تدرجات الملوحة بـ 1650 TWh سنويا. - المساعدة في تخفيف تغير المناخ بموازنة انبعاثات غازات الدفيئة مع الانتشار المتوقع الذي يؤدي إلى إيصال طاقة تصل إلى 1943 TWh سنويا بحلول عام 2050.
طاقة الرياح	- إمكانيات طاقة الرياح بـ 180EJ سنويا، بينما تراوحت تقديرات أخرى لإمكانياتها بين 70 و450EJ سنويا في اليابسة وقرب الشاطئ وتباينت هذه النسب بسبب قيود التطوير أما في البحر فتتراوح بين 15 و130EJ سنويا. - تطبيقيا يعتبر التحدي في هذا المجال هو هندسة صناعة التوربينات الفعالة ومحطات تحويل ذات كفاءة. - الطاقة المستخدمة والغازات المسببة للاحتباس الحراري الناتجة قليلة ويمكن إهماله أمام منافعها البيئية الأخرى حيث يتراوح بين 8 و20g من ثاني أكسيد الكربون لكل kwh، كما قد تضر مواقع وحجم التوربينات بالأنظمة الايكولوجية والحيوانات الجوية والمائية حولها.

دراسة تحليلية (3):

عنوان المقال: قراءة في إستراتيجية التوجه نحو استغلال الموارد الطاقوية المتجددة كبديل للطاقة الأحفورية في بعض دول شمال إفريقيا[1]. (2019)

عرضت الدراسة واقع استغلال الطاقة المتجددة في الدول المدروسة (تونس، الجزائر، المغرب) وتحليل التحديات التي تواجهها والتعرف على مآل هذا التوجه في ظل الظروف الاقتصادية والبيئية في المنطقة.

جدول(IV-3): أهم ما جاء في القراءة الإستراتيجية لتوجه استغلال الموارد المتجددة في بعض دول شمال إفريقيا.

الطاقة المركبة من الطاقة المتجددة في دول شمال إفريقيا	- تساهم طاقة الرياح بنحو 0.35% من إجمالي قدرات إنتاج الطاقة الكهربائية في الوطن العربي. - 0.37% بالنسبة للجزائر، 10.9% المغرب، و6.63% بالنسبة لتونس. - بلغ إنتاج الجزائر للطاقة الكهربائية المحولة من طاقة الرياح سنة 2014 إلى 10MW و 7.1MW من (PV) و25 MW من أنظمة (CSP). - انتجت تونس 20MW من الطاقة الشمسية PV و245 MW في طاقة الرياح. - انتجت المغرب من طاقة الرياح 750 MW و15 MW و20 MW للطاقة الشمسية PV وCSP بالترتيب. - نلاحظ الارتفاع المعتبر في نسبة الإنتاج بين سنة 2012 و2014 حيث كان إجمالي الطاقة المتجددة للجزائر 25 MW في حين ارتفع لـ42.1 MW سنة 2014، ومن 325 إلى 785MW للمغرب و من 158 إلى 265 MW في تونس.
الأهداف الإستراتيجية المعتمدة للطاقة المتجددة في دول شمال إفريقيا.	- أهداف الجزائر:40% من إجمالي الكهرباء المنتجة ذات أصول متجددة بحلول 2030، أي ما يقدر بمساهمة 22000 MW. - أهداف تونس: 30% سنة 2030 في مختلف الطاقات المتجددة فيما قدره 4000MW و 100000 متر مربع لتسخين المياه بالطاقة الشمسية. - أهداف المغرب: 10090 MW موزعة على كل من طاقة الرياح (4200MW) و4560 للطاقة الشمسية، 1330 MW للطاقة المائية بحلول سنة 2030.
التحديات	غياب التمويل اللازم لمثل هذه المشاريع والصراعات السياسية والأمنية في ظل تدهور الاستقرار في بعض الدول.كما يمكن القول أن عدم الاستمرارية والتنسيق الإداري المهمل وتعثر التخطيط والتطبيق أمام هيمنة الوقود الأحفوري على اقتصاد بعض الدول أدى لتأخر استثمارات الطاقة المتجددة فيها.

1 د.بن موسى محمد، قراءة في إستراتيجية التوجه نحو استغلال الموارد الطاقوية المتجددة كبديل للطاقة الأحفورية في بعض دول شمال إفريقيا، مجلة اقتصاديات شمال إفريقيا، جامعة الجلفة، الجزائر، 2019/09/12 .

دراسة تحليلية (4):

عنوان المقال: عرض لمشاريع شركة "مصدر" لتقنيات الطاقة المتجددة والتطوير العمراني[1].(الإمارات)

منذ افتتاحها طورت شركة مصدر تقنياتها في مجال الطاقة المتجددة، تم الإطلاع على موقع الشركة لمعرفة أهم هذه المشاريع وكمية إنتاجها الطاقوي وأهدافها التنمية المستدامة.

جدول (IV-4): ملخص لأهم مشاريع شركة "مصدر" في تقنيات الطاقة المتجددة.

مشروع محطات البحر الأحمر للطاقة الشمسية.	يصل إجمالي القدرة الإنتاجية لمحطات الطاقة الشمسية الكهروضوئية الأربع المستكمل في 2016 في محافظة البحر الأحمر بمصر إلى 14 MW. تساهم في تجنب انبعاثات ما يقارب 20000 t من CO_2 سنويا موفرة طاقة كهربائية لنحو 8000 منزل و40% من الوقود اللازم لتشغيل محطات توليد الكهرباء بالديزل.
ساموا: محطة طاقة رياح بجزر المحيط الهادئ.	طورت محطة لطاقة الرياح في جزيرة يوبولو في ساموا والتي يقطنها 75% من سكانها حيث وفر لهم المشروع 1500MWh من الكهرباء سنويا و وفر نحو 475 ألف دولار من تكلفة الوقود، وتفادي انطلاق أكثر من 1000t من CO_2 كل سنة.
مشروع محطة غنتوت التجريبية لتحلية المياه	برنامج تجريبي لتطوير محطات تحلية لمياه البحر الغشائية التي يمكن تشغيلها كليا بمصادر الطاقة المتجددة و أعلن سنة 2018 أن تحلية مياه البحر بالطاقة الشمسية و تقنيات التناضح العكسي هي الأنجح ،حيث تجري تنقية المياه المالحة من خلال أغشية تعتمد على الطاقة الشمسية، وأظهرت التقنية كفاءة بمقدار 75% مقارنة بالتقنيات الحرارية. تستخدم في هذه الطريقة المطورة 3 تقنيات هي الطاقة الشمسية وتقنية التتبع الشمسي و التناضح العكسي و تنتج يوميا من 1500 إلى $2500m^2$ من المياه المحلاة.
مشاريع أخرى	ألواح كهروضوئية شمسية باستطاعة 200kW في قصر البحر و 512kW في مملكة تونجا و7000 نظام مستقل للطاقة الشمسية المنزلية في مصر. محطة شيبوك-1 لطاقة الرياح في صربيا والتي تضم 57 توربينا ستلبي احتياج 113 ألف منزل من الكهرباء النظيفة بقدرة إنتاج 158MW. و تعتبر المحطة الخامسة بقارة أوروبا بعد محطة لندن 630MW وهي الأكبر عالميا، ومحطة دادجون في المملكة المتحدة بقدرة 402MW ومحطة هايويند سكوتلاند العائمة لطاقة الرياح البحرية باستطاعة 30MW ومشروع كرونوفو لطاقة الرياح البرية الذي ينتج 72MW.

1 عرض لمشاريع شركة "مصدر" لتقنيات الطاقة المتجددة والتطوير العمراني، الموقع الرسمي لشركة أبو ظبي لطاقة المستقبل "مصدر"/www.masdar.ae، 28 فيفري 2022 الساعة 14:00.

دراسة تحليلية (5):

عنوان المقال: سباق تقني للوصول إلى أفضل خيارات الطاقة البديلة[1]. (2018)

تعرض المقالة نتائج عدد من الأبحاث العلمية التي أجريت بغرض تحقيق قدرة وميزة تنافسية لأهم الموارد المتجددة وهي الطاقة الشمسية ومناقشة كفاءة كل منها.

جدول (IV-5): أهم ما جاء في مقال "سباق تقني للوصول إلى أفضل خيارات الطاقة البديلة".

خلايا شمسية بالبيروفسكايت	نظرا لخفة وزن مادة بالبيروفسكايت ومرونتها وقدرة تحملها تعد أفضل البدائل لإنتاج خلايا الطاقة الشمسية ،وقد استخدم الباحثون تقنيات النانو تكنولوجي لتوسيع نطاق استقرارها عبر إعادة ترتيب ذراتها باستخدام المحاكاة الحاسوبية ما أدى لرفع قدرتها على تحويل الشعاع الشمسي لكهرباء ومقاومة الظروف المناخية. كفاءتها عالية بالمقارنة بمواد أخرى تستخدم في هذه الصناعة كالسيلينيد والنحاس والسيليكون بقدرة تحويل 25% مثلا، ويمكن استخدامها كزجاج نوافذ عازل للضوء ومولد للطاقة في آن واحد.
خلايا شمسية مرنة	خلايا شمسية عضوية مرنة تلاءم الملابس والنوافذ لشفافيتها وعمليتها بدلا من التقليدية المصنوعة من السيلكون الصلب، حيث تم استخدام الكربون في بنيتها لتقليل التكلفة والحجم والصلادة. وصلت كفاءة هذه الخلايا الكهروضوئية العضوية بين 11 و 12% قد تصل لـ15% إذا جمعت بمادة مضادة للانعكاس، ويتوقع أن تصل قدرتها على إنتاج الكهرباء بتكلفة تقل عن 7 سنتات(عملة أمريكية) لكل 1kwh عام 2017.
مبخرات شمسية ثلاثية الأبعاد	أنظمة تجميع للطاقة الشمسية باستخدام مبخرات ثلاثية الأبعاد لتجنب فقدان كميات كبيرة من الطاقة، و في تحلية مياه البحر بتجميع وتحويل ضوء الشمس إلى حرارة بكفاءة 100%. يتم النظر للتقنيات ثلاثية الأبعاد على أنه الاتجاه المستقبلي للطاقة الشمسية، كما يعمل الباحثون على تطويره لاستعادة الطاقة المفقودة وإعادة تدويرها.
معضلة التخزين	أصبح تخزين الطاقة المولدة من الشمس بكفاءة تحديا، ويتم البحث عن طرق جديدة لإنتاج حرارة أكثر من ضوء الشمس بهدف تقليل الانقطاع الكهربائي، وللإبقاء على تدفق الإلكترونات تم تطوير محطات مركزة لأشعة الشمس وأنظمة تخزين مستقلة. تستخدم هذه المحطات مرايا لتركيز الأشعة على برج مركزي مولدة حرارة شديدة وتعمل على إنتاج بخار يدير توربينات أو يسخن مادة تستطيع الاحتفاظ بدرجة حرارتها، ومن بينها الملح المصهور مرتفع التكلفة ولذلك جار تجريب مواد تخزين جديدة تصل إلى 1000 درجة مئوية.

1 سباق تقني للوصول إلى أفضل خيارات الطاقة البديلة، أحمد حسن، مجلة Scientific American الطبعة العربية "للعلم" ، www.scientificamerican.com/arabic/about/، 14 جانفي 2018، 25 فيفري 2022 الساعة 9:00.

دراسة تحليلية (6):

عنوان المقال: مصادر الطاقة البديلة والحد من تلوث الهواء[1]. (2016)

دراسة الاحتمالات الواردة للطاقة المستدامة والنظيفة وأثرها على تلوث الهواء في البيئة.

جدول (IV-6): أهم ما جاء في دراسة مصادر الطاقة البديلة والحد من تلوث الهواء.

الهيدروجين	يستخدم حاليا في عمليات الاختزال وبعض أنواع المخصبات الزراعية لتحضير $3\ m^2$ ترليون من الوقود الصالح للاستعمال. يتمثل العائق الأساسي لاستعماله في تكلفة التحضير الباهظة فالعملية الكهربائية اللازمة لإتمام التحليل مكلفة وتحتاج لخزانات مقسمة على خلايا تكون تلقائية الانسداد ومنخفضة الحرارة.
الطاقة الشمسية	أولا تستخدم المرايا العاكسة أو الشرائح المعدنية ذات السطح المصقول لتجميع ضوء الشمس ثم تمتص وتجمع حرارة الشمس وتحول البطاريات الشمسية الضوء إلى تيار كهربائي محسوس حيث يمكنها تحويل 1000W من الضوء إلى 180W من الكهرباء.
طاقة الأرض الحرارية وطاقة الرياح والأمواج	أنشئت محطات قوى حرارية أرضية تزيد قدرتها عن 5600MW عبر العالم وتحصل السلفادور على 40% من احتياجاتها من حرارة الأرض الطبيعية ونيكاراجوا على 28%. يتم توليد الكهرباء من طاقة الرياح بتوربينات ميكانيكية تدار بالمراوح المركبة على أبراجها المقامة بوفرة عبر العالم حيث يوجد في كاليفورنيا 15000 آلة ريحية تنتج 2.5kWh مليار سنويا.

1 مصادر الطاقة البديلة والحد من تلوث الهواء، أحمد السروي، المرجع الإلكتروني للمعلوماتية قسم علم الكيمياء، https://almerja.net/reading.php?i=4&ida=1750&id=704&idm=50418، شوهد في 2022/01/10.

دراسة تحليلية (7) :

عنوان المقال :

- Renewbale energy overview[1]

(نظرة عامة عن الطاقة المتجددة)

توضح الدراسة أهم تطورات تقنيات الطاقة المتجددة (الخضراء) ومساهماتها العالمية وتكلفتها مقارنة مع الوقود الأحفوري والفحم وغيرها من الطاقات غير المتجددة.

جدول (IV-7): ملخص لمقال المراجعة العامة للطاقة المتجددة الخضراء.

طاقة الرياح والطاقة الشمسية	تحدد الوكالة الدولية للطاقة مسارات الحلول التكنولوجية للطاقة النظيفة التي تحد من انبعاثات الغازات الدفيئة أن تصل المصادر الطاقوية منخفضة الكربون، توليد 75% من طاقة العالمية. ساهمت طاقة الرياح والطاقة الشمسية بنسبة 50% من إنتاج الكهرباء عالميا سنة 2020. يتطلب التوسع في إنتاج الطاقة بمقدار 12TW حوالي استثمار 77% من الاستثمارات الجديدة التي قيمتها 13.3 تريليون دولار في مصادر الطاقة الخضراء حتى عام 2050 على الأقل.
مصادر الطاقة المتجددة الأخرى	الطاقة الكهرومائية: 60%من إنتاج الطاقة المتجددة بالإضافة لطاقة المد والجزر والأمواج مصادر ديناميكية وفيرة للطاقة وصديقة للبيئة. طاقة الرياح: منذ إطلاق توربين هاليد اكس بسعة 12MW في مارس 2018، ستبنى أكبر مزرعة رياح بحرية في العالم في سواحل انجلترا تولد بين 1.2 إلى 3.6 GW. الطاقة الشمسية: كفاءة الألواح الشمسية التجارية اليوم 17%- 19%، ارتفعت في العشر سنوات الأخيرة بنسبة 12% وفي نهاية 2019 أنتجت الطاقة الشمسية في العالم 600 GW. من أحدث التقنيات المطورة هي الخلايا الكهروضوئية النانوية ذات كفاءة اكبر بـ 4 إلى7 مرات. الكتلة الحيوية:(Biofuel) يمكن استخدام العديد من النباتات لإنتاجها لكن تعد الطحالب خيارا واعدا نظرا أن 60% منها زيت وهو مصدر قوي لتوليد الطاقة كالإيثانول والديزل الحيوي.

1 Daniel braff Renewbale energy overview، GREEN CITY TIMES: https://greencitytimes.com/renewable-energy/?amp ; 2020 /09.

دراسة تحليلية (8):

عنوان المقال: طاقة المستقبل:الطاقة المتجددة [1]. (المملكة العربية السعودية)

يذكر المقال أهم أهداف ونتائج مشاريع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية المطبقة من طرف مدينة الملك عبد الله للطاقة الذرية والمتجددة.

جدول (IV-8): أهم ما جاء في المقال الإلكتروني عن مشاريع مدينة الملك عبد الله للطاقة الذرية والمتجددة.

البرنامج الوطني للطاقة المتجددة في السعودية.	بسبب ارتفاع النمو السكاني والاقتصادي ارتفع استهلاك الطاقة من وقود وكهرباء واحتياج للمياه الصالحة، ومن أجل تحقيق التوازن وتلبية المتطلبات وفق مبدأ التنمية المستدامة توجهت المملكة لاستخدام الطاقات المتجددة بجانب النفط والغاز.
الهدف واستراتيجيات	يهدف البرنامج لتفعيل المصادر المحلية لإنتاج طاقة متجددة خطط لأن تصل إلى 9.5 GW بحلول 2023 مع هدف مرحلي بإنتاج GW 3.45 في 2020، وذلك بتنمية والاستثمار في المشاريع الداعمة لهذه الطاقات. ركزت المملكة على الاستثمار في مجال الطاقة الشمسية بسبب توفر الظروف المناخية والجدوى الاقتصادية لتخزين الملائمة في تقنيات الطاقة الكهروضوئية وتطبيقها في الاسطح ومصابيح الطرق والمرور لتخزين الطاقة خلال النهار واستغلالها ليلا.

1 طاقة المستقبل:الطاقة المتجددة، الموقع الرسمي لمدينة الملك عبد الله للطاقة الذرية والمتجددة، https://energy.gov.sa/ar/pages/default.aspx ، شوهد يوم 2022/03/06.

دراسة تحليلية (9):

عنوان المقال: The 550 megawatt Topaz solar farm.[1]

(مشروع مزرعة التوباز للطاقة الشمسية)

دراسة حول مشروع مزرعة توباز للطاقة الشمسية وتكلفتها والإنتاج الحالي كنظرة لأحد أكبر مشاريع الطاقة المتجددة في العالم.

جدول (IV-9): حوصلة لمشروع مزرعة توباز للطاقة الشمسية.

المشروع	تصل قدرة الطاقة الشمسية الكهروضوئية للمشروع بقدرة 550MW وهو ما يكفي لتزويد 160 ألف منزل في كاليفورنيا بالطاقة، وقد بدأ التخطيط للمشروع سنة 2011 واكتمل في 2014.
الموقع	الجزء الشمالي الغربي من سهل كاريزو بكاليفورنيا، تم اختيار الموقع بعد مراجعة شاملة لتأثيره البيئي والقرب من خطوط نقل الكهرباء.
العتاد و التقنيات المستعملة	تحتوي المزرعة على 9 ملايين لوح شمسي على مساحة $9.5\ m^2$. وقد استخدم الجيل الثاني من الخلايا الكهروضوئية ذات الأغشية الرقيقة (تيلورايد الكادميوم الرقيق المتقدم)
الأثر البيئي	تزيح المزرعة أكثر من 350000 t من ثاني اكسيد الكربون كل عام في تشغيلها بأقصى طاقتها وذلك يعادل إزاحة 70000 سيارة عن الطرقات.

1 The 550 megawatt Topaz solar farm, GREEN CITY TIMES , https://greencitytimes.com شوهد:2022/03/06

IV-2- تحليل الدراسات ومناقشتها:

الدراسة 1:

بلغت إمكانات الجزائر من الطاقة الشمسية 169440 TWh أي 2000 ساعة في السنة ما يكفي لتغطية 5000 wh مرة من حاجات الطاقة الوطنية. أما إمكاناتها من طاقة الرياح فتقدر بـ 673 مليون سنويا. وقد تم تجهيز 8 محطات توليد كهرباء قادرة على توليد 175TWh. بالنسبة للطاقة غير مستغل منه سوى 5% وتبلغ حصة حظيرة الإنتاج الكهرومائي 286MW. وبلغت المصادر الطاقوية للكتلة الحيوية حوالي 5 مليون tep نفايات حضارية وزراعية 37 Mtep، ويمكن إنشاء محطات توليد للكهرباء من طاقة الحرارة الجوفية لوجود 12 m^2/s. نلاحظ أن أكبر مورد للجزائر هو الطاقة الشمسية نظرا لمدة الإشعاع الشمسي فيها والتقديرات الفنية لهذا المورد الطبيعي غير المستغل كليا بينما يتدهور استثمارها للطاقة الكهرومائية أمام إنتاج طاقة الرياح والكتلة الحيوية.

الدراسة 2:

يبين تقرير الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ أن إمدادات الطاقة العالمية لكل نوع من الطاقات المتجددة هي:50 EJ من الطاقة الحيوية في السنة ،من 1575 إلى 49837EJ إنتاج الطاقة الشمسية ،يمكن استخدام 318 إلى 1109 EJ سنويا من طاقة الحرارة الأرضية، أما طاقة الرياح فحددت التقييمات ما قدره 180EJ. تم استغلال 25% من إمكانات الطاقة الكهرومائية (3551TWh) وبلغت الإمكانية النظرية للطاقة البحرية 7400EJ إلا أن تطبيقها مقسم على ستة رئيسية من طاقة الأمواج التي حققت إنتاج قدره 750kW،تيارات المد والجزر التي قدرت إمكانيتها الراهنة بحوالي 78TWh سنوي حيث تصدرت تقنية تحويل الطاقة الحرارية للبحار الإنتاج بـ 44000TWh.

نلاحظ أن هناك تفاوتا كبيرا بين التقييمات النظرية للإمكانيات الطاقوية عالميا وبين التطبيق الواقعي للنتائج وهذا ما تم التنويه له في التقرير بغرض رفع الكفاءات والجهود العالمية في التنمية المستدامة للموارد الطبيعية وتحقيق الأهداف الموضوعة لسنة 2050.

الدراسة 3:

تم دراسة التوجه نحو استغلال الطاقات المتجددة بالنسبة للمغرب تونس والجزائر، تحديدا إجمالي إنتاج طاقة رياح والطاقة الشمسية بالتقنيتين الكهروضوئية وأنظمة الطاقة المركزة حيث نلاحظ تصدر المغرب للإنتاج في المجالين ، والجزائر 25 MW فقط رغم إمكاناتها.

وتتمثل التحديات التي تعيق التطور في هذا المجال بالنسبة لهذه الدول خاصة تونس والجزائر في إهمال الاستمرار والتخطيط للاستثمار في الطاقات المتجددة أمام هيمنة الوقود الأحفوري على اقتصادها.

الدراسة (4) و(8) و(9):

وصلت مشاريع شركة مصدر في الطاقة الشمسية لنتائج معتبرة مع انتشارها الواسع عبر العالم ومن أكبرها هي محطات الطاقة الشمسية الكهروضوئية في البحر الأحمر بمصر والتي تنتج 14 MW سنويا، وبالمقارنة مع مشروع مزرعة توباز (دراسة 9) الذي يدرّ 550 MW و يزود 160 ألف مسكن يمكن للشركة تحقيق ذلك مع تطوير فروعها ومحطاتها حول العالم ،كما قد وضعت مدينة الملك عبد الله (دراسة 8) هدف الوصول لإنتاج 3.45 GW لسنة 2020، حيث يمكن لهذه المخططات المساهمة في تخفيض انبعاث الغازات الدفيئة والتلوث البيئي إن تم النظر لـ 350000 t من CO_2 الذي تزيحه مزرعة التوباز كل عام.

الدراسة (5)و (6) و (7):

يتم إجراء عدة تجارب لتطوير تقنيات الطاقة المتجددة المعروفة وحتى إيجاد أخرى ولإتباع مسارات الحلول التكنولوجية للطاقة النظيفة، ومن الدراسات السابقة يمكننا حوصلة ما يلي:

الطاقة الشمسية أفضل البدائل إنتاجا وتوفرا حيث يمكنها تحويل 1000W إلى 180 W وكفاءة 17% وقد وصل إنتاجها في نهاية 2019 إلى 600GW، ويتم التركيز على تطوير الخلايا الشمسية العاكسة لرفع كفاءتها واستخدامها ومنها حسب دراسة (5) الخلايا الشمسية بالبيروفسكايت المعدلة بالنانو تكنولوجي والخلايا المرنة متعددة الاستخدام التي تصل كفاءتها لـ15% والمبخرات الشمسية ثلاثية الأبعاد المخزنة للطاقة التي تستخدم حرارة الشمس لتحلية المياه بكفاءة 100%. كما يتم استغلال الهيدروجين حاليا لإنتاج $3m^2$ ترليون من الوقود وفي عمليات الاختزال ويبقى أن العائق الأساسي هو تكلفة التحضير والتخزين.

خلاصة:

حسب تحليلنا للدراسات السابقة وأهم ما جاء فيها أن الموارد الطبيعية قد شكلت مخزنا وفيرا من الطاقة وهي تشهد اليوم تنافسا كبيرا وتطويرات لتتناسب مع التوجهات المستقبلية للمجتمع البشري، كما يطمح

لانتهاج نسق كامل قائم على الطاقات النظيفة وإدماجها في السوق الاقتصادي الطاقوي. وقد استخلصنا النتائج التالية:

- نستنتج من الدراسات والمشاريع السابقة أن الإمكانات أو التقديرات الفنية لكل نوع من أنواع الطاقة المتجددة يكون اكبر من الإنتاج التطبيقي وذلك لا يرجع فقط لعوامل وظروف واقعية تعرقل العمليات الإنتاجية بل يعود سببه كذلك لتأخر الدول والتوجهات الاقتصادية عن انتهاج نمط الطاقة النظيفة كمصدر أساسي في ظل هيمنة الوقود الأحفوري و تكلفة بعض هذه الطاقات.
- يمكن أخذ الجزائر كمثال بارز حيث نلاحظ تباينا حادا بين إمكاناتها الضخمة وإنتاجيتها من المصادر المتجددة الشبه محدودة.
- رغم وجود بعض الآثار البيئية السلبية من الطاقات المتجددة إلا أنها تعد مهملة أمام ما توفره من طاقة وتوازن هذه الآثار على المدى البعيد حيث تعتبر متناسبة مع المعايير البيئية عكس الوقود الأحفوري.
- أهم الطاقات المتجددة هي الطاقة الشمسية والكهرومائية وطاقة الرياح لقدرتهم المعتبرة في الإنتاج وسهولة تسييرهم.
- تحضي طاقات مثل الكتلة الحيوية والهيدروجين والطاقات البحرية باهتمام المطورين ويتم العمل على إيجاد أفضل الطرق لاستغلالها وإدخالها للسوق الطاقوي.

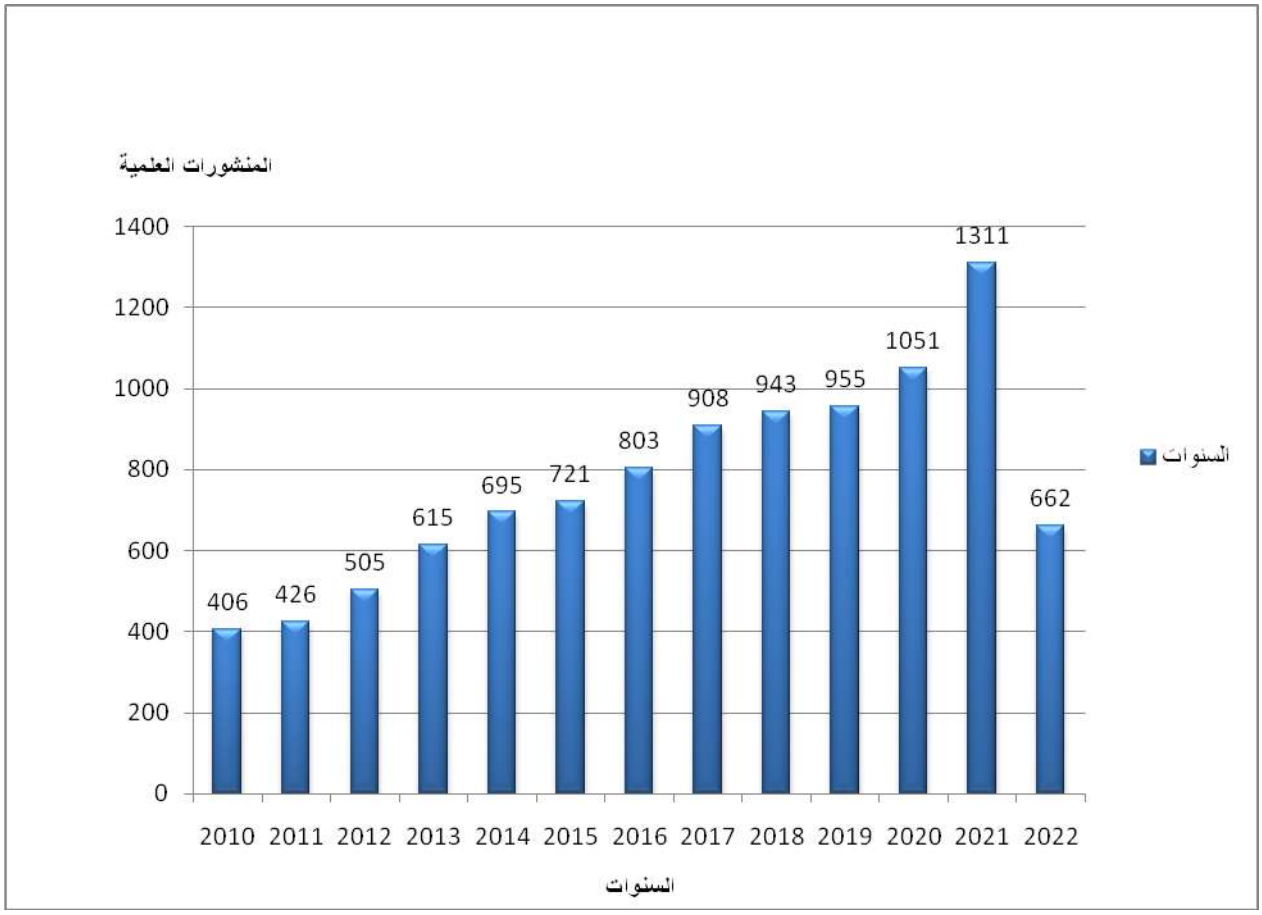
الفصل الخامس

تحليل دراسات سابقة حول تثمين النفايات وتحويلها إلى طاقات متجددة

المقدمة

بعد ما تعرفنا على مبدأ تثمين النفايات و تطرقنا لأهم تقنيات تحويل النفايات إلى طاقات متجددة، سوف نحلل بعض الدراسات السابقة التي ناقشت نفس موضوعنا والتي عالجت أهم تطورات استخدام الطاقة المتجددة من النفايات والتعرف على الإمكانيات العالمية التي تم إحصاءها وفهم الأثر البيئي والاقتصادي الذي تحمله هذه الطاقة.

في المدرج التكراري التالي يمكن ملاحظة تزايد الدراسات المعنية بمجال توليد الطاقة من النفايات في ظل التطورات الأخيرة في مجال الطاقوي والانتقال للطاقة البديلة.



الشكل (V-1): مدرج تكراري يوضح عدد المنشورات العلمية حول دراسة تثمين النفايات خلال السنوات السابقة.

المصدر: https://www.sciencedirect.com/

V-1- تحليل دراسات سابقة حول تثمين النفايات وتحويلها إلى طاقة متجددة:

دراسة تحليلية (1):

عنوان المقال: آفاق إنتاج الغاز الحيوي من المخلفات الزراعية ونفايات البلديات في فلسطين[1] (فلسطين،2007)

يتمثل الهدف الرئيسي للمشروع في إنتاج الغاز الحيوي عن طريق التخمير اللاهوائي للمخلفات العضوية واعتباره مصدرا للطاقة لتشجيع التنمية المستدامة، حيث استخدم فضلات الحيوانات والمخلفات النباتية (المحاصيل الحقلية، الخضار والفواكه، مخلفات تقليم الأشجار وجفت الزيتون) بالإضافة إلى نفايات التصنيع الزراعي(مخلفات مطاحن الحبوب و تصنيع الحمضيات والعنب ...) ومخلفات البلديات .

جدول (V-1) : أهم ما جاء في مشروع آفاق إنتاج الغاز الحيوي من المخلفات الزراعية و النفايات في فلسطين

الهدف الفرعي من الدراسة	- توفير مصادر طاقة بديلة من مخلفات كان معظمها يتراكم دون استخدام. -تعظيم الاستفادة من المخلفات عن طريق إعادة تدويرها في إنتاج الغاز الحيوي. - خفض نسبة الغازات الضارة عن عمليات التخمر العشوائي، عند تراكم المخلفات دون معالجة. - إمكانية تشغيل أيد عاملة و من ثم خلق فرص عمل خاصة إذا ما نفذ المشروع في المستقبل على نطاق واسع . - الحفاظ على نظافة البيئة و الصحة العامة من خلال التقليل من فرص تكاثر الحشرات و الآفات التي قد تكون سببا في نقل الأمراض. - الاستفادة من المخلفات النباتية و مخلفات البلديات العضوية التي لا يمكن الاستفادة منها علفا للحيوانات. - تنويع مصادر الطاقة و تشجيع إجراء البحوث و الدراسات التطبيقية حول أفضل التقنيات الملائمة للبيئة المحلية.
العوامل المحددة لإنتاج الغاز الحيوي في هذه الدراسة	- طول فترة التخمير. - حجم المخمر و طريقة تصميمه. - طبيعة المخلوط من الفضلات. - كفاءة التقليب و الخلط أثناء عملية التخمير. - درجة حرارة المخمر و درجة الحموضة داخل المخمر .

نتيجة الدراسة: أدى هذا المشروع بإنتاج غاز حيوي باستخدام مصادر مختلفة من المخلفات، بحيث كل مصدر من المخلف أنتج كمية معينة من الغاز الحيوي بحيث أن :

1- شقير عدنان، مجلة جامعة بيت لحم، https://www.jstor.org/stable/26447436 الصفحات 154-161،المجلد 26، شوهد يوم: 2022/02/24

- فضلات الحيوانات ينتج منها أكثر من مليون طن سنويا موزعة على مناطق مختلفة، و قدرت كمية الغاز الناتج من هذا نوع من الفضلات ب 15-18% من وزن المخلفات الرطبة، و 60-70% من وزن المخلفات على أساس المادة الجافة (أشارت الدراسات إلى أن 1 kg من المادة العضوية الجافة يمكن أن ينتج 0,5 m³ من الغاز الحيوي).

- المخلفات النباتية قدرت بأكثر من 300000 طن سنويا، منها ما بين 50-80 ألف طن مخلفات عصير الزيتون وحده.

- مخلفات التصنيع الزراعي تقدر بأكثر من 80000 طن سنويا.

- مخلفات البلديات تقدر حوالي 0,4 طن كغم/فرد/ يوميا، إجمالي ما يمكن استخدامه من هذا البند تزيد عن 300000 طن سنويا من المادة العضوية.

يبن الجدول الآتي كميات الغاز المتوقع إنتاجها باستخدام مصادر مختلفة من المخلفات.

جدول (V-2): كمية الغاز الحيوي الناتج باستخدام مصادر مختلفة من المخلفات

المصدر	الكمية (Kg/m³)
أبقار	0,016
الإنسان	0,028
الدجاج	0,011
سيقان ذرة خضراء	0,045
عشب أخضر	0,041
مخلفات نباتية جافة	0,15

دراسة تحليلية (2):

عنوان المقال: Etude de l'influence du pH sur la production du biogaz à partir des déchets ménagers[1] (أدرار، الجزائر،2007)

يتمثل هدف هذه التجربة في دراسة تطبيق عملية الهضم اللاهوائي للنفايات المنزلية وبشكل أكثر تحديدا لتأثير الأس الهيدروجيني على محصول الغاز الطبيعي، وتهدف أيضا إلى توفير بيئة نظيفة مستدامة والتخفيف من آثار المواد العضوية الضارة.

جدول (V- 3): نتائج تأثير درجة الحموضة على إنتاج الغاز الحيوي من النفايات المنزلية.

درجة الحرارة	كانت درجة حرارة ناتجة للغاز الحيوي في هذه الدراسة 35°C.
pH	ينخفض الرقم الهيدروجيني إلى القيم الدنيا (3-5) في مرحلة التحلل المائي الحمضي. ثم يتم تصحيح الأس الهيدروجيني من خلال إضافة بكربونات الصوديوم (Na2CO3) ليصل إلى الدرجة (7-6,5)

نتيجة الدراسة:

أظهرت هذه الدراسة أن تعديل الأس الهيدروجيني إلى حوالي 7 يعزز تطور البكتيريا الميثانوجينات المسؤولة عن تكوين الميثان، وأن كمية الغاز الحيوي المنتجة في حالة الأس الهيدروجيني المعدل أعلى مرتين مقارنة بالكمية المنتجة في حالة الأس الهيدروجيني غير المعدل، و انخفاض ملحوظ في الحمل العضوي من خلال انخفاض الطلب على الأكسيجين الكيميائي (DCO) و الطلب الأكسيجين الحيوي البيوكيميائي (DBO) مع عائد أفضل بنسبة 70% في حالة الأس الهيدروجيني معدل مقارنة مع الأس الهيدروجيني الغير معدل الذي أعطى نسبة 43%.

1- S. Kalloum A. Tahri, M. Djaafri, Khelafi، A. Touzi مراجعة الطاقات المتجددة المجلد 10، https://www.cder.dz ، https://www.asjp.cerist.dz. (شوهد يوم: 2022/02/23)

دراسة تحليلية (3):

عنوان المقال: Valorisation de la biomasse à des fins énergétique : Contribution de la production de biogaz au développement durable [1](بشار، الجزائر،2012)

تؤدي هذه الدراسة إلى المحافظة على البيئة من التلوث بشكل مستدام، مع استهداف الركائز و المواقع الأكثر ملائمة لإنشاء و تطوير هضم يسمح بإنتاج واستغلال أمثل للغاز الحيوي في الجزائر وخاصة في المناطق الريفية النائية وذلك عن طريق استخدام الهضم اللاهوائي للنفايات العضوية بمختلف أنواعها.

نتيجة الدراسة :

في هذه الدراسة تم الحصول على بعض النتائج لضمان إنتاجية جيدة للغاز الحيوي منها: يجب الحفاظ على درجة الحموضة قدرها و أن يكون الروث طازجا ومركزا (16 إلى 20% مادة جافة) وهذا يعتمد على نوع العلف والموسم.

يحتوي الغاز الحيوي بشكل رئيسي على 65% من الميثان و (30 إلى 35%) من غاز ثاني أكسيد الكربون و كميات صغيرة من الهيدروجين و النيتروجين و الإثيلين و الهيدروكربونات، الأكسجين و كبريتيد الهيدروجين.

جدول رقم (V-4): التركيب العام للغاز الحيوي

الغاز	النسبة (%)
CH4	54-70
CO2	27-45
N2	0,5-3
H2	1-10
CO	0,1
O2	0,1
H2S	/

1- L. BENSMAIL , A. TOUZI، مجلة البحث العلمي، معمل فيزياء الطاقة، جامعة بشار، وحدة أبحاث الطاقة المتجددة في البيئة الصحراوية، 30 جوان 2012https://www.asjp.cerist.dz، http://www2.univ-bechar.dz/jrs/ (شوهد يوم: 2022/02/24)

دراسة تحليلية (4):

عنوان المقال:

Production de biogaz à partir des déjections bovines en milieu aride : cas du M'Zab (Algérie) [1] (غرداية ، الجزائر،2014)

الهدف من هذه الدراسة هو استعادة النفايات من تربية الماشية، باستخدام روث البقر لإنتاج الغاز الحيوي الذي يمكن استغلاله بشكل مباشر للاستخدام المنزلي عن طريق التخمر اللاهوائي، وتتمثل أيضا في دراسة العوامل الرئيسية المؤثرة في عملية الميثان الحيوي.

جدول (V-5): نتائج إنتاج الغاز الحيوي من روث الماشية في بيئة قاحلة :حالة المزاب (الجزائر)

درجة الحرارة	درجة الحرارة الخاصة بالتخمير ميزوفيل في هذه الدراسة 40 °C.
pH	لوحظت في هذه الدراسة أربع مراحل في تطور قيم الأس الهيدروجيني خلال إنتاج الغاز الحيوي: - المرحلة الأولى : خلال الأيام الستة الأولى تم قياسه بين (6,40 و 6.50) - المرحلة الثانية :في اليوم الثالث عشر تتراوح بين (6,73 إلى 6,65) -المرحلة الثالثة : في الفترة بين اليوم الثالث عشر و اليوم الثالث و العشرون من الإنتاج بين(6,68 إلى 7,25) - المرحلة الرابعة : تم قياسه بين (7,35 و 7,44)

نتيجة الدراسة:

في هذه الدراسة تم الحصول على إنتاج الغاز الحيوي عن طريق تخمير 300 kg من الروث البقر الطازج، مخفف 100%، حيث يحتوي روث البقر المستخدم في هذه الدراسة على 19% من المادة الجافة، و ملاحظة وصول الميثان إلى أعلى نسبة تقدر ب 89% في اليوم الثالث و الثلاثين من عمر هذه التجربة.

[1] N. DOUAG-TIRICHINE، A. BENKHELIFA ، k. BOUSDIRA، مركز تنمية الطاقة المتجددة dz.https://revue.cder وحدة البحوث التطبيقية في الطاقات المتجددة CDER غرداية ، الجزائر،2014، (شوهد يوم: 2022/02/11)

دراسة تحليلية (5):

عنوان المقالة : Valorisation énergétique des déchets (Opportunités et défis)[1]

(خدمة البحوث البرلمانية الأوربية (EPRS ، 2015)

إن تعزيز السياسة الأوروبية لاستعادة الطاقة من نفايات البلدية عن طريق حرقها تحت درجة حرارة تزيد عن°C 850 ، و لها سلسلة من المزايا تساهم في إنتاج الطاقة التي تعتبر متجددة لأنها تأتي من الكتلة الحيوية، ولها أيضا تأثير إيجابي على الصحة و البيئة و المناخ، و مقارنة هذه الطريقة مع الطمر و إعادة التدوير، و برغم من إيجابيات طريقة الحرق في استعادة النفايات، فهناك منتقدين لهذه الطريقة و يرون لها تأثير سلبي على الصحة و البيئة و المناخ.

نتيجة الدراسة:

يمثل استرداد الطاقة من النفايات في الاتحاد الأوروبي باستهلاك 1,3% من الكهرباء و 8,9% من الحرارة المنتجة في المحطة. وحسب المعطيات التي جمعها اتحاد الوحدات الأوروبية لاستعادة الطاقة من النفايات فإن:

- 409 من منشآت العلاج الاتحاد الأوروبي في عام 2012 قد عالجت 74 مليون طن من النفايات تنتج 30 TWh من الكهرباء و 74 TWh من الحرارة.

- بيانات يوروستات تشير إلى أنه في عام 2012، 5,4 مليون طن من النفايات (أي 38% من الحجم الإجمالي للشاحنات المبلغ عنها)، تم الحرق 3,9 مليون طن منها مع انتعاش الطاقة.

- انتاج طن واحد من النفايات المحترقة بشكل عام 230 kg إلى 250 من رماد القاع (بقايا المواد الصلبة التي تتكون أساسا من معادن و مركبات عضوية) 25kg إلى 50 من المخلفات الصلبة من تنظيف غاز المداخن، 20 kg -25 من المعادن الحديدية، 0,5 kg إلى 1,5 من المعادن الغير حديدية.

- إن عملية الحرق تسمح بتقليل حوالي حجم 90% من النفايات مقارنة بعملية الطمر.

- لا يمكن للنفايات أن تتنافس مباشرة مع الوقود الأحفوري نظرا لمحتواها المنخفض من الطاقة.

1- Didier Bourguignon ، خدمة البحوث البرلمانية الأوربية (EPRS) PE 554.208 ، أبريل 2015 https://www.europarl.europa.eu (شوهد يوم: 2022/03/04)

دراسة تحليلية (6):

عنوان المقال: تقنيات توليد الكهرباء من المخلفات [1] (2018)

يهدف هذا المقال إلى توضيح أهمية استغلال المخلفات و تحويلها إلى طاقة، خاصة مع تزايد طلب هذه الأخيرة، و تبيين أن الكتلة الحيوية كأحد مصادر الطاقة المتجددة، مع المزيد من التوقعات بأن تقدم تكنولوجيا المخلفات إلى طاقة حلا واعدا يجمع بين احتياجات قطاع المخلفات و المجتمع، بالإضافة إلى الحفاظ على بيئة نقية خالية من الأضرار، استخدمت هذه الدراسة نفايات الصلبة البلدية لتحويلها إلى كهرباء حيث لا تكتفي بطريقة واحدة فقط فشاركت لنا عدة طرق هي التغويز، الحرق، الانحلال الحراري والتخمر اللاهوائي.

الجدول (V-6): أهم العوامل المذكورة في دراسة تقنيات توليد الكهرباء من المخلفات

درجة الحرارة في التخمير اللاهوائي	درجة الحرارة المستعملة في عملية التخمير اللاهوائي بين (35-70) °C و في نسبة رطوبة 80-95%
درجة الحرارة في الانحلال الحراري	تستخدم فيها الحرارة حوالي 550°C.

نتيجة الدراسة :

أوضحت هذه المقالة بأن بلدان منظمة التعاون الاقتصادي و التنمية (OECD) تستوفي محطات للحرق بحيث تخفض حجم المخلفات الأصلية بنسب تتراوح بين 95% و 96% أو 75% من وزنها، و تتراوح الكفاءة الكهربائية من خلال دورة البخار بين 14 و 28% و تولد ما بين 450 KWh و 550 من الكهرباء، و توفر عملية تغويز المخلفات البلدية الصلبة ما بين 7-14 مليون وحدة حرارية بريطانية / طن و 0,33-0,66 طن من انبعاثات مكافئ الكربون / طن من المخلفات، و تبلغ تكلفة معالجة المخلفات البلدية الصلبة بواسطة تكنولوجيات التغويز نحو 50 دولارا / طن.

بلغت نسبة الميثان من عملية التخمير اللاهوائي حوالي 60%، وتنتج 0,05m³ لكل 1kg من المخلفات الحيوانية وتنتج 50kg من المدخلات اليومية للمحطة حوالي 2,5 m³/jour من الغاز الحيوي.

1- أمينة صبري ، د. ماجد كرم محمود ، كيميائية ميرهان عبده، المركز الإقليمي للطاقة المتجددة و كفاءة الطاقة نشرت بالتعاون مع مجلة الكهرباء العربية. العدد 133 سبتمبر 2018، (شوهد يوم: 2022/02/23)

دراسة تحليلية (7):

عنوان المقال:

Valorisation des déchets organiques ménagers et les déjections bovines par a méthanisation [1] (الجزائر العاصمة، 2018)

أتاحت هذه الدراسة مقبولية إنتاج الغاز الحيوي و الطاقة من النفايات المنزلية (نفايات المطبخ مثل: قشور الخضار و الفواكه، البطاطس، الجزر، التفاح..) و روث البقر بواسطة الهضم اللاهوائي، الذي أثبت إمكانية تحويل النفايات من مشكلة إلى مصدر للثروة و معالجتها بروح التنمية المستدامة.

جدول (V-7) : أهم ما جاء في دراسة استعادة النفايات العضوية المنزلية وروث الماشية عن طريق المعالجة بالميثان.

درجة الحرارة	درجة الحرارة الخاصة بالتخمير الميزوفيل في هذه الدراسة هي : 35° C
pH	الرقم الهيدروجيني الأمثل لإنتاج الغاز الحيوي في هذه الدراسة هو : 7
الأكسدة و الاختزال	كانت قيم الأكسدة و الاختزال المقاسة أثناء الهضم اللاهوائي بين mv (153,5- و 61,5-)
القلوية الكلية TAC	تتراوح قيمة القلوية في هذه التجربة من l/ 250mg l إلى /2175mg
الاحماض الأمنية AGV المتطايرة	يؤثر الاختلاف في تركيز الأحماض الأمنية المتطايرة في قيمة القلوية و الأس الهيدروجيني للوسط .

نتيجة الدراسة:

في هذه الدراسة تم إنتاج 870 ml من الغاز الحيوي لكتلة تقدر ب 1000 g من النفايات (5% من نفايات المطبخ و 10% من روث البقر الطازج) ، في مدة بقاء تقدر 45 يوما.

1- A. Saidi-Boulahia، S. Abada، M. Saber ، مركز تنمية الطاقة المتجددة طريق المرصد، بوزريعة ، الجزائر العاصمة ، الجزائر، ديسمبر 2018 https://www.asjp.cerist.dz (شوهد يوم: 2022/02/11)

دراسة تحليلية (8):

عنوان المقال:

Contribution à la production du biogaz d'effluents d'élevage animaliers en Algérie[1] (الحراش، الجزائر العاصمة، 2019)

تهدف هذه الدراسة إلى تحسين التوازن البيئي و التوليد المشترك للحرارة و الطاقة، و إنتاج الغاز الحيوي من النفايات السائلة للماشية (دواجن، أبقار، أغنام و خيول) عن طريق هضم الميثان .

جدول (V-8): عوامل المساهمة في إنتاج الغاز الحيوي من مياه الرف الصحي لتربية الحيوانات في الجزائر.

درجة الحرارة	قدرت درجة الحرارة في هذه التجربة ب 37,5° C
pH	قيمة الأس الهيدروجيني في هذه التجربة تتراوح بين (6,5 و 7,5)

نتيجة الدراسة:

في هذه الدراسة تم الحصول على غاز حيوي و ميثان من مختلف أنواع الماشية تحت درجة حرارة تقدر ب 37,5° C و أس هيدروجيني ما بين (6,5 و 7,5)، يتم الحصول على أعلى تركيزات للغاز الحيوي من روث الخيول و الأغنام بسبب محتواها العالي من المادة الجافة، و روث البقر و الدواجن أكثر إنتاجية من حيث المواد العضوية، بحيث دامت لفترة 29 يوم (4 أسابيع).

1- A. Mellak , Y. Le Roux , R. Bouarab , T. Ahmed-Zaid ، المجلة الجزائرية للعلوم و تكنولوجيا البيئة، طبعة أبريل، المجلد 5 رقم 1، 2019، https://www.asjp.cerist.dz، (شوهد يوم: 2022/02/23)

دراسة تحليلية رقم (9):

عنوان المقال: توليد الكهرباء من النفايات الصلبة في العقبة [1] (الأردن، 2019)

تهدف هذه الدراسة إلى إنتاج بخار و طاقة بطريقة نظيفة، و توفير مصدر وقود متجدد مستدام و ثابت (مقارنة بطاقة الرياح و الطاقة الشمسية)، وتعمل أيضا على موازنة معدل انبعاثات الغازات الدفيئة الناتجة عن إنتاج طاقة باستخدام الوقود الأحفوري، حيث عملت هذه المحطة بطرق عديدة مثل الترميد، الانحلال الحراري، تغويز البلازما والحرق باستخدام النفايات الصلبة.

نتيجة الدراسة:

هذا المشروع عبارة عن فرصة استثمارية يتم من خلالها قيام شركة Kinetic Equity Group من الاستفادة من النفايات الصلبة المتراكمة في مكب النفايات الرئيسي في العقبة و ذلك بتحويلها بعد معالجتها حراريا إلى طاقة كهربائية بقدرة 180 طن يوميا من النفايات البلدية .

- يتم الاستفادة من الطاقة الضائعة في محارق عملية الانحلال الحراري للنفايات في توفير الحرارة اللازة للتكسير الحراري لمواد البلاستيك، كما تطبق تقنيات التكسير الحراري في إنتاج الفحم و الوقود السائل و الغاز من النفايات العضوية.

- في عملية التغويز لا تنتج الرماد الذي يعد مشكلة أساسية في المحارق التقليدية، كما أن مردود الطاقة من هذه العملية عالي مقارنة بتقنية الحرق المباشر.

الآثار الايجابية من عملية توليد الكهرباء من النفايات :

- تجنب انبعاثات الميثان من مدافن القمامة.
- موازنة معدل انبعاثات الغازات الدفيئة الناتجة عن إنتاج الطاقة باستخدام الوقود الحفري.
- إعادة تدوير الموارد القيمة، مثل المعادن.
- إنتاج البخار و الطاقة بطريقة نظيفة و معتمدة، تعتمد على الحمل الأساسي.
- توفير مصدر وقود متجدد مستدام و ثابت (مقارنة بطاقة الرياح و الطاقة الشمسية)

1- حمزة المحسين، ميرفت القرالة، نشرة مديرية البيئة الإخبارية الإلكترونية، العدد رقم 11، قسم التوعية البيئية، تشرين الثاني 2019، http://www.aqabaone.com (شوهد يوم: 2022/01/24)

دراسة تحليلية (10):

عنوان المقالة: تحويل النفايات إلى طاقة (تجنب الأضرار البيئية في أذربيجان) [1] (باكو،2020)

يهدف هذا المشروع إلى تحويل النفايات إلى طاقة كهربائية، و يعد الهدف العام منه هو دعم التنمية الاقتصادية و تحسين الأحوال البيئية لسكان منطقة باكو الكبرى(عاصمة أذربيجان) و توفير طاقة نظيفة بتكلفة ميسورة ، و يعمل أيضا على تحسين المناخ.

جدول رقم (V-9) : أهم ما جاء في مشروع تحويل النفايات إلى طاقة

تكلفة المشروع الاجمالية	أدى هذا المشروع إلى تكلفة قدرها 377,50 مليون يورو، منها من مساهمات (البنك الاسلامي للتنمية تقدر ب 149,94 مليون يورو و حكومة أذربيجان تقدر حوالي 227,56 مليون يورو)
نوع النفايات المستخدم في الدراسة	- النفايات الصلبة. - النفايات المنزلية. - النفايات البلدية.
طريقة المعالجة	عملية الحرق.

نتيجة الدراسة :

لقد مكن مشروع باكو لتحويل النفايات إلى طاقة من تنقية الهواء و تحسين صحة سكان المنطقة.

بحيث تغني الكهرباء التي تولدها محطة هذه البلاد عن حرق 100000 طن من النفط في السنة، و تعالج حوالي 80% من نفايات بلدية باكو حراريا، و هو ما يمثل نحو 400000 طن في السنة وهذا يولد 230Gwh من الكهرباء، حيث تكفي لتوفير احتياجات أكثر من 50000 أسرة من الطاقة.

و فيما بين ديسمبر 2012 و يناير 2020، عالجت المحطة حراريا 3281343 طن من النفايات المنزلية و حولت 1015800 mwh من الكهرباء إلى الشبكة الوطنية.

1- مؤسسة البنك الإسلامي للتنمية (Islamic Development Bank) 2020 https://www.isdb.org (شوهد يوم: 2022/01/24)

V-2- تحليل الدراسات ومناقشتها:

اتضح من خلال الدراسات (2) و (3)، (4)، (7) و (8) التي امتدت من فترة 2007 إلى غاية 2019 من حيث هذه التجارب فقط التي أجريت في دولة الجزائر و خاصة في بعض من ولاياتها مثل (أدرار، بشار، غرداية و الجزائر العاصمة وغيرها من الولايات) حيث تم إجراؤها في العديد من المراكز و استعمال نفايات بمختلف أنواعها كمادة أولية، مثل النفايات العضوية تشمل: النفايات المنزلية، مياه الصرف الصحي و نفايات المطبخ التي تحتوي على قشور البصل، الجزر، البطاطا و الشمندر...وغيرها، بالإضافة إلى فضلات الماشية خاصة روث البقر، الأغنام ، الدواجن و الخيول. وتعتبر هذه المخلفات كركائز أكثر شيوعا.

تم تحويل هذه النفايات العضوية إلى غاز حيوي عن طريق عملية الهضم اللاهوائي بحيث تقدم هذه الطريقة بديلا مفيدا للرفض من قبل دفن و طمر النفايات، الحرق و السماد. و نعتبرها برنامج من إدارة عقلانية للنفايات الملوثة و الغير صحية، وإنتاج طاقة بتكلفة أقل.

من خلال هذه التجارب لاحظنا أن هناك عوامل تؤثر على محصول الغاز الحيوي الناتج، مثل التجربة (2) أين وصلت كمية الغاز الحيوي الناتج في حالة الأس الهيدروجيني معدل أكبر بكثير من حالته وهو غير معدل بالإضافة إلى انخفاض في الحمل العضوي من خلال انخفاض في الطلب الكيميائي على الأكسيجين (DCO) والطلب البيوكيميائي على الأكسيجين الحيوي (DBO) مع عائد أفضل بنسبة 70% في حالة الأس الهيدروجيني معدل مقارنة مع الأس الهيدروجيني الغير معدل الذي أعطى نسبة 43%.

وفي التجربة (3) نجد أن نوعية الروث يجب أن تكون طازجة و مركزة بحيث تحتوي على 16-20% من المادة الجافة و هذا راجع لنوع العلف والموسم، مما هي عليه في الدراسة (4) تم استخدام روث بقر يحتوي على 19% من المادة الجافة ، و يعتمد الغاز الحيوي أيضا على طبيعة و تكوين الركيزة و شروط التخمير(درجة الحرارة، سرعة التحريك، درجة الحموضة و وقت الاستبقاء)، فمثلا في التجربة (7) تم استخدام 1000g من النفايات تحتوي على مزيج 5% من نفايات المطبخ و 10% من روث البقر نتج عنها 870ml من الغاز الحيوي، وفي التجربة (8) تم استخدام نفايات سائلة من مختلف أنواع الماشية فلوحظ أن أعلى تراكيز للغاز الحيوي و الميثان تنتج من روث الأغنام و الخيول و هذا عائد إلى احتوائها العالي من المادة الجافة ، و روث البقر و الدواجن أكثر إنتاجية من حيث المواد العضوية.

و في الأخير يمكننا القول من خلال هذه الدراسات المذكورة أن الغاز الحيوي ينتج تحت ظروف ملائمة و درجة حرارة معينة تقدر ب 35 إلى 40°C ، وقيمة الأس الهيدروجيني بين 6,5 إلى7 و تكون فترة الهضم من 30 إلى 45 يوما لضمان أنتاج الغاز الحيوي.

الدراسة (1) : تمت هذا الدراسة في دولة فلسطين سنة 2007 ، تعمل على إنتاج الغاز الحيوي عن طريق التخمر اللاهوائي لفضلات الحيوانات، مخلفات النباتية و التصنيع الزراعي و نفايات البلدية بحيث كل نوع من النفايات المذكورة ينتج كمية معينة من الغاز الحيوي، فنجد مثلا أكثر من مليون طن سنويا من فضلات الحيوانات تنتج لنا كمية غاز تقدر ب 15-18% من وزن المخلفات الرطبة، و 60-70% من وزن المخلفات على أساس المادة الجافة.

وأكثر من 300000 طن سنويا بالنسبة لفضلات النباتية وتشمل المحاصيل الحقلية، الخضار و الفواكه، مخلفات تقليم الأشجار و جفت الزيتون، حيث 50-80 ألف طن من مخلفات عصير الزيتون فقط، و أكثر من 80000 طن سنويا بالنسبة لمخلفات التصنيع الزراعي وتشمل مخلفات مطاحن الحبوب، رب البندورة، تصنيع الحمضيات و العنب و غيرها.

بالإضافة إلى نفايات البلديات التي تقدر بحوالي 0,4 طن يوميا، إجمالي ما يمكن استخدامه من هذا النوع يزيد عن 300000 طن سنويا من المادة العضوية.

ومن خلال هذه الدراسة نجد أن هناك عوامل محددة لإنتاج الغاز الحيوي بحيث يتأثر إنتاج هذا الأخير بطول فترة التخمير

و حجم المخمر و طريقة تصميمه، طبيعة المخلوط من الفضلات ، كفاءة التقليب و الخلط أثناء عملية التخمير بالإضافة إلى درجة حرارة المخمر و درجة الحموضة داخل المخمر.

الدراسة (5) و (10): من خلال الدراستين (5) و (10) نجد أن كل من الاتحاد الأوروبي و دولة أذربيجان تستعمل نفس الطريقة لاستعادة الطاقة من النفايات و تختلف كل منهما في زمن إنجاز التجربة، بحيث تعملان على تحويل هذه النفايات إلى طاقة كهربائية عن طريق عملية الحرق في محطات خاصة و معمولة لهذه الطريقة، فمثلا نجد في الدراسة (5) تم حرق النفايات البلدية تحت درجة حرارة تقدر ب 850 °C و يتمثل استرداد الطاقة من النفايات في الاتحاد الأوروبي باستهلاك 1,3% من الكهرباء و 8,9% من الحرارة المنتجة في المحطة.

وحسب المعلومات التي جمعها اتحاد الوحدات الأوروبية لاستعادة الطاقة من النفايات فنجد أن: 409 من منشآت العلاج في الاتحاد الأوروبي في عام 2012 قد عالجت 74 مليون طن من النفايات تنتج TWh 30 من الكهرباء و 74 TWh من الحرارة و حسب بيانات يوروستات تشير إلى أنه في عام 2012، تم حرق 3,9 مليون طن منها مع انتعاش الطاقة، بالإضافة إلى انتاج طن واحد من النفايات المحترقة بشكل عام (230 kg إلى 250) من رماد القاع (بقايا المواد الصلبة التي تتكون أساسا من معادن و مركبات عضوية) 25 kg إلى 50 من المخلفات الصلبة من تنظيف غاز المداخن، 20 kg -25 من المعادن الحديدية، 0,5 إلى 1,5 kg من المعادن الغير حديدية، و في الاخير نتج أن عملية الحرق تسمح بتقليل حوالي حجم 90% من النفايات مقارنة بعملية الطمر في هذه الدراسة.

بينما في مشروع باكو(عاصمة أذربيجان) نجد محطة هذه المنطقة تغني الكهرباء التي تولدها عن حرق 100000 طن من النفط في السنة، و تعالج حوالي 80% من نفايات بلدية باكو حراريا، و هو ما يمثل نحو 400000 طن في السنة وهذا يولد 230 GWh من الكهرباء، حيث تكفي لتوفير احتياجات أكثر من 50,000 أسرة من الطاقة و فيما بين ديسمبر 2012 و يناير 2020 عالجت هذه المحطة 3281343 طن من النفايات المنزلية حراريا و حولت 1015800 MW من الكهرباء إلى الشبكة الوطنية.

دراسة (06) و (09) : نجد من خلال هاتين الدراستين أنه هناك العديد من الدول العربية و الأجنبية قامت بتطوير تكنولوجيات مختلفة لتحويل المخلفات إلى طاقة، تقوم حاليا هذه الدول باستخدام طاقة حرارية و الوقود الناتج من معالجة النفايات في أغراض متعددة.. مثل التسخين وفي وسائل النقل و الصناعة وفي توليد الكهرباء، بحيث أصبحت الطاقة المولدة من هذا المصدر الهام تمثل حاليا نسبة واضحة في مزيج الطاقة في هذه الدول، فنجد مثلا في هاتين الدراستين أنه يوجد العديد من طرق في تحويل النفايات من كارثة بيئية إلى مصدر اقتصادي مربح عن طريق الحرق، الترميد، الانحلالي الحراري و التغويز بالإضافة إلى التخمر اللاهوائي.

نجد من خلال الدراسة (06) أنه تمت عملية التخمر اللاهوائي تحت درجة حرارة ما بين 35-70 °C و تحت نسبة رطوبة تقدر ب 80-95% ، و درجة الحرارة في عملية الانحلال الحراري تقدر بحوالي 550 °C أوضحت هذه الدراسة بأن بلدان منظمة التعاون الاقتصادي و التنمية (OECD) تستوفي محطات للحرق بحيث تخفض حجم المخلفات الاصلية بنسب تتراوح بين 95% و 96% أو 75% من وزنها، و تتراوح الكفاءة الكهربائية من خلال دورة البخار بين 14 و 28% و تولد ما بين 450 و 550 kwh من

الكهرباء / طن من المخلفات البلدية الصلبة و تستعمل بقية الطاقة المنتجة كحرارة بينما تطلق نحو طن واحد من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.

توفر عملية تغويز المخلفات البلدية الصلبة ما بين 7-14 مليون وحدة حرارية بريطانية و 0,33-0,66 طن من انبعاثات مكافئ الكربون، و تبلغ تكلفة معالجة المخلفات البلدية الصلبة بواسطة تكنولوجيات التغويز نحو50$ /tonnes ، و بلغت نسبة غاز الميثان من عملية التخمير اللاهوائي حوالي 60% ، تنتج حوالي 0,05 m³ لكل 1 kg من المخلفات الحيوانية و تنتج 50 kg من المدخلات اليومية للمحطة حوالي 2,5 m³/jour من الغاز الحيوي ، و إذا كانت كفاءة المحطة 35% فإن الطاقة الكهربائية المتاحة للاستخدام تقدر بحوالي 4,6 kwh، و في هذه العملية يمكن تخفيض حجم المخلفات بنسبة 85% بالإضافة إلى عملية الانحلال الحراري تنتج ثلاث أنواع من مصادر الطاقة : (فحم صلب بنسبة 35% و وقود حيوي بنسبة 40% و غاز اصطناعي خليط من (المثان، أول أكسيد الكربون، هيدروجين و ثاني أكسيد الكربون) بنسبة 10% ، وفي محطة بريطانية يتم توليد نحو 18,3 MW من الكهرباء أي (kwh 155/ tonnes) من المخلفات سنوية قدرها 200 ألف طن.

بينما في الدراسة (09) تم الاستفادة من المخلفات الصلبة المتراكمة في مكب النفايات الرئيسي في مدينة العقبة و ذلك بتحويلها بعد معالجتها حراريا إلى طاقة كهربائية بقدرة 180 طن يوميا من النفايات البلدية في محطات للحرق، بحيث هذه المحارق تقلل من حجم النفايات بنسبة 96% وتمتلك كفاءة كهربائية في حدود 14 إلى 24% أما بقية الطاقة فيمكن الاستفادة منها في التسخين على سبيل المثال، لكن الكمية المتبقية تعد حرارة مضيعة، يتم الاستفادة من الطاقة الضائعة في محارق عملية الانحلال الحراري للنفايات في توفير الحرارة اللازة للتكسير الحراري لمواد البلاستيك، كما تطبق تقنيات التكسير الحراري في إنتاج الفحم و الوقود السائل و الغاز من النفايات العضوية، ونجد أن مردود الطاقة من عملية التغويز عالي مقارنة بتقنية الحرق المباشر.

خلاصة:

يمكن القول حسب تحليل الدراسات السابقة وأهم ما جاء فيها أن النفايات تعتبر مصدر من مصادر الطاقة المتجددة، وهي لا تقتصر على مفهوم قمامة بل هي عبارة عن ثروة هائلة ذات منفعة اقتصادية وبيئية وحتى اجتماعية، لذا يعتبر تثمين النفايات من أهم مواضيع العصر الحالي مع تمنياتنا لتسليط ضوء على هذه الدراسة والالتفات لها وتطويرها وتعميم الفكرة على جميع بلدان العالم.

من خلال هذه الدراسات السابقة العشرة نجد أن مشروع تثمين النفايات وتحويلها إلى طاقة مشروع ذات منفعة عامة، يعمل على المحافظة على البيئة وصحة الإنسان بالإضافة إلى تحسين مستوى الاقتصادي والاجتماعي، أي له أثر على كل الجوانب الحياتية.

- نلاحظ من خلال هذه التجارب وجود عدة أهداف مشتركة تتمثل في إنتاج طاقة متجددة (غاز حيوي، كهرباء، وقود...) ومن نفس المادة الأولية أي من مصدر واحد تختلف من حيث نوع النفاية و طريقة التحويل.
- مثلا في دولة الجزائر وفلسطين استعملا طريقة الهضم اللاهوائي باستخدام النفايات العضوية (النفايات المنزلية، نفايات المطبخ، فضلات الحيوانات، مياه صرف الصحي ، نفايات البلدية و مخلفات نباتية.)، تم إنتاج الغاز الحيوي تحت عوامل محددة ومدة زمنية معينة.
- بينما هناك بعض دول عربية و أخرى أجنبية استخدمت طرق أخرى حديثة في إنتاج الطاقة من النفايات منها مصر و الأردن، المملكة العربية السعودية ، الإمارات ،أذربيجان ، أوروبا ، تركيا، اليابان وغيرها من الدول.
- نجد في أذربيجان و أوروبا استعملا طريقة الحرق على نفايات البلدية، النفايات الصلبة، المنزلية في محطات خاصة وتحت درجة حرارة تزيد عن 850 °C ، بينما هناك دول أخرى استعملت طريقة الانحلال الحراري والتغويز في إنتاج طاقة متجددة كونها ناتجة من كتلة حيوية.
- ولكن من خلال هذه الدراسات السابقة نجد أن الدول العربية مازالت مشاريع تحويل النفايات إلى طاقة في طور التجريب والإنشاء، وتعاني العديد منها من ظاهرة المكبات العشوائية، فمن الضروري التفكير بمشاريع مستقبلية لتحويل تلك النفايات إلى طاقة واستخدام هذه التكنولوجيا الناجحة، وخاصة في بلادنا الجزائر التي تفتقر لمفهوم هذه التكنولوجيا.

الخلاصة العامة:

من خلال دراستنا تطرقنا إلى أهم إشكال يدور في المجتمع الدولي خلال هذا القرن، وهو إيجاد بديل طاقوي يكون كبديل استراتيجي للمصادر الطاقة التقليدية المهددة بالنضوب والزوال كالنفط والفحم والغاز الطبيعي وكذا الطاقة النووية وبإبراز أثرهم على البيئة المحيطة بالإنسان وتغير المناخ، قادتنا الأبحاث لمفهوم الانتقال الطاقوي من الطاقات غير المتجددة إلى البديل الذي هدف إليه الباحثون والذي تكاثفت الجهود في سبيل تطويره والمتمثل في المصادر الطبيعية وغير الطبيعية للطاقة المتجددة.

وقد سلف لنا التحدث عن طرق تثمين هذه الموارد من طاقة شمسية وطاقة الرياح والطاقة الكهرومائية وطاقة الهيدروجين والكتلة الحيوية والنفايات التي تعتبر مصدر من مصادر الطاقات المتجددة وخيارات الاستغلال الأمثل لها في توفير الحاجيات الطاقوية إطار التنمية المستدامة ودمج مفهوم الطاقة الخضراء في سوق الاقتصاد والآفاق المستقبلية للتطور التكنولوجي.

لقد توسعنا في موضوع تثمين النفايات والتي تعتبر مصدر دخل وفير بالنسبة للدول المتطورة بغية تسليط الضوء على إمكانيتها الواعدة والممكن تحقيقها في الدول النامية ومنها الجزائر، والتي تبقى بعيدة عن مستوى هذه الإمكانيات ومن المهم في هذه النقطة الاهتمام بتشجيع قطاع الاستثمار في معالجة واسترجاع النفايات واستغلال هذه الثروة.

وتبقى الطاقات المتجددة مخزونا غير جاهزا بما معناه أن كل ما ينتج يستهلك بل يجب العمل على الارتقاء نحو تمكين الموارد والتقنيات اللازمة في جميع الدول وتوعية المجتمع بأهمية هذا القطاع على المدى القريب والبعيد.

توصيات :

وفي الأخير هذه مجموعة توصيات تم استنتاجها من الدراسة وكذا بعد الاطلاع على خطط المنظمات الدولية للطاقة واستراتيجياتها في قطاع الطاقة والبيئة.

- تحفيز الدول على الانتقال الطاقوي وترشيد استهلاك الوقود الأحفوري، يمكن استخدام عائداته الحالية لتمكين أنظمة الطاقات المتجددة والتحول الجزئي لتجنب الانتكاسات الاقتصادية والتداعيات الدولية في سوق الطاقة.
- تعظيم حصة المصادر الطاقوية المتجددة في خليط الطاقة الكلي لكل دولة.
- زيادة الاعتماد على الطاقة المتجددة في تطبيقات التدفئة والتطبيقات الصناعية والعمل على ترشيدها ودمجها في جميع القطاعات.
- التوعية في المجال البيئي وبيان أهميته وحتمية التسيير الطاقوي في ما يتناسب مع أمنها.
- تشجيع مراكز معالجة النفايات في استعمال هذه الطرق من أجل التثمين.
- ضرورة نشر تكنولوجيا استغلال النفاية في التثمين في جميع دول العالم ولاسيما بلادنا الجزائر.
- يتوجب إقامة محطات خاصة بتثمين النفايات.
- تفعيل دور الإعلام بالطاقة النظيفة البديلة وما سيحققه ذلك من عائد بيئي واقتادي وصحي على الفرد والمجتمع.
- وضع مجال تثمين النفايات ضمن أولويات الاستثمار الدولي.
- تشجيع التعاون مع الدول المتقدمة في هذا المجال والاستفادة منها على أن يكون ذلك مبنيا على أساس المساواة والمنفعة المتبادلة.

آفاق مستقبلية:

1) من نفايات إلى مواد البناء:

يعتبر تراكم البلاستيك من المشاكل المتزايدة المتعلقة بالبيئة، بحيث قامت بعض الدول بتحويل البلاستيك من مشكلة إلى مواد بناء، اعتمدت الولايات المتحدة الأمريكية على لبنات إسمنت مصنوعة من نفايات بلاستيكية بحيث هذه لبنات لا تحتاج لمواد لاصقة وهذا ما يجعلها أسرع في التركيب، تتميز بأنها غير قابلة للكسر، مقاومة للتشقق والتآكل ولا تنهار كالكتل الخرسانية العادية وتعد هذه اللبنة أرخص من مواد البناء التقليدية المعروفة في جميع أنحاء العالم إذ تعتمد على المواد التالفة والنفايات التي تم التخلص منها في المكبس. وفي بلجيكا أيضا استخدمت النفايات البلاستيكية مع إضافة بعض المكونات مثل مسحوق الرماد المتطاير، وغيرها وتحويلها إلى مواد بناء مفيدة مثل أرضيات السكك الحديدية ،بناء كتل، وما إلى ذلك العديد من التجارب مع مختلف التركيبات لتحويل النفايات البلاستيكية إلى طوب بكفاءة عالية.

2) من نفايات إلى مستحضرات التجميل:

مؤخرا زادت التجارب والأبحاث في العالم حول كيفية زايدت استغلال النفايات وإعادة تدويرها حيث وصلت إلى تحويل فضلات الطعام والنفايات العضوية إلى ثراء واستخراج محتواها في المكونات الطبيعية والبوليمرات الحيوية لجعل منتجات و بضائع مستدامة، بما في ذلك مستحضرات التجميل والأدوية الطبية.

3) استخدام تقنية النانو في الخلايا الكهروضوئية:

يمكن أن تعمل الجسيمات النانوية كأشباه موصلات للطاقة، تنبعث منها ضوء بأطوال موجية محددة ما يجعل خصائصها الضوئية مثالية للاستخدام في مجموعة متنوعة من التطبيقات بما في ذلك الأجهزة الكهروضوئية حيث عزز العلماء كفاءة خلايا البيروفسكايت الشمسية وقابليتها للتوسع من خلال استبدال طبقات نقل الإلكترون بطبقة رقيقة من نانو أكسيد القصدير المثبت بحمض البولي أكريليك، فوجد أنها عززت قدرتها على التقاط الضوء وزادت من كفاءة هذه الخلايا بشكل قياسي. ومع التقدم التكنولوجي في تقنيات النانو يتم دراسة جميع احتمالات إدماجها في مجال الطاقة عموما والطاقة الشمسية خصوصا.

4) تخزين الحرارة في الملح المذاب:

تتم غالبا في محطات الطاقة الشمسية المركزة التي توظف مرايا لتسخين سائل خاص ينقل الحرارة ويولد الكهرباء، ولكن لتخزين الطاقة يتم حاليا تجربة تعديل النظام باستبدال السائل بملح مذاب في الماء كنترات

الصوديوم $NaNO_3$ ونترات البوتاسيوم KNO_3 ، ويوجه عبر الأنابيب ليسخن ثم يخزن بطريقة خاصة لحين توليد الطاقة الكهربائية ، ويعتبر الملح المذاب بديلا جيدا لخصائصه المتمثلة في درجة غليان مرتفعة ولزوجة منخفضة وانخفاض ضغط التبخر وسعته الحرارية العالية التي تمكن من تقليص مساحة التخزين.

5) مبخرات شمسية ثلاثية الأبعاد:

يطور الباحثون مبخرات شمسية ثلاثية الأبعاد، وهي مبخرات على شكل أكواب يمكنها أن تمتص أشعة الشمس بكفاءة تصل إلى 100%، بالإضافة إلى استعادة إشعاعات الشمس المنعكسة. يمكن أن تحافظ جدران الأشكال الجديدة على درجة حرارة أقل من درجة حرارة البيئة المحيطة، وهو ما يمكِّن هذه الجدران من استخلاص المزيد من الطاقة من البيئة المحيطة. ويقول المشتركون بهذه الدراسات أن:" إن التحول إلى ثلاثية الأبعاد هو الاتجاه المستقبلي بالنسبة للمواد الضوئية الحرارية".

6) إنتاج الوقود الحيوي من الطحالب:

يعد استخدام الكتلة الحية الطحلبية خيارا قابلا للتطوير مع فعالية عالية وذلك للمعدل العالي لنمو الطحالب مقارنة بالنباتات الأرضية كما أنها تنمو في مختلف البيئات وتحتوي على المكونات الرئيسية الثلاث الكاربوهيدرات والبروتينات والدهون وتعد الدهون في عملية إنتاج الوقود الحيوي والذي يتضمن الديزل الحيوي والزيت الحيوي و الغاز الحيوي والهيدروجين الحيوي بالإضافة إلى عدد من المركبات الأخرى كالميثان والايثانول وعدد كبير جدا من المركبات الكيميائية المختلفة.

قائمة الملاحق :

قائمة ملاحق الفصل الرابع:

دراسة 1:

مجلة آفاق للدراسات والبحوث – العدد الأول جانفي 2018

دور الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة

عبدو علي الطاهر
كلية الحقوق سعيد حمدين
جامعة الجزائر

الملخص: الطاقات المتجددة هي طاقة مكتسبة من الطبيعة وتتجدد باستمرار وغير ناضبة وغير ملوثة للطبيعة وتساهم في تحقيق تنمية مستدامة.

أما المشرع الجزائري فقد عرف الطاقات المتجددة بأنها " كل الطاقات المتأتية من مصادر المياه وحرارة الشمس والرياح والحرارة الجوفية، وأشعة الشمس، وكذا الطاقات الناتجة عن الإنتاج المشترك وتثمين النفايات

تلعب الطاقة المتجددة دور كبير في تحقيق التنمية المستدامة، اذ تعمل على ضمان إمدادات الطاقة للأجيال القادمة، وتوفير فرص العمل مما يدعم المساعي لتحسين شروط الحياة، وتأمين الطاقة للمناطق النائية. وتعد الطاقات النظيفة مرشحة بقوة لتخفيف ضغط الطلب على الطاقات التقليدية الناضبة، وتقليص حجم الآثار والتكاليف البيئية.

Abstract :Renewable energies are energy that is derived from nature, constantly renewed, immovable, non-polluting, and conducive to sustainable development.

The Algerian legislator defined the renewable energies as "all energies derived from water sources, solar, wind, geothermal, and solar radiation, as well as energies resulting from joint production and waste valuation.

Renewable energy plays a major role in achieving sustainable development by ensuring energy supplies for future generations, providing jobs that support efforts to improve living conditions, and securing energy for remote areas. Clean energies are a strong candidate to reduce demand pressure on traditional energies and reduce impacts. And environmental costs.

مقدمة:

أمام تزايد الأخطار البيئية وتفاقم مشاكلها وبالخصوص ما تعلق بالطاقة الأحفورية لجأت العديد من الدول والمنظمات الدولية الى عقد اتفاقيات ومؤتمرات لتقليص وإزالة كل انواع التلوث الناجم عن هذه الطاقة، وسعت العديد من الدول الى التوجه نحو الطاقات البديلة الغير ملوثة، وعلى هذا الأساس لجأت العديد من الدول بما فيها الجزائر الى التوجه نحو الطاقات المتجددة من أجل حماية البيئة، وتقليص الطلب على المحروقات، وعليه تلعب الطاقات النظيفة دوراً هاماً في خلق تنمية اقتصادية وبيئية يمكن المواجهة بينهما عن طريق التنمية المستدامة.

139

دراسة 2:

ipcc
التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

التقرير الخاص بشأن مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ

ملخص لصانعي السياسات
تقرير الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
و
ملخص فني
تقرير قبله الفريق العامل الثالث للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
غير أنه لم يعتمده بتفاصيله

حرره

Youba Sokona — Ramón Pichs-Madruga — Ottmar Edenhofer
Timm Zwickel — Susanne Kadner — Patrick Matschoss — Kristin Seyboth
Christoph von Stechow — Steffen Schlömer — Gerrit Hansen — Patrick Eickemeier

وحدة الدعم الفني للفريق العامل الثالث
معهد Potsdam لبحوث تأثير المناخ

نُشر للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

دراسة 3:

قراءة في إستراتيجية التوجّه نحو استغلال الموارد الطاقوية المتجددة كبديل للطاقة الأحفورية في بعض دول شمال إفريقيا

د.بن موسى محمد

قراءة في إستراتيجية التوجّه نحو استغلال الموارد الطاقوية المتجددة كبديل للطاقة الأحفورية في بعض دول شمال إفريقيا

Reading in strategy of orientation for use of Renewable Energy resources as an alternative to fossil energy in some North African countries

د.بن موسى محمد[1]
MQEMADD عمر
جامعة الجلفة – الجزائر
m.benmoussa@mail.univ-djelfa.dz

تاريخ الاستلام: 2018/08/27 — تاريخ النشر: 2019/09/12

Abstract:
The aim of this research is to identify the adopted and implemented strategies in the field of renewable energy exploitation In the countries of North Africa under study (Algeria, Tunisia and Morocco), as well as the most important challenges facing them and by analyzing the combined energy data of renewable energy in these countries as well as the most important strategic objectives adopted for renewable energy and presented the most important incentives and initiatives adopted to promote use of renewable energy and energy efficiency, and to recognize reality of reliance on renewable energy , and to identify the most important challenges of renewable energy exploitation in these countries, we have found an existing strategy based on the gradual adoption of renewable energy, however, it faces great challenges, most notably the lack of funding mechanisms for renewable energy projects and the lack of technical and technological rehabilitation, In addition to the prevailing culture that investing in this type of project involves a kind of financial risk
Key words: Renewable energy, fossil energy, North African countries, Tunisia, Algeria, Morocco.

المقدمة:

يمكن أن تسهم الطاقة المتجددة في حفز الاقتصادات الوطنية وإضافة فرص عمل جديدة ففي عام (2013) دعمت مصادر الطاقة المتجددة (5.6) ملايين فرصة عمل ترتبط بشكل مباشر أو غير مباشر بها، ومنها (6.2) مليون فرصة عمل في الصين.[1]

أصبح في كل دول العالم تكريس الجهود وحشد الوسائل في مجال استدامة الطاقة أمرا طبيعيا ، كما غدا تحقيق النجاحات في مجال الطاقة البديلة بالنسبة لكثير من الدول –سيما المتقدمة منها– شيئا روتينيا وأمرا مألوفا، وهذا يجعلنا نصف المستقبل القادم بأنه مستقبل الطاقة المتجددة او البديلة (Future of renewable energy).

إن ظهور تكنولوجيات جديدة سنويا، وارتفاع كفاءة نظمها الحالية، ودخول لاعبين جدد من حين لآخر في أسواق الطاقة البديلة، وما تشهده الأسواق من عمليات الاندماج الكبيرة بين العديد من المصانع العالمية العاملة في مجال الطاقة المتجددة، يؤكد أننا نتجه إلى عصر الطاقة الجديدة والمتجددة، متعجلين تحرك الجهات ذات الصلة، فالحكومات تضطلع بسن القوانين المحفزة على نقل واستخدام وتطوير نظم الطاقة المتجددة والعمل على تنفيذ هذه القوانين.[2]

1 - المؤلف المرسل: بن موسى محمد، الإيميل: bben_moussa@yahoo.fr

مجلة اقتصاديات شمال إفريقيا — ISSN 1112-6132 — المجلد 15 / العدد 21 السنة: 2019 ، ص 37 – 54

37

دراسة 4:

https://masdar.ae/Masdar-Clean-Energy/Technologies

Masdar
A MUBADALA COMPANY

التقنيات

تلتزم "مصدر" بدفع عجلة الابتكار في مجال التكنولوجيا النظيفة وذلك لدوره الرئيسي في مواصلة تطوير قطاع الطاقة المتجددة وتعزيز جدواه التجارية

الطاقة الشمسية المركزة
لدى "مصدر" خبرة واسعة في تطوير أنواع مختلفة من نظم الطاقة الشمسية المركزة

الطاقة الشمسية الكهروضوئية

طاقة الرياح

دراسة 5:

دراسة 6:

دراسة 7:

دراسة 8:

دراسة 9:

ملاحق الفصل الخامس :

دراسة1:

PLUTO JOURNALS

Authors(s): [illegible]
Source: Bethlehem University Journal, Vol. 26 (2007), pp. 161-171
Published by: Pluto Journals
Stable URL: http://www.jstor.org/stable/26447436
Accessed: 24-02-2022 17:12 UTC

JSTOR is a not-for-profit service that helps scholars, researchers, and students discover, use, and build upon a range of content in a trusted digital archive. We use information technology and tools to increase productivity and facilitate new forms of scholarship. For more information about JSTOR, please contact support@jstor.org.

Your use of the JSTOR archive indicates your acceptance of the Terms & Conditions of Use, available at http://about.jstor.org/terms

This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-Derivatives 4.0 International License (CC BY-NC-ND 4.0). To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Pluto Journals is collaborating with JSTOR to digitize, preserve and extend access to Bethlehem University Journal

دراسة2:

Revue des Energies Renouvelables Vol. 10 N°4 (2007) 539 – 543

Etude de l'influence du pH sur la production du biogaz à partir des déchets ménagers

S. Kalloum*, M. Khelafi, M. Djaafri, A. Tahri et A. Touzi

Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien
B.P. 478, Route de Reggane, 01000 Adrar

(reçu le 10 novembre 2007 – accepté le 25 Décembre 2007)

Résumé - *Les déchets de matières organiques provenant essentiellement des industries agro-alimentaires (des activités domestiques, d'abattoirs, ...) et des eaux résiduaires urbaines. Ces déchets constituent une nuisance environnementale à prendre en charge pour la sauvegarde durable de notre environnement. La valorisation de cette matière organique serait une solution judicieuse pour atténuer leurs effets nocifs. Par ailleurs, l'application d'un procédé de bioconversion, la digestion anaérobie ; offre la possibilité de combiner le traitement de ces déchets et la production d'une énergie renouvelable qui est le biogaz. Ce gaz riche en méthane CH_4 possède un pouvoir énergétique élevé et peut être utilisé dans de nombreuses applications comme: le chauffage, la cuisson, la production d'électricité, l'éclairage et en tant que biocarburant et peuvant être injecté dans le réseau de gaz de ville. Notre travail consiste à étudier la digestion anaérobie des déchets ménagers (déchets de cuisine) et plus particulièrement l'influence du pH sur le rendement en biogaz. Durant cette étude, nous avons suivi l'évolution des paramètres des la pollution à savoir, la DCO et la DBO5, ainsi que le volume du biogaz produit en fonction du temps avec un pH ajusté et aussi avec un pH non ajusté. Les résultats obtenus ont permis de démontrer la possibilité de produire une quantité importante de biogaz inflammable pendant une courte durée pour le digesteur à pH ajusté (milieu favorable pour l'acuité bactériennes) par rapport au digesteur à pH non ajusté.*

Abstract - *The waste of organic matter comes primarily from the food industries, (of the domestic activities, slaughter-house ...) and from urban waste water. This waste constitutes an environmental nuisance to take in charge for the durable safeguard of our environment. The valorisation of this organic matter would be a judicious solution to reduce their harmful effects. In addition, the application of a process of bioconversion 'anaerobic digestion' makes it possible to combine the treatment of this waste and the production of a renewable energy which is biogas. This gas rich in methane CH_4 has a significant energy capacity and can be used in many applications like: heating, cooking, production of electricity, lighting and as a biocarburant and being able to be injected into the gas network for domestic use. Our work consists in studying the anaerobic digestion of domestic waste (kitchen waste) and more particularly the influence of the pH on the biogas yield. During this study, we followed the evolution of COD, the BOD_5 as well as the volume of the biogas produced during time of digestion with an adjusted pH and other with a pH not adjusted. The results obtained allowed us to demonstrate the possibility of producing a significant quantity of the flammable biogas during a short period for the digester with pH adjusted (favorable medium for the bacterial activity) compared to the digester with pH not adjusted.*

Mots clés: Déchets ménagers – Digestion anaérobie – Biogaz – DCO – DBO5.

1. INTRODUCTION

دراسة3:

Democratic and Popular Republic of Algeria
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of BECHAR

Printed from

Journal of Scientific Research

http://www.2.univ-bechar.dz/jrs/

Valorisation de la biomasse à des fins énergétiques : Contribution de la production de biogaz au développement durable

L. BENSMAIL[1], A. TOUZI[2]

[1] Laboratoire de Physique Energétique, Université de Béchar, BP 417 Béchar.
[2] Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien, Adrar.

Corresponding author: Lbensmail@yahoo.fr

Published on 30 June 2012

دراسة4:

Revue des Energies Renouvelables Vol. 17 N°3 (2014) 419 - 426

Production de biogaz à partir des déjections bovines en milieu aride: cas du M'Zab (Algérie)

N. Douag-Tirichine [1*], A. Benkhelifa [1†] et K. Bousdira [2‡]

[1] Centre de Développement des Energies Renouvelables, CDER
B.P. 62, Route de l'Observatoire, Bouzaréah, 16340, Algiers, Algeria
[2] Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables, URAER
Centre de Développement des Energies Renouvelables, CDER
47133, Ghardaia, Algeria

(reçu le 12 Février 2014 – accepté le 30 Septembre 2014)

Résumé - *L'objectif de ce travail expérimental est de valoriser les déchets issus de l'élevage bovin, en utilisant les bouses de vaches comme substrat pour la production de biogaz qui peut être directement exploitable pour un usage domestique dans une région enclavée et aride de l'Algérie le M'Zab. Pour cela, nous avons utilisé un système constitué d'une enceinte fermée de 800 litres: c'est le digesteur, une cloche gazométrique de 600 litres pour le stockage du biogaz produit, et un chauffe-eau électrique de 75 litres pour le chauffage du digesteur. Les paramètres de la digestion anaérobie ont été suivis régulièrement. Le contrôle de la température est assuré par un thermostat mécanique et l'ajustement du pH est effectué par l'addition de l'eau de chaux afin de maintenir les valeurs du pH proches de la neutralité 7. Pour ce qui est de l'isolation thermique, le digesteur est recouvert avec de la laine de verre afin de maintenir une température stable et diminuer les écarts de température entre le jour et la nuit. L'épuration est faite par*

دراسة5:

Briefing
Avril 2015

Parlement européen

Valorisation énergétique des déchets
Opportunités et défis

RÉSUMÉ

Dans l'Union européenne (UE), l'incinération est utilisée pour traiter 26% des déchets municipaux, dans la plupart des cas avec une valorisation énergétique permettant de générer chaleur et électricité. Cependant, les proportions de déchets incinérés et d'énergie produite varient largement d'un État membre à l'autre.

La valorisation énergétique des déchets présente des forces et des faiblesses. Comme mode de traitement des déchets, elle est supérieure à la mise en décharge, mais moins optimale que le recyclage; par ailleurs, la question d'une concurrence entre incinération et recyclage fait débat. Comme mode de production d'énergie, elle permet la génération d'électricité en partie renouvelable; cependant, la teneur énergétique des déchets municipaux est faible et d'aucuns indiquent que le recyclage est plus efficace sur le plan énergétique. En ce qui concerne l'impact sur la santé, l'environnement et le climat, elle permet de réduire considérablement le volume des déchets, avec un impact neutre sur le climat; en revanche, les effets sur la santé humaine et l'environnement sont controversés.

La politique européenne promeut la valorisation énergétique des déchets mais aussi le recyclage, en s'appuyant notamment sur la hiérarchie des déchets. Plusieurs développements en cours pourraient influencer la politique de l'UE en la matière.

Le Parlement européen a par le passé souligné l'importance de la hiérarchie des déchets. Le secteur de l'incinération et les ONG sont divisés au sujet du rôle que peut jouer la valorisation énergétique.

Contenu du briefing:
- Contexte
- Forces et faiblesses
- Politique européenne
- Parlement européen
- Parties intéressées
- Principales références

دراسة6:

دراسة 7:

Revue des Energies Renouvelables Vol. 21 N°4 (2018) 537 - 5

Valorisation des déchets organiques ménagers et les déjections bovines par la méthanisation

A. Saïdi-Boulahia *, S. Abada † et M. Saber ‡

Centre de Développement des Energies Renouvelables, CDER
B.P. 62, Route de l'Observatoire, Bouzaréah, Alger, Algérie.

(reçu le 20 Décembre 2018 - accepté le 25 Décembre 2018)

Abstract - *Anaerobic digestion of organic fraction of household waste is one of treatment and recovery methods of such urban waste. Actually, this valorization offers the possibility of combining the treatment of such wastes and the production of renewable energy which is biogas. In our study, we have contributed to the study of biogas production from co-digestion of the organic fraction of household waste with cattle excreta. The two substrates were introduced into the digester after a pre-mixture in a proportion of 5 % household waste and 10 % of cow dung. Fermentation of this experiment was carried out in batch mode (intermittent feeding) while maintaining anaerobic conditions and mesophilic temperature range. We performed the measurement of stability parameters such as pH, redox potential and volatile fatty acids (VFA). The values of these parameters indicate a relatively good behavior of digestion process that allowed the production of a quantity estimated at 870 ml of biogas during an operation time of 45 days and for an amount of 1000 grams of organic waste.*

Résumé - *La digestion anaérobie de la fraction organique des déchets ménagers est l'une des méthodes de traitement et de valorisation de ces déchets. En effet cette valorisation, offre la possibilité de combiner le traitement de ces déchets et la production d'une énergie renouvelable qui est le biogaz. Dans notre étude, nous avons contribué à l'étude de la production de biogaz à partir de la co-digestion de la fraction organique des déchets ménagers avec les déjections bovines. Les deux substrats ont été introduits dans le digesteur après un pré-mélange à raison de 5 % de déchets ménagers et 10 % de bouse de vache. La fermentation de cette expérimentation a été menée en mode batch (alimentation discontinue) tout en assurant l'anaérobiose avec maintien de la température dans la plage mésophile. Nous avons procédé à la mesure des paramètres de stabilité, tels que le pH, le potentiel d'oxydo-réduction et les acides gras volatils (AGV). Les valeurs de ces paramètres indiquent le bon déroulement du processus de digestion qui a permis la production d'une quantité évaluée à 870 ml de biogaz durant un temps d'opération de 45 jours et pour une masse de 1000 grammes de déchets.*

Keywords: Anaerobic Digestion - Household waste - Cow dung - Biogas - Renewable energy.

1. INTRODUCTION

دراسة8:

Algerian Journal of Environmental Science and Technology
April edition. Vol.5. N°1. (2019)
ISSN : 2437-1114
www.aljest.org

Contribution à la production du biogaz à partir d'effluents d'élevage animaliers en Algérie

A. Mellak[1], Y. Le Roux[2], R. Bouarab[1], T. Ahmed-Zaïd[1*]

[1]Laboratoire de Valorisation des Energies Fossiles, Département de Génie Chimique, Ecole Nationale Polytechnique, El-Harrach, BP 182, Alger, Algérie
[2] ENSAIA, 2 Avenue de la Forêt de Haye, 54505 Vandœuvre-les-Nancy, France

*Corresponding author: tondert.ahmed-zaid@g.enp.edu.dz ; Tel.: +213 557 67 20 52

ARTICLE INFO

Article History :
Received : 10/10/2018
Accepted : 27/01/2019

Key Words:
Biogas,
Livestock effluents,
Methane potential,
Prospective study.

ABSTRACT/RESUME

Abstract: Algeria relies mainly on fossil fuels for its energy needs and economy. Most of the electricity produced uses natural gas as primary energy. However, electricity needs are rising very rapidly, with an average increase of 10% between 2010 and 2011. Therefore, the use of alternative energy sources is a strategic objective to save natural gas, which is the main source of export revenues.
With the decline of hydrocarbons, the Algerian government is beginning to consider economic and ecological solutions by investing in renewable energies. In 2015, it planned to introduce bioenergy with a contribution of 1000 MWelec by 2030. In this context, this study

دراسة9:

دراسة10:

الملخص

يعتبر موضوع حماية البيئة من خلال الطاقات المتجددة موضوع الساعة، فالأصل في تبني الطاقات المتجددة كان نتيجة لصرخات الاستغاثة الصادرة عن تقارير تغير المناخ ونفاذ المصادر الأحفورية. عملت الدول على تطوير مصادر بديلة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الكهرومائية، كما شهد العالم حاليا إقبالا على استغلال النفايات في الإنتاج الطاقوي نظرا لواقع انتشارها وتأثيرها على البيئة المحيطة وحفاظا على الموارد المختلفة.

تتمحور هذه الدراسة حول مصادر الطاقات المتجددة التي تنقسم إلى موارد طبيعية ونفايات، يتم العمل على تسخيرها تحت ما يعرف بالانتقال الطاقوي من مصادر غير متجددة إلى مصادر متجددة والتي بعد دراستنا لأهم طرق تثمينها وتسييرها، وتحليلنا لجملة من الدراسات السابقة في هذا المجال، خلصنا إلى أنها أفضل الخيارات الحالية من الجانب البيئي والاقتصادي، وقد برهنت الطاقات المتجددة كفاءة عالية وآفاق مستقبلية واسعة بالنسبة لمصادرها وتقنياتها.

الكلمات المفتاحية: طاقات المتجددة ، النفايات، الموارد الطبيعية، البيئة، الطاقة الخضراء.

Abstract

The protection of the environment through renewable energies is the popular topic of the hour. The beginning of adapting with renewable energies was the result of the distress calls highlighted by climate change reports and the depletion of traditional sources of energy. Many developed countries have stressed the need of finding an energy alternative such as solar energy, wind and hydroelectricity. Also, the world has witnessed various exploitations in waste energy production due to the fact of its spread and its impact on the surrounding environment and in order to preserve resources.

This study revolves around the sources of renewable energies, which are divided into natural resources and waste, and being used for what is known as the energy transition from non-renewable sources to renewable sources. After our study of the most important methods of valuing and managing renewable resources, and our analysis of a number of previous studies in this field, we concluded that they are best options currently in an environmental and economic preview. Renewable energies have proven high efficiency and broad future prospects for their resources and technologies.

Keywords: Renewable energies, waste, natural resources, environment, green energy.

.