وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي

جامعـة قاصـدي مربـاح ورقلـة

كليـة الرياضيات وعلـوم المـادة

قسـم الفيزياء

مذكـرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي

فـي الفيزياء.

التخصص: فيزياء طاقوية والطاقات المتجددة

من إعداد: أمال بالحاج ، نور الإيمان برقيقة

بعنـوان

تخزين الطاقة الشمسية الحرارية في المركبات الكيميائية المتاحة

نوقشت علنا يوم:2022/06/15

أمام لجنة المناقشة:

تخة محمد	أ- محاضر – أ-	رئيسا
سوداني محمد البار	أ- محاضر – أ-	مناقشا
.بن منين عبد القادر	أ- محاضر – أ-	مـؤطرا

السنة الجامعية :2021 / 2022

الإهداء

إلى من قيل له لاتكثرمن التفكير والبحث حتى لا تضل فعصى وقد عرف
جيدا أن خير حمد الله على نعمة العقل هو استخدامه اهدي هذا العمل
الذي اسأل الله أن يتقبله

الى من شجعني على المثابرة طوال عمري ،الى صاحب السيرة
العطرة والفكر المستنبر الى الرجل الأبرز في حياتي أطال الله في عمره

* والدي العزيز*

الى من بها اعلو وارتكز،الى من وضعتني على طريق الحياة وجعلتني على هذا الحال الى القلب المعطاة حبيبت قلبي
طيب الله ثراها

* أمي الغالية *

الى من هم انس عمري ومخزن ذكرياتي الى إخوتي من كان لهم بالغ الأثر في الكثير من العقبات والصعاب.

* يونس، فاطيمة ،الياس، بهاء ،هالة *

الى رمز الحب خطيبي الذي ساندني ويسر لي المصاعب ولم يدخر جهدا لمساعدتي أدامه الله لي وحفظه من كل سوء

*عبد الله *

الى صديقة السنين وزميلتي ونور قلبي الى من رافقت دربي وأنست وحدتي الى من تحملت معي العناء اللهم أدمها لي
وجعلها صحبة حياة وجنة

أمال بالحاج

نور الإيمان

الإهداء

إذا كان الإهداء جزءا من الوفاء أهدي هذه المذكرة :

إلى من كان دعائها سر نجاحي وبوجودها....عرفت معنى الحياة إلى رمز الحب وبحر الحنان

أمي الغالية بكيشة خيرة

إلى من مهد لي طريق العلم وأعطى .....فأجزل العطاء إلى من أحمل اسمه بكل فخر..

أبي الغالي جمعي بالحاج

إلى من ساعدتني وأعانتني وأحبتني ... فيارب أسعدها بقدر حبي لها هي بنكهة أمي الثانية مسعودة بالحاج

إلى ملاذي وقوتي وسندي بعد الله وتوائم ...روحي من عشت معهم أجمل الذكريات وعوني على صعابها إخوتي

(ابتسام, حياة, سليم ، مراد ،يوسف ،الحاج عبد القادر)اللذين أكن لهم كل الود والاحترام.

إلى الغالي على قلبي ورفيق دربي وأنيسي ..في دنيتي ومزيج من أب وأخ وصديق خطيبي النعيم المساق من الله فاحفظ لي ذلك النعيم يالله عرفات

اللهم إحفظ لي أبناء إخوتي جنان، أية الرحمان،إلين فهم قطعة من قلبي،في مكان غابت عنهم عيني ،وعينك لم تغب،فاحفظهم حفظا يليق بعظمتك.

إلى من فرقناهم في هذه الحياة وذكراهم راسخة في عقولنا جدي عبد القادر بالحاج وجدتي شايب حشانية، رحمة الله بنت أختي بيلسان خميسي وجعلها طيرا من طيور الجنة.

إلى من أتقاسم معها الفرح والحزن والسكن،التي تحملت معي متاعب هذا الجهد وتقاسمت معها شقاءه أختي التي لم تلدها أمي نور الإيمان برقيقة

إلى كل أهلي وأصدقائي وأحبابي وجيراني في هذه الحياة إلى كل من أحبهم قلبي ونسيهم قلمي إلى من علمني حرف

أهدي هذا العمل المتواضع راجية من المولى عز وجل أن ينال القبول والنجاح

أمال

pngtree.com

شكر وتقدير

الحمد لله على فضله وتوفيقه هو أول من يشكر ويحمد حمدا وشكرا كما ينبغي لجلال وجهه وعظيم سلطانه كما قال رسول الله صل الله عليه وسلم من لم يشكر الناس لم يشكر الله

الحمد لله الذي وهبنا بعد التوفيق والسداد ومنحنا الثبات واعاننا على إتمام هذا العمل بعد سافرنا لنضع النقاط على الحروف ونكتشف ما وراء ستار العلم والمعرفة فها هي ثمار عملنا قد أينعت وحان وقت قطافها.

هذه كلماتنا المبعثرة نهمس بها في أذن كل من سيفتح هذه المذكرة لينهل معها مايشاء ويشتهي وينقد ما يرفض وينبغي .

أوجه خالص شكري وتقديري إلى الأستاذ بن منين عبد القادر على قبوله الإشراف على هذه الرسالة وعلى جميل صبره وتوجيهاته القيمة

كما أتوجه بجزيل الشكر والتقدير إلى كل من ساعدني وساندني في إنجاز هذا العمل المتواضع من قريب أو بعيد دون أن أنسى أعضاء لجنة المناقشة لتفضلهم بمناقشة هذه الرسالة.

ولا يفوتني أن أتوجه بالشكر الجزيل إلى كل أستاذ علمني حرفا وسعى لإنارة دربي بالعلم منذ أول حرف تعلمته إلى غاية يومنا هذا فعرفانا قديرا وشكرا جزيلا.

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
1-2	المقارنة بين التوربينات أفقية المحور وتوربينات عمودية المحور	32
1-3	خصائص مواد التخزين بالوسائل	51
2-3	مواد واعدة تخزين الطاقة الحرارية الكيميائية	57
3-3	الخصائص الحرارية لأكثر التفاعلات استعمالا في التخزين الحراروكيميائي	58
4-3	بعض خصائص لأنظمة التخزين الحراري	61
5-3	مقارنة بين إيجابيات وسلبيات أنظمة التخزين الحراري وتطبيقاتها المناسبة	60
6-3	حرارة الاحتراق القياسية	61
7-3	الحرارة المولية القياسية للتبخير والانصهار	62

قائمة الأشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
1-2	كمية الحرارة الواصلة من الشمس وتوزيعها على الكرة الأرضية	18
2-2	طرق الاستفادة من الطاقة الشمسية	19
3-2	الطرق المختلفة لتخزين الطاقة الشمسية	23
4-2	البرج الشمسي لإنتاج الطاقة	25
5-2	الخلية الشمسية	26
6-2	مخطط لكيفية نشأة الرياح	30
7-2	توربينات المحور الشاقولي	31
8-2	توربينات الأفقية المحور	32
9-2	سرعة الرياح وطاقة الحركة قبل وبعد الريش	36
10-2	العلاقة بين الطاقة المولدة وسرعة الرياح عند القيم مختلفة لpC	37
11-2	العلاقة بين تكلفة التوربينية وسرعة الرياح	38
12-2	توربين فرانسس	45
13-2	توربين كابلان	46
1-3	مخطط تصنيف معايير انظمة الطاقة الحرارية	48
2-3	مخطط تصنيف معايير انظمة الطاقة الحرارية	49
3-3	مقطع لوحدة التخزين بطريقة الطبقات الحصوية	52
4-3	منحنى يوضح الخطوات المختلفة خلال تخزين الحراري الكامنة	54
5-3	مبدأ للتخزين الكيمياوي الحراري	55
6-3	تصنيف التفاعلات المعمول بها	55
7-3	العمليات المشاركة في دورة التخزين الطاقة الحرارية الكيميائية الشحن والتخزين والتفريغ	56

الرمز	عنوان المقدار الفزيائي	الوحدة
w	العمل	(□)
μ	اللزوجة الحركية	(m^2/s)
Δv	التغير في الحجم	(mL)
n_A	عدد مولات المركب الكيميائيA	(mol)
ΔH_n	انتالبي التفاعل	(□/mol)
T_F	درجة الحرارة المتوسطة	(C°)
T_f	درجة الحرارة النهائية	(C°)
T_i	درجة الحرارة الابتدائية	(C°)
L	الحرارة الكامنة لتغير الطور	(J.Kg)
$C_L(T)$	الحرارة النوعية لجسم في حالة سائلة	J/ C°
$C_S(T)$	الحرارة النوعية لجسم في الحالة الصلبة	J/ C°
dT	التغير في درجة الحرارة	(K)
Cp	الحرارة النوعية الخاصة بمادة التخزين	(□/kg.k)
E_{tout}	الطاقة الكلية	(□)
A	مساحة المقطع	(m^2)
t	الزمن	(S)
Pw	القدرة المستخرجة من الرياح	/
ρ	كثافة الهواء	(Kg/m^3)
η	كفاءة التوربين	/
V	سرعة	(m/S)
$\frac{pw}{A}$	كثافة الطاقة	($watt/m^2$)
Cp	معامل تحويل طاقة رياح	(J)
p	طاقة الكامنة	(J)
$\frac{p}{A}$	كثافة الطاقة	(w/m^2)
T	درجة الحرارة	(C°)
R	ثابت الغازات	(□/Kg.cal)
PE	الطاقة الكامنة المخزونة	(J)
m	الكتلة	(Kg)
g	التسارع الأرضي	(N/m^2)
h	الارتفاع	(m)
Q	التدفق	($g.m^3/S$)
Q	كمية الحرارة المخزنة	(J)

g	غاز
l	سائل
aq	محلول
S	صلب

فهرس المحتويات

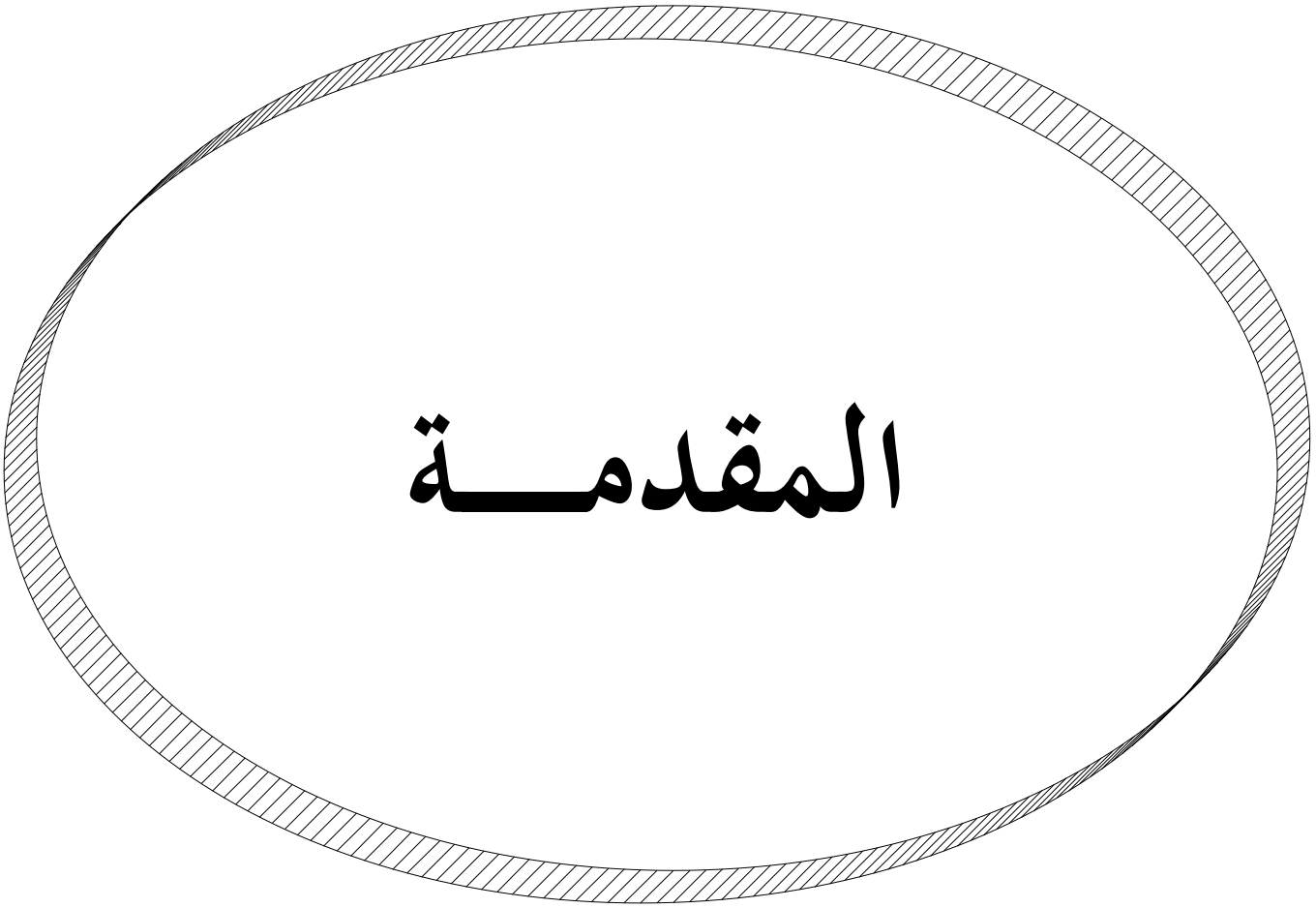
الفهرس	الصفحة
الإهداء	I-II
شكر وتقدير	III
قائمة الجداول	IV
قائمة الأشكال	V
قائمة المقادير الفيزيائية	VI
قائمة الرموز	VII
فهرس المحتويات	VIII
مقدمة عامة	2
الفصل الأول: دراسة نظرية حول الطاقات المتجددة	
تمهيد	5
I-1- نبذة مختصرة عن ماهية الطاقة	6
I-2- نشوء الطاقة المتجددة	6
I-3- لماذا التركيز على الطاقة المتجددة ؟	6
I-4-مفهوم الطاقة المتجددة	7
I -5-العوامل التي أدت الى الاهتمام العالمي بالطاقة المتجددة	8
I-6-أهمية الطاقة المتجددة	8
I -7-فوائد استخدام الطاقات المتجددة	9
I-8- مزايا الطاقة المتجددة	9
I-9- عيوب الطاقة المتجددة	11
I-10- خصائص مصادر الطاقة المتجددة	12
I-11- مصادر طاقة المتجددة	12
I-11-1- طاقة الشمسية	12
I -11-2- طاقة الرياح	12
I-11-3- طاقة الكهرومائية	13
I -11-4- طاقة الكتلة الإحيائية	14
I -11-5- طاقة الحرارة الجوفية	15
I-11-6- الوقود الاحفوري	15

الفصل الثاني : أنواع الطاقات المتجددة	
II-1- تمهيد	17
أولا الطاقة الشمسية	17
II -1-تعريف الطاقة الشمسية	17
II -2-الشمس	17
II-3-تقنيات إنتاج الطاقة الشمسية	19
II -4-خصائص ومميزات الطاقة الشمسية	19
II -5- فوائد الطاقة الشمسية	20
II-6- معوقات استخدام الطاقة الشمسية	21
II-7-تحويل الطاقة الشمسية	21
II-8- تخزين الطاقة الشمسية	22
II-9- التأثير البيئي للطاقة الشمسية	23
II-10-تطبيقات على الطاقة الشمسية	24
II-10-1-أساسيات الإشعاع الشمسي	24
II-10-2-الثابت الشمسي	25
II-10-3-البرج الشمسي	25
II-10-4-حساب كمية الطاقة العميلة التي ينتجها البرج الشمسي	26
II-11-الخلايا الشمسية	26
II-11-1- مفهوم الخلايا الشمسية	26
II-11-2-أنواع الخلايا الشمسية	26
II-11-3- مميزات الخلايا الشمسية	27
II-11-4-آلية عمل الخلية الشمسية	28
ثانيا :طاقة الرياح	28
II -1-تاريخ طاقة الرياح	29
II-2- مفهوم طاقة الرياح	29
II-3- منشأ الرياح	29
II-4- أنواع توربينات الرياح	30
II -5-المقارنة بين التوربينات أفقية المحور والتوربينات عمودية المحور	32

II-6- استخدامات طاقة الرياح	33
II-7- التأثيرات البيئة لاستخدام طاقة الرياح	34
II-8- الطاقة الكامنة في الرياح	35
II-9- الكتلة الحجمية للهواء	35
II-10- معامل كفاءة تحويل طاقة الرياح	35
II -11-العوامل التي يتوقف عليها معامل كفاءة التحويل	37
II-12- سرعة الرياح والعوامل المؤثرة في إنتاج الطاقة	38
II-13- قياس سرعة الرياح	38
II-14- فكرة عمل توربينات الرياح	39
ثالثا:الطاقة المائية	39
II-1-مفهوم الطاقة المائية	39
II-2- مصادر الطاقة المائية	40
II-2-1- المصادر البحرية للطاقة المائية	40
II-2-2-الطاقة المرتبطة بالمجاري النهرية	40
II-3- استخدامات الطاقة المائية	40
II-4-ايجابيات وسلبيات الطاقة المائية	41
II-4-1- ايجابيات استخدام الطاقة المائية	41
II4-2- سلبيات استخدام الطاقة المائية	41
II -5-كيفية إنتاج الطاقة الكهرومائية	41
II-6- محطات الطاقة المائية	42
II-8-أنواع التوربينات المائية	43
II-9- معوقات استخدام الطاقة المائية	43
II-10- التأثير البيئي للطاقة المائية	44
II-11- الطاقة الكامنة المخزونة	45
II -12-حساب الطاقة المتوفرة من مصادر الطاقة المائية	45
الفصل الثالث:تخزين الطاقات المتجددة في المركبات الكيميائية المتاحة	

فهرس المحتويات

تمهيد	47
III-1- تعريف الطاقة	47
III-1-1-قانون حفظ الطاقة	47
III-1-2-طاقة الوضع الكيميائية	47
III-2-معايير تصنيف أنظمة تخزين الطاقة الحرارية	47
III-3-انظمة التخزين الطاقة الحرارية	48
III-4-التخزين الطاقة الحرارية	49
III-4-1-تخزين بالحرارة المحسوسة	49
III-4-2-التخزين بالسوائل	51
III-4-3-التخزين بالمواد الصلبة	52
III-4-4-التخزين بالحرارة الكامنة	52
III-4-5-التخزين بالحرارة الكيماوية	54
III-4-6-مكونات تخزين الطاقة الحرارية الكيميائية والعمليات	56
III-5-مقارنة بين أنظمة تخزين الحراري	59
III-6-ملخص للميزات الايجابية لكل نظام والتطبيقات الأكثر مناسبة لاستخدامها	60
III-7- كتابة المعادلات الكيميائية الحرارية	61
III-7-1-المعادلات الكيميائية الحرارية	62
III-7-2-المعادلات الكيميائية الحرارية لتغيرات حالة المادة	62
III-8-تفاعلات الاحتراق	62
III-9-قانون هس	63
III-10-طرق المحافظة على الطاقة	63
III-10-1-طرق المحافظة على طاقة داخل المنزل	63
III-10-2-طرق المحافظة على الطاقة في الخارج المنزل	64
III-10-3-طرق المحافظة على الطاقة في العمل	64
الخاتمة	66
قائمة المراجع	67
الملخص	70


المقدمـــة

الطاقة هي المفتاح الرئيسي لنمو حضارة الإنسان على مر العصور، وهي الوسيلة المعتمدة من طرفه دائما للرقي والرفاهية، من اجل ضمان الحصول على الطاقة وتوفيرها والتحكم إلى درجة ما في حركتها.

وتعتبر الطاقة الشمسية واحدة من أكبر اهتمامات عالمنا المعاصر، إذ تسعى الكثير من الأطراف إلى دمجها ليس فقط لنظام الإمداد الطاقوية بل وحتى إلى جعلها كغيرها من الطاقات التقليدية تعبر الحدود والقارات، فتصدير الطاقة الشمسية يشغل الكثير من الخبراء والمتخصصين بالطاقة منذ زمن، وبما أن الجزائر غنية بالطاقات التقليدية،فقد استطاعت أن تقيم تجارة رابحة من خلال تصديرها للبترول والغاز.

لقد تسببت الطاقة التقليدية البترول والغاز في السنوات الأخيرة بأضرار وخيمة على البيئة خاصة من حيث انبعاث الغازات التي أدت إلى تلوث الجو والبحر كما أنها طاقة غير متجددة وتستغرق آلاف السنين للتجدد وهي في طريقها إلى النفوذ وهدا ما أدى إلى اتخاذ طرق أخرى والتفكير في اقتراحات بديلة أهمها الاعتماد على الطاقة المتجددة البديلة المتمثلة في الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وهدا ما اعتمدت عليه الجزائر حينما أبدى المختصون بتوقعاتهم جراء الطاقة التي هي في طريقها نحو النفوذ بعد عقود ثلاثة على الأكثر مما تنجم عليها حلول أزمة خطيرة على جميع البلدان ورغم أن احتياطات الجزائر المخزونة من الغاز والبترول تسمح لها بمواجهة الوضعية لعدة عقود إلا أن التوقعات فرضت على المسئولين الجزائريين التفكير في إمكانيات استغلال الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح ، كما اقبل المسئولون الجزائريون فعلا على إيجاز بعض المشاريع المتعلقة باستغلال الطاقة الشمسية لتزويد بعض القرى المعزولة بالكهرباء ، وإنشاء محطة تجريبية لاستغلال طاقة الرياح في تند وف كما أن أهم مشروع قامت به الجزائر لحد الآن هو مشروع مزدوج للطاقة الشمسية والغاز في حاسي الرمل ، وقد تم التمويل لإيجاز هدا المشروع ، ويمكن الإقبال على استغلال الطاقة الشمسية بعد دالك في نطاق واسع من مناطق الجنوب الجزائري لتوفرها على كميات هائلة من أشعة الشمس .

كما أن حسن استغلال الطاقة الشمسية بعد دلك في نطاق واسع من مناطق الجنوب الجزائري لتوفرها على كميات هائلة من أشعة الشمس ، كما أن حسن استغلال الطاقة الشمسية في بلادنا يوفر إنتاجها ما يعادل ستين مرة حاجة البلدان الأوروبية "15" من الطاقة الكهربائية ، وأربع مرات ما يعادل حاجة العالم ، وهدا لتوفر الجزائر على صحراء شاسعة وكميات كبيرة من أشعة الشمس ومن الواضح أن تكلفة استغلال الطاقة الشمسية أغلى بكثير من تكلفة الطاقة النافدة البترول والغاز إلا إن الأمور ستتحسن خلال فترة 2010 و 2020كما يجب الشروع مند الآن في الاستغلال والعمل بجد ، وكما يبدو أن الجزائر تحظى في مجال الطاقة بهبة طبيعية ربانية ، وإمكانات لا تتوفر لكثير من البلدان المتقدمة الغنية ، فلا يجوز أن تفوتنا فرصة الاجتهاد لاستغلال هده الثروة ، وإحكام وسائلها ، لإفادة

شعبنا بوسائل التقدم المادية ، وتمكين اقتصادنا من ازدهار مستمر يكفل الحرية والاستغلال والأمن ، فالطاقة في مفهومها في تفكيرنا يجب أن يكون معناها المصير الحر والكرامة لشعبنا ، إن الشمس في بلادنا "سراج وهاج " فما يمنع من تحويلها إلى كهرباء نستضيء بنورها ونغنى بريعها على المدى .

رغم أهمية الطاقة الشمسية كمصدر طاقة غير ملوث للبيئة ومتجدد وواسع الانتشار إلا أن عيبها أنها تظهر وتختفي حسب حالة الجو وحسب الليل والنهار مما يستدعي ضرورة التخزين لهاته الطاقة عند وجود الاشعاع الشمسي ثم إعادة الاسترجاع عند غيابها ومن أهم أنواع التخزين الحراري للطاقة الشمسية التخزين الحراري الكيميائي الذي هو عنوان مذكرتنا وقد تناولنا فيها الفصول التالية

أما الفصل الأول من هذه الدارسة فقد خصص لإيلاء نظرة عامة حول الإطار المفاهيمي للطاقات المتجددة ومدى مساهمتها في الإمدادات الطاقوية. من خلال مفهوم الطاقة المتجددة وأسباب البحث عن المصادر البديلة للطاقة، أهمية الطاقات المتجددة وخصائصها،

أما الفصل الثاني من هذه الدراسة فقد خصص لمعرفة أنواع تخزين الطاقات المتجددة، من خلال دراسة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة المائية.

أما الفصل الثالث من هذه الدراسة خصص لدراسة تخزين الطاقات المتجددة في المركبات الكيميائية المتاحة.

الفصل لأول:

دراسة نظرية حول الطاقات المتجددة

تمهيد:

في ظل عدم ثبات التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية من تذبذب في أسعار الموارد الطاقوية أو عدم استقرار العلاقات السياسية والاقتصادية الدولية وبروز مشكلة نضوب مصادر الطاقات التقليدية مقابل انتشار مفرط للغازات التي تضر بالبيئة، تزايد الاهتمام العالمي بموضوع الطاقات المتجددة كمصدر رئيسي و مستقبلي للطاقة بحيث تكون بديلا للطاقة الأحفورية، كونها مصادر طاقوية لا تنضب كما أنها نظيفة وصديقة للبيئة وتخفض معدلات استخدام الطاقات التقليدية وتحافظ عليها كاحتياطي استراتيجي للأجيال القادمة، من هذا المنطلق وللأهمية البالغة التي يحظى بها الموضوع ارتأينا في هذا الفصل تقديم مختلف الجوانب المتعلقة بالطاقات المتجددة من ناحية التعريف بها ،ذكر مصادرها وأنواعها.

I-1- نبذة مختصرة عن ماهية الطاقة:

احتلت الطاقة على مر العصور مكانة مهمة بين وسائل العمل الإنسانية التي لا يمكن الاستغناء عنها مند بدء البشرية إذ عرف الإنسان كيف يوقد النار بحك الحصى الصلدة بعضها ببعض ليتدفأ ويطهو طعامه ثم تعلم كيف يفيد من حركة المياه والرياح في تنقله بقواربه فالطاقة هي كل ما يمد البشر بالنور ويعطيهم الدفء وينقلهم من مكان إلى آخر وتتيح لهم استخراج معظم طعامهم من الأرض وتحضيره ومن ثم تضع الماء بين أيديهم وتدير عجلة آلاتهم.

تعرف الطاقة بأنها القدرة على انجاز شغل ،وتقسم تبعا لمصادرها قسمين رئيسين : الطاقة العضلية والطاقة الصناعية فالطاقة العضلية تتجسد بالكائن الحي ،إنسانا كان أم حيوانا ،في حين تتجسد الطاقة الصناعية بنوع الوقود المستخدم لحركة الآلات والأجهزة الصناعية المتمثلة بالفحم أو النفط أو الغاز أو غيرها ،حيث مر الفكر الإنساني بثلاث مراحل كبرى ومهمة في تصوره لمفهوم الطاقة.

ففي المرحلة الأولى كان المفهوم ممزوجا بالطاقة الروحية وبما يطلق عليه النفس والروح ،في حين تمثلت المرحلة الثانية في رأي الإنسان بأن البعض المواد الجامدة يمكن أن يحدث الحركة من دون تكوين الحياة، حتى وصلنا إلى المرحلة الثالثة بعد أينشتاين وتلامذته، حيث الطاقة ليست مادة خاصة وإنما صفة ملازمة لكل مادة جامدة أو حية تجعلها قادرة على أن تتحول وأن تولد حالات فيزيائية وكيميائية جديدة، وأن تؤثر في غيرها من المواد من بعد فتثير فيها عملية التطور ذاتها وفي المرحلة اختفت الحدود بين المادة الجامدة والحياة، فكلاهما يمكن أن يولد طاقة تبعا للمصدر

الذي يستقي منه .فلا عجب أن يتحرك السائق في مركبته وتضمين الكائن الحي بالماجدة الجامدة ولكل واحد منهما مصدر ذاتي لحركته.

من هذا المبدأ ،يتضح أن مفهوم العام للطاقة يتضمن كل حركة أو نشاط أو حركة يمكن الإفادة منها لتحقيق غاية معينة .[1]

II-2- نشوء الطاقة المتجددة:

من الانعطافات العلمية المهمة التي مرت بتاريخ الإنسانية ومراحل تطورها،أن الإنسان اكتشفت مند القدم طرق مختلفة لتسخير مصادر الطاقة الطبيعية التي يطلق عليها الآن مصادر الطاقة المتجددة قبل مصادر الطاقة الأحفورية بآلاف السنين. غير أن معدلات نمو مصادر الطاقة الأحفورية وإنتاجها التي أدت إلى ذلك تطور العقل البشري باستخدام التكنولوجيا المتقدمة، ففي البدء استخدم الإنسان النار للتدفئة والطهي ،ومن ثم روض الحيوانات لغرض حراثة الأرض والتنقل، واستفاد من الرياح لطحن الحبوب وتسيير السفن الشراعية ومن الشمس لتجفيف الأطعمة وبدلك انتفع من بعض مصادر الطاقة الرئيسة المتاحة التي وفرتها الطبيعة لأجله بفضل نضوج عقله البشري فضلا عن أن تلك الاستخدامات تتطلب مهارات وخبرات متواضعة متولدة من نظرية التجربة والخطأ فحسب من دون أي تكنولوجيا بمفهومها الحالي ومع تعدد المتطلبات وتطور العقول البشرية الخلاقة برزت عملية الاختيار بين مصادر الطاقة ولا سيمامصادر الطاقة المتجددة التي تتطلب تكنولوجيا ذات مراحل متقدمة تفي بإنتاج الطاقة منها إلى أقصى حدود الطلب العالمي المتزايد،في ظل مستدام على الطاقة وكضمان لأجيال المستقبل .[1]

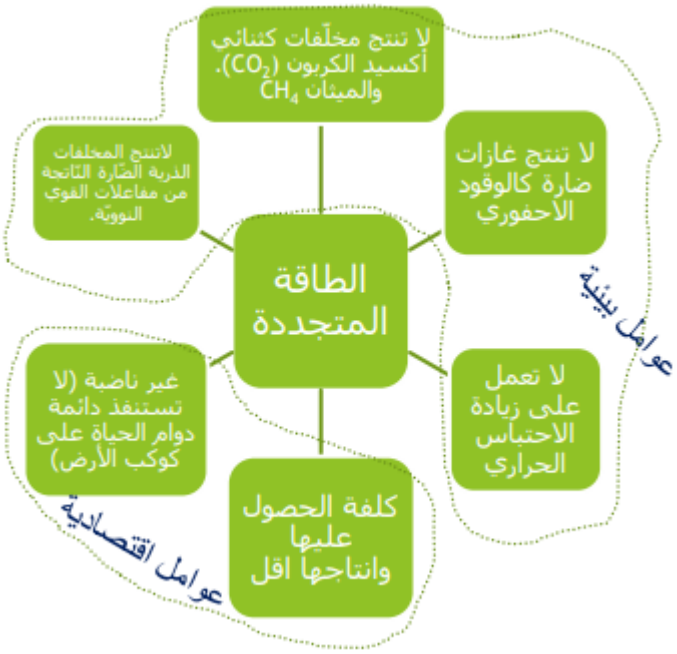
I-3- لماذا التركيز على الطاقة المتجددة؟

زيادة نسبة ثنائي أكسيد الكربون في الجو تؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة، اما زيادة انبعاث غاز الميثان تزيد من تساقط الأمطار الحمضية

خلال السنوات السبعين الماضية ارتفعت درجة الحرارة بمقدار 2^{o} C، وثنائي أوكسيد الكربون ازداد بنسبة 20 %مما أدى إلى زيادة سخونة الأرض بمقدار 6 Watt

أما الميثان فقد أدت زيادته بمعدل 7% إلى زيادة الأمطار في بعض مناطق الكرة الأرضية وانحباسها في مناطق أخرى. وسقوط الأمطار قد ازداد بنسبة 15% أدى إلى ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار 10.5cmخلال القرن الماضي مما أدى إلى انغمار بعض الأراضي الصالحة للزراعة وذوبان الثلوج واختفاء الغابات في مناطق أخرى.

الإشعاع والمخلفات النووية، والتي تنتج عن المفاعلات النووية المنتجة للطاقة. وبالرغم أن الطاقة النووية شكلت في قبل عدة عقود من الزمان حالً مثاليا ومصدرا مهما من مصادرالطاقة، إلا أن تراكم نواتجها من مخلفات خطيرة على حياة المخلوقات جعلتها غير مرغوب فيها. فالمخلفات الناتجة أكثر ضررا وأكثر كلفة للتخلص منها.[2]



I–3–مفهوم الطاقة المتجددة:

هي الطاقة المستمدة من الطبيعة من مورد لا ينفد متجددة باستمرار تعتبر نظيفة نسبيا وغير ملوثة للبيئة كما إنها تلك الطاقات التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري كما تعرف الطاقة المتجددة بأنها الطاقة التي تولد من مصدر طبيعي لا ينضب وهي متوفرة في أي مكان على سطح الأرض ويمكن تحويلها بسهولة إلى الطاقة تتميز الطاقات المتجددة بأنها أبدية وصديقة للبيئة وهي بدلك على خلاف الطاقات غير المتجددة القابلة للنضوب الموجودة غالبا في مخزون جامد في الأرض لا يمكن الاستفادة منها إلا بعد تدخل الإنسان لإخراجها منه.[3]

I–4–العوامل التي أدت إلى الاهتمام العالمي بالطاقة المتجددة :

- نمو الطلب على الطاقة نتيجة تحسن اقتصاديات الدول النامية ،ولا سيما الصين والهند وارتفاع أسعار الوقود الأحفوري .
- المخاوف في شأن أمن إمدادات الطاقة.
- المخاوف المتعلقة بتغير المناخ والاحتباس الحراري العالمي.

- احتمال فرض ضريبة الكربون على استخدام الفحم والغاز .
- امتلاك نظام الطاقة القائم على المصادر المتجددة نظاما لا مركزيا، فرصة أفضل لنشر خدمات الطاقة بشكل أوسع.
- إنها أداة لزيادة ربع صادرات النفط الخام باستبدال الطاقة المتجددة الطلب الداخلي على النفط.[1]
- أنها وسيلة مهمة لخفض المعدلات المرتفعة لاستفاد مصادر الطاقة التقليدية والحفاظ على مصادر الطاقة الناضبة للدول التي تصدرها –في ظل زيادة معدلات نمو استهلاك الطاقة التقليدية عن معدلات نمو احتياطها، علاوة على تحقيق الاستقلال الذاتي للدول المستهلكة.
- المخاوف من زيادة النمو السكاني المتوقع ب 9مليارات نسمة بحلول عام 2050.
- التوسع في النمو الصناعي ،ولا سيما في الصناعات الثقيلة والبيتروكيميائية وغيرها من الصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة.
- التطبيق نظرية الاقتصاد الكلي في مجال قانون الندرة فالكمية المستهلكة من الطاقة المستفيدة يجب أن يقابلها بديل بالكمية نفسها حتى ديمومتها ،الأمر الذي توفره مصادر الطاقة المتجددة.لا يستطيع العالم التخطيط لمستقبله لمدة تتراوح بين 50و100في مجال الطاقة اعتمادا على الطاقة التقليدية نتيجة الزيادات السنوية في متطلبات العالم من الطاقة ، لكن يمكن أن يتنبأ بمصادر الطاقة غير التقليدية التي اكتشفت احتياطيات منها في كثير من الدول.
- التطور التقاني من خلال خفض تكاليف إنتاج مصادر الطاقة المتجددة ،إضافة إلى رفع كفاءة معداتها وأجهزتها [1].

I–5–أهميةالطاقة المتجددة:

تكمن أهمية الطاقة المتجددة في ما يلي:.

- تشمل الأساس لإمداد الدول الصناعية والنامية بالطاقة بشكل مستدام.
- متوافرة بكثرة في جميع أنحاء العالم.
- تقلل الاعتماد على واردات الطاقة وتوفر بديلا محليا ذي قيمة.
- واحدة من الأسواق التي تشهد نموا معتبرا في العالم.
- اقتصادية في كثير من الاستخدامات وذات عائد اقتصادي كبير.
- مصدر محلي لا ينتقل ،ويتلاءم مع واقع تنمية النائية والريفية .[3]

- إن المصادر المتجددة مرشحة لأن تلعب دورا هاما في حياة الإنسان ،وأن تلبي نسبة عالية من متطلباته
- نظافة هذه المصادر على عكس الوقود الحفري، الذي تزايدت التأكيدات حول نسبة في الكثير من المشاكل البيئية.
- تتعدد أشكال الطاقة في هذه المصادر يتفق مع تعدد احتياجات الإنسان من الطاقة ويمثل في الوقت ذاته
- نقطة ايجابية في جانب استغلال هذه المصادر.[4]

I-6-فوائد استخدام الطاقات المتجددة

في المجال العسكري:

من أهم التطبيقات العسكرية للطاقة المتجددة استخداماتها في تسيير الحياة في المدن العسكرية الجديدة، والوحدات المتمركزة بالمناطق النائية، وتستخدم المصادر المختلفة للطاقة المتجددة لشتى الأعراض ،لتوليد الكهرباء ،وتحلية مياه البحر ،والطهي واستخدام الأنظمة المركزية للسخانات الشمسية ،بغرض توفير متطلبات الإيواء للمجتمعات العسكرية في المناطق النائية ،ومن أهم التطبيقات المستخدمة:نظام التسخين الشمسي للكليات العسكرية لاستخدامات الطلبة ،استخدام السخانات الشمسية ،لإمداد الوحدات بالمياه الساخنة للجنود ،إمداد المناطق السكنية والمدن العسكرية بالسخانات الشمسية تحليه المياه.وتحظى طاقة الرياح بنصيب كبير في التطبيقات العسكرية ،حيث تشتغل بقدرات عالية ،مما يتيح تنفيذ مشروعات لطاقة الرياح على مستوى كبير كالآتي:

- تستخدم طاقة الرياح مع نظام مشترك لديزل بالاستعانة بالحاسب الآلي للتحكم والمراقبة ،كما تستخدم طاقة الرياح في تحلية مياه البحر.

استخدام الطاقة المتجددة في المجال المدني :

الاستخدام المنزلي التجاري:

- تسخين المياه باستخدام المجمعات الشمسية دون تحويلها إلى أي شكل آخر

من أشكال الطاقة وهو أرخص وأنظف أنواع الطاقة.

- تسخين المياه بالطاقة الشمسية لا يمثل بندا أساسيا في ميزانية الدولة.

الاستخدام الزراعي والاستخدام الصناعي:

تجفيف المنتجات الزراعية ،اتجهت بعض المصانع لاستخدام الطاقة الشمسية في بعض عمليات التسخين والتبخير ،خاصة في مصانع الأغذية والبلاستيك ،والصباغة ،بالإضافة إلى المخابر الآلية ،والعديد من الصناعات الأخرى التي تتطلب درجة حرارة متوسطة أو منخفضة ،شحن بطريات بعض أنواع المحطات التليفزيونية واللاسلكية .أجهزة الإنارة الملاحية ،شحن البطارياتالكهربائية،مضخات الري الشمسية لرفع المياه لري الأراضي الزراعية ،وتقطير المياه.[5]

I-7-مزايا الطاقة المتجددة:

إن الانتقال إلى العصر الطاقة المتجددة في أي دولة يحتاج إلى تضافر بين شتى فئات المجتمع،ولا يتأتى هذا التضافر إلا عن اقتناع تام لدى الفئات كلها بضرورة استعمال مصادر الطاقة المتجددة بدلا من مصادر الطاقة التقليدية ،والطاقة المتجددة لم تعد من قبيل الرفاهية المجتمعية بقدر تحولها إلى ضرورة من ضرورات التنمية المعاصرة، كون الطاقة المتجددة باتت شرطا أساسيا من شروط استدامة هذه التنمية .لم تعد مصادر الطاقة المتجددة حكرا على الدول المتقدمة صاحبة التقدم التكنولوجي والعلمي ،بل أصبح بمقدار الدول النامية اللحاق بهذا الركب واستخدام الطاقة المتجددة ، بل هناك دول نامية لديها فرصا للاستفادة من بدائل الطاقة المتجددة أفضل من دول أخرى متقدمة .إن استخدام مصادر الطاقة المتجددة يحقق العديد من المزايا التالية:

- إنها هبة من الله ولا تكلف شيء إذا استغلت في أماكن توافرها .
- إنها نظيفة ولا تسبب أي تلوث مثل محطات البترول والطاقة النووية .
- إنها متجددة وموجودة إلى الأبد ومتوفرة في معظم دول العالم.
- إن تكنولوجيا المستخدمة فيها غير معقدة ويمكن تصنيعها محليا في الدول النامية.
- هي المصدر محلي لا ينتقل ويتلاءم مع واقع واحتياجات تنمية المناطق النائية والريفية.[6]
- تنويع مصادر الطاقة:تحقيق وفر التقليدية في المصادر التقليدية للطاقة ،وتوفير احتياجات الطاقة للقطاعات المختلفة
- بالإضافة إلى إمكانية تحقيق فائض في المستقبل من الطاقة الكهربائية المنتجة من المصادر المتجددة للتصدير إلى الخارج.
- المحافظة على البيئة:تعتبر مصادر الطاقة المتجددة مصادر نظيفة لا تؤثر على البيئة ،لذلك فإن استخدام هذه المصادر يساعد على تقليل انبعاث الغازات الناتجة عن استخدام المصادر التقليدية والمسببة للتلوث البيئي.

- توفير الطاقة الكهربائية للمناطق النائية:يمكن إنشاء العديد من مشاريع إنتاج الطاقة الكهربائية في المناطق النائية والريفية حيث يتوافر العديد
- من مصادر الطاقة المتجددة في هذه المناطق ،من الطاقة الرياح،الحرارة الشمسية.
- رفع مستوى المعيشة في الأرياف:يساعد إنتاج الطاقة الكهربائية من المصادر المتجددة في العديد من المناطق النائية والريفية في تحسين مستوى المعيشة للأفراد وتوفير احتياجات هذه المناطق من الطاقة الكهربائية بالتكلفة المناسبة لهم.[7]

I-8-عيوب الطاقة المتجددة:

- أن تكاليف استخدام الطاقة المتجددة مازالت في كثير من التطبيقات أكثر تكلفة من الطاقة التقليدية.
- إنها لا تتوافر في أماكن معينة ويجب استخدامها في أماكن توافرها.
- إنها تستلزم مسطحات ضخمة من الأراضي في حالة توليد قدرات كبيرة وعلى هذا يجب أن تكون
- الأراضي صحراوية أو غير مستغلة بحيث تكون قيمتها المبدئية متناهية في الصغر.
- الطاقة المتجددة لا تتوافر عند الحاجة إليها ويستلزم ذلك في بعض الأحيان تخزين الطاقة بطرق مختلفة على صورة طاقة حرارية أو طاقة كهربائية أو مائية أو كيميائية وذلك يزيد من تكلفة المشروع.[6]
- إن استغلال القوة المائية لإنتاج الطاقة الكهربائية يستلزم نفقات باهظة تصرف على إنشاء السدود ، محطات التوليد، مد الخطوط لنقل الطاقة، محطات توليد الطاقة وغيرها من التكاليف، مما يجعل تكاليف إنشاء محطة مائية لتوليد الكهرباء باهظة التكاليف مقارنة بتكاليف إنشاء محطة حرارية محطات الوقود النووي التي لا تزال حتى الوقت الحاضر أبهظ من جميع المحطات المائية والحرارية.

على الرغم من وضوح انخفاض التأثيرات البيئية لطاقة الرياح عن المصادر التقليدية ،إلا أنه توجدالتأثيرات السلبية على البيئة وخاصة عند أنشاء مزارع الرياح الكبرى أو عند إنشاء مئات من توربينات الرياح الكبيرة يكون التأثير البصري لدوران التوربينات والضوضاء الصادرة عنها ومخاطر اصطدام الطيور بها مما يتسبب في كثير من الأحيان في قلتها خاصة أوقات هجرتها مما يؤذي إلى انقراضها ،فضلا عن بعض التأثيرات الأخرى على النباتات والحيوانات وإن لم تحدد بشكل جيد وارتفاع تكاليفها الاقتصادية خاصة فيما يخص مزارع الرياح البحرية. [4]

I-10خصائص مصادر الطاقة المتجددة:

إن خصائص مصادر الطاقة المختلفة ومتطلبات استخدامها تفرض على الباحثين تطوير المعدات اللازمة لاستخلاص هذه الطاقات واستغلالها لتلبية حاجات الإنسان المختلفة، وبالنسبة لمصادر الطاقة المتجددة فان أهم خصائصها:

1.إن أغلب مصدر الطاقات المتجددة مشتقة بصورة مباشرة أو غير مباشرة من الشمس والطاقة الصادرة عنها ،لذا فعي مصادر دائمة بالمقارنة مع عمر الشمس المتوقع ،إضافة إلى أنها طاقات نظيفة غير ملوثة للبيئة بالمقارنة مع مصادر الطاقة الأحفورية والطاقة النووية.

2.شدة الطاقة في هذه المصادر واطئة وبالتالي فأن استخدام هذه المصادر تحتاج إلى استعمال العديد من الأجهزة ذات المساحات والحجوم الكبيرة والذي يسبب ارتفاع الكلفة الأولية اللازمة لإنشاء مثل هذه المشاريع.

3.مصادر الطاقة المتجددة غير متوافرة بشكل منتظم وتتغير باستمرار خلال الوقت من اليوم وخلال الوقت من السنة، لذا فأن تخزين الطاقة أمر أساسي في منظومات الطاقات المتجددة.

4.توجد الطاقات المتجددة بأشكال مختلفة مما يستلزم تطوير المعدات التكنولوجية الخاصة بكل طاقة على حدة.[8]

I-مصادر الطاقة المتجددة:[1]

I-11-1طاقة الشمسية:

تعد الشمس المصدر الرئيس للطاقة على الأرض، كما أنها مصدر الضوء والحرارة اللازمين للحياة ،وتحوي الشمس طاقة تبلغ 665مليون طن هيدروجين يتحول منها 660مليون طن إلى هليوم، ويتحول الفرق الباقي البالغ 5ملاين طن إلى طاقة كل يوم، وهذه تكفي لتزويد الحياة بكل ما تحتاج إليه من أنواع الطاقة أي أن الطاقة الشمسية يمكن أن تفي بمتطلبات الطاقة لسكان العالم جميعا، وإن الطاقة الشمسية الساقطة على الأرض في عام واحد هي اكبر من الطاقة الكلية على الأرض، فضلا عن الأرض تتلقى من الشمس في نصف ساعة فقط كل ما تحتاج إليه من الطاقة لمدة عام ،وهدا ما يدل على وجود طاقة يمكن استغلالها لتلبية متطلبات الطاقة العالمية في المستقبل كلها ،من خلال توجيه الحجم الكافي من الاستثمارات لإنتاج أنواع مصادر الطاقة ولا سيما في الدول التي توجد في حزام الإشعاع الأفضل ،إذ تتاح كمية الطاقة الأكبر في مناطق الصحراء القارية حول خطوط العرض 25درجة شمالا

و25درجة جنوبا من خط الاستواء، وتقل في الاتجاه كل من خط الاستواء والقطبين وثمة اثنتان من تقنيات الطاقة الشمسية يفاد منهما.

I-11-1طاقة الرياح:

استخدمت طاقة الرياح مند اتخاذ القوارب وسيلة للتنقل والصيد، غير ا ناول من سجل دلك الاستخدام تاريخيا هم الفراعنة، عندما استفادوا من طاقة الرياح في تسيير القوارب في نهر النيل مند نحو 5000عام.ثم الأوروبيون لطحن الحبوب وضخ الماء في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر وكانت أول طاحونة هواء لتوليد الكهرباء في الولايات المتحدة الأمريكية في عام 1890،فيما وسعت الدانمرك، بعد ذلك استغلال الرياح على نطاق واسع، فملكت 330الف طاحونة هواء على سواحلها وأراضيها في عام 1900.

ومع تطور نظم تكنولوجيا توليد طاقة الرياح أصبح طبيعي الاستعانة بطواحين الهواء في معظم دول أوروبا وبعض دول آسيا،ولا سيما أن أحجام التوربينات تطورت وتنوعت وكانت القدرة السائدة تقل عن 100كيلو وات لغاية منتصف الثمانينيات، بعدها ارتفعت إلى مابين 0.5 و1.5 ميغاواط في منتصف التسعينات ،ثم إلى 5ميغاواط في عام 2004 ثم إلى قدرة 6ميغاواط في عام 2010.في شركة إتركون الألمانية .إذ تستغل طاقة الرياح عادة بمراوح هوائية، منها ما يعطي طاقة ميكانيكية تستعمل لضخ المياه والطحن وغيره، ومنها ما يعطي كهربائية غير محددة الاستعمالات مثل الإنارة والطبخ والتبريد والتجفيف وغيرها.

نعرض فيما يلي أهم المشكلات التي تعترض استخدام طاقة الرياح:

- إنها لا تتوفر إلى في بغض المواقع،ولا سيما بين خط الاستواء وخط عرض 30درجة شمالا وجنوبا من الشرق إلى الغرب وتسمى الرياح التجارية.
- عدم استقرار سرعتها ففي أفضل المواقع في العالم تهب الرياح بنسبة 40 في المئة فقط من الوقت.
- صعوبة حفظ الطاقة الكهربائية التي يمكن توليدها فضلا عن حاجتها إلى مساحات واسعة .

I-11-3طاقة الكهرومائية:

هي الطاقة التي تولد من استغلال قوة اندفاع المياه من مسقط المياه الطبيعية كالشلالات ومسقط المياه الصناعية كالسدود، إضافة إلى الأنهار الدائمة الجريان.

ومن الدول التي تصدرت إنتاج الطاقة الكهرومائية في العالم ،الولايات المتحدة الأمريكية من خلال السدود التي أنشأتها على نهر تينسي،البالغ عددها 31سدا،ابتداء بين عامي 1933و1953والمسماة سدود وادي تينسي،علاوة على سد غران كولي في عام 1942.

نظرا لأهمية السدود في توليد الطاقة الكهربائية لدول العالم كلها ،متقدمة كانت أم نامية ،بلغت 20في المئة من إجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة عالميا في عام 2008،في حين ساهمت ب85في المئة من إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة عالميا من مصدرها المتجددة في عام 2007.من أهم ما يميز الطاقة الكهرومائية من سواها من مصادر الطاقة المتجددة قدرتها على تخزين الطاقة في أماكن أخرى من طريق ضخ المياه في خزانات مرتفعة في داخل المحطات ،في حالة توفر الطاقة

I-11-4طاقة الكتلة الإحيائية:

تعد طاقة الكتلة الإحيائية من بين أقدم مصادر الطاقة المتجددة المستخدمة على مر العصور. فكانت حينذاك المصدر شبه الوحيد المتوافر لمتطلبات الإنسان القديم المتواضعة. وكانت في معظمها خشبا ومخلفات محصولات زراعية وروث حيوانات وما شكلها .ومع تطور متطلبات الإنسان من المتطلبات المتواضعة إلى الضرورية للطاقة ،صارت طاقة الكتلة الإحيائية من الطاقات غير التجارية التي دام الاعتماد عليها في الدول النامية خصوصا الدول الإفريقية.

ويقصد بها كذلك الطاقة العضوية ،وهي التي تستخرج من المواد النباتية والحيوانية والنفايات،بعد تحويلها سائلا أو غازا بالسبل الكيماوية أو بالتحلل الحراري،أو التي يمكن إنتاجها من طريق محصولات الطاقة أو زراعة الأشجار ذات الدورة الزراعية القصيرة،كشجرة الصفصاف مثلا. ويمكن الإفادة منها من طريق حرقها مباشرة واستخدام الحرارة الناتجة من تسخين المياه أو إنتاج البخار الذي يمكن بواسطته تشغيل التوربينات وتوليد الطاقة الكهربائية مباشرة بواسطة بعض التقنيات الخاصة في محطات الطاقة الكهربائية التي يتمتع بها بعض دول العالم .

I-11-5طاقة الحرارة الجوفية:

هي الطاقات حرارية دفينة في أعماق الأرض على شكل مخزون من المياه الساخنة أو البخار والصخور الحارة أو البراكين.ولما كانت درجة حرارة سطح الأرض تعادل تقريبا 20درجة مئوية فإنها تصبح نحو 1000درجة مئوية على عمق 40كلم وايطاليا أول من بدا توليد الكهرباء باستغلال الطاقة الجوفية في عام 1904،معتمدة على البخار الصادر من باطن الأرض .ويعد بعض أجزاء الأرض مثل أيسلندا وروتورات في نيوزيلندا من الدول النادرة في العالم

التي تستغل الحرارة الجوفية لتوليد الكهرباء لنحو 88في المئة من مجموع المساكن فيها .إذ أن الصخور القريبة من السطح حارة جدا ،وتندفع المياه من باطن الأرض على شكل بخار ،فضلا عن استخدام أنظمة الأرضية الحرارية بالحفر للوصول إلى الصخور الحارة،ويضح الماء نزولا لتسخينه ويحول بخارا ،ومن ثم تولد منه الكهرباء ،ويمكن استخدام البخار لتوليد نصف المتطلبات الكهربائية ،من دون أضرار بالبيئة.

I-11-6الوقود الحيوي:

هو الوقود كحول الإيثانول المستخرج من بعض المنتجات الزراعية كقصب السكر والشمندر السكري والذرة. وكان هناك فورد هو أول من سير سيارته عليه فيما طبق رودولف د يزل تجارته على الزيت الفول السوداني قبل المنتجات النفطية التي تحمل اسمه حاليا، واشتهر إنتاجه في البرازيل نتيجة اعتمادها برنامج تقانة طاقة الكحول مند نهاية السبعينيات في اثر أزمة الطاقة في عام 1973.[1]

الفصل الثاني:

أنواع الطاقات المتجددة

تمهيد :

تخزين الطاقة هو الاحتفاظ بالطاقة المنتجة في وقت محدد بهدف الاستفادة منها في وقت لاحق. بشكل عام. تنطوي عملية تخزين الطاقة على تحويل الطاقة من النماذج التي يصعب تخزينها إلى النماذج التي يسهل تخزينها أو التي تنخفض توفر بعض التقنيات تخزينًا قصير المدى للطاقة، فيما تحفظ بعض التقنيات الأخرى الطاقة لفترات أطول. .تكاليفها تسيطر طريقة تخزين الطاقة عن طريق السدود المائيةعلى طرق تخزين الطاقة الضخمة، سواءً كانت سدودًا تقليديةً أو من الأمثلة الشائعة على تخزين الطاقة: البطارية القابلة للشحن، إذ تعمل هذه .سدودًا تعتمد على المضخات البطارية على تخزين الطاقة الكيميائية التي تتحول بسهولة إلى طاقة كهربائية لتشغيل الهاتف المحمول.

أولا: الطاقة الشمسية

II-1-تعريف الطاقة الشمسية:

الطاقة الشمسية هي طاقة يتم الحصول عليها من الضوء الشمس والضوء من الشمس. قد يستعمل لتوليد الطاقة الكهربائية، وتزويد البنايات بالتدفئة والتبريد ولتسخين الماء، وقد استعملت الطاقة الشمسية لآلاف السنين وبطرق أخرى أيضا.

معظم الحياة على الأرض لا يمكن أن توجد بدون الشمس ،ومعظم النباتات تنتج غذائها عن طريق عملية كيميائية تدعى التركيب الضوئي والتي تبدأ بضوء الشمس ،والعديد من الحيوانات تضمن النباتات كجزء من طعامها ،جاعلة الطاقة الشمسية كمصدر غير مباشر لغذائها .وتغذية الناس على النباتات والحيوانات في سلسلة غذائها توفر أحد الأمثلة على أهمية طاقة الشمس .

بطريقة مباشرة أو غير مباشرة فأن الشمس مسؤولة تقريبا عن كل مصادر الطاقة الموجودة على الأرض .فجميع الفحم والنفط والغاز الطبيعي قد أنتجت بسبب تحلل النباتات قبل ملايين السنين ،وبعبارة أخرى فأن الوقود الأحفوري الأساسي المستعمل اليوم هو في الواقع يخزن الطاقة الشمسية .[9]

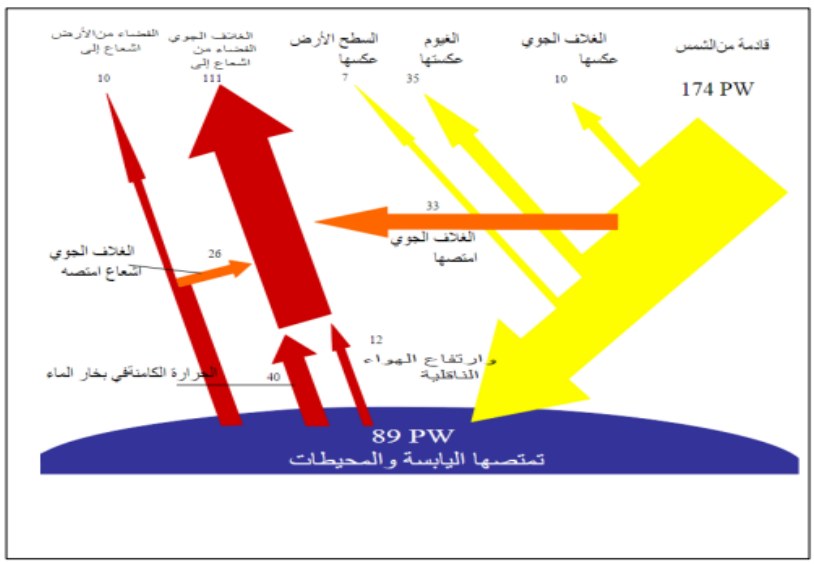
II-2-الشمس :

الشمس هي كرة بها مادة غازية شديدة الحرارة ويبلغ قطرها 1.39.109متر وعلى مسافة متوسطة تبلغ 1.49.1011مترا من الأرض. عند رؤيتها من الأرض .

تعتبر الشمس جسما أسود بدرجة حرارة فعالة تبلغ 5777 كلفن، وتتراوح درجة حرارة المناطق الداخلية المركزية من 8.106إلى 40.106 كلفن وتقدر الكثافة بمائة ضعف كثافة الماء.

الشمس هي بالفعل مفاعل اندماج مستمر بمكوناته في شكل غازي تحتفظ بها قوى الجاذبية ،ويتم تشغيل العديد من تفاعلات الانتشار لتكثيف الطاقة التي تشعها الشمس .أهم عملية هي تحويل الهيدروجين إلى هليوم بواسطة كاشف نووي .ومع ذلك، نظرا لأن كتلة نواة الهليوم أخف من كتلة أربعة بروتونات الهيدروجين، ويتم تحويل الكتلة المفقودة في التفاعل النووي الحراري إلى طاقة.

والشمس هي كتلة من الغازات المتوهجة تشدها إلى المركز جاذبية قوية ودرجة الحرارة على سطح الشمس هي 6000درجة مئوية لكنها بالمركز حوالي 13000000درجة مئوية،والشمس هي المصدر الأساسي للضوء والحرارة على الأرض وتتولد هذه الطاقة نتيجة للتفاعلات النووية الحرارية يتحول فيها الهيدروجين إلى هليوم وتنطلق منها كميات هائلة من الحرارة.[10]



شكل 2-1 كمية الطاقة الواصلة من الشمس وتوزيعها على الكرة الأرضية

[2]

II–3–تقنيات إنتاج الطاقة الشمسية :

من أهم العوامل الرئيسية لإيجاد البني الأساسية فيها ولا يتطلب إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية إلى مركزية التوليد بل تنتج الطاقة وتستخدم بنفس المنطقة أو المكان وهذا ما سوف يوفر ن م تكلفة النقل والمواصلات وتعتمد هذه الطريقة بصورة أساسية على تحويل أشعةً كثيرا وتوجد في الطبيعة مواد كثيرة تستخدم في صناعة الخلايا الشمسية ، الشمس إلى طاقة كهربائية والتي تجمع بنظام كهربائي وهندسي محدد لتكوين ما يسمى باللوح الشمسي والذي يعرض لأشعة الشمس بزاوية معينة لينتج أكبر قدر من الكهرباء.[2]

و يتم الاستفادة من الطاقة الشمسية بطريقتين :

الشكل2–3 طرق الاستفادة من الطاقة الشمسية

II–4–خصائص ومميزات الطاقة الشمسية :

تتميز الطاقة الشمسية بالعديد من المزايا الايجابية تجعلها مفضلة على غيرها من مصادر الطاقة الأخرى

ونذكر بعض منها كما يلي:

- متوفرة في معظم دول العالم.
- مصدر محلي لا ينتقل ،ويتلاءم مع واقع تنمية المناطق النائية والريفية واحتياجاتها.
- نظيفة ولا تلوث البيئة ،وتحافظ على الصحة العامة.
- اقتصادية في كثير من الاستخدامات، وذات عائد اقتصادي كبير.
- ضمان استمرار توافرها وبسعر مناسب وانتظامه.
- لا تحدث \أي ضوضاء، أو تترك أي مخلفات ضارة تسبب تلوث البيئة.
- تحقق تطول بيئيا، واجتماعيا، وصناعيا،وزراعيا على طول البلاد وعرضها .
- تستخدم تقنيات غير معقدة ويمكن تصنيعها محليا في الدول النامية.[11]

II-5-فوائد الطاقة الشمسية:

الطاقة الشمسية مستدامة وهي أيضا متجددة أنها طاقة لا تنفد ،فهي مصدر طاقة طبيعي ويمكن استخدامه في توليد أشكال أخرى من الطاقة ،فيمكنها استخدامها كوقود للسيارات كما يمكن أن نسخن بها الماء أو نضئ بها بيوتنا.

- من خلال استخدام الألواح الشمسية يمكننا توليد الكهرباء من مصدرنا الخاص ،وبالتالي سيتيح لنا التخلي عن شبكة الكهرباء العامة .
- الحصول على الطاقة الشمسية لن يتطلب لاحق الكثير من أعمال الصيانة حيث سيتم تركيب
- الأحواض أو الألواح الشمسية مرة واحدة، وبعدها تستعمل بأقصى كفاءة ممكنة، ويبقى لدينا القليل فقط لنفعله للمحافظة على انتظام عملها.
- الطاقة الشمسية منتج صامت للطاقة فالتأكيد لا تتسبب ألواح الخلايا الشمسية يأي ضوضاء عندما تقوم بتحويل ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية قابلة استخدام .

- في حال كنا ننتج ما يكفي من الكهرباء الشمسية، أو في حال لم نكن نستخدم كل الكهرباء المنتجة، يمكننا بيعها إلى شركات الخدمات للحصول على رصيد من الكهرباء.

- تستطيع المنشآت الضخمة للإنتاج الطاقة الشمسية أن تنتج الطاقة الشمسية بغرض النظر عن حالة الطقس، سواء كان مشمسا أم لا، مما يجعلها مستدامة ويمكن الاعتماد عليها لإنتاج الكهرباء، فعادت ما تكون هذه المنشآت حرارية حيث تقوم بتخزين الحرارة المتولدة ،حيث تقوم باستخدامها في حال لم يكن الجو مشمسا.[12]

II-6- معوقات استخدام الطاقة الشمسية:

- ارتفاع التكلفة لمشروعات الطاقة المتجددة بصفةعامة وأهمها مشروعات الطاقة الشمسية، وذلكنتيجة لارتفاع التكلفة المبدئية للمعدات و المنظومات بصفة رئيسية بالمقارنة بنظم ومعدات الطاقة التقليدية، والتي تنتج نفس الكمية من الطاقة.
- الدعم المقدم للطاقة التقليدية يخفض من أسعارها و يرفع من تكاليف استخدام الطاقة المتجددة.
- اختلاف درجة سطوع الشمس خلال ساعات الليل والنهار فالأجهزة الشمسية لا تلتقط أشعة الشمس بفاعلية إلا لمدة 8 ساعات أثناء النهار بحيث تصبح مشكلة تخزين هذه الطاقة المفتاح إلى تطوير مستقبل استخدامه ،مع وجود بعض المشكلات المتعلقة بعملية التخزين نفسها. رغبة بعض الجهات التي يعتمد اقتصادها على استخدام الطاقات التقليدية الأخرى سواء من الوقود الأحفوري أو الطاقة النووية كمصدر للطاقة على تقويد التقدم في مجال الطاقة الشمسي والذي من شأنه أن تؤثر سلبا على اقتصادياتها.
- المساحة الكبيرة المطلوبة لوضع الأجهزة المجمعة لأشعة الشمس غير المركزة . [9]

II-7-تحويل الطاقة الشمسية:

يمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وطاقة حرارية من خلال آليتي التحويل الكهروضوئية والتحويل الحراري للطاقة الشمسية ويقصد بالتحويل الكهرو ضوئية تحويل الإشعاع الشمسي أو الضوئي مباشرة إلى طاقة كهربائية بوساطة الخلايا الشمسية وقد تم تصنيع نماذج كثيرة منالخلايا الشمسية تستطيع إنتاج الكهرباء بصورة علمية وتتميز الخلايا الشمسية بأنها لاتشمل أجزاء أو قطع متحركة ،وهي لاتستهلك وقودا ولا تلوث الجو وحياتها طويلة لا تتطلب القليل من الصيانة ويتحقق أفضل استخدام لهذه التقنية تحت تطبيقات وحدة الإشعاع الشمسي وحدة شمسية أي بدون

مركزات أو عدسات ضوئية ولذا يمكن تثبيتها على سطح المباني ليستفاد منه في إنتاج الكهرباء وتقدر عادة كفاءتها حوالي 20% أما الباقي فيمكن الاستفادة منه في توفير الحرارة للتدفئة وتسخين المياه .

أما التحويل الحراري للطاقة الشمسية فيعتمد على تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية عن طريق المجمعات الشمسية والمواد الحرارية.فإذا تعرض جسم داكن اللون ومعزول إلى الإشعاع الشمسي فإنه يمتص الإشعاع وترتفع درجة حرارته.[13]

II-8-تخزين الطاقة الشمسية:

أهم البطاريات الشمسية المستخدمة لتخزين الطاقة الشمسية نجد:

أولا: بطارية السليكون:

تعد بطارية السليكون أوسع البطاريات الشمسية استخداما وتطورا في العالم ،ويعد عنصرا متونا كيماويا ،ويمكن استخدامه في صناعة بطاريات شمسية تمتاز بطول عمرها ،ففيما قبل وإذا أرادت الولايات المتحدة الأمريكية أن تستخدم هذه البطاريات في توليد قدر من الكهرباء يفي باحتياجاتها فإنها تحتاج إلى نحو مليوني طن من فلز السليكون ، بينما حاليا لا تنتج سوى 90طن فقط في العام.

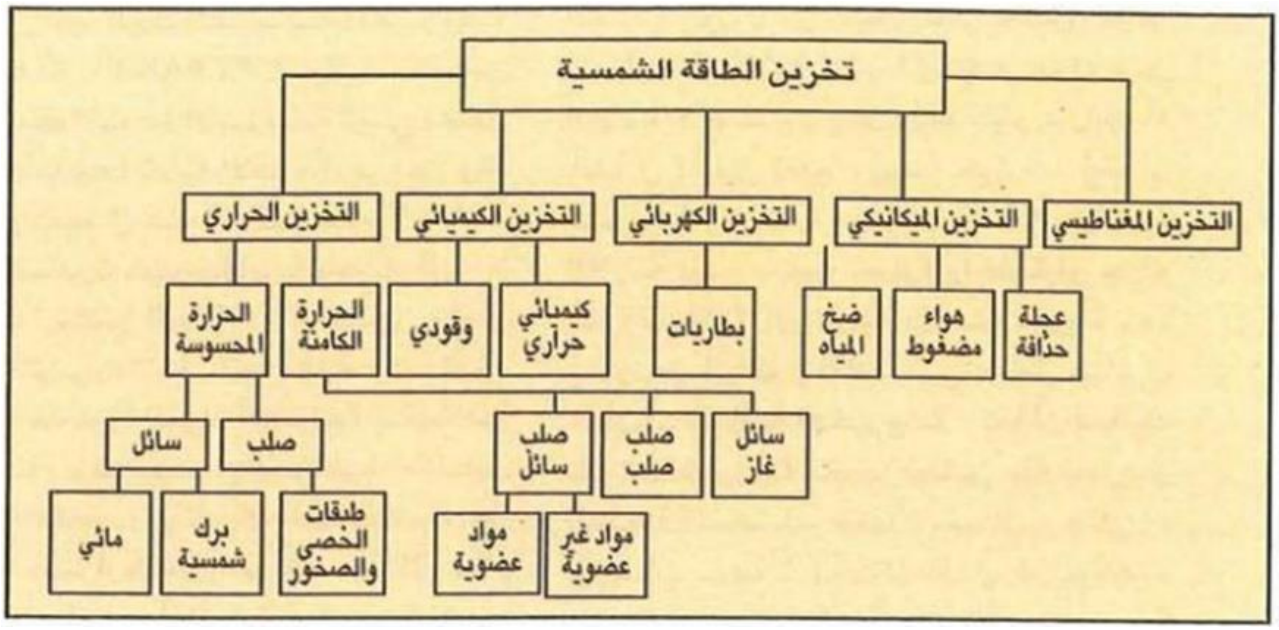
ثانيا: بطارية كبريتيد الكاديوم

تستخدم لأغراض الفضاء وهي حساسة جدا لبخار الماء،ولذا يجب وضعها في كبسولات محكمة ، حتى يمكن استخدامها للأعراض الأرضية ، ونظرا لأن الكاديوم له تأثير سام على الإنسان ، لذا يلزم الحرص أثناء تداول هذه البطاريات ، ويستخدم الزنك لصناعتها بدلا من كبريتيد الكاديوم ، لأنه أقل خطرا

ثالثا: بطارية خارصينيدالجاليوم

تمتاز هذه البطاريات بقدرتها الزائدة على امتصاص الفوتونات الضوئية ، ويمكن استخدامها في درجات حرارة أعلى من تلك تستخدم عندها بطاريات السليكون أو كبريتيد الكاديوم ، وتستخدم هذه البطاريات تقنيات متقدمة وطرق متعددة لإنتاجها ، كالتحويل الحراري للطاقة الشمسية الذي يعتمد على تحويل لإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية عن طريق

المجمعات الشمسية والمواد الحرارية ، فإذا تعرض جسم داكن اللون ومعزول إلى الإشعاع الشمسي فإنه يمتص الإشعاع وترتفع درجة حرارته ، يستفاد من هذه الحرارة في التدفئة والتبريد وتسخين المياه وتوليد الكهرباء وغيرها.[14]



الشكل 2-3الطرق المختلفة لتخزين الطاقة الشمسية[15]

II-9-التأثير البيئي للطاقة الشمسية :

إن الطاقة الشمسية يمكن أن يكون لها كلا التأثيرين الايجابي والسلبي على البيئة :

أ-التأثير الايجابي :يمكن تحديد التأثيرات الايجابية كتقنيات للطاقة الشمسية على البيئة بما يلي :

1-معظم التقنيات الشمسية هي ودية بيئيا.

2-لا تلوث الجو بانبعاث غازات البيت الزجاجي .

3-لاتنتج الفضلات المشعة مثل مفاعلات الطاقة النووية .

4-لا تساهم في رفع درجة الحرارة الكون أو المطر الحامضي .

5-معظم منظومات الطاقة الشمسية صامتة ،أو هادئة عندما تشتغل مما يقلل من تلوث الضوضاء .

ب-التأثير السلبي :أن تقنيات الطاقة الشمسية ليست مثالية فمن تأثيراتها السلبية مايلي :

1-بالنظر إلى المشاريع الكبيرة واسعة النطاق فأنها تؤثر سلبا على المناظر الطبيعية .

2-التقنيات الشمسية يمكن أن تؤثر سلبا على الحياة الحيوانية حولها .

3-منظومات الأطباق الكبيرة ومنظومات المجرى ،وأبراج الطاقة تأخذ مساحات من الأرض تعيش عليها الحيوانات وتؤثر عللا بيئتهم وعاداتهم .

4-بناء المشاريع الشمسية يمكن أن يلوث الأراضي الأصلية حتى وان كانت التقنية الشمسية نفسها لا تفعل ذلك .

5-بينما لا يلوث استعمال التقنية الشمسية البيئية ،فان صناعة بعض أنواعها يمكن أن تفعل ذلك .[9]

II-10-تطبيقات على الطاقة الشمسية :

II-10-1-أساسيات الإشعاع الشمسي

يستقبل الغلاف الجوي لكوكبنا كمية من الإشعاع الشمسي في كل لحظة ما يعادل 174 بيتا وات ($1 PW=10^{15}$ W). ينعكس منها مايقرب من 30% عائدة إلى الفضاء بينما تمتص النسبة الباقية بواسطة السحب والمحيطات والكتل الأرضية.مع ضم طيف الضوء الشمسي الموجود على سطح الأرض ينتشر عبر المدى المرئي وبالقرب من مدى الأشعة تحت الحمراء بالإضافة إلى انتشار جزء صغير منه بالقرب من مدى الأشعة فوق البنفسجية. تمتص مسطحات اليابسة والمحيطات والغلاف الجوي الإشعاعات الشمسية، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارتها. يرتفع الهواء الساخن الذي يحتوي على بخار الماء الصاعد من المحيطات مسببة دوران الهواء الجوي أو انتقال الحرارة بخاصية الحمل في اتجاه رأسي. وعندما يرتفع الهواء إلى قمم المرتفعات حيث تنخفض درجة الحرارة يتكثف بخار الماء في صورة سحب تمطر على سطح الأرض، ومن ثم تتم دورة الماء في الكون. تزيد الحرارة الكامنة لعملية تكثف الماء من انتقال الحرارة بخاصية الحمل، مما يؤدي إلى حدوث بعض الظواهر الجوية، مثل الرياح والأعاصير المضادة. وتعمل أطياف ضوء الشمس التي تمتصها المحيطات وتحتفظ بها الكتل الأرضية على أن تصبح درجة حرارة سطح الأرض في المتوسط 14 درجة مئوية. ومن خلال عملية التمثيل الضوئي الذي تقوم به النباتات الخضراء، يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية، مما يؤدي إلى إنتاج الطعام والأخشاب والكتل الحيوية .[2]

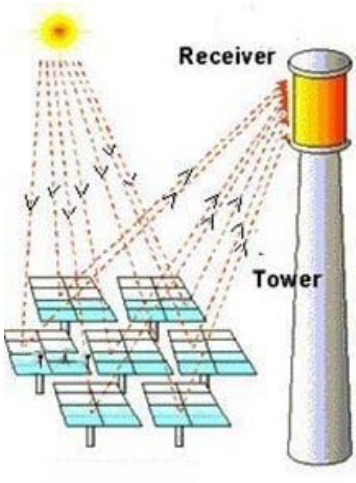
II-10-2-الثابت الشمسي

التدفق الإشعاعي على سطح الشمس حوالي 710.6.33واط/م2.يستقبل السطح المستوي ،متر مربع واحد عموديا على سطح الإشعاع الشمسي،الموجود على حافة الغلاف الجوي للأرض طاقة مشعة وفقا للمسافة بين الشمس والأرض،مع الأخذ في الاعتبار الانحراف الطفيف لمدار الأرض ،والذي يبلغ حوالي 1.7%الثابت الشمسي هو متوسط قيمة التدفق الشمسي عند القمة العليا للغلاف الجوي للأرض ،والمقدر بنحو 1367واط/م2.[10]

II-10-3-البرج الشمسي:

يعتبر البرج الشمسي من أهم التقنيات المستخدمة لاستغلال الطاقة الشمسية في إنتاج الطاقة الكهربائية والحرارية. وهو عبارة عن منشأة تعمل على تجميع أشعة الشمس الساقطة على مرايا كثيرة منتشرة في مساحة واسعة. والتي تعكس أشعة الشمس على البرج الرئيسي. في هذا البرج يمكن تحويل أشعة الشمس المنعكسة إلى أنواع أخرى من الطاقة.

تحوي المرايا على محركات ذاتية الحركة مرتبطة بحساسات التغير اتجاهها مع حركة قرص الشمس في السماء. ومن ثم توجه الأشعة نحو الغرفة الموجودة في البرج. يصل مجمل مساحة المرايا إلى حوالي 3500 متر مربع



الشكل 2-4-البرج الشمسي لإنتاج الطاقة[10]

II-10-4-حساب كمية الطاقة العملية التي ينتجها البرج الشمسي:[10]

يالطاقة الكلية المستخرجة لمساحة معينة A في وحدة الزمن t يمكن أن تعطى بالمعادلة التالية:

$$E_{total} = E * A * t$$

II-11-الخلايا الشمسية:

II-11-1-مفهوم الخلايا الشمسية:

الخلية الشمسية عبارة عن محاولات فوتو ضوئية تقوم بتحويل ضوء الشمس المباشر الى كهرباء ،والضوء الصادر من الشمس هو عبارة عن الجداول من جزيئات الطاقة الصافية المسماة فوتونات .فالخلايا الشمسية نبائض شبه موصلة والحساسة ضوئيا ومحاطة بغلاف أمامي وخلفي ناقل للكهرباء ،تصنع هذه الخلايا بجمع أو ضم نوعية من أشباه النواقل احدهما سلبي من النوع (n) والآخر ايجابي من النوع (p) لاحتواء ايونات موجبة ،وهذه الايونات السالبة والموجبة تهيئ البيئة الضرورية لمرور تيار كهربائي يتحرك ضمن الخلايا الشمسية .[16]

الشكل 2-5 الخلية الشمسية

II-11-2-أنواع الخلايا الشمسية:

هناك العديد من الخلايا نذكر منها:

الخلايا الشمسية السيلسكونية:تم تصنيع خلايا شمسي من مواد مختلفة ،إلا اغلب هذه المواد نادرة الوجود بالطبيعة أو لها خواص سامة ملوثة للبيئة أو معقدة التصنيع وباهظة التكاليف، وبعضها لا يزال حتى الدراسة والبحث وعليه

فقط تركز الاهتمام على تصنيع الخلايا الشمسية السيلسكونية، حيث إن عام 1941تمكن المخترع الأمريكي "روسل اوهل "من إنتاج أول خلية شمسية من السيلكون المعالج كيمائيا وذلك لتوفير عنصر السيلكون في الطبيعة .

الخلايا الشمسية السيليكونية المتبلورة:تصنع هذه الخلايا من أو عديد التبلور ثم يؤرب إلى رقائق تتعالج كميائيا وفيزيائيا عبر مراحل مختلفة لتصل إلى خلايا شمسية.كفاءة هذه الخلايا عالية تتراوح بين 9-17 من الخلايا السيليكونية أحادية التبلور غالية الثمن حيث صعوبة التقنية واستهلاك الطاقية بينما الخلايا السيليكونية عديدة التبلور تعتبر أقل تكلفة منأحادية التبلور اقل كفاءة.

الخلايا الشمسية السيلوكونية المورفية:مادة هذه الخلايا ذات شكل سيلوكني حيث التكوين البلوريمتصدع لوجود عنصر لوجود عنصر الهيدروجين أو عناصر أخرى أدخلت قصدا لتكسبها خواص كهربية مميزة وخلايا السيلكون والأمور في زهيدة التكلفة عن خلايا السيلكون البلوري حيث ترسب طبقة شريطية مقارنة بعمليات التصنيع البلوري .[18]

II-11-3-مميزات الخلايا الشمسية:

- تتميز الخلايا الشمسية بمجموعة من المميزات وهي:
- هادئة حيث أنها لا تصدر أي صوت، كما أنها لا تحوي على أي عنصر ميكانيكي.
- عديمة التلوث، وعمرها طويل لا تتلف.
- يمكنها إنتاج الطاقة في أي مكان ولا تحتاج إلى تمديدات كهربائية
- تعمل بشكل جيد حتى مع وجود الغيوم، أو برودة الطقس.[18]
- تقنياتها لا تشمل أجزاء أو قطع متحركة.
- لا تستهلك وقود ولا تلوث الجو.
- حياتها طويلة ولا تتطلب إلا القليل من الصيانة.
- تحقق أفضل استخدام لهذه التقنية تحت تطبيقات وحدة الإشعاع الشمسي وحدة شمسية (أي بدون مركزات أو عدسات ضوئية)، ولذا يمكن تثبيتها على أسطح المباني ليستفاد منه في إنتاج الكهرباء.
- كفاءتها تقدر بحوالي % 20 أما الباقي فيمكن الاستفادة منه في توفير الحرارة للتدفئة وتسخين المياه. كما تستخدم الخلايا الشمسية في تشغيل نظام الاتصالات المختلفة وفي إنارة الطرق والمنشآت وفي ضخ المياه وغيرها.[2]

II-11-4-آلية عمل الخلية الشمسية:

تتكون الخلية الشمسية من وصلة من طبقتين خفيفتين من مادة شبة موصلة أحدهما موجبة تدعى (p) والثانية سالبة تدعى (N) يتكون الجزء P من شبه موصل نقي يتم تشويبه بذرات ثلاثية التكافؤ مثل البورون.البروم. الألمنيوم، لكي ترتبط كل ثلاثة الكترونات من ذرة الشوائب مع أربع ذرات من السليكون فتبقى أصرة واحدة ليس لها أي إلكترون وبالتالي تصبح فجوة تحتاج إلكترون تكافؤ، مما يؤدي إلى تكون مادة شبه موصلة غنية بالفجوات. أما الجزء N فهو بلورة سليكون يتم تشويبه بذرات خماسية التكافؤ مثل بالنسبة للشوائب الخماسية مثل الفسفور الزرنيخ والأنتيمون، لكي ترتبط كل 4 الكترونات مع الكترونات السليكون فيبقى إلكترون فائض لكل ذرة فتصبح غنية بالإلكترونات وتكون هي حاملات الشحنة الأغلبية (السائدة).

يعتمد مبدأ عمل الخلايا الشمسية على امتصاص أشعة الشمس وتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية تمكن الاستفادة منها عبر هذه العملية عند سقوط الأشعة الشمسية على سطح الخلية تحفز الفوتونات الساقطة الالكترونات للانتقال عبر المنطقة الفاصلة بين الوصلتين التي تسمى بطبقة الاستنزاف. وهذا الانتقال يؤدي إلى تكون فرق جهد وبالتالي سريان تيار كهربائي عبر الخلية يمكن الاستفادة منه. [2]

والخلية الشمسية الاعتيادية الواحدة تنتج (V0.5) وتيار مقداره (2.5) أمبير وهذا يعادل طاقة عظمى تصل إلى (1.25)واط. ويمكن لبعض الخلايا إنتاج طاقة أكبر اعتمادا على نوعية التصميم.[2]

ثانيا طاقة الرياح :

II-1-تاريخ طاقة الرياح:

استخدمت طاقة الرياح منذ آلاف السنيين في دفع المراكب علي سطح الماء وطحن الحبوب والري وضخ المياه إلي جانب بعض التطبيقات الميكانيكية الأخرى وتشير المراجع العلمية إلى أن الفرس هم أول من استخدم طاقة الرياح في طحن الحبوب وضخ المياه أما في أوربا فقد انتشرت طواحين الرياح منذ القرن الثاني عشر حتى وصل عددها في عام 1750ميلادية إلي أكثر من 8000 طاحونة في هولندا وأكثر من 10000 طاحونة في إنجلترا، وكان الغرض الرئيسي لعملها هو ضخ المياه من المناطق المنخفضة إلى مناطق الزراعات العالية أو إدارة أحجار "الرحى " لطحن حبوب القمح والذرة وغيرها .

واليوم تستخدم طاقة الرياح في توليد الكهرباء عن طريق تحويل طاقة الحركة الموجودة في الرياح إلى طاقة كهربية، كما ينظر لها على أنها تكنولوجيا ناضجة، ففي المواقع ذات سرعات الرياح المرتفعة .[19]

II-2-مفهوم طاقة الرياح:

تمثل الطواحن الهوائية مهارات تقنية مبكرة أو اختراع إبداعي بدا انه سيفقد أثناء الثورة الصناعية،عندما استبدلت طاقة الرياح طاقة الرياح وطاقة المياه الجارية بطاقة الوقود الأحفوري كمصدر للطاقة واسع الاستعمال.بعض الناس في القرن الواحد والعشرون دعموا ا الرجوع والعودة إلى الاعتماد الكبير على طاقة الرياح في إدارة دواليب الطواحين الهوائية بصورة رئيسية لأن طاقة الرياح نظيفة وقابلة للتجدد بشكل لا نهائي.مازالت الطواحين الهوائية تستعمل لحد الآن من قبل المزارعين لضخ الماء للاستعمال العائلي

واستعمالات الماشية.كما وأن توربينات الرياح تقوم بالاستيلاء على الطاقة الحركية للرياح بواسطة أنصالها التي لها شكل مراوح الطائرة حيث تربط ببرج يرتفع لحوالي 30متر فوق الأرض لتوليد الطاقة الكهربائية.[9]

II-3-منشأ الرياح:

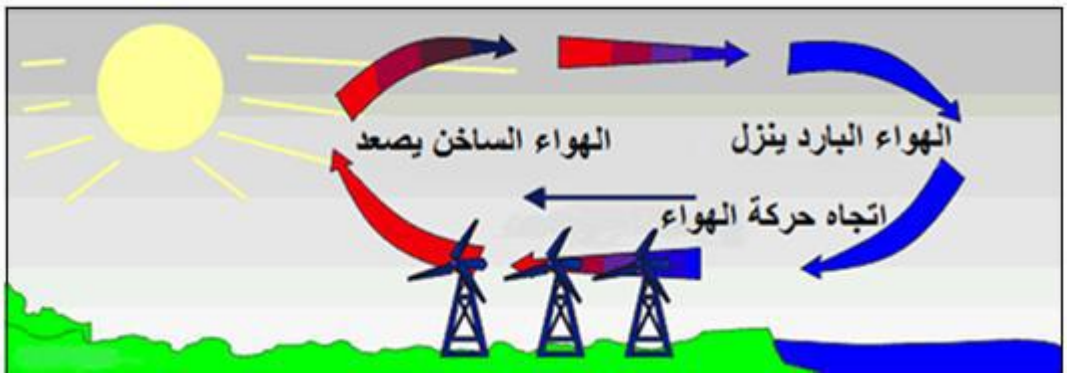
تتولد الرياح بسبب امتصاص أشعة الشمس من قبل عناصر الجو وسطح الأرض بنسب متفاوتة، فعند سقوط الإشعاع الشمس على منطقة ما يؤدي ذلك إلى تسخين الهواء وزيادة حجمه وانخفاض كثافته وكذلك وزن عموده على وحدة المساحة فتتولد مناطق ضغط واطئ وفي المناطق التي يقل فيها مقدار الإشعاع الشمسي فإن كثافة الهواء ستكون عالية بسبب البرودة وعمود الهواء سيكون أثقل لذلك تتولد أماكن ضغط عالية. لذلك تتولد تيارات حمل هوائية الموازنة درجة الحرارة في الغلاف الجوي وكذلك الضغط هذه التيارات تمثل الرياح. حيث تتناسب الطاقة التي يتم الحصول عليها من حركة الرياح تناسب طردي مع مكعب سرعة الرياح ويمكن حسابها من المعادلة التالية:[2]

$$Pw = \frac{1}{2}\rho A\eta v^3 \ldots\ldots (1)$$

حيث إن: P_wالقدرة المستخرجة من الرياح، ρ كثافة الهواء (Kg/m^3) .A مساحة المقطع العرضي للمروحة المقابل للرياح(m^2) ،ηكفاءة التوربين ، و v سرعة الرياح .(m/s) ويمكن كتابة معادلة (1) أعلاه بالشكل الآتي:

$$\frac{Pw}{A} = \frac{1}{2}\rho\eta v^3 \ldots\ldots (1)$$

حيث إن المقدار $\frac{Pw}{A}$ يسمى كثافة الطاقة وتقاس بوحدات $Watt/m^2$



الشكل 2–6 مخطط لكيفية نشأة الرياح[19]

II–4–أنواع توربينات الرياح :

تصنف التوربيناتالريحية إلى صنفين رئيسين هما :

توربينات المحور الشاقولي:

ويكون فيها محور الدوران بشكل عمودي وحركة السطوح المؤثرة باتجاه حركة الرياح وغالبا مايزيد عدد الريش فيها عن ثلاثة وتستخدم عادة في التطبيقات الميكانيكية مثل ضخ المياه .

ومن أهم ميزاتها:

أ–بسيطة التركيب من حيث الهيكل والريش وسهلة الصيانة والتصليح ورخيصة الثمن مقارنة بذات المحور الأفقي؛

ب–يمكن أن تدور بأي اتجاه للرياح أي إنها مرنة الحركة عند تغير اتجاه الرياح ولذلك فهي لا تحتاجإلى نظام لتغيير اتجاه حركة الرياح مما يعني كلفة أقل؛

ت–تحتاج إلى برج بسيط التركيب ورخيص الثمن؛

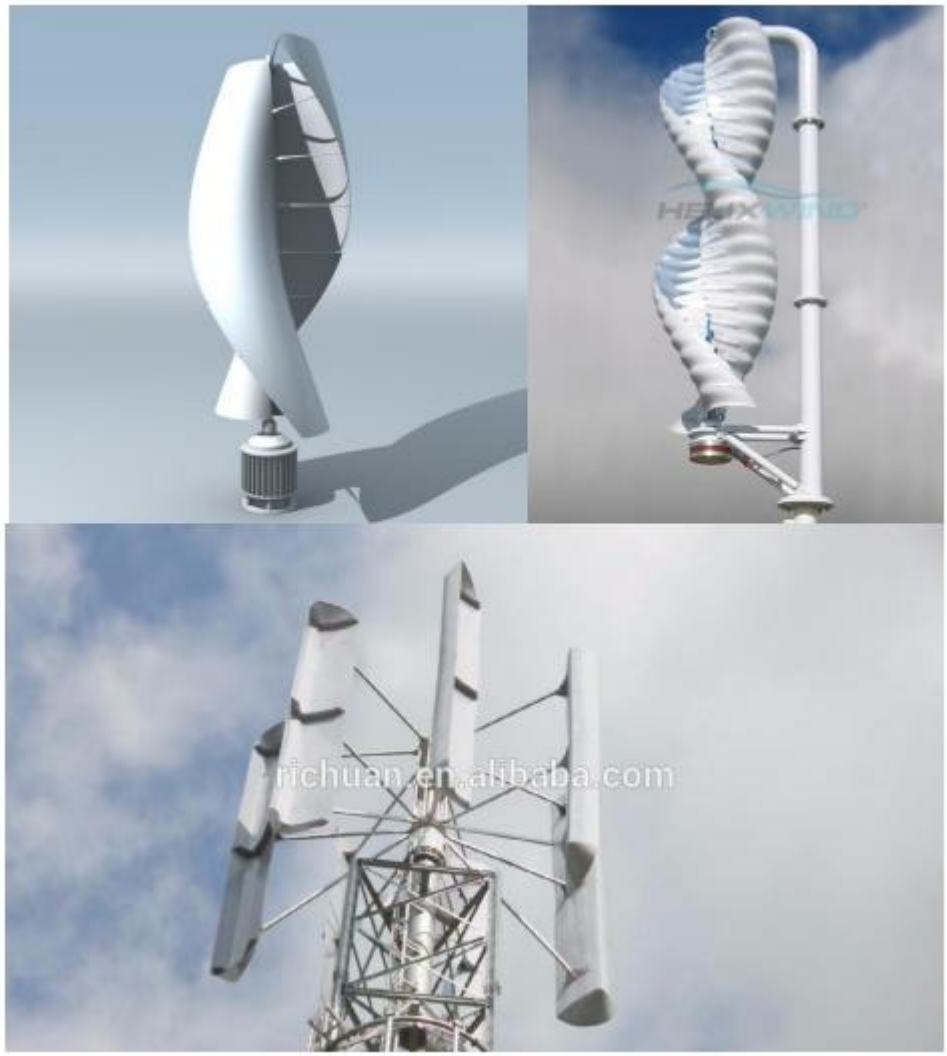
ث– ذات معامل قدرة أو كفاءة واطنة مقارنة بالتوربينات الأفقية المحور.

توجد تصاميم للتوربينات المحور الشاقولي وأهم هذه التصاميم هي :

1.توربين داريوس:وسمي نسبة إلى مهندس الفرنسي جورج داروس الذي صممه لأول مرة عام 1930،

توربين سفانيوس:يتكون هذا التوربين من اسطوانتين متعاكستين على شكل حرف

توربين مسكروف: طور هذا تصميم لأول مرة من قبل فريق بحثي يقوده البروفسور في بريطانيا وشكله مشابه حرف. [20]



الشكل 2-7 توربينات المحور الشاقولي[2]

توربينات المحور الأفقي:

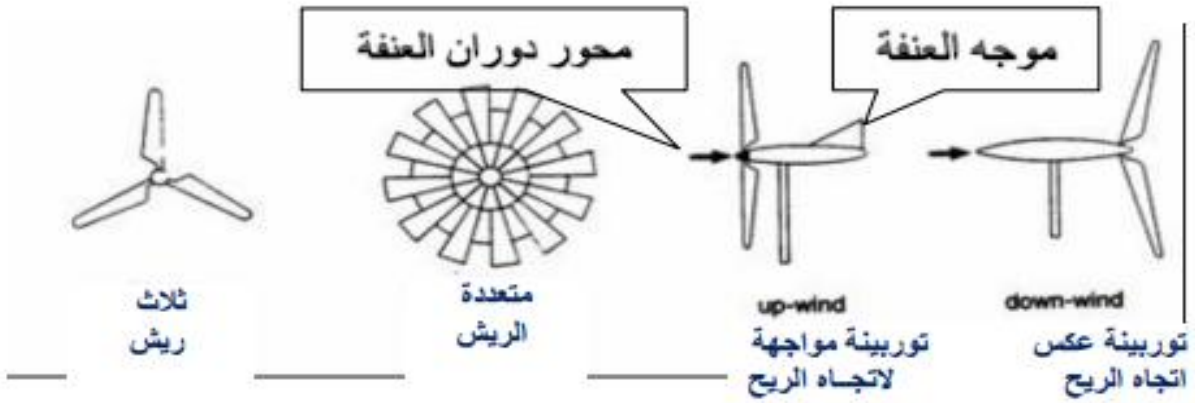
ويكون فيها محور الدوران بشكل أفقي ويكون الدوران في مستوى عمودي على اتجاه الرياح ويمكن وضعها إما في مواجهة أو في عكس اتجاه الرياح ومن أهم مميزات توربينات المحور الأفقي هي:

أ-معامل القدرة أو الكفاءة عال نسبيا.

ب-مساحة الريش تكون صغيرة .

ت-ذات تركيب معقد ولذلك تكون صعبة الصيانة وغالية الثمن في صناعتها.

ث-لا يمكن تغيير الدوران إذا تغير اتجاه الرياح إلا باستخدام نظام سيطرة معين للتحكم بالريش.[20]



الشكل 2-8التوربينات الأفقية المحور[2]

II-5-المقارنة بين التوربينات أفقية المحور والتوربينات عمودية المحور:[2]

التوربينات أفقية المحور	التوربينات عمودية المحور
اتجاه محور الدوران مواز لاتجاه الرياح والأرض	اتجاه محور الدوران عمودي على اتجاه الرياح والأرض
جميع الشفرات تعمل بنفس الوقت بسبب مواجهتها جميعها للرياح بنفس الوقت	شفرة واحدة يمكن أن تتأثر بالرياح في اللحظة التي تتعرض فيها لمواجهتها لان كل شفرة تكون باتجاه مختلف
يعمل في اتجاه واحد فقط، لذا يحتاج إلى موجه يغير اتجاهه استمرار باتجاه الرياح عند نغير اتجاهها	يعمل في جميع اتجاهات الرياح
أعلى كفاءة بسبب دوران جميع المراوح بنفس الوقت	اقل كفاءة
تتطلب مساحة وارتفاع أكثر	تتطلب مساحة وارتفاع أقل
بسبب كبر المساحة المطلوبة لايمكن تنصيب توربينات عملاقة من هذا النوع في المدن والتجمعات السكانية	بسبب قلة المساحة المطلوبة وسهولة التثبيت يمكن نصبها في المدن والتجمعات السكانية وكذلك في الطرق المرورية
عزم التدوير ينتج عن قوة رفع	عزم التدوير ينتج عن قوة دفع

II-6-استخدامات طاقة الرياح:

تعددت استخدامات طاقة الرياح، ففي القرون الماضية استخدمت طاقة الرياح بصورة رئيسية لطحن الحبوب وسقي المزروعات، أما في الوقت الحضر فالاستخدامات الرئيسية لطاقة الرياح هو في مجال توليد الطاقة الكهربائية ولإغراض الشقي

1-توليد الطاقة الكهربائية:

تحول التوربينات الطاقة الحركية في الرياح إلى كهرباء ومعظم التوربيناتالريحية المستخدمة في توليد الكهرباء هي من التوربيناتالأفقية المحاور الثلاثية الريش وفي بدء التشغيل يعتمد المولد الحثي على سحب تيار كهربائي من الشبكة الوطنية وهو ما يعني أن التوربين يعمل في البداية كمحرك حتى تصل سرعة دوران الريش إلى سرعة معينة تختلف باختلاف تصميم التوربين .

2-سقي المزروعات :

انه بمجرد تحويل الحركة الدورانية إلى حركة خطية باستخدام نظام الكامات أو المحاور الدوارة يمكن تشغيل المضخة الترددية أو المضخات الأخرى بصورة عملية .[20]

II-7-التأثيرات البيئية لاستخدام طاقة الرياح:

رغم الكم الهائل من الطاقة التي توفرها وميزات استخدامها، إلا أن تطور استخدام طاقة الرياح له مساوئه البيئية أيضا. ولغرض توسيع إنتاج الطاقة من الرياح يجب أن تكون المحاسن في حدها الأعلى والمساوي في حدها الأدنى.

الفوائد البيئية:

أن توليد الطاقة الكهربائية من طاقة الرياح لا يتضمن انبعاث ثاني أوكسيد الكربون أو سقوط الأمطار الحامضية أو ملوثات أخرى كالتي تنتج من الوقود التقليدي. وكذلك فان العنفات لا تعتمد في إنتاج الطاقة إلى وجود المياه للتبريد أو إنتاج البخار كبعض المصادر التقليدية أو المتجددة.

المساوئ البيئية:

1. أهم المشاكل البيئية الناتجة عن استخدام منظومات طاقة الرياح هي الضجيج والتداخل الكهرومغناطيسية والتأثيرات البصرية كتلوث المنظر وانعكاسات أشعة الشمس عن الشفرات أثناء دورانها.
2. ضجيج التوربين الريحي: -هناك نوعان من الضجيج هما الضجيج الميكانيكي الناتج من المعدات الميكانيكية والكهربائية المستخدمة في تقنيه طاقة الرياح والثاني هو الضجيج الأيروديناميكي الناتج من تداخل تيارات الهواء مع الشفرات الريحية ويمكن التخلص من الأولى بإنتاج أجزاء ميكانيكية هادئة ومعزولة أما الثاني فيتم التخلص منه باستخدام شفرات ذات أشكال انسيابية وملتوية وذات حدود مقوسة .[2]
3. التداخل الكهرومغناطيسي تؤثر عفنات الرياح على موجات الراديوية والتلفزيونية وقد تشوهها بسبب حدوث تداخل مغناطيسي والذي يعتمد على نوع مادة الشفرات فإذا كانت من المعدن فان التداخل محتمل الحدوث أما إذا كانت من مواد أخرى فان احتمالية امتصاص الموجات يكون أكثر.
4. التأثيرات البصرية تعتمد هذه التأثيرات على حجم العنفة وتصميمها وعدد الشفرات ولونها وعدد وترتيب العنفاتالريحية في الحقول. وهذه الحقول قد لا تجد من يوافق عليها لأنها قد تشوه المنظار الطبيعي عند التطبيق.[2]

II-8- الطاقة الكامنة في الرياح :

تحول التوربينة الطاقة الموجودة في الرياح إلى عزم دوران عن طريق الريش وتعتمد القدرة المولدة من التوربينة(P)على كثافة(ρ) ووحدتها كجم/م^3 (وتكون هذه القيمة صيفا حوالي 1,23 ،وشتاءا 1,11 والقيمة القياسية لكثافة الهواء تكون 0,607)ومكعب سرعة الرياح (V^3) بالمتر/ث وكفاءة تحويل طاقة الرياح إلى طاقة كهربية وميكانيكية (C_P)ومساحة سطح الدوران المعرض للرياح (A)وكفاءة التوربينة(μ).وحيث أن طاقة الرياح ما هي إلا طاقة حركة فإنه يمكن تقدير الطاقة الموجودة في الرياح من المعادلة التالية:

$$P = \frac{1}{2}\rho A V^3 C$$

ويتم عادة التعبير عن الطاقة المتوفرة في الرياح باستخدام العلاقة الآتية :

$$\frac{P}{A} = \frac{1}{2}\rho V^3 C_p \mu$$

حيث أن قيمة P/A تعرف بكثافة الطاقة وتقدر بالوات /المتر المربع. [19]

II–9– الكتلة الحجمية للهواء (ρ) :

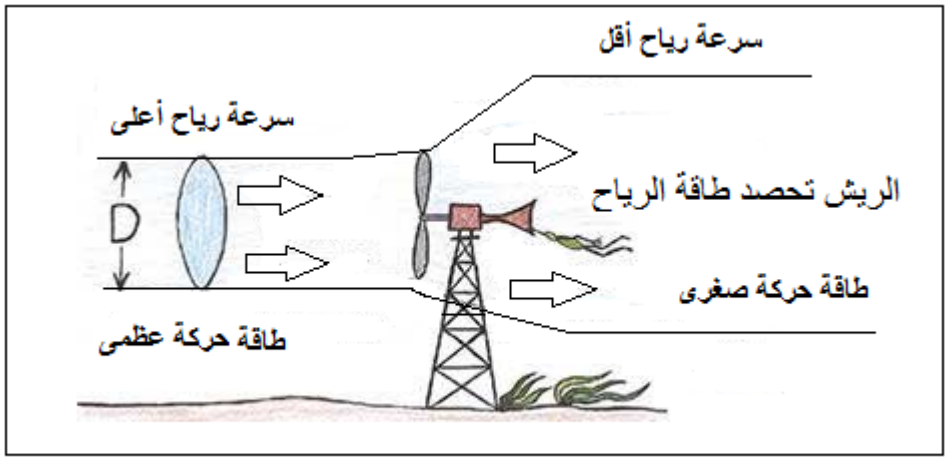
طاقة الحركة في أي جسم تعتمد على وزنه وكذلك الحال في طاقة الحركة الموجودة بطاقة الرياح والتي تعتمد على كثافة الهواء وبعبارة أخرى فانه كلما كان الهواء أثقل (كثافة عالية) كانت الطاقة المولدة أكبر والعكس صحيح، ففي المناطق الباردة تكون الكثافة أعلى منها في المناطق الحارة وأيضا عند الأماكن المرتفعة عن سطح البحر يكون الضغط الجوي منخفضا فتكون الكثافة منخفضة والعكس صحيح.والمعادلة التالية توضح تناسب الكثافة(ρ)عكسيا مع درجة الحرارة (T) وطرديا مع الضغط الجوى(B)

حيث أن الكثافة المعيارية عند سطح البحر ودرجة حرارة 15 درجة مئوية تساوى 1.225 كجم/م^3 والثابت العام للغازات (R) يساوي 287.05 جول /كج .كلفن .[19]

$$(\rho) = T.R/B$$

II–10–معامل كفاءة تحويل طاقة الرياح (C_p):

يقصد به كفاءة تحويل الطاقة الكامنة في الرياح إلى طاقة يمكن الاستفادة منها سواء كانت كهربية أو ميكانيكية وقد أثبت العالم الألماني ألبرت بيتر المتخصص في علم ديناميكا الهواء أن أقصى قيمة نظرية لهذا الثابت هي حوالي 59,3 % ويعرف بحد بيتر في التوربينات ذات المحور الأفقي (أقصى طاقة يمكن استخلاصها من الرياح)أما التوربينات الراسية فيصل هذا الثابت إلي حوالي 15% ولكن يعوض هذا الفارق بكبر مساحة السطح والشكل لرقم ( ) ويوضح العلاقة بين سرعة الرياح والطاقة المولدة في حالة C=0.593 وفي الحالة المثالية عندما C = 1 وأيضا في حالة التطبيقات العملية لإنتاج الطاقة استخدام توربينات .



الشكل رقم (٩): سرعة الرياح وطاقة الحركة قبل وبعد الريش

الشكل 2-9سرعة الرياح وطاقة الحركة قبل وبعد الريش[19]

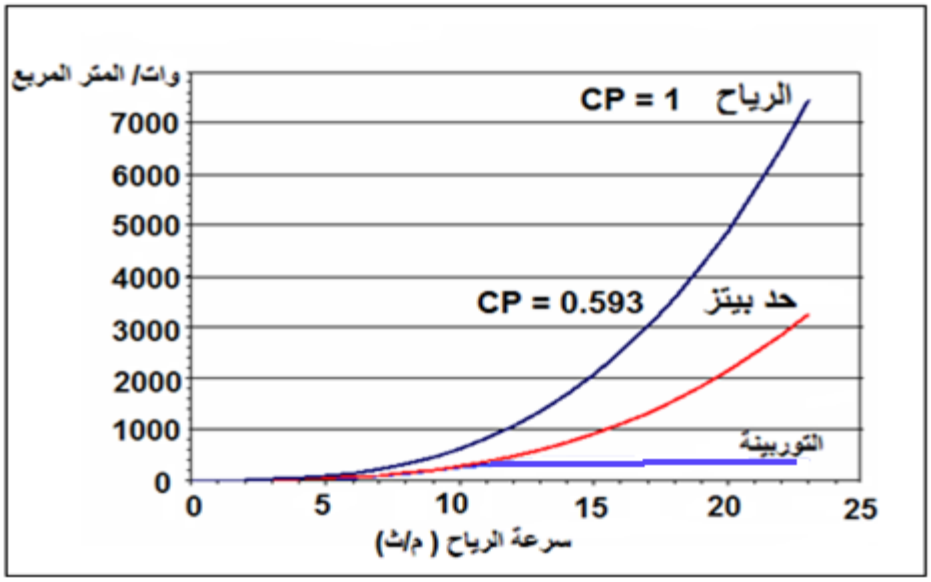
II-11-العوامل التي يتوقف عليها معامل كفاءة التحويل (C□):

1- السرعة النسبية لطرف الجناح:

هي النسبة بين السرعة عند نهاية الريشة سن الريشة(edBLaPTi)وسرعة الريح، والتي تزيد كلما زاد طول الريشة ،وتتحدد حدودها المثلي بين 60 إلى 80 ويمكن العمل أقصى قيمة لكفاءة التحويل (C□) وذلك بالمحافظة على تغير سرعة طرف الريشة مع تغير سرعة دخول الرياح إما عن طريق تغيير الحمل أوتغيير زاوية الخطوة للريشة، ولكن ذلك يصعب تطبيقه عمليا لما يحتاج إليه من تعقيد في التصميم وارتفاع التكاليف.

2 - كفاءة تصميم الريشة:

تعتمد قيمة معامل كفاءة التحويل(C□) على تصميم الريشة وشكلها الإنسيابي ويتضح ذلك من خلال تنوع تصميم العضو الدوار والشكل رقم (9) يبين التغيرات التي تحدث على سرعة الرياح وطاقة الحركة الكامنة في الرياح بعد الاصطدام بريش التوربينة.[19]



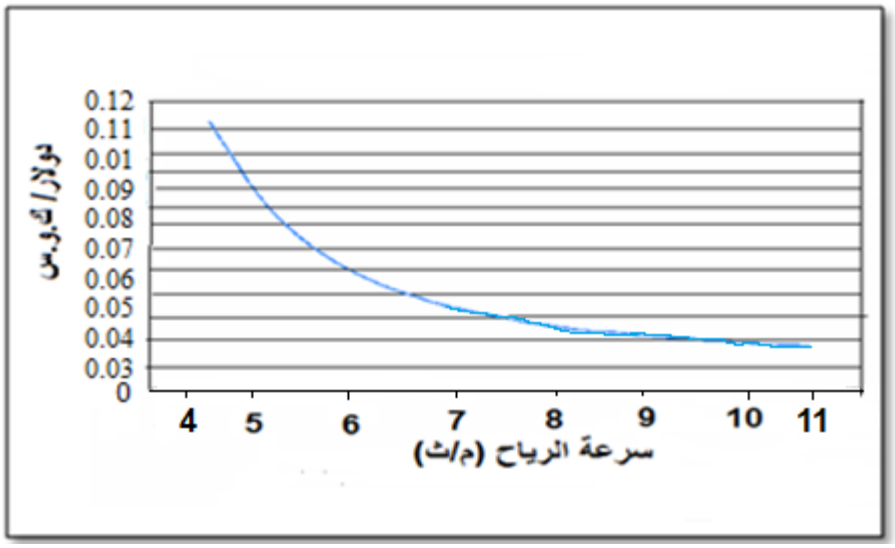
الشكل2–10 العلاقة بين الطاقة المولدة وسرعة الرياح عند القيم مختلفة لCP[19]

II–12– سرعة الرياح والعوامل المؤثرة في إنتاج الطاقة :

تعتبر سرعة الرياح أهم عامل في معادلة الطاقة ويتأثر إنتاج توربينات الرياح تأثرا مباشرا بسرعة الرياح حيث تتناسب الطاقة تناسبا طرديا مع مكعب السرعة ، ولبيان هذه العلاقة نضرب المثال التالي، اذا كانت سرعة الريح 5 متر /ثانية فان الطاقة الناتجة تعادل تقريبا 125 وحدة طاقة، فإذا ارتفعت السرعة أصبحت 6 متر/ثانية فإن الطاقة الناتجة تزيد إلي 216 وحدة طاقة ويبين هذا المثال البسيط كيف أن ارتفاع بمقدار 1 متر/ثانية أدي إلى زيادة كبيرة في الطاقة المنتجة، أيضا تتأثر الطاقة المنتجة التوربينات بعوامل أخري منها كثافة الهواء وارتفاع البرج ومساحة سطح الدوران وتأثير التوربينات علي بعضها البعض(tceffEeWak) ، إلا أن التأثر المباشر يكون مع سرعة الرياح وبالتالي تنعكس سرعة الرياح مع تكلفة التوربينة .[19]

ومعادلة الطاقة كما يلي:

$$P = \frac{1}{2}\rho A V^3 C$$ (دولار أمريكي لكل كيلو وات)



الشكل2–11 العلاقة بين تكلفة التوربينة وسرعة الرياح الشكل

II–13–قياس سرعة الرياح :

ويستخدم لذلك مقياس الرياح (الأنيمومیتر) ذو الأكواب وهو جهاز مكون من 3 او 4 ريش بكل ريش كوكب بحجم فنجان الشاي تقريبا ويعرف مقياس الرياح وتدور على محور رأسي وقد يتصل هذا الجهاز بعداد لقياس عدد اللفات في فترة زمنية محددة ومن الجداول الخاصة المرفقة بالجهاز يمكن تحديد السرعة ،أوقد يتصل الجهاز بمقياس مدرج داخل محطة الرصد يعطى مؤشرا لسرعة الرياح.

ومن المعروف مدى تأثير المتوسط السنوي لسرعة الرياح على الطاقة المولدة من الرياح وبالتالي على دراسات الجدوى الأمر الذي يستلزم تحرى الدقة في قياسات طاقة الرياح وأيضا أماكن وضع أبراج القياس وارتفاعاتها بحيث تكون بعيدة عن العوائق وعلى ارتفاع كبير من سطح الأرض ويفضل أن يكون نفس ارتفاع التوربينة مساو لارتفاع برج القياس.

II–14–فكرة عمل توربينات الرياح :

تتلخص فكرة إنتاج الطاقة الكهربية من توربينات الرياح حيث تعمل الطاقة الحركية للرياح على إدارة الريش المثبتة على التوربينة، حيث نجد أن ريش التوربينة مثبتة على صرة ترتكز على عمود الدوران الرئيسي الموصل بصندوق سرعات يتولى رفع سرعة الدوران ، ثم تنتقل الحركة إلى عمود الدوران السريع فيقطع بدورانه مجال مغناطيس داخل مولد، مما يؤدي

إلي توليد الكهرباء. وبالتالي يمكننا الاعتماد علي توربينة رياح صغيرة لإنارة منزل أو مدرسة أما إذا ارتفعت سرعة الرياح فإن الفرامل تمنع الريش من الدورانّ مخافة أن يؤدي دورانها بسرعة عالية إلى تحطمها وتكسير الأجزاء الدورات وتعرف السرعة العالية في التوربينة بأنها الأعلى من 25 متر/ثانية ولضمان توجيه ريش التوربينات نحو اتجاه الريح، يوجد نظام توجيه خاص بالتوربينة يعمل علي توجيه التوربينة في اتجاه الرياح .[19]

ثالثا الطاقة المائية:

II-1-مفهوم الطاقة المائية:

هي الطاقة مستمدة من قوة الماء وعلى الأغلب وفي أكثر الأحيان حركته.أن مصادر الطاقة التي تستغل الماء متواجدة ولآلاف السنين على شكل ساعات مائية ونواعير ماء، وأن الإبداع الأكثر حداثة هو الكهرباء المائية ،أو الكهرباء التي تنتج عن طريق جريان الماء من السدود .أن علماء القرن الحادي والعشرين يطورون تطبيقات مبنية على الماء تتراوح من طاقة المد والجزر إلى الطاقة الحرارية.[9]

II-2-مصادر الطاقة المائية:

II-2-1-المصادر البحرية للطاقة المائية:

1- طاقة المد والجزر :

طاقة المد والجزر أو الطاقة القمرية هي نوع من طاقة حركية التي تكون مخزونة في التيارات الناتجة عن المد والجزر والناتجة بطبيعة الحال عن جاذبية القمر والشمس ودوران الأرض حول محورها وعليه تصنف هذه الطاقة على أنها طاقة متجددة.

طاقة الأمواج:

تحتوي الأمواج على طاقة حركية يمكنها أن تدير توربينة ،إذ نجد أن الماء يرتفع داخل غرفة فيدفع الهواء الموجود بها إلى الخارج ،ليدير أثناء خروجه توربينة تستطيع إدارة عمود يقطع بدورانه المجال المغناطيسي داخل مولد فنحصل على الكهرباء ،أما عندما يهبط منسوب المياه فإن الهواء يدخل إلى الغرفة مرة أخرى ليملأها وهكذا دواليك

II-2-2-الطاقة المرتبطة بالمجاري النهرية:

تستغل كل من الشالات الطبيعية التي تعترض مجاري بعض أنهار العالم.والمساقط الاصطناعية عن طريق بناء السدود على الأنهار التي تتوافر فيها بعض الشروط في تشغيل توربينات خاصة توليد الطاقة الكهربائية.[21]

II-3-استخدامات الطاقة المائية:

النواعير: التي استخدمت لمئات من السنين في المطاحن وتسيير الآلات.

-الطاقة الكهرومائية :والمقصود هنا السدود والمنشآت النهرية التي تنتج الكهرباء.

طاقة المد والجزر:وهي استغلال طاقة المد والجزر في الاتجاه الأفقي.

-طاقة التيار المدي :وهي استغلال طاقة المد والجزر في الاتجاه العمودي.

-طاقة الأمواج :التي تستخدم طاقة على شكل موجات.[22]

II-4-ايجابيات وسلبيات الطاقة المائية :

II-4-1- إيجابيات استخدام الطاقة المائية :

هناك مجموعة من الإيجابيات التي يمكن ملاحظتها عند استخدام الطاقة المائية، كالحد من استخدام الوقود الأحفوري والذي يعد أحد أبرز أسباب تلوث البيئة، وفيما يأتي سيتم الحديث عن أبرز إيجابيات استخدام الطاقة المائية: تعد الطاقة المائية مصدر للطاقة المتجددة والتي تستخدم طاقة المياه الجارية دون تقليل كميتها أو إلحاق الضرر فيها. تتميز الطاقة المائية بأنها المصدر الوحيد المتجدد للكهرباء، كما تساعد في تعزيز استقرار الطاقة والخفض من التكاليف المرتفعة. تساعد عملية استخدام الطاقة المائية على تخزين مياه الشرب عن طريق جمع مياه الأمطار في خزانات محطات الطاقة المائية. تعمل الطاقة المائية على تعزيز استقرار وموثوقية أنظمة الكهرباء عن طريق إعادة التيار الكهربائي بسرعة بعد انقطاعه. تساعد عملية استخدام الطاقة المائية في الحد من التغيرات المناخية، وذلك عن طريق تقليل انبعاث غازات الدفيئة. تتميز عملية استخدام طاقة المياه بقدرتها على تحسين الهواء، وذلك نتيجةً لعدم إطلاقها ملوثات ومواد سامة في الهواء، وبالتالي ستحد من المطر الحمضي والضباب الدخاني. تتميز محطات الطاقة المائية بإمكانية التعديل عليها بتقنيات أحدث، كما تتميز بتكاليف تشغيل وصيانة منخفضة جدًا.

II-4-2سلبيات الطاقة المائية :

سلبيات استخدام الطاقة المائية على الرغم من الإيجابيات العديدة لاستخدام الطاقة المائية إلا أن هناك أيضًا مجموعة من السلبيات التي يمكن مواجهتها عند استخدام هذه الطاقة، وفيما يأتي أبرز سلبيات استخدام الطاقة المائية:

يمكن أن يؤثر استخدام الطاقة المائية على تجمعات الأسماك، وذلك عن طريق منعها من الهجرة. يمكن أن يتوقف إنتاج الكهرباء وانقطاعها في حال لم تتوفر كميات مياه كافية لتحريك التوربينات في محطات الطاقة المائية. يمكن أن يتسبب استخدام الطاقة المائية بأضرار كبيرة للموائل الموجودة على ضفاف الأنهار، نتيجةً لخفض مستويات الأكسجين المذاب في الماء. يمكن أن يمس استخدام الطاقة المائية الثقافات المحلية للمناطق التي يتم إنشاء محطات الطاقة المائية فيها، بالإضافة إلى التأثير على المواقع التاريخية. يمكن أن يهدد استخدام الطاقة المائية الحفاظ على الحياة النباتية والحيوانية.

II-5-كيفية إنتاج الطاقة الكهرومائية :

تم استخدام الطاقة المائية منذ قرون عديدة، ومن ثم استمر استخدام هذه الطاقة بالانتشار والتوسع لتصبح عملية أساسية في توليد الطاقة الكهرومائية، حيث تم إنشاء أول محطة طاقة كهرومائية في العالم من قبل المهندس البريطاني الأمريكي جيمس فرانسيس في عام 1882م، إذ تم إنشاء هذه المحطة على طول نهر فوكس في الولايات المتحدة، ومن ثم تم إنشاء العديد من محطات الطاقة المائية، وفيما يأتي أكبر محطات إنتاج الطاقة الكهرومائية:

:تقع هذه المحطة على نهر اليانغتسي الصيني، وهي أكبر محطة من حيث السعة المركبة. محطة سد إيتايبو: تقع هذه المحطة على نهر بارانا الواقع بين البرازيل والباراغواي، وتتميز هذه المحطة بكونها المنتجة لأكبر قدر من الكهرباء سنويًا. محطة سد جراند كولي: تقع هذه المحطة على نهر كولومبيا في واشنطن، حيث تقوم هذه المحطة بتوفير ثلثي احتياجات ولاية واشنطن للكهرباء. تتكون المحطات الكهرومائية من ثلاثة أجزاء وهي؛ محطة لتوليد الكهرباء، سد يمكن فتحه وإغلاقه للتحكم في تدفق المياه وخزان يتم تخزين المياه فيه، وتعمل هذه المحطات عن طريق تدفق مياه السد لدفع ريش التوربينات، مما يتسبب في دوران هذه الريش التي تعمل على تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية، ومن ثم يتم نقل الكهرباء الناتجة عن طريق خطوط كهربائية.[23]

II-6-محطات الطاقة المائية :

محطات السدود :

وهو النوع السائد من المحطات الكهرومائية إذ يتم تخزين الماء خلف سد ومن ثم التحكم فيه تبعا للاحتياجات ويمكن الإشارة هنا إلى إن حجز المياه غالبا ما يحقق أهدافا أخرى كتوفير المياه للأعراض الزراعية والصناعية أو منع حدوث الفيضانات .

محطات سريان الماء الصغيرة:

تقام مثل هذه المحطات على مجاري الأنهار الصغيرة ولا تزيد ارتفاعات المياه الساقطة في هذه المحطات عن 20متر .ومن الطبيعي أن يكون مقدار الطاقة المنتجة محدودا .

محطات تخزين المياه :

يستفاد من الطاقة الفائضة من محطات توليد الكهرباء التقليدية خلال فترة الأحمال المنخفضة كساعات الليل حيث يمكن ضخ المياه من بحيرة سفلية إلى بحيرة علوية ثم يعاد إسقاط المياه عبر توربينات توليد الطاقة الكهربائية لتغطية حمل الدورة .[20]

II-8- أنواع التوربينات المائية :

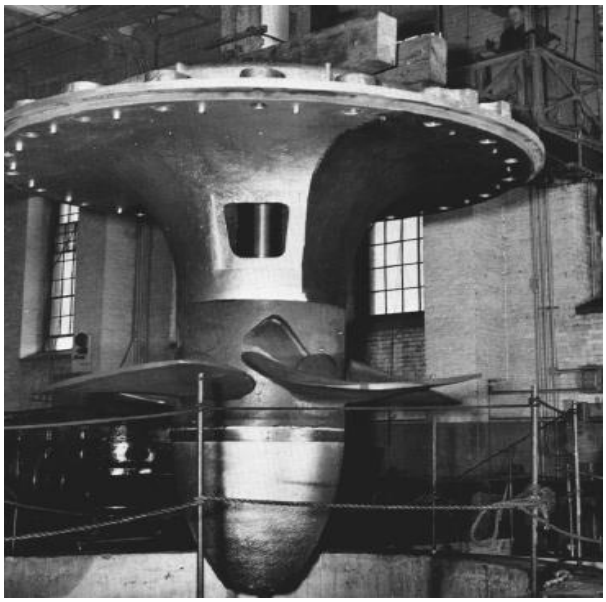
التوربينات الدفعية :

وفيه يصدم المائع بريش التوربين ليسبب حركته إذ أن التغير في زحم المائع يولد قوة على الريش ولا يحدث تغير في ضغط المائع أثناء مروره بالتوربين ,وتعتمد فكرة عمل التوربيناتالدفعية على تحويل طاقة الارتفاع الكامنة إلى طاقة حركية .

التوربين التفاعلي:

يحدث تغير في الضغط السكوني للمائع أثناء مروره خلال الريش وتتولد كذلك قوى تسبب تغير زحم المائع وتوجد هناك تصاميم منها :[20]

الشكل2-12 توربين فرانسس



الشكل 2-13توربين كابلان[20]

II-9-معوقات استخدام الطاقة المائية:

مصادر الطاقة المائية ليست بدون معوقات :

1-استثمار هذه الأشكال من الطاقة يتطلب استثمار ضخما.

2-الطاقة المائية ليست موثوقة كليا , ففي محطات الطاقة التي تعمل على الوقود الاحفوري ,يمكن تغدية منظوماتها بنسبة تابثة من الوقود وكنتيجة لذلك فإن الطاقة الخارجة من المنظومات يمكن التوقع ببقائها تابثة أو نسبة التغير بها قليلة .

3-والمعوق الأخير ,هو أن محطات الطاقة التي تعمل تستعمل الوقود الاحفوري يمكن أن تبنى في أي مكان لأن الوقود هو الذي يجلب إليها ,ولكن مع محطات الطاقة المائية فإن المحطة هي ما يجب جلبه إلى الوقود.[9]

II-10-التأثير البيئي للطاقة المائية :

الضرر الأساسي لاستعمال الطاقة المائية هو إمكانية تأثيرها السلبي على البيئة وعلى نفس المستوى فإن استعمال الطاقة المائية له منافع للبيئة يضمن ذلك الهواء الأنظف وتخفيض ظاهرة الاحتباس الحراري ,مقارنة باستعمال الوقود الحيوي ,فإن محطات الطاقة نفسها فعلا لها تأثير تدميري على الأنظمة البيئية المحلية .

السدود الكهرومائية خير مثال , إذ يوجد في كافة أنحاء العالم حوالي 40ألف سد قيد الاستعمال لتوليد الطاقة الكهرومائية , وأن هذه السدود بنيت دون أن تأخذ أدنى اعتبار للتأثيرات البيئية التي تسببها.[9]

II-11-الطاقة الكامنة المخزونة

تعتمد كمية الطاقة الكامنة المخزونة في محطات التوليد الكهرومائية على حجم كمية الماء المخزونة وعلى ارتفاع سقوط الماء ، فكلما ارتفعت أي من العاملين المذكورين زادت كمية الطاقة الكامنة في المحطة ، وتعمل محطات الطاقة المائية بكفاءة عالية تصل الى 90 % بالمقارنة مع كفاءة القدرة الحرارية التي تستعمل الوقود الاحفوري والتي تعمل بكفاءة لا تزيد عن 40 % في الغالب . [20]

II-12-حساب الطاقة المتوفرة من مصادر الطاقة المائية :

يمكن حساب القدرة المكافئة الماء الساقط من ارتفاع معين بواسطة المعادلة التالية:

$$P = \eta \rho Q g h$$

حيث P الطاقة بالـ Watt، η تمثل كفاءة التوربين (بدون وحدات)، ρ (تقرأ رو وتختلف عن الحرف P) تمثل كثافة الماء بالـ kg/m^3، Q تمثل معدل الجريان (التدفق) m^3/Sec،g يمثل التعجيل الأرضي m/Sec^2 ،وأخيرا يمثل الارتفاع م المصب إلى القاع ويقاس ب m .[2]

الفصل الثالث:

تخزين الطاقة الشمسية الحرارية

في المـركبات الكيميائية المتاحة

تمهيد:

في الوقت الذي يسعى فيه العالم للبحث عن بديل للوقود الأحفوري بالتحول إلى طاقة ممتجددة.تزداد أهمية الحاجة إلى طرق تخزين الطاقة نظرا لكون الطاقات المتجددة غير مستمرة .ويعتبر التخزين الكيميائي من أهم التخزين الحراري لكونه يحول الطاقة المخزنة الى مادة وبدالك تنعدم الضيعات الحرارية.

III-1-تعريف الطاقة :

الطاقة هي القدرة على القيام بالعمل أو إنتاج حرارة. إنها توجد في شكلين أساسيين: الطاقة الكامنة (طاقة الوضع) والطاقة الحركية طاقة الوضع .

III1-1- قانون حفظ الطاقة:

ينص قانون حفظ الطاقة على أنه يمكن تحويل الطاقة من شكل إلى آخر ولكن لا تفنى ولا تستحدث خلال أي تفاعل كيميائي أو عملية فيزيائية، كما يعرف هذا أيضا بالقانون الأول للديناميكا الحرارية.

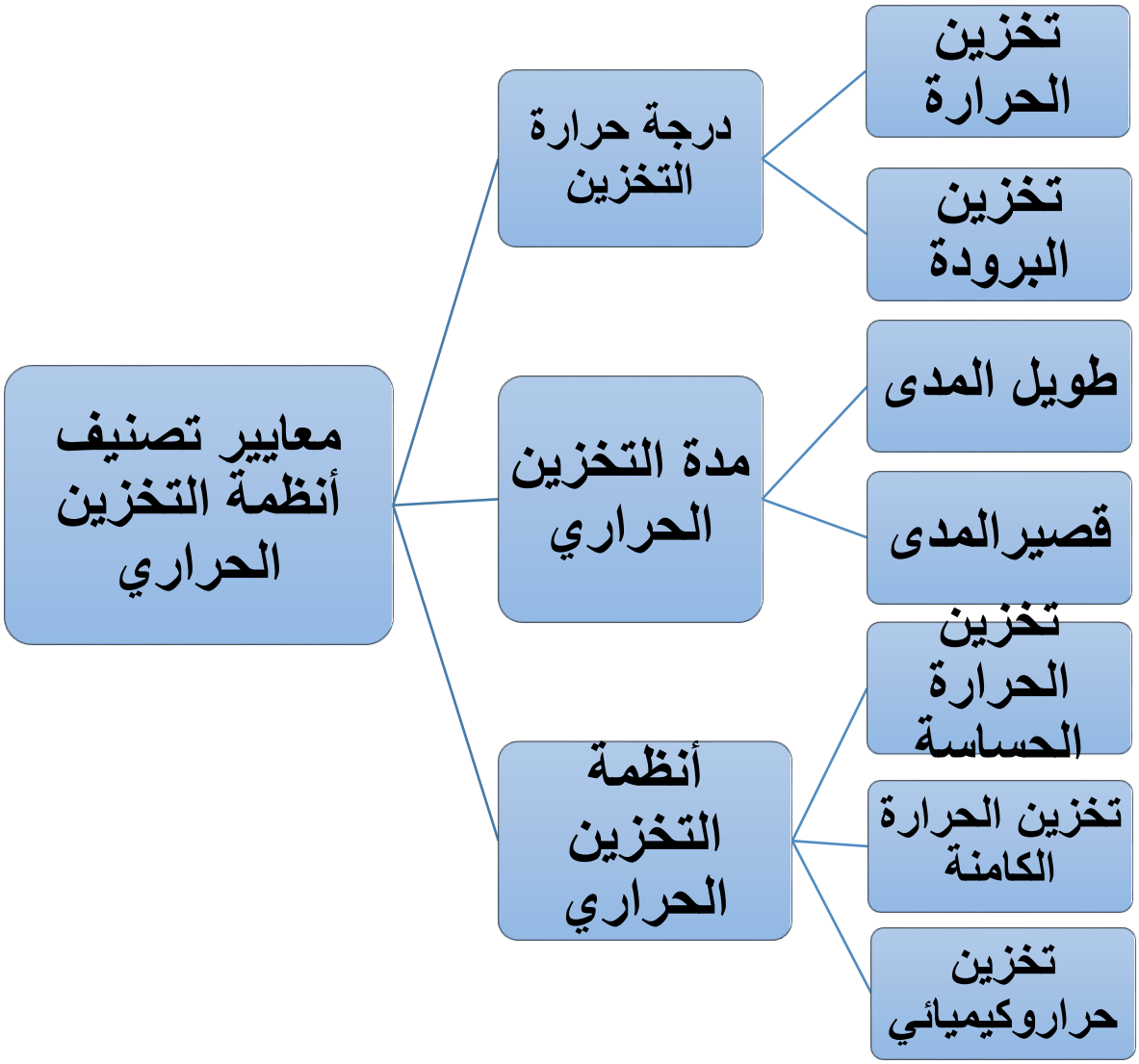
III-1-2-طاقة الوضع الكيميائية:

تسمى الطاقة المخزنة في المادة بسبب تركيبها بطاقة الوضع الكيميائية. تلعب طاقة الوضع الكيميائية دورا هاما في التفاعلات الكيميائية، على سبيل المثال، تنتج طاقة الوضع الكيميائية للبر وبان عن ترتيب ذرات الكربون والهيدروجين وقوة الروابط التي تربط بين هذه الذرات .[24]

III-2-معايير تصنيف أنظمة تخزين الطاقة الحرارية:

إن كمية الطاقة المخزنة والمستعادة ترتبط بالسعة الحرارية ،فهي النقطة الرئيسية في تصميم نظام التخزين ،لكن اختيار تكنولوجيا التخزين أمر بالغ الأهمية يقوم على عدة معايير أخرى تعتمد على الحاجة .

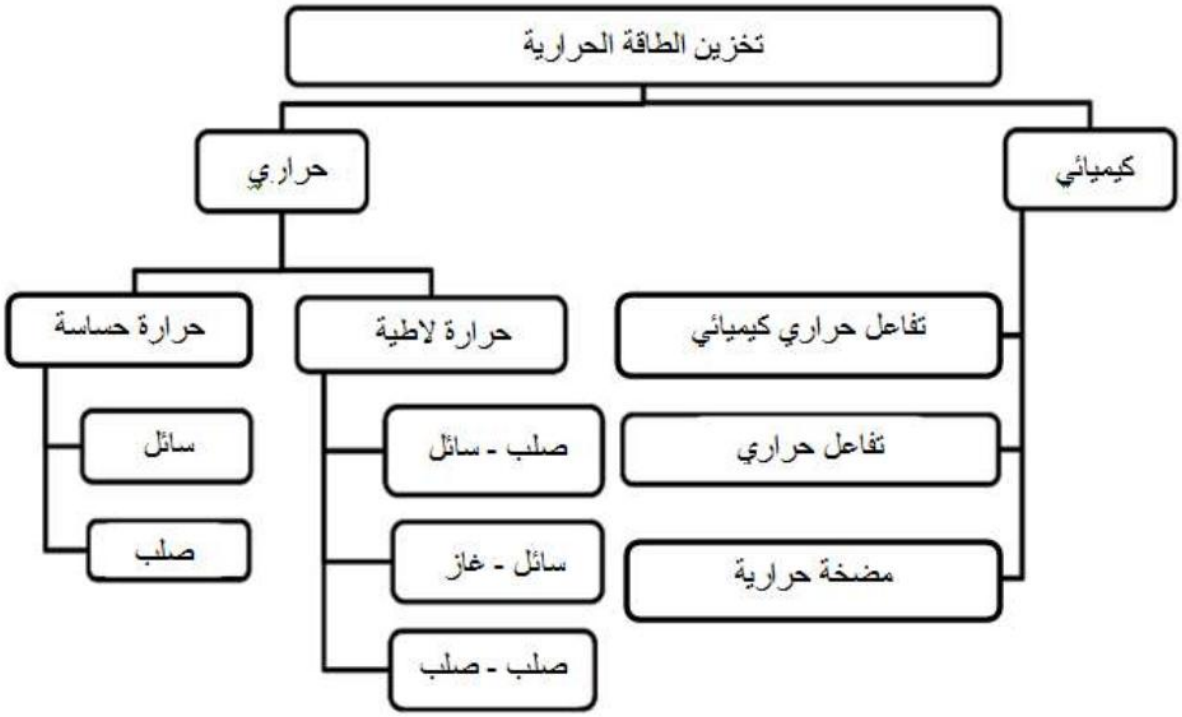
يمكن تقسيم تقنيات تخزين الطاقة الحرارية إلى عدة أقسام حسب معايير مختلفة ممثلة في المخطط التالي:



الشكل 3–1 مخطط تصنيف معايير أنظمة الطاقة الحرارية.[25]

III–3–أنظمة التخزين الطاقة الحرارية:

نحاول في هذا الفصل تعريف النظام الذي يخزن الطاقة الحرارية على انها طاقة الحرارية هو مجموع الطاقات الكامنة والحركية للذارات والجزيئات التي تشكل المادة على المستوى المجهري ,بعد هذه الاهتزازات الذرية والجزيئية ،تتشكل الطاقة الحرارية كتغيير في الطول الداخلي للمادة لفترة في شكل حرارة محسوسة أو حرارة كامنة أو حرار ية أو كيميائية أو مزيج من هذه الأنظمة.[25]



الشكل 3-2مخطط يوضح تقنيات تخزين الطاقة الحرارية . [25]

III-4-تخزين الطاقة الحرارية :

يمكن تصنيف تقنيات تخزين الطاقة الحرارية في مستودعات تخزين الطاقة ليتم استخدامها ، وتستخدم الطاقة المخزنة على الطاقة بين النهار والليل ومن استخدامات الطاقة المخزنة نجد إنتاج الثلج أو الماء المبرد أو المحلل أو الماء الساخن الذي يستخدم لاحقاً في البيئات الباردة أو الساخنة أثناء النهار وتخزين الطاقة الحرارية ناتج عن تجميع الطاقة الشمسية في النهار ، تخزن عن طريق تدفق الغاز أو السائل عبر مساماتها وتجويفها ويرتبط اختيار المادة عن تخزين الحرارة المحسوسة بنوع وتوجد ثلاث أنواع من التخزين للطاقة الحرارية . [25]

وتوجد ثلاث أنواع من التخزين للطاقة الحرارية

III-4-1-تخزين بالحرارة المحسوسة :

يعتمد مبدأ التخزين بالحرارة الحساسة المتراكمة عن طريق تغير درجة الحرارة الوسط دون تغير في بنيته الفيزيائية أو كيميائية كالماء والصخور، يتم تخزين الطاقة فيشكل تغير درجات حرارة المواد دون تغير في بنيته الفيزيائية أو الكيميائية كالماء والصخور والحصى و الطوب الأحمر وبعض الزيوت و الأملاح و المواد غير العضوية و غيرها، وفي حالة المواد صلبة المسامية فالمواد غير العضوية وغيرها، وفي حالة المواد صلبة المسامية فن الحرارة تخزن عن طريق تدفق الغاز أو السائل عبر مساماتها أو تجويفها .[26]

ويرتبط اختيار المادة عند تخزين الحرارة المحسوسة بنوع التطبيق و درجة الحرارة المطلوبة في هذا النظام، كمية الحرارة المخزنة في هذا النظام تعتمد على :

السعة الحرارية لوسيلة التخزين .

التغير في درجة الحرارة .

كتلة مواد التخزين.

إذاكان ضغط ثابت وقمنا بتسخين جسم صلب أوسائل ذو كتلةm وسعة حرارة كتلية(T)C مندرجة الحرارة الابتدائيةT1 إلى درجة الحرارة النهائيةT2 كمية الطاقة المخزنة في هذه الحالة تعطب العلاقة التالية :

$$Q = \int_{T1}^{T2} mCp\ dT$$

Q: كمية الحرارة المخزنة (J).

Cp: الحرارة النوعية الخاصة مادة التخزين(J/KgK).

m: كتلة مادة التخزين(Kg).

dT: التغير في درجة الحرارة أثناء التخزين.

وباعتبار أنا لحرارة النوعية ثابتة في مجال درجات الحرارة بينT1وT2، C=(T)Cومنه :

$$Q=mCp\ (T2-T1) \qquad (2)$$

من الملاحظة أن كمية الطاقة المخزنة تتناسب مع الفرق في درجة الحرارة أذا فهذا النوع من التخزين يكون مهم ومتغير فقط عند الفروق الكبيرة في درجة الحرارة ونميزا لحالتين التاليتين :

إذاكان T2>T1 في هذه الحالة نتحدث عن التخزين الحراري .

إذاكان T2<T1في هذه الحالة نتحدث عن التخزين البارد .[26]

III-4-2-التخزين بالسوائل :

يمكن تلخيص خصائص ومواد التخزين بالسوائل في الجدول التالي :[27]

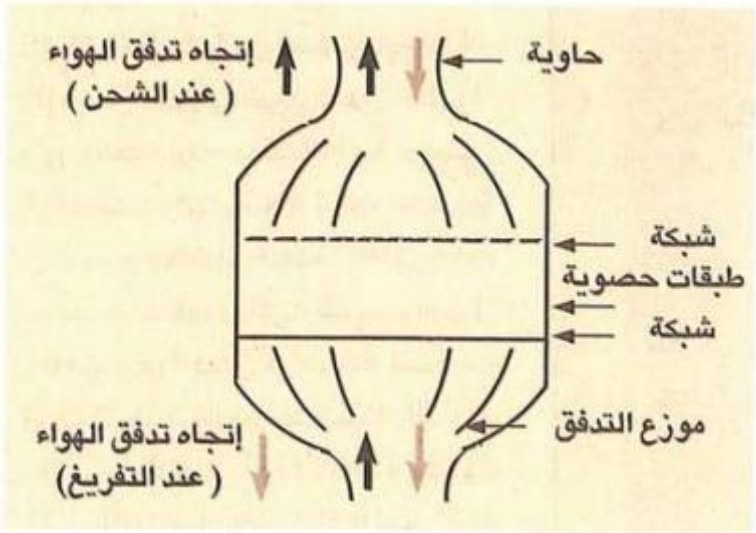
المادة	خصائصها
الماء	يعتبر الماء أفضل وسيط للتخزين في درجات الحرارة المنخفضة ، وهذا يرجع للسعة الحرارية الكبيرة التي تميزه مقارنة مع الاجسام الأخرى4185J/Kgkعند تغير الحرارة ب 20°C هكذا فالماء يستطيع تخزين حوالي 250J/kg عند تغير الحرارة ب 60 c° إضافة الى الماء غير مكلف وهو مجود بكثرة ويمكن الحصول عليه بسهولة. لكن ارتفاع ضغط بخاره بالنسبة للتطبيقات في درجة الحرارة عالية يستوجبعملية عزل الماء وهو مكلف ، فالخزان يجب أن يقاوم الضغوط العالية . كما الماء لا يعتبر فقط كوسيط لتخزين لكن يستعمل كوسيط لنقل الطاقة.
زيوت عضوية	زيوت عضوية: لديها ضغط بخار أضعف من الماء كما يمكن استعمالها في درجات حرارة عليا أكثر من300 C°كن أقل من350 C°لتجنب تفككها. سعتها الحرارية من25 %الى 40 % من سعة الماء.
أملاح معدنية	يعتبر هيدروكسيد الصوديوم هو الأكثر استعمالا لديه درجة انصهار قيمتها 320C°. ومن الممكن استعماله في درجة اكبر من 800C°لكنه يسبب تآكل و يصعب تخزينه في درجة حرارة عالية

جدول3-1خصائص مواد التخزين بالوسائل

III–4–3–التخزين بالمواد الصلبة :

يعد استخدام الصخور والحصى من أهم مبادئ التخزين بالماد الصلبة ،وفي هذه الطريقة يتم وضعها متراصة في حي مغلق ومعزول ،وهي مناسبة جدا في المباني أو المرافق العامة .

ومما يجدر ذكره أن المواد ذكره أن المواد الصلبة يمكن استخدامها في تخزين الطاقة الحرارية حتى درجات الحرارة 1000 درجة مئوية ، وتبين الوثيقة (3–1)مقطعا مبسطا لوحدة تخزين بطريقة الطبقات الحصوية المتراصة [26].



الشكل3–3 مقطع لوحدة التخزين بطريقة الطبقات الحصوية[26]

وفيها يتم دفع الهواء لإضافة أو نزع الحرارة المتراكمة حيث يساعد هيكلها المسامي وتوفر التجاويف الكثيرة على حركة الهواء الساخن في وحدة التخزين ،ويلاحظ من الوثيقة أيضا اتجاه وحركة الهواء أثناء إضافة الحرارة (الشحن)وسحبها (التفريغ)، ويمكن استخدام مواد صلبة أخرى مثل اكاسيد المغنزيوم أو الألمنيوم أو السيليكون في تطبيقات درجات الحرارة المرتفعة نسبيا قدرتها على تخزين الطاقة بطريقة الحرارة المحسوسة .

III–4–4–التخزين بالحرارة الكامنة :

عند حدوث تبادل حراري في وسط ما فإن ذلك يرافقه تغير في الطور من حالة إلى أخرى مثلت غير حالة المادة من صلب إلى سائل إلى غاز . تدعى هذه الآلية بالتخزين الحراري الكامن وتعد هذه الطريقة أكثر جاذبية من غيرهاب سبب ازدياد (Latent Heat Storage) . كثافتها التخزينية في الوسط المدروس، وترتبط قيمة الحرارة الكامنة لتغير الطور مباشرة بدرجة حرارة الوسط الطوري، وعلى سبيل المثال تعادل الطاقة الحرارية اللازمة لذوبان كيلوغرامنالجليد (صلب) إلى واحد كيلو غرام ماء (سائل) دون تغير درجة حرارته (صفر مئوي) 80 مرة من الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة واحد كيلوغرام ماء (سائل) إلى درجة واحدة مئوية مما يدل على أن

طور المادة هو عاملهام في تكثيف الطاقة المخزونة. فالحرارة الكامنة هي الطاقة التي تلعب دور في تغير حالة المادة كذلك خواص المادة و كمية المادة المستعملة.

هذا النوع من التخزين يمكن أن يكون فعال بالنسبة للاختلافات في درجة الحرارة الضعيفة وتعطى كمية الحرارة لهذا النوع من التخزين بالعلاقة التالية:

$$Q = m(h_f - h_i) = m\Delta h_f \quad (J) \quad (3)$$

وعند أخذ درجة الحرارة الابتدائية للمادة ti ودرجة حرارة انصهارهاtf فيمكن كتابة العلاقة:

$$\mathbf{Q = m(h_f - h_i) = mCp}(t_f - t_i) \quad \mathbf{m\Delta h_f\ (J)} \quad (4)$$

وفي حالة استعمال مادة نقية يكون منحنى التغير في درجات الحرارة مماثل لما هو موضح في الشكل(4)خلال تسخين المادة وقبل الوصول إلى درجة حرارة انصهار، نلاحظ إن المنحنى تغير درجة الحرارة الزمن يكون خطي ،,بينما خلال التغير في الحالة تبقى درجة الحرارة ثابتة .

اذا أتينا الى تغير الانتالبي بدلالة درجة الحرارة فتتحصل على المنحنى التالي الملاحظ أن الانقطاع يسبب تغير الحالة وليس لتغير في درجة الحرارة.

_اذا Tf هي درجة الحرارة تغير الطور المادة نقية الذي تتغير درجة حرارة منT1الى T2،حيث :

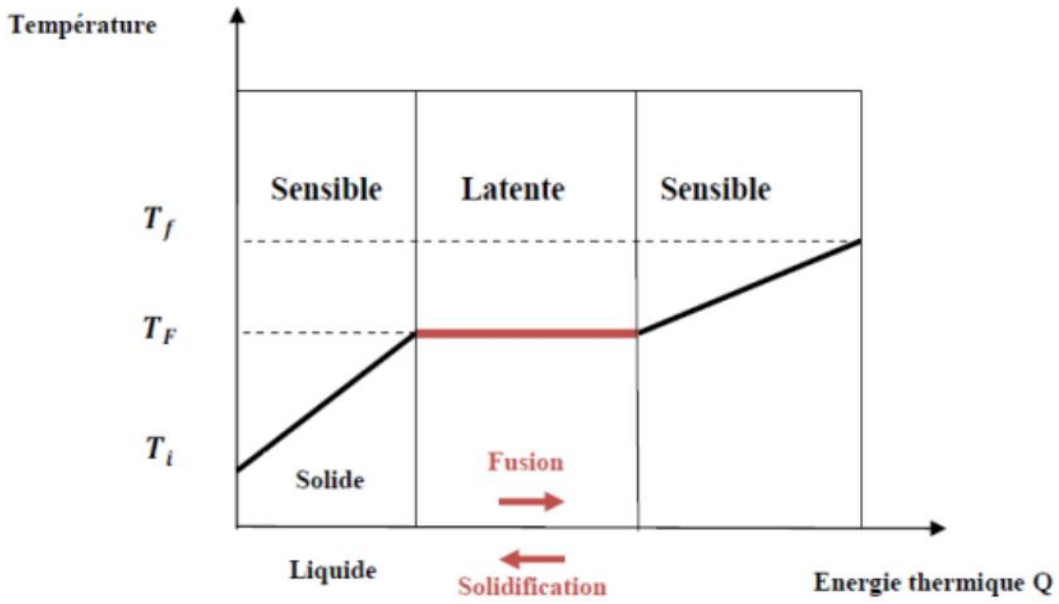
$T2 \leq Tf \leq T2$ فان الطاقة المخزنة خلال هذا التحوال تعطى بالعلاقة التالية والتي تمثل حدين هما الحرارة المحسوسة والحرارة الكامنةm:

$$Q=\int_{Ti}^{Tf} m\, C_S dT + mL + \int_{Ti}^{Tf} m\, C_L dT \quad (J)(5)$$

$C_S(T)$:الحرارة النوعية لجسم في حالة صلب.

$C_L(T)$:الحرارة النوعية لجسم في حالة سائلة.

L :الحرارة الكامنة لتغير الطور.



الشكل3-4منحنى يوضح الخطوات المختلفة خلال تخزين الحراري الكامنة (الصلبة /سائلة)[26]

III-4-5-التخزين بالحرارة الكيماوية :

الطاقة الحراروكيميائيةهي الحرارة الممتصة أو المحررة أثناء حدوث تفاعل كيميائي ماص للحرارة أو ناشر للحرارة. ويعتمد تخزين الطاقة الحراروكيميائية على طاقة الروابط الكيميائية خلال تفاعل كيميائي عكوس. في هذا النظام سعة تخزين الحرارة مرتفعةعموما لأن الطاقة الكيميائية تكون مرتفعة عند كسر الروابط الكيميائية وإعادة تركيبها في تفاعل كيميائي عكوس.

ويعتبرهذا النظام اكثر تعقيدا من التخزين المحسوس والكامن.كما يجب في هذا النظام أن تكون المركبات الكيميائيةالمستخدمة تكون غير ضارة وغير قابلة للتآكل و يعتمد هذا النظام على الطاقة الممتصة و تحريرها في بداية الشوط الثاني وإصلاحالعلاقات الجزيئية عكسها تماما التفاعل الكيميائي.في هذه الحالة تعتمد على الحرارة المخزنة على كمية من تخزين المواد والحرارة رد فعلماص للحرارة ومنطقة التحويل.تعطى حرارة التخزين الحراروكيميائي بالعلاقة التالية :[28]

$$E = \sum_{i=1}^{N} \int_{Ti}^{Tf} miC_P \ dT + n_A \Delta H_n \qquad (6)$$

E:كمية الطاقة المخزنة (J) .

m:كتلة المادة المتفاعلة (kg).

n_A:عدد المولات (mol) للمركب الكيميائي(A).

ΔH_n:أنتالبي التفاعل (J /mol).

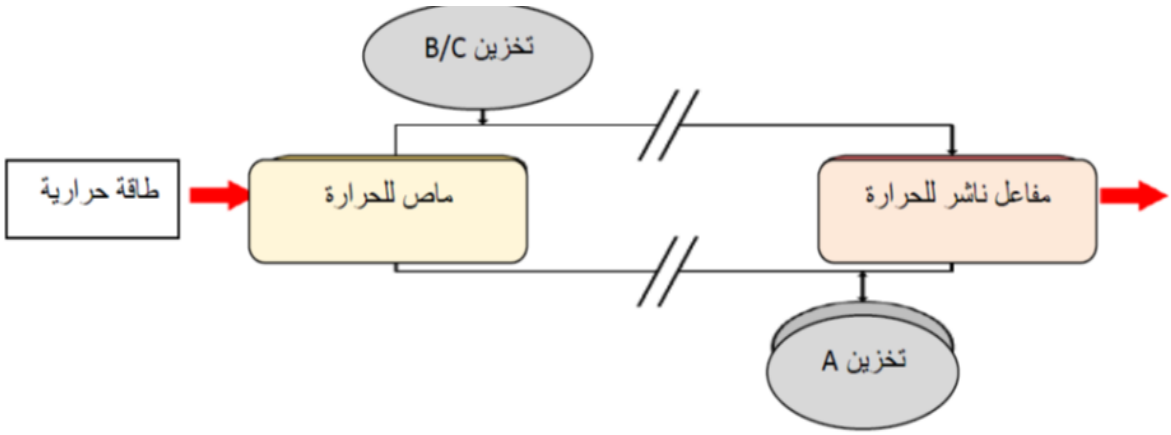
بشكل عام يغطى التخزين الحراري الكيميائي ظاهرتين هما "ا لامتصاص، ا لتفاعل الكيميائي "يعدالتخزين الحراري بالامتصاص أمر مثير للاهتمام لتخزين درجات الحرارة المنخفضة($T\approx_80C°$)ا بينما يستخدم لتطبيقات الطاقة الشمسية المركزة($T\approx200C°----1000C°°$)،فان تفاعلات التوليف الكيميائي هي الأكثر ملائمة ،ويرجع أنظمة التخزين عن طريق الامتصاص التفاعل الكيميائي. بشكل عام ،فالتفاعلات تحدث بالنموذج التالي :

$$A + B + \Delta Hr \leftrightarrow C + D \qquad (7)$$

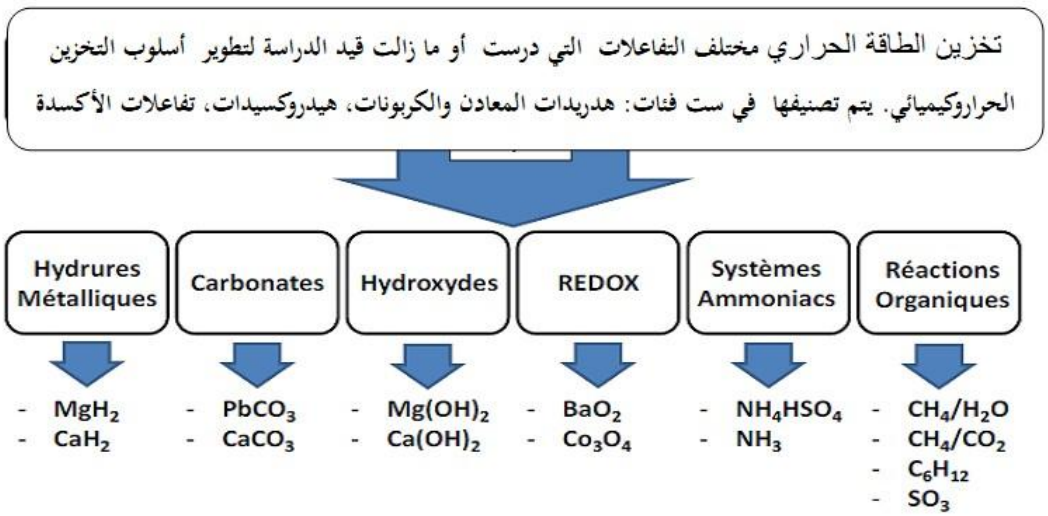
التفاعلات الأكثر شيوعا التي نواجههاهي من الشكل التالي :

$$A+\Delta Hr \leftrightarrow B+C \qquad (8)$$

يجب أن يكون هذا النوع من التخزين رد فعل قابل للعكس تماما حتى لا تفقد العملية سعة التخزين أثناء الدورات .يظهر الرسم البياني(الشكل 5) مبدا تخزين حرار وكيميائي.



الشكل3–5مبدأ للتخزين الكيمياوي الحراري.[26]



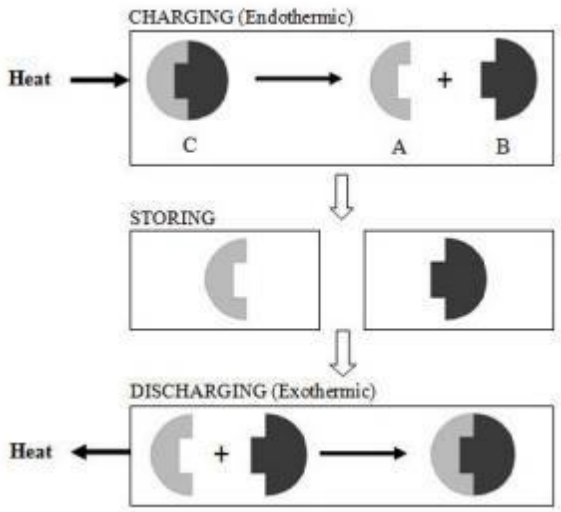
الشكل 3–6 تصنيف التفاعلات المعمول بها

III-4-6-مكونات تخزين الطاقة الحرارية الكيميائية والعمليات :

خلال رد فعل تخزين الحرارية الكيميائية ، للتعبير كما الحرارة +C،→A + B C هيا مادة الحرارية الكيميائية (TCM) للتفاعل ،في حين أن المواد A و B هي إعادة تفاعل الأقارب. المادةA يمكن أن تكون هيدروكسيد ،هيدرات،كربونات،أمونييت،إلخ و Bيمكن أن يكون الماء ،CO ،الأمونيا، المائية الجنرال ،الخ لا يوجد أي قيود على المراحل، ولكن عادة ما تكونC صلبة أو سائلة ويمكن أن يكونAوB أي مرحلة. بشكل عام ،تتضمن دورة TES ثلاث عمليات رئيسية:[29]

- الشحن
- التخزين
- التفريغ

تم توضيح هذه العمليات الثلاث للكيمياء الحرارية لتخزين الطاقة في الوثيقة (3-7) ،وبشكل فردي أدناه :



الشكل 3-7 العمليات المشاركة في دورة تخزين الطاقة الحرارية الكيميائية الشحن والتخزين والتفريغ [29]

الشحن : عملية الشحن ماص للحرارة. حراري يتم امتصاص الطاقة من مورد للطاقة ،والتي يمكن أن يكون موردا للطاقة المتجددة أو التقليدية مصادر الطاقة مثل الوقود الأحفوري. هذه الطاقة تستخدم للتفكك من المواد الكيميائية الحرارية ،وما يعادله إلى حرارة التفاعل أو المحتوى الحراري للتكوين. بعد هذا عملية ،تشكل مادتين (AوB) مع خصائص مختلفة التي يمكن تخزينها . رد الفعل أثناء الشحن يمكن كتابتها على النحو التالي:

$$\overrightarrow{\leftarrow} A + B \text{ الحرارة } + C$$

التخزين : بعد عملية الشحن ،لا يتم تخزينB بسهولة مع فقد إن طاقة ضئيلة أو معدومة. العادة ما يتم تخزين المواد في درجات الحرارة المحيطة ، الرائدة إلى أي خسائر حرارية (إلا خلال التبريد الأولي للمكونات Aو B بعد الشحن). أي طاقة أخرى الخسائر الناجمة عن تدهور المواد.

التفريغ : خلال هذه العملية ،يتم الجمع بينA وb في رد فعل طارد للحرارة. الطاقة المنبعثة من هذا رد فعل يسمح لاستعادة الطاقة المخزنة. بعد التفريغ ،يتم تحديد المكون Cويمكن استخدامه مرة أخرى في الدورة. يمكن كتابة رد فعل التفريغ على النحو التالي:

$$A + B - C + \text{الحرارة}$$

Thermochemical Material (C)	Solid Reactant (A)	Working Fluid (B)	Energy Storage Density of Thermochemical Material (GJ/m^3)	Charging Reaction Temperature (°C)
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	$MgSO_4$	$7H_2O$	2.8	122
$FeCO_3$	FeO	CO_2	2.6	180
$Ca(OH)_2$	CaO	H_2O	1.9	479
$Fe(OH)_2$	FeO	H_2O	2.2	150
$CaCO_3$	CaO	CO_2	3.3	837
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	$CaSO_4$	$2H_2O$	1.4	89

الجدول 3-2 مواد واعدة لتخزين الطاقة الحرارية الكيميائية[29]

• توفرهذهالطريقةنظاماتخزينياعاليالكثافةعنددرجاتحرارةعاديةحيثيمكنتخزينالطاقةلمدةطويلةعلىشكلطاقةكامنة يمكن ضخها ونقلها فيما بعد المسافات بعيدة ،ويمكن توضيح ذلك من خلال التفاعل العكسي التالي :[26]

$$SO_3 \underset{٥٩٠^\circ}{\overset{١٠٢٥^\circ}{\rightleftharpoons}} SO_2 + O$$

مناجلتحديدالتفاعلالمناسبلنظامتخزينحراروكيميائيمعايير النظامتمتعريفهامنقبل (Wentworthو Chenعام 1976) [30] .

المعايير هيك التالي:

تفاعل ماصل لحرارة:درجة الحرارة أقل<1000 درجة مئوية .

تفاعل ناشر للحرارة: نطاق درجة حرارة C° 320 <T<C°1000

-AHrكبير وحجم مولي صغيرة لزيادة كثافة التخزين.

-التفاعل عكس يتماما .

-تفاعل سريع .

-يجب أن تكون النواتج سهلة الفصل ومستقرة خلال فترة التخزين.

-المنتجات المستخدمة يجب معالجتها بسهولة(مفهوم السلامة).

-يجب أن تكون العملية مربحة بقوة.

-إعادة التجربة متاح.

نعرض بعض خصائص التخزين الحراري لبعض هذه التفاعلات المستعملة بكثرة في الجدول التالي :

التفاعل	درجة حرارة التفاعل ° C	الكثافة الطاقوية (kWh/m3)
$MgH_2+\Delta H\leftrightarrow Mg+H_2$	Charge380/décharge230 P_{H2}(0.14 /0.44)MPa	580
$CaCO_3+\Delta Hr\leftrightarrow CaO+CO_2$	Charg750/décharge750 P_{CO2}(0 /20200) Pa	692
$Mg(OH)_2+\Delta Hr\leftrightarrow MgO+H_2O$	Charge350/décharge90-200 P_{H2O}(0 /47400-) 000302 Pa	388

الجدول 3-3 الخصائص الحرارية لأكثر التفاعلات استعمالا في التخزين الحرار و كيميائي

نلاحظ من الجدول ارتفاع كثافة الطاقة و درجة حرارة التفاعل وهذه تعتبر أهم مزايا هذا النظام, ولكنلكلتفاعلمنهذهالتفاعلاتميزاتأخربوبالمقابلبعضالعيوبالتيتواجهاستخداماته.

III–5–مقارنة بين أنظمة تخزين الحراري :

من حيث كثافة الطاقة ،درجة حرارة وزمن التخزين :

	التخزين الحساس	التخزين الكامن	التخزين الحراروكيميائي
الكـثافة الطاقوي الكتلـية			
الكـثافة الطاقوية الحجمية	$\sim 15 - 60 kwh.m^{-3}$	$\sim 50 - 100 kwh.m^{-3}$	$\sim 100 - 500 kwh.m^{-3}$
حرارة التـــــخزين	درجة حرارة الشحن	درجة حرارة الشحن	درجة حرارة الشحن او المحيط
مدة التـــــخزين	محدودة (ساعات- يوم – شهر)	محدودة (ساعات- يوم – شهر)	غير محدودة

الجدول 3–4بعض الخصائص لأنظمة التخزين الحراري[25]

III–6–ملخص للميزات الايجابية لكل نظام والتطبيقات الأكثر مناسبة لاستخدامها :

نظام التخزين	التخزين الحراري الحساس	التخزين الحراري الكامن	التخزين الحراري الحراوكيميائي
مزايا كل نظام	– تقنيات بسيطة – مواد تخزين متوفرة – كثافة طاقة معتبرة لبعض مواد التخزين – اتساع نطاق درجة حرارة التخزين – استخدامات واسعة	– كثافة تخزين أكبر – استنفاذ حجم تخزين أقل – استردا الطاقة في درجة حرارة ثابتة ويمكن التخزين في درجات حرارة منخفضة – الحاجة إلى عزل أقل	– كثافة طاقة عالية جدا – التخزين في درجة حرارة الغرفة – لا تحتاج إلى عزل – مدة تخزين أطول – مسافة نقل أكبر
أنسب التطبيقات لكل نظام	– تطبيقات الطاقة الشمسية كتسخين الماء وتدفئة المباني	– تكييف المباني – تبريد الآلات الالكترونية	– التخزين الموسمي

الجدول 3–5 المقارنة بين إيجابيات أنظمة التخزين الحراري وتطبيقاتها المختلفة [25]

III–7–كتابة المعادلات الكيميائية الحرارية:

يعتبر نفير الطاقة جزء هام من التفاعلات الكيميائية، لذا، يدرج الكيميائيون ΔH كجزء من عدة تفاعلات كيميائية، يطلق على معادلات الكمادة الساخنة والكمادة البارده معادلات كيميائية حرارية عند كتابتها على النحو التالي:[24]

$$4Fe(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)\ \Delta H = -1625\ KJ$$

$$NH_4NO_3(s)\ NH_4^+(aq) + NO_3^-(aq)\ \Delta H = 27\ kJ$$

III–7–1المعادلة الكيميائية الحرارية:

هي عبارة عن معادلة كيميائية موزونة تتضمن الحالات الفيزيائية لجميع المواد المتفاعلة والناتجة وتغير الطاقة والذي يتم التعبير عنه عادة بالتغير في المحتوى الحراري ΔH،ينتج عن احتراق الجلوكوز الطارد للحرارة في الجسم طاقة (عملية الأيض). تكتب المعادلة الكيميائية الحرارية الاحتراق الجلوكوز على النحو التالي:

$$C_6H_{12}O_{6(s)} + 6O_{2(g)} - 6CO_{2(g)} + 6\ H_2O_{(l)} \Delta H^{\circ}_{comb} = -2808\ kJ$$

جدول 3 حرارة الاحتراق القياسية		
المادة	الصيغة	ΔH°_{comb} (kJ/mol)
السكروز (سكر المائدة)	$C_{12}H_{22}O_{11}(s)$	−5644
الأوكتان (أحد مكونات الجازولين)	$C_8H_{18}(l)$	−5471
الجلوكوز (سكر بسيط يوجد في الفاكهة)	$C_6H_{12}O_6(s)$	−2808
البروبان (وقود غازي)	$C_3H_8(g)$	−2219
الميثان (وقود غازي)	$CH_4(g)$	−891

الجدول –3–6حرارة الاحتراق القياسية[24]

جدول 4 الحرارة المولية القياسية للتبخير والانصهار			
المادة	الصيغة	ΔH°_{vap} (kJ/mol)	ΔH°_{fus} (kJ/mol)
الماء	H_2O	40.7	6.01
إيثانول	C_2H_5OH	38.6	4.94
الميثانول	CH_3OH	35.2	3.22
حمض الأسيتيك	CH_3COOH	23.4	11.7
الأمونيا	NH_3	23.3	5.66

الجدول –3–7الحرارة المولية القياسية للتبخير والانصهار[24]

III–7–2–المعادلات الكيميائية الحرارية لتغيرات حالة المادة:

يمكن وصف تبخير الماء وانصهار الثلج بالمعادلات التالية:[24]

$$H_2O(I) \longrightarrow H_2O(g) \Delta H = 40.7\ kJ$$

$$H_2O(s) \longrightarrow H_2O \quad KJ\Delta H_{fs} = 6.01\ (1)$$

تشير المعادلة الأولى إلى أنه قد تم امتصاص 40.7 kJ من الطاقة عند تحويل مول واحد من الماء إلى مول واحد من بخار الماء. تشير المعادلة الثانية إلى أنه تم امتصاص 6.01kJ

من الطاقة عند انصهار مول واحد من الثلج ليتحول إلى مول واحد من الماء السائل.

III–8–تفاعلات الاحتراق:

الاحتراق هو تفاعل الوقود مع الأكسجين. في النظم البيولوجية، | يعتبر الطعام هو الوقود.

ينتج احتراق مول واحد من غاز الميثان 891 kJطبقا لهذه المعادلة

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l) + 891\ kJ$$

. **جدول 5** يوضح أن احتراق مول واحد من الأوكتان ينتج 5471kJ وتكتب معادلة احتراق الأوكتان على النحو التالي:

$$C_8H_{18}(l) + \frac{25}{2}O_2(g) \longrightarrow 8CO_2(g) + 9H_2O(l) + 5471\ kJ$$

هناك تفاعل احتراق آخر وهو احتراق الهيدروجين.[24]

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(l) + 286\ kJ$$

يوفر احتراق الهيدروجين الطاقة اللازمة لرفع المكوك في الفضاء، كما هو موضح في الصفحة الافتتاحية لهذه الوحدة.

III-9-قانون هس :

ينص على أنك إذا استطعت جمع المعادلتين حرارتين أو أكثر لإنتاج معادلة نهائية للتفاعل فسيكون مجموع التغير في المحتوى الحراري للتفاعلات الفردية هو التغير في المحتوى الحراري للتفاعل النهائي .

III-10-طرق المحافظة على الطاقة:

III-10-1-طرق المحافظة على الطاقة داخل المنزل :

إنّ محاربة الاحترار الحراري وتلوّث الهواء ليس حكرًا على الجهود الدوليّة أو العالمية فقط، بل يُمكن للأعمال الشخصية البسيطة أن تسهم أيضًا في ذلك؛ حيث يُمكن اتّباع بعض التحسينات المنزليّة للتمكّن من المحافظة على الطاقة؛ وفيما يأتي ذِكر لبعضٍ منها:

استخدام المصابيح الذكية التي تستهلك مقدار أقل من الطاقة لإعطاء نفس النتيجة. إطفاء الأدوات الكهربائية غير المستخدمة كالتّلفاز وشاحن الهاتف بالإضافة لإطفاء أضواء الغرفة عند عدم التواجد فيها. تعديل إعدادات التّلفاز الذي يستخدم شبكة الإنترنت والذي يستهلك طاقة حتّى بعد إيقافه بسبب بعض المميزات الخاصة كتقنية التشغيل السريع. عدم استخدام كمية طاقة زائدة عن الحاجة؛ فعلى سبيل المثال يجب عدم تشغيل آلة غسل المواعين إذا كانت غير ممتلئة. قياس كمية الكهرباء؛ عن طريق أداة التحكم التي تُظهر الكمية المستهلكة من قِبل الأدوات المستخدمة في حالة تشغيلها وإطفائها. استخدام مصادر الطاقة المتجددة في حالة امتلاك خيار تحديد مزوّد الطاقة. شراء الأدوات التي تستهلك كمية أقل من الطاقة. ضبط درجة الحرارة المنبعثة من وسائل التبريد أو التدفئة حتّى وإن كانت حديثة وموفّرة للطاقة. إعادة تدوير الأجهزة الإلكترونية القديمة.

III-10-2-طرق المحافظة على الطاقة خارج المنزل :

بالإضافة إلى طرق المحافظة على الطاقة والتي يُمكن اتباعها أثناء التواجد في المنزل فإنّه يُمكن أيضًا اتّباع بعض الطرق التي تسهم في المحافظة على الطاقة أثناء التواجد خارج المنزل كما يأتي: طرق المحافظة على الطاقة أثناء التجول يُمكن اتباع بعض الخطوات التي تسهم في المحافظة على الطاقة بالإضافة لتقليل التكلفة أثناء التجوّل والوصول من نقطة إلى أخرى كمن المنزل إلى العمل ومنها؛ تقليل عدد مرات استخدام السيارة الخاصة لتقليل الوقود واحتمالية تعرّضها للتلف بالإضافة لتقليل الازدحام الذي يعود على البيئة بالعديد من الأضرار؛ ويُمكن استبدال السيارة بالمشي أو استخدام المواصلات العامة أو المشاركة بوسيلة نقل.

III-10-3-طرق المحافظة على الطاقة في العمل :

يُمكن اتباع بعض الخطوات التي تسهم في عملية حفظ الطاقة خارج المنزل وخاصة أثناء التواجد في مكان العمل؛ حيث يُمكن لهذه الخطوات المساهمة في حفظ الطاقة بالإضافة إلى توفير المال، وفيما يأتي ذِكر لبعضٍ منها: استخدام أكواب القهوة القابلة للاستخدام أكثر من مرة؛ حيث إنها تُقلل من مشكلة النفايات؛ حيث إنّ الأكواب المستخدمة لمرة واحدة غير قابلة لإعادة التدوير غالبًا بسبب صُنعها من البلاستيك. استخدام زجاجات الماء القابلة للاستخدام لأكثر من مرة بهدف توفير المال بالإضافة لتجنّب تراكم الزجاجات ذات الاستخدام الواحد في مكب النفايات أو المحيطات. إحضار صندوق الغداء من المنزل. إطفاء المعدات؛ حيث إنّ بعضها يستهلك طاقة حتّى في حالة عدم الاستخدام. إطفاء جهاز الحاسوب والشاشة عند الانتهاء من العمل. الطباعة بذكاء أكبر؛ حيث يُمكن الطباعة على جهتي الورقة أو تجنّب هذه العملية في حالة إمكانية تخزين الأوراق إلكترونيًا. طرق المحافظة على الطاقة في أماكن الدراسة يُمكن لكل من الطالب والمعلّم المساهمة في عملية المحافظة على الطاقة في أماكن الدراسة؛ حيث تستهلك هذه المنشآت كمية كبيرة من الطاقة الأمر الذي يعود بتكلفة ماديّة كبيرة وآثار سلبية على البيئة، ويُمكن إنجاز ذلك عن طريق اتباع الملاحظات الخاصّة بالتحكم بمصادر الطاقة المستخدمة ومنها؛ الإضاءة والتدفئة والتبريد والإلكترونيات بالإضافة للتقنيات المستخدمة في المراحيض؛ ويمكن ذلك عن طريق المشاركة الجماعية واتباع النصائح الخاصة[33]

الخاتمـــــة

تعتبر عملية تخزين الطاقة إحدى أهم التطبيقات الهندسية والتقنية، ويمكن القول أن مستقبل مشاريع استغلال الطاقة الشمسية حراريا يتوقف على إحراز تقدم عملي في هذا المجال،كربط مجموعات تخزين حرارية معها ،وذلك تفاديا لعيوب عدم انتظام الطاقة الشمسية كمنبع حراري .

إن استغلال التخزين الحراري الكيميائي للطاقة الشمسية يعتمد أساسا على اختيار التفاعلات العكوسة التي تكون ماصة للحرارة في الاتجاه المباشر الذي يتم تنشيطه خلال فترة التشميس (مرحلة التخزين) ثم عند فترة غياب الإشعاع الشمسي تكون مرحلة استرجاع الطاقة من خلال تنشيط التفاعل الناشر للحرارة (الاتجاه العكسي) وبذلك يتم الاسترجاع دون ضرورة اللجوء الى العزل الحراري كما في باقي طرق التخزين.

من خلال دراستنا وجدنا :

$$4Fe(s) + 3O_2(g) \longrightarrow 2Fe_2O_{3(s)}$$ التفاعل

كما يتميز بمواد متوفرة وغير مكلفة وليس لها سمية أو أخطار عند استعمالها$\Delta H = -1625$ KJ يتميز بطاقة عالية أنطالبية التفاعل

$$NO_{3(s)}\ NH_4^+(aq) + NO_3^-(aq)_+\ NH_4 \longrightarrow$$

$$\Delta H = 27\ kJ$$

$$C_6H_{12}O_{6(s)} + 6O_{2(g)} - 6CO_{2(g)} + 6\ H_2O_{(l)} \longrightarrow \Delta H_{comb} = -2808\ kJ$$

$$C_8H_{18(l)} + \frac{25}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 8CO_{2(g)} + 9H_2O_{(l)} + 5471\ kJ$$

وبذلك يمكن استغلال هذه التفاعلات في تخزين حرارة الشمس من اجل استرجاعها عند غياب الشمس.

وفي أخير نأمل لان تكون دراستنا هذه نقطة انطلاق لأعمال أخرى ، وان من أهم ما توصلنا إليه :

- أن التخزين الحراروكيميائي من أهم أنواع التخزين للطاقة الشمسية الحرارية فهو غير مكلف نسبيا .
- مصدر ربح الطاقة باسترجاع وتثمين الطاقة الضائعة وهذا بتحسين المردود.

قائمة المراجع بالعربية :

[1]- اقتصاديات الطاقة المتجددة في ألمانيا ومصر والعراق مؤلف هيثم عبد الله سليمان الناشر المركز العربي للابحاث .

[2]- محاضرات الطاقات المتجددة ،رائد ضر سلمان الفهداوي جامعة الانبار كلية التربية للعلوم الصرفة .

[3]- مساوي رفيقة مساوي زهية ،دور الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة مجلة المالية والأسواق صفحة 393.

[4]-زواوية أحلام السياحة المستدامة دور اقتصاديات الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة .

[6]- محمد مؤمن عفيفي تقييم التجربة المحلية في مجال الطاقة الجديدة والمتجددة دراسة بحثية، غير منشورة 1998، مكتبة مركز بحوث الإسكان والبناء.

[7]- محمد مصطفى الخياط وإيناس محمد إبراهيم الشيتي،استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تنمية مشروعات الطاقة المتجددة المؤتمر العلمي السابع عشر لنظم المعلومات وتكنولوجيا الحاسبات ،القاهرة ،مصر،2010صفحة04 .

[8]-د.سعود يوسف عياش تكنولوجيا الطاقات البديلة سلسلة عالم المعرفة ،الكويت1981 .

[9]-كتاب الطاقة البديلة مصادرها واستخداماتها سمير سعدون مصطفى بلاد عبد الله ناصر أ ،محمود خضر سلمان

[12]- عاشور رحال انجاز سخان شمسي ودراسة تجربة كبديل للسخان الكهربائي في المنطقة مذكرة تخرج لنيل شهادة دبلوم دراسات عليا-المركز الجامعي بالوادي 2009.

[13]-توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية مؤلف كاتب غير محدد قسم الشمس .

[14]- علي محمد عبد الله، الطاقة المتجددة وكالة الصحافة العربية (ناشرون)جمهورية مصر العربية 2015صفحة 44.43

[15]-د.سيد محمود حسين ل محمد الصالح سميعي ،تخزين الطاقة الشمسية ربيع الثاني 1416 هـ ،العدد34 .

[16]- (هاني +تجاني) إنتاج الهيدروجين باستخدام الطاقة الشمسية مذكرة نيل الشهادة الليسانس جامعة الواد 2014.

[17]- (خلايفة +روضة) دراسة عامة حول استدام الطاقة المتجددة لولاية الوادي ،مذكرة لنيل شهادة ماستر ،جامعة الوادي 2015.

[19]- طاقة الرياح وتطبيقاتها المتلفة تشغيل وصيانة وتركيب توربينات الرياح ، السيد منصور هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة .

[20]-كتاب مبادئ الطاقات المتجددة .

[21]- هاني عبد القادر عمارة دكتوراه العلوم الكيمياء التحليلية صفحة 63.

[22]- هاني عبد الله العادي صفحة 17.

[24]- الطاقة والتغيرات الكيميائية.

[26]- د سيد محمود حسين ند.محمود الصالح سميعي .تخزين الطاقة الشمسية .ربيع الثاني هـ.العدد 34 .

[29]-عابدين وروزين .مجلة الطاقة المتجددة المفتوحة ،2011،المجلد 4، 43-44

قائمة المراجع بالفرنسية :

[5]-Francis Meunier, Les Energies RenoureLables, Le caralier Bleu, France, 2007, pp48, 49.

[10]-J, A, Duffie, and J, w, Beckman, Solar Engineering of Thernlprocesses, 2ed, Inc ,1991.

[11]-Sekiouyasminedimesionnement d'une instalationdeprodnctiondhydrogenephotovltaique dans la rigionourglaMémoireacademiqueUniversiteourgla 2013.

[18]-Bouzinaekhadidja .Etude d'installation photovltaique de production d'Hy .drogene par ebctrlyse de l'eau ,mémoire magister universteourgla 2011.

[25]-MahfoudiNadjiba.stockaga de la chaleur dans un milieu granuleusc Solide, Thése pour l'obtention du diplome de doctorat2016.

[27]-Stanford Univasity G10 ba/climat end Energyproject –An Assesmentof Solar Energy conversiontechnologies Research opportunltles – summer 2006 .

[28]-Dincer and M, Rosem ,Tharmal energy Storage Saystems and applicatioms ,2nded Jo hnwley sons ,2011pp,84-141 .

[30]-pierre pardo,Développement d'un procède de stockage d'énergie thermique haute température par thermochimique , thèse pour obtenir le grade de docteur.2013

مراجع الكترونية :

[23]-
https://sotor.com/%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A7%D9%82%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%A7%D8%A6%D9%8A%D8%A9-%D9%88%D8%A7%D8%B3%D8%AA%D8%AE%D8%AF%D8%A7%D9%85%D8%A7%D8%AA%D9%87%D8%A7/

[33]-
https://sotor.com/%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A7%D9%82%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%A7%D8%A6%D9%8A%D8%A9-%D9%88%D8%A7%D8%B3%D8%AA%D8%AE%D8%AF%D8%A7%D9%85%D8%A7%D8%AA%D9%87%D8%A7/

الملخص:

إن العمل المقدم في هذا البحث الهدف منه استخدام الطاقة الشمسية الحرارية من خلال المركبات الكيميائية المتاحة ، حيث الطاقة الناتجة عن تفاعل كيميائي بين عدة مواد ، فتتحول تلك المواد المتفاعلة الى نواتج وتخرج تلك الطاقة في صورة طاقة حرارية ،فهي الطاقة المخزونة بالأساسي في الروابط بين الجزيئات والذرات في المادة ويتم إطلاق تلك الطاقة بعد كسر الروابط أثناء التفاعلات الكيميائية وحدوث تغير في المواد المتفاعلة

حيث بينت الدراسة إن استخدام هذا التفاعل:

$$4Fe_{(s)} + 3O2_{(g)} \rightarrow \quad 2Fe2O3_{(s)}$$

يعطي الطاقة الحرارية: $\Delta H = -1625\ KJ$

الكلمات المفتاحية : التخزين الحراري، المركبات الكيمائية ، التخزين الحرار وكيميائي

Summary

The work presented inthis article the goal is to us renewable énergiesthrugh the available chimicals compounds energie is defined as energie produced py chemical reaction of several substances this reactants are converted into products

Thisenergy is released in the forme of heat energy .it's the energy stored between molecules and atoms energy is released after bonds are broken chemical evaporation and changes in the reactans

Where the study showed that the use of this interaction.

$$4Fe(s) + 3O2(g) \rightarrow \quad 2Fe2O3(s)$$

Heat energy is given: $\Delta H = -1625\ KJ$

Key words: thermal storage, chemical compounds, chemical heat storage