الجمـهورية الجزائـرية الديمقراطية الشعبيـــة
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de L enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسيير
قسم العلوم التجارية
LMD-SEGC

الموضـــوع

دور الطاقة الشمسية كطاقة متجددة و مدى استعمالها في التبادلات التجارية الخارجية (دراسة حالـة الجزائر)

مذكرة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة الماستر في العلوم التجارية

تخصص :مالية و تجارة دولية

-من اعداد الطالب :
***عبيد فاتح ***

- الأستاذ المشرف:
بن تركي وليد

لجنة المناقشة

أعضاء اللجـنة	الرتبة	الصـفـة	الجامعة
- سليم قط	- أستاذ التعليم العالي	رئيسا	بسكرة
- وليد بن التركي	- أستاذ محاضر أ	مقررا	بسكرة
- وليد صيفي	- أستاذ محاضر أ	مناقشا	بسكرة

السنة الجامعية 2024/2023

إهـــداء

أهدي ثمار جهدي المتواضع إلى أسباب النجاح الوالدين الكريمين أمي الحبيبة و أبي الغالي الذي حثني على مواصلة الدراسة رغم كل الأسباب، حفظهما الله وبارك لهما في صحتهما وأدامهما نعمة وبركة في حياتي وإلى زوجتي الذي دعمتني كثيرا و كانت خير سند لي

و إلى إخوتي

و إلى كل من ساعدني وتمني لي الخير ولو بالكلمة الطيبة

الحمد الله الذي بنعمته تتم الصالحات

والحمد الله حمدا كثيرا مباركا طيبا على نعمه وفضله والصلاة

والسلام على نبينا محمد صلى الله عليه وسلم.

كما أوجه خالص شكري وتقديري إلى الأستاذ خير الدين وحيد على قبوله الإشراف على هذه المذكرة وعلى جميل صبره وتوجيهاته القيمة

كما أتوجه بجزيل الشكر والتقدير إلى كل من ساعدني وساندني.

ملخص الدراسة :

رغم السيطرة التامة للطاقات التقليدية على سوق التبادلات التجارية الطاقوية، إلا أن هذه الطاقات تشهد تطورات سواء من ناحية الكمية أو النوعية للطاقات المتبادلة، و ذلك لعدة عوامل كالاحتياطيات المتوفرة، سعر الطاقات، السياسات المتبعة من قبل الحكومات والمنظمات الدولية للطاقة وغيرها، كل هذه العوامل تسبب عدم استقرار ألسواق الطاقة مما نتج عنه توجها عالميا واضحا نحو الطاقات المتجددة ولا سيما الطاقة الشمسية منها .

وإن كانت الطاقات التقليدية تمثل أساس المبادلات الطاقوية العالمية، فهي بالنسبة للجزائر تعتبر قلب اقتصادها النابض ، ويكفينا أن نستدل بان مدا خيل البلاد ستفوق 50مليار دولار ناتجة عن صادراتها نهاية 2023، ولان الجزائر ليست بمنأى عن المشاكل التي تواجه الطاقات التقليدية، خاصة ا وان هناك دراسات دلت على عجز كبير في مجال المحروقات بحلول 2035 ،و لهذا فقد اعتمدت هي الأخرى على إستراتيجيات لتثمين إمكانياتها من الطاقة الشمسية وتطوير استخدامها لها عبر أهداف ومشاريع حالية وأخرى مستقبلية، وهذا لتحسين استغلالها وكذا لتصديرها، خاصة بعد انسحابها من المشروع الضخم (ديزرتاك) الألماني للطاقة الشمسية في شمال إفريقيا و هذا بعد رفض البنوك الدولية تمويل المشروع عن قيمة 450 مليار دولار.

حيث تعتزم الجزائر هذا العام بتنويع صادراتها الطاقية من خلال الاستثمار في إمكانياتها عبر عدة مشاريع بينهما الربط الكهربائي مع أوروبا و الذي أصبح لتحديا استراتيجيا كمشروع سولار لإنتاج ألف ميغاواط من الكهرباء ،و ظهر التوجه الاستراتيجي الجزائري عندما أعلن مشروع تزويد إيطاليا و أوروبا بالطاقة الكهربائية النظيفة ، و رغم عدم تحديد البلدين موعد لبدء التصدير فان وزارة الطاقة و المناجم قررت إعادة تفعيل مشروع الربط الكهربائي ،يتضمن تزويد إيطاليا بنحو 9 ألاف ميغاواط الذي يهدف إلى إنتاج 22 ألف ميغا واط من كهرباء الطاقة الشمسية، خاصة و أن الجزائر تمتلك اكبر حجم من الطاقة الشمسية في حوض البحر الأبيض المتوسط بأربع مرات الاستهلاك العالمي للطاقة و هو ما يشكل 60 مرة من حاجة الدول الأوروبية للطاقة الكهربائية ،ومن خلال هذا، فقد توصلنا من خلال التطرق لمختلف المشاريع المطروحة والهادفة إلى الاستثمار في الطاقة الشمسية وتصديرها، إلى أن الجزائر ليست ببعيدة عن تصديرها للطاقة الشمسية ولكن لن يتم ذلك إلا إذا توفرت الرغبة القوية والحقيقية لتعزيز استغلال هذا المصدر الطاقوي.

المحتويات :

-ورقة بيضاء.
-نسخة من صفحة الواجهة.
-الشكر و التقدير .
-الملخص .
-قائمة المحتويات .
-قائمة الجداول .
-قائمة الأشكال .
***المقدمة .**
الفصل الأول : واقع و أهمية الطاقة في العالم.
المبحث الأول : الطاقة و أهميتها الاقتصادية في العالم .
المطلب الأول : مفهوم و نشأة مصادر الطاقة .
المطلب الثاني :أهمية الطاقة في العالم .
المطلب الثالث: مؤشرات انتاج و استهلاك الطاقة التقليدية في العالم .
المطلب الرابع : تطور سوق الطاقة التقليدية .
المبحث الثاني : مصادر الطاقة المتجددة في العالم.
المطلب الأول: مصادر الطاقة المتجددة و مجالات استخدامها .
المطلب الثاني : واقع الطاقة المتجددة على الصعيد العالمي .
المطلب الثالث: الأهداف الاقتصادية للطاقة المتجددة و خصائصها.
الفصل الثاني : اقتصاديات الطاقة الشمسية و مكانتها ضمن التبادلات التجارية العالمية .
المبحث الأول :نظرة عامة حول مفهوم و استخدامات الطاقة الشمسية .
المطلب الأول : مفهوم الطاقة الشمسية و تطورها التاريخي .
المطلب الثاني : أهمية الطاقة الشمسية و أنواعها .
المطلب الثالث استخدامات الطاقة الشمسية و طرق تخزينها .
المبحث الثاني الجدوى الاقتصادية لاستغلال الطاقة الشمسية .
المطلب الأول: القوة التنافسية لتكلفة الطاقة الشمسية .
المطلب الثاني : الجدوى الاقتصادية لمحطات إنتاج و استغلال الطاقة الشمسية .
المطلب الثالث : الوضع الراهن للطاقة الشمسية عالميا و عربيا .
المبحث الثالث : السوق العالمي للطاقة الشمسية .
المطلب الأول : أسواق تصدير تكنولوجيات الطاقة الشمسية .
المطلب الثاني : تصدير كهرباء الطاقة الشمسية .
المطلب الثالث : مستقبل الطاقة الشمسية .
الفصل الثالث : الطاقة الشمسية في الجزائر بين جدوى الاستغلال و إمكانيات التصدير .
المبحث الأول : استغلال الطاقات المتجددة في الجزائر .
المطلب الأول : إمكانيات الجزائر في مجال استغلال الطاقات المتجددة.
المطلب الثاني : تطور استغلال الطاقات المتجددة في الجزائر .
المبحث الثاني : استغلال الطاقات الشمسية و أفاقها المستقبلية في الجزائر .
المطلب الأول : إمكانيات استغلال الطاقة الشمسية في الجزائر .
المطلب الثاني :حصيلة استغلال الطاقة الشمسية .
المطلب الثالث الافاق المستقبلية لاستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر .
المبحث الثالث :مكانة الطاقة الشمسية ضمن التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية للجزائري .
المطلب الأول : التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية الحالية الجزائرية .
المطلب الثاني : تطور مشاريع الطاقة الشمسية و أفاق التصدير .
المطلب الثالث: معوقات استغلال و تصدير الطاقة الشمسية .
***الخاتمة .**
-فهرس المحتويات.

-قائمة المراجع.
-الملاحق .

قائمة الجداول :

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
01	مجموع استهلاك الطاقة التجارية في العالم بحسب الأقاليم و أنواع الوقود بين سنة 1990-2030	14
02	تقييم احتياطات البترول لآبار شركة نافطال	16
03	الاحتياطي المؤكد من مصادر الطاقة الأولية و معدلات	17
04	الاستهلاك العالمي للطاقة حسب المنطقة بين عامي 1973-2009 بما يكفي ملايين الأطنان من البترول	19-18
05	توقعات العرض العالمي من الطاقة و أسعار الطاقات الأولية حتى سنة 2035	22
06	اكبر الدول المنتجة للطاقة خلال سنة 2022	45
07	إمكانيـــات الجزائر من الطـــــاقة الشمسيـــــة	54
08	قائمة اهم المشاريع في مجال الطاقات المتجددة	56-55
09	مشاريع إنتاج الطاقة الشمسية بتقنية CSP بالجزائر	59
10	البرنامج الوطني لتطوير الطاقة الشمسية 2011-2030	61

قائمة الأشكال :

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
01	مجموع استهلاك الطاقة التجارية في بلدان منظمة التعاون الاقتصادي و التنمية و غيرها من البلدان 1990-2030	14
02	حصة مختلف أنواع الوقود في مجموع امتدادات الطاقة الأولية في العالم 2004	15
03	مجموع استهلاك الطاقة التجارية في العالم بحسب مصادرها عام 2004 و إسقاطات عام 2030	15
04	اتجاه الاستهلاك العالمي للطاقة من سنة 1990 الى غاية 2035	21
05	اتجاهات الكلفة المعدلة للكهرباء الخاصة بالطاقة الشمسية الكهروضوئية	38
06	إمكانية تقليل الكلفة المعدلة للكهرباء الخاصة بالطاقة الشمسية الحرارية المركزة	38
07	شروط الاعتماد على البدائل الطاقوية	40
08	سلسلة القيمة للطاقة الشمسية الكهروضوئية و أهم الدروس المستفادة لدخول شركات القطاع الخاص	42
09	سعر الوقود الشمسي بالدولار للبرميل المكافئ	44
10	تأثير النصيب الشمسي على تكلفة الكيلو واط في الساعة محطة شمسية قدرها MW100	45
11	إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في الدول العربية	47
12	استيعاب مختلف دول العالم للطاقة الشمسية	48
13	شبكة هونغهي جيانشوي يونان الصين التي تمت بواسطة شركة ترينا سولر	50
14	خارطة تبين مستقبل نقل الكهرباء في القارات	52
15	أهداف برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية في 2030	59
16	6 ارقام عن تطورات الطاقة المتجددة في الجزائر	59
17	الاشعاع الشمسي بالجزائر	62
18	ابرز المعلومات عن أول مشروع للجزائر في برنامج الطاقة المتجددة 2035	68
19	يمثل مراسيم تدشين سوناطراك/ايني (2022/11/17)	69
20	خطوط نقل الكهرباء بالتيار المستمر فائق الجهد(**HVDC**) لنقل كهرباء مختلف انواع الطاقات المتجددة من شمال افريقيا إلى أوروبا افاق**2050**.	74

المقدمة

تعتبر الطاقة احدى صور الوجود و هي العمود الفقري للاقتصاد ، كما أنها الوسيلة المعتمدة من طرف الإنسان دائما للتقدم فهي تتيح إمكانية القيام بالاستثمارات و إطلاق الابتكارات و الصناعات الجديدة ، ولاكن من اجل ضمان الحصول على الطاقة و التحكم إلى حد معين في توفيرها بنى نظاما تبادليا له آليات وميكانيزمات .

أثرت الطاقة النافذة البترول و الغاز في السنوات الأخيرة بأضرار وخيمة على البيئة خاصة من حيث انبعاث الغازات التي أدت إلى تلوث الجو و البحر كما أنها طاقة غير متجددة و تستغرق ألاف السنين للتجدد و هي في طريقها إلى النفوذ و هذا ما أدى إلى اتخاذ طرق أخرى و التفكير في اقتراحات بديلة أهمها الاعتماد على الطاقة المتجددة البديلة المتمثلة في الطاقة الشمسية و هذا ما اعتمدت عليها الجزائر .

حيث تعتبر الطاقة الشمسية واحدة و من أهم و ابرز اهتمامات العالم المعاصر إذ تسعى الكثير من الأطراف إلى دمجها ليس فقط لنظام الإمداد الطاقوي بل و حتى إلى جعلها كغيرها من الطاقات التقليدية تعبر الحدود ، فتصدير الطاقة الشمسية يشغل الكثير من المختصين بالطاقة منذ زمن ،كما تسعى الجزائر للبحث عن مصادر جديدة لتلبية احتياجاتها و قد مهدت لديناميكية الطاقة الخضراء بإطلاقها برنامجا طموحا تنوي عبره أن تتموضع كفاعل مصمم لإنتاج الطاقة من الوسائل الشمسية .

*الإشكالية :
من خلال ما سبق تتضح لنا المعالم الأساسية لإشكالية هذه الدراسة و هي كما يلي:
فيما تتمثل أهمية الطاقة الشمسية كطاقة متجددة و هل تعتبر هذه الطاقة قابلة للاستخدام في التبادل التجاري ؟

على ضوء الإشكالية الرئيسية المطروحة تندرج مجموعة من الأسئلة الفرعية منها :
-فيما يتمثل دور الطاقة الشمسية كطاقة متجددة ؟
-ما هي مقومات الطاقة الشمسية كطاقة متجددة بالجزائر ؟
-ما هي أهمية الطاقة الشمسية مقارنة مع أنواع الطاقات التقليدية منها و المتجددة؟
-هل يمكن القيام بتبادلات تجارية من خلال تصدير الطاقة الشمسية ؟

*الفرضيات :
من اجل الإجابة و معالجة التساؤلات و الإشكالية المطروحة سابقا يمكن صياغة الفرضيات التالية :
الفرضية الأولى : ان عدم ثبات مخزون الطاقات التقليدية و تراجع أسعارها ساهم نحو الاهتمام نحو الطاقات المتجددة منها الطاقة الشمسية لأنها طاقات خضراء و كذا لتنويع مصادر الطاقة .
الفرضية الثانية : تمتاز التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية بهيمنة الطاقات التقليدية بالرغم من كونها متجددة و لها الكثير من الآثار السلبية على البيئة.
الفرضية الثالثة : الطاقة الشمسية مصدر طاقوي له القدرة على السيطرة في التكاليف على المدى البعيد و القريب كما من شانه ان يحقق فرص تنموية.
الفرضية الرابعة: يساهم استغلال الطاقة الشمسية في توفير الطاقة التي يمكن ان يحول جزء منها لتغطية الطلب المحلي و الجزء الأخر للتصدير .

*أسباب و دوافع اختيار الموضوع :

-أسباب موضوعية :
- ثراء الجزائر بالطاقة الشمسية علاوة على غناها بالطاقة التقليدية .
-قلة الدراسة التي تناولت موضوع الطاقات المتجددة في الجزائر .
-الوقوف عند إمكانية و احتمالات تصدير الطاقة الشمسية و انعكاسات ذلك على الموقف التصديري للجزائر .
أسباب ذاتية :
-الاهتمام و الرغبة الشخصية في البحث على مواضع الطاقة المتجددة و خاصة الطاقة الشمسية .
- محاولة لمعرفة و استشراف المستقبل الطاقوي الذي ستكون عليه الجزائر .

*اهداف الدراسة :
-معرفة الجدوى من دور الطاقة الشمسية كطاقة متجددة .
-معرفة إمكانية الجزائر في مجال الطاقة الشمسية و غيرها من الطاقات المتجددة .
-تسليط الضوء على البدائل الطاقوية التي يمكن استخدامها في التبادل التجاري الخارجي و هذا لتنويع التشكيلة الطاقوية التي تعتمد عليها الجزائر في عملية التصدير .

الفصل الأول : واقع وأهمية الطاقة في العالم

تمهيد :

تعتبر الطاقة مفتاح نو الحضارات و هي احد المقومات الرئيسية التي تسعى معظم دول العالم الى استثمارها بكفاءة و الاستفادة منها إلى أقصى حد ممكن لتلبية المتطلبات المتزايدة من الطاقة من اجل الابتعاد عن هوس أزمة الطاقة العالمية التي تظهر بين الفينة و الأخرى ، حيث تتيح إمكانية القيام بالاستثمارات والابتكارات والصناعات الجديدة التي تعد محركات لخلق الوظائف والنمو الشامل للجميع والرخاء المشترك للاقتصاد بأكمله ،فكان من الضروري أن نوضح دور و أهمية الطاقة المتجددة بالنسبة للاقتصاد العالمي ،مصادرها، استخداماتها و خصائصها و سنعرض دلك من خلال :

المبحث الأول: الطاقة و أهميتها الاقتصادية في العالم:

المطلب الأول : مفهوم و نشأة مصادر الطاقة في العالم:

تعتبرمصادر الطاقة التقليدية على المصادر التي وفرت حتى الآن معظم احتياجات المجتمعات الصناعية الحديثة من الطاقة مثل الفحم، البترول، والغاز الطبيعي، وتعتبر كافة مصادر الطاقة التقليدية موارد ناضبة، ويقصد بالمورد الناضب، الموارد التي ينفذ ما يتوفر منها في الطبيعة، أو في مكان معين نتيجة استخراجه أو استخدامه ولا تقتصر ظاهرة النضوب على الموارد التقليدية للطاقة فحسب، بل توجد كذلك موارد جديدة غير تقليدية للطاقة تندرج ضمن الطاقة الناضبة، وذلك مثل النفط المستخلص من رمال القار، والصخور الزيتية، والنفط والقار المستخلصان من الفحم، ويطلق على النفط والغاز المستخلصين من هذه المصادر الثالثة الوقود الصناعي.

وأعظم الاكتشافات في مجال الطاقة التقليدية حدثت منذ ما يقارب من ثلاث مائة عام ، حينما أكتشف الإنسان البخار واختراعه للآلة البخارية فكانت الثورة الصناعية التي تساهم في ظهورها أيضا اكتشاف الفحم وتسخريه في الطاقة، وكانت انجلترا مهد الثورة الصناعية لاكتشاف الفحم فيها ثم انتشرت بعدها في فرنسا، ثم ألمانيا والولايات المتحدة، إلى أن أكتشف النفط في القرن العشرين وكانت مصر من اوائل الدول في الشرق الأوسط التي أكتشف فيها النفط و بخاصة في دول الشرق الأوسط في إمداد العالم بمصدر جديد ، نظيف ورخيص للطاقة، مما كان له أكبر الأثر والإسهام في الطفرة الاقتصادية التي عرفها العالم الصناعي الغربي[1] **(مجلة الدراسات الاقتصادية و المالية: جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي ،المجلد 11 ،العدد 01 ،2018)** و نذكر منها :

أ.الفحم: ظهرت أهمية الفحم الحجري كمصدر للوقود في عصر الثورة الصناعية في أوروبا الغربية ومنها انتشر استعماله الى بقاع أخرى من الأرض حيث يتوفر مخزون منه. ومع اكتشاف البترول وتوافر العديد من المزايا فيه و التي لا تتوافر في الفحم انخفضت نسبة مساهمته في إمدادات الطاقة، فبعد أن كان يمثل حوالي ثلثي الاستهلاك العاملي للطاقة عام 3711 ،بلغ حوالي ربع إمدادات الطاقة في التسعينات من القرن الماضي، ولكن هذا الانخفاض لم يأخذ نمطا واحدا في مناطق العالم المختلفة، بمعنى أن نسب مساهمة الفحم في إجمالي الطاقة المستهلكة في الدول الاشتراكية كالاتحاد السوفييتي سابقا ودول أوروبا الشرقية لم تنخفض بنفس النسبة كما حدث في البلاد الصناعية الرأسمالية وهذا راجع لإحلال البترول وسهولة نقله خاصة عن طريق خطوط الأنابيب ونظافة استخدامه مقارنة باستخدام الفحم خاصة بعد سعي معظم الدول الصناعية للحفاظ على البيئة والحد من درجة تلوثها و قدر الاحتياطي العالمي من مخزون الفحم بـ 860938 مليون طن في نهاية سنة 2010 ،أما الاحتياطي المؤكد من البترول فيقدر بـ 188.8 ألف مليون طن من نفس السنة ،ففي حني ينتظر أن يبلغ عمر البترول 40 الى 50 سنة فإن احتياطي الفحم يقدر له أن يعيش 118 سنة على الأقل حسب وترية الإنتاج الحالية وذلك طبقا لبيانات سنة 2010 [2]. (**www.worldcoal.org 4)**

ب-البترول : ترجع كلمة بترول الى اصل يوناني مشتق وبذلك يكون معناها زيت الصخر، و تعني الزيت ، OLIEUM و كلمة و تعني الصخرةPETRA ولقد عرف الإنسان البترول منذ قدم الأزل في مصر وفارس وإيران، حيث استخدمه في أغراض التدفئة والإضاءة ورصف

الطرق، ولكن صناعة البترول بصورتها الحديثة والمعروفة الآن لم تعرف الا في منتصف القرن التاسع عشر ، حين حفر اول بئر بحثا عن البترول في ولاية بنسلفانيا الأمريكية و عثر عليه سنة 1859 على عمق 21.18 متر ، فقد تكون البترول من تحلل المواد العضوية الناتجة عن ملايين من الحيوانات والنباتات الموجودة عبر ملايين السنين في طبقات من الطمي الناعم و تحت ظروف ضغط وحرارة شديدة، تولدت في أحواض على أطراف محيطات العالم كالبحر الأحمر والبحر الأصفر والبحر الأسود، وبقيت الرواسب المستنزفة تماما من الأكسجين ذات المحتوى الأكثر من 10 من المواد العضوية في قعر البحر، والرواسب الغنية بالمواد العضوية ليست واسعة الانتشار فأقل من 1 %من الصخور الرسوبية تحتوي على أكثر من 5 %من الكربون العضوي، ولو كانت كل الصخور الرسوبية غنية بالعضويات لكنا اليوم نسبح في بحار من النفط [1]**(ديفيس س. كينيث، ترجمة الدملوجي صباح صديق، ما بعد النفط منظورا إليه من ذروة هابرت، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، ط 1ص 58 ،ص51)** .

ج. **الغاز**: يقع الغاز في المرتبة الثالثة من حيث الأهمية في استهلاك العالم من الطاقة بعد الفحم والنفط، اد يشكل الغاز ما نسبته 24 %من مجمل الاستهلاك العالمي من الطاقة الأولية[2] **(BP Statistical Review of World Energy, Op.Cit, P41.)** ،وكما في حالة البترول فليس هناك نظرية متكاملة لتفسري كيفية تكون الغاز تاريخيا، فهناك مثال الغاز المصاحب للبترول الذي تنحو النظريات العلمية الى ربط تكونه بالعوامل التي أدت الى تكو ن البترول نفسه، وهناك حقول الغاز الطبيعي حيث يوجد الغاز وحده دون بترول ثم هناك نوع آخر من الغاز الذي يعتقد أنه تكون بتأثري العوامل التي أدت الى تكون الفحم، و لهده الأسباب مجتمعة فإن تقدير مخزون من الغاز أمر أكثر صعوبة من تقديره في حالة الفحم والنفط .

وقد جرى العرف على تقسيم الغاز الطبيعي، تبعا لسلوكه أثناء صعوده داخل البئر الى سطح الأرض إلى ثلاث أنواع رئيسية هي الغاز الجاف والذي يتواجد داخل المكمن الطبيعي في حالته الغازية ويبقى محتفظا بها حتى يصل الى سطح الأرض، والغاز الغني وهو يحتفظ أيضا بحالته الغازية طوال تدفقه خلال مسام البئر ولكنه يحتوي على كمية اكبر من الهيدروكربونات الأثقل وزنا، و النوع الثالث يعرف بمكثفات الغاز والذي يتميز بطوره السائل عند سحبه من البئر نتيجة للضغط الهائل ثم يتحول مرة أخرى الى طوره الغازي مع استمرار انخفاض الضغط و يحتوي هدا الغاز على نوع معين من المكثفات البترولية [3] **(مقلد رمضان محمد، عفاف عبد العزيز عايد، السيد محمد أحمد السريتي، مرجع سابق، ص، ص 98 ،91)**. و تتلخص طرق الاستفادة من الغاز الطبيعي في فصل غازات الميثان و الإيثان واستخدامها محليا كوقود في عمليات إنتاج الحديد و الألمونيوم و الاسمنت وتوليد الكهرباء وتحلية المياه وكذلك في إنتاج الأسمدة و البتر وكيماويات، كما يمكن إنتاج البروبيلين من البروبان والذي يمثل المادة الخام لإنتاج البيوتان والذي يعتبر المطاط الصناعي من أهم منتجاته[4] **(المرجع نفسه، ص 97)**.

✓ **مفهوم الطاقة المتجددة**

الطاقات المتجددة هي الطاقات التي نحصل عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري، وهي بذلك على عكس الطاقات غير المتجددة الموجودة غالبا في مخزون جامد في الأرض الا يمكن الإفادة منها إلا بعد تدخل الإنسان لاخراجها [1] **(قدي عبد المجيد، منور أوسرير، محمد حمو، الاقتصاد البيئي، دار الخلدونية للنشر والتوزيع، ط 1 ،2010 ،ص 133)**، وتعرف مختلف الهيئات الدولية والحكومية الناشطة في مجال المحافظة على البيئة الطاقات المتجددة كما يلي:

- **تعريف وكالة الطاقة العالمية(IEA):** تتشكل الطاقة المتجددة من مصادر الطاقة الناتجة عن مسارات الطبيعة التلقائية كأشعة الشمس والرياح، و التي تتجدد في الطبيعة بوترية أعلى من وترية استهلاكها[2] (موقع وكالة الطاقة الدوليةwww.eia.org.)

- **تعريف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ(IPCC) :** الطاقة المتجددة هي كل طاقة يكون مصدرها شمسي، جيو فيزيائي أو بيولوجي و التي تتجدد في الطبيعة بوترية معادلة أو اقرب من نسب استعمالها، وتتولد من التيارات المتتالية والمتواصلة في الطبيعة كطاقة الكتلة الحيوية والطاقة الشمسية وطاقة باطن الأرض، حركة المياه ، طاقة المد و الجزر في المحيطات وطاقة الرياح، وتوجد العديد من الآليات التي تسمح بتحويل هذه المصادر إلى طاقات أولية كالحرارة والطاقة الكهربائية وإلى طاقة حركية باستخدام تكنولوجيات متعددة تسمح بتوفير خدمات الطاقة من وقود وكهرباء (Ottmar, Ramon Pichs Madruga, Youba Sokona and Edenhofer others, Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, CAMBRIDGE University Press, USA, First published 2012, P 178[3].

- **تعريف برنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة(UNEP):** الطاقة المتجددة عبارة عن طاقة لا يكون مصدرها مخزون ثابت ومحدود في الطبيعة، تتجدد بصفة دورية أسرع من وترية استهلاكها، وتظهر في الأشكال الخمسة التالية: الكتلة الحيوية، أشعة الشمس، الرياح، الطاقة الكهرومائية، وطاقة باطن الأرض. [4] **(موقع برنامج أمم المتحدة لحماية البيئة.www.unep.org.)**
وعليه فإن جميع مصادر الطاقات المتجددة متولدة عن مصادر الطاقات غير الأحفورية و التي لا تنضب أبدا وتتمثل في طاقة الشمس والرياح، طاقة الكتلة الحيوية، الطاقة الكهرومائية، طاقة باطن الأرض، وطاقة الأمواج و الماء والجزر. وعليه فالطاقة المتجددة عبارة عن مورد طاقوي يتولد ويتجدد تلقائيا في الطبيعة بوتيرة تعادل أو أسرع من وتيرة استهلاك هذا المورد، ومصطلح الطاقة المتجددة ليس بمصطلح جديد يعرفه العالم حديثا بل طاقة متاحة في الطبيعة تم إحلالها على مدى قرون مضت بالطاقات الأحفورية[3] (**Andexer Thomas, A Hypothetical Enhanced Renewable Energy Utilization (EREU) Model for Electricity Generation in Thailand, Der Deutschen Bibliothek, Norderstedt Germany, 2008, P 16.**

المطلب الثاني : ماهية الطاقة في العالم :

تشكل مصادر الطاقة المتجددة من الرياح والمياه والطاقة الشمسية، ما نسبته 20 % من مصادر توليد الطاقة الكهربائية، لكنها لا تتعدى نسبة 5 % من أجمالي استهلاك الطاقة في الأرض التي تعتمد بمعظمها على الفحم والنفط، ويبدو أن الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة التي لم تكن موجودة قبل خمسة عشر عاما ما عدا الطاقة الكهرومائية لها تأثير جيد في تخفيض أنبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وبحسب الوكالة الدولية للطاقة، فان انبعاثات غازات الدفيئة الناجمة عن توليد الطاقة الكهربائية ستزداد بوتيرة اقل من زيادة وتيرة استهلاك التيار الكهربائي وفي العام 2020 "ستشكل مصادر الطاقة المتجددة 62 % من انشاءات توليد الطاقة الكهربائية المشيدة في العالم" بحيث تصبح "المحرك" في نمو قطاع الكهرباء، بحسب باولو فرانكل مدير قسم الطاقة المتجددة في الوكالة الدولية. وفي العام 2040 يصبح نصف انتاج التيار الكهربائي من مصادر الطاقة المتجددة، لكن هذه المصادر ما زالت تحتاج الى اثبات كفاءتها وقدرتها على منافسة المصادر التقليدية، في المانيا وبريطانيا، أصبحت محطات توليد الكهرباء من الرياح اقل كلفة من الفحم والغاز، ويقدر الخبراء أن يتواصل هذا الاتجاه. أما في الصين والولايات المتحدة فان أنتاج الكهرباء من الفحم والغاز ما زال أوفر، ولا شك إن الدول النامية ستبقى على خياراتها في مصادر الطاقة التقليدية ولاسيما الفحم الأقل ثمنا لتلبية حاجاتها المتزايدة**(جدوى استغلال الطاقة الشمسية كطاقة متجددة و إمكانية استخدامها في التبادلات التجارية الخارجية ،رسالة دكتوراه ،جامعة مح—خيضر بسكرة ،سنة 2018) .**

أولاً: الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة :

أصبحت البيئة اليوم عنصرا من عناصر الاستغلال العقلاني للموارد ومتغيرا أساسيا من متغيرات التنمية المستدامة،نظرا لما يحدثه التلوث من انعكاسات سلبية على المناخ من جهة،ولكون الكثير من الموارد الطبيعية غير متجددة مما يحتم استغلالها وفق قواعد تحافظ على البقاء ولا تؤدي إلى الاختلال أو كبح النمو ، إن من أهم التأثيرات البيئية المرتبطة باستخدامات الطاقة التقليدية ما يعرف بظاهرة الاحتباس الحراري التي ارتبطت بظاهرة ارتفاع درجة حرارة الأرض نتيجة لزيادة تركيز بعض الغازات في الغلاف الجوي وأهمها غاز ثاني أكسيد الكربون.وعلى العكس من ذلك،فلاستخدام الطاقة المتجددة أثر معروف في حماية البيئة نتيجة لما تحققه من خفض انبعاث تلك الغازات ومنه التلوث البيئي،حيث من المتوقع أن تبلغ الإنبعاثات الناتجة عن الوقود التقليدي حوالي 190 مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون سنة 2017 بالإضافة إلى الغازات الأخرى. كذلك في تقرير أصدرته شبكة سياسة لطاقة المتجددة للقرن الواحد والعشرين (آر إي أن 21) يقول بأنه يجب أن تلعب الطاقة المتجددة دورا رئيسيا في إمدادات الطاقة العالمية وذلك من أجل مواجهة التهديدات البيئية والاقتصادية للتغير المناخي التي تتزايد خطرا .

في هذا الإطار توقع خبراء ألمان تفاقم أزمة الطاقة خلال السنوات القليلة المقبلة (الطاقة التقليدية) وخاصة الخشب والمخلفات الحيوانية والنباتية.وهذه المصادر تشكل نسبة 95 %من مجموع استهلاك الطاقة تبعاً لمستوى التنمية في الدول النامية.واستنادًا الى التقديرات التي نشرتها منظمة الأغذية والزراعة الدولية (الفاو) أن هناك نحو ملياري شخص في الدول النامية يسدون احتياجاتهم من الطاقة في الوقت الحاضر عن طريق اجتثاث الأشجار القريبة أكثر مما تنمو عادة،وتستخدم مصادر الطاقة التقليدية عادة كالخشب والسماد والقش لإعداد الطعام وتسخين المياه والتدفئة، وحسب التقديرات ذاتها فان متوسط الأشجار والغابات القريبة من المدن والمناطق السكنية تتراجع بصورة مستمرة، هذا بالإضافة إلى ما يسببه ذلك من جفاف في الأرض والتربة والإضرار بالمياه الجوفية وزيادة في التصحر مما يضف صورة كئيبة للعالم بسبب ازدياد معدلات غاز ثاني أكسيد الفحم وأن احتراق مصادر الطاقة المنجمية يؤدي إلى انطلاق غازات مختلفة كالميثان وأكسيد الكبريت وأكسيد النتروجين وبصورة خاصة أكسيد الفحم،التي تتسبب بصورة كبيرة في مشكلة انحباس الحرارة،ويرى "تسافادتسكي" الخبير الألماني:أنه يمكن للطاقات المتجددة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح والمواد العضوية أن تلعب دورًا مهما في مجال تجهيز الطاقة وحماية المناخ مستقبلا.

مما سبق نستشف أن للطاقة المتجددة أهمية بالغة في حماية البيئة باعتبارها طاقة غير ناضبة و توفر عامل الأمان البيئي.

ثانياً: الآثار الإيجابية للطاقة العالمية المتجددة

يرى بعض علماء الاقتصاد أن سياسات عدم التصدي لتحديات بيئية، مثل استنزاف الموارد وخسارة التنوع البيولوجي وازدياد شدة العواصف وتكرارها والفيضانات وموجات الجفاف نتيجة تغير المناخ، قد يفرض خسائر في فرص العمل ومصادر الرزق. لذلك يوفر التصدي للتحديات البيئية فرصًا للعمال وأرباب العمل وينعكس نموًا اقتصاديًا. وبالتالي، ستكون الصناعات الحديثة التي تتصدى لتغير المناخ، في طليعة قطاع التكنولوجيا النظيفة (CleanTech). وقد أحدثت الجهود العالمية في التصدي لتغير المناخ وتأثيراته تحولات في أنماط الاستخدام والاستثمار في الاقتصاد الأخضر. وقد تم استحداث عدد كبير من فرص العمل وملايين الوظائف الخضراء في قطاعات مثل الطاقة المتجددة والكفاءة الطاقوية للأبنية ونظم النقل المستدام والزراعة وحماية البيئة والصناعة والأبحاث والتنمية والإدارة والنشاطات والخدمات. فالوظائف الخضراء هي وظائف تسهم في تخفيف التهديدات البيئية التي تواجهها البشرية. لذلك، إن آلية التنمية النظيفة وأدوات التنفيذ المشترك التي يتضمنها بروتوكول كيوتو، والتي تستطيع الشركات والحكومات بموجبها حيازة اعتمادات كربونية من خلال دعم مشاريع محددة لخفض الإنبعاثات، هي آليات تمويل محتملة لمشاريع خضراء .

1- الوظائف في مجال الطاقة البديلة

تزداد العمالة في قطاع الطاقة المتجددة بوتيرة سريعة جدًا في القرن الحادي والعشرين. وأشار تقرير أصدره برنامج الأمم المتحدة للبيئة بالتعاون مع منظّمة العمل الدولية والرابطة الدولية للاتحادات العمالية، في كانون الأول/ ديسمبر 2007 بعنوان «الوظائف الخضراء: نحو عمل مستدام في عالم قليل الكربون»، إلى أنّ تغيّر المناخ سيواصل تأثيراته السلبية على العمال وعائلاتهم، خصوصًا أولئك الذين تعتمد معيشتهم على الزراعة والسياحة، لذلك ينبغي التصدي لتغيّر المناخ والتكيف مع تأثيراته وتطوير الاستثمار في الطاقة المتجددة بحيث تولد ملايين الوظائف في البلدان المتقدمة والنامية على حد سواء. وجاء في التقرير أنه يتم استخدام نحو 300 ألف عامل في طاقة الرياح وأكثر من 100 ألف في النظم الفوتوفولطية الشمسية حول العالم. وفي الصين والولايات المتحدة وأوروبا يعمل أكثر من 600 ألف شخص في الطاقة الحرارية الشمسية. ويتم تشغيل نحو 2,1 مليون عامل في مشاريع الكتلة الحيوية في أربعة بلدان رائدة هي البرازيل والولايات المتحدة وألمانيا والصين. ويبلغ مجموع العاملين في الطاقات المتجددة حاليًا نحو 3,2 مليون شخص في البلدان التي تملك بيانات بهذا الخصوص ،نصف هذه الوظائف هو في مشتقات الوقود الحيوي (بيوفيول)، وفي الصناعات التحويلية التي تكون أجورها أفضل، ولكنَّ ثمّة جدلًا قويًا ومستمرًا حول الكلفة الاقتصادية والبيئية للوقود الحيوي وكفاءته الطاقوية في السيارات ومنافسته لإنتاج الغذاء. ويورد التقرير أمثلة على خلق فرص عمل

خضراء ضخمة في أنحاء العالم. ففي الصين 600 ألف عامل مستخدمون حاليًا في صنع قطع تدخل في إنتاج أجهزة حرارية شمسية وتركيبها مثل سخانات الماء. وفي نيجيريا، من شأن صناعة الوقود الحيوي أن تدعم صناعة تستخدم 200 ألف عامل. وفي إمكان الهند استحداث 900 ألف فرصة عمل بحلول العام 2025 في صناعة إنتاج البيوغاز، و300 ألف فرصة في صنع المواقد و600 ألف في مجالات مختلفة مثل تحويل مخلفات الكتلة الحيوية وفي سلسلة إمداد الوقود.

وقد ولّدت الصناعة البيئية في الولايات المتحدة في عام واحد أكثر من 3,5 ملايين وظيفة، أي أكثر من عشرة أضعاف ممّا ولّدته الصناعة الصيدلانية. ولم يتجاوز عمر برامج الطاقات المتجددة في ألمانيا وإسبانيا العشر سنين، لكنها خلقت مئات ألوف الوظائف، وسيكون في ألمانيا بحلول العام 2020 وظائف في مجال التكنولوجيات البيئية أكثر مما في صناعة السيارات. وفي أوروبا، يقدر أن زيادة 20% في كفاءة الطاقة سوف توجد نحو مليون وظيفة، وينسحب ذلك على البلدان النامية أيضًا. وتستخدم مدينة نيودلهي الهندية حافلات جديدة «صديقة للبيئة» تعمل على الغاز الطبيعي المضغوط من شأنها أن توفّر 18 ألف وظيفة جديدة. وتعتبر الصين في الطليعة عالميًا في مجال التسخين الشمسي، وقد بلغت عائدات مبيعاتها نحو 5,2 بليون دولار في سنة، وشغل أكثر من 1000 مصنع صيني ما يزيد على 150 ألف شخص. وتقدر مبادرة تمويل الطاقة المستدامة في برامج الأمم المتحدة للبيئة أن الاستثمار في الطاقة المتجددة بلغ الآن 100 بليون دولار، وهو يمثل 18% من الاستثمارات الجديدة في قطاع الطاقة. ومن الضروري على الدول العربية استغلال ثروة الشمس والرياح في أراضيها الشاسعة لإنتاج طاقة نظيفة وتشغيل الملايين ، والاستثمارات المتوقعة، ومقدارها 630 بليون دولار بحلول العام 2030، تعني على الأقل 20 مليون فرصة عمل إضافية في قطاع الطاقة المتجددة، بينما في الزراعة، يمكن توظيف 12 مليون شخص في طاقة الكتلة الحيوية والصناعات المتعلقة بها، وإن نصف هذه السوق هو كفاءة الطاقة المتجددة، والبقية في النقل المستدام والإمدادات المائية ومياه الصرف والنفايات والزراعة والتحريج في ألمانيا، على سبيل المثال، سوف تنمو التكنولوجيا البيئية أربعة أضعاف بحلول العام 2030، إلى 16% من المردود الصناعي، فيتجاوز التوظيف في هذا القطاع التوظيف في صناعتي الآلات الكبيرة والسيارات، والتكنولوجيات النظيفة هي حاليًا ثالث أكبر قطاع لرأسمال المشاريع في الولايات المتحدة، بعد المعلوماتية والتكنولوجيا الإحيائية، في حين ازداد رأسمال المشاريع الخضراء في الصين أكثر من ضعفين خلال السنوات الأخيرة، إلى 19% من الاستثمار الإجمالي. وقد عثر 3,2 مليون شخص في السنوات الأخيرة على فرص عمل جديدة في قطاع الطاقة المتجددة وحده، وإمكانات النمو الوظيفي في هذا القطاع هائلة.

وقد يرتفع التوظيف في الطاقات البديلة إلى 1,2 مليون وظيفة في طاقة الرياح و3,6 ملايين في الطاقة الشمسية بحلول العام 2030. كما أن إعادة تدوير النفايات وإدارتها تشغّلان ما يقدر بـ10 ملايين عامل في الصين و500 ألف عامل في البرازيل حاليًا. ويتوقع أن ينمو هذا القطاع سريعًا في بلدان كثيرة لمواجهة تصاعد أسعار السلع الاستهلاكية ، وأيضًا في هذا المجال، وفق تقرير شبكة سياسات الطاقة المتجددة ، إن النمو المفاجئ لاستخدام العمال في الطاقات المتجددة تدفعه استثمارات متنامية تجاوزت 100 بليون دولار في العام 2007. وتطلب الشركات حوافز ودعمًا ماليًا وحكوميًا لتركيب أنظمة الطاقة الشمسية أو للحصول على اعتمادات كربونية عن طريق الاستثمار في تخفيض الانبعاث في بلدان نامية من خلال أسواق الكربون المزدهرة. في ألمانيا، الرائدة في تكنولوجيا طاقة الرياح والشمس، قُدر التوظيف المباشر وغير المباشر في الطاقات المتجددة بنحو 260 ألف وظيفة العام 2006، وقد يصل إلى 700 ألف العام 2030. وفي الولايات المتحدة نحو 446 ألف وظيفة مباشرة وغير مباشرة في الطاقات المتجددة 390 ألف وظيفة إذا تم استبعاد إنتاج ايثانول الذرة المشكوك في حسناته البيئية والاجتماعية ، وجاء في تقرير حديث للجمعية الأميركية للطاقة الشمسية(ASES) للعام 2007 أن واحدًا من كل أربعة عمال في الولايات المتحدة يمكن أن يعمل في صناعات الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة بحلول العام 2030. فهذه الصناعات توفر حاليًا نحو 5,8 ملايين وظيفة وإيرادات بقيمة تريليون دولار، ويمكن أن ترفع إلى 40 مليون وظيفة 5,4 تريليون دولار باعتماد سياسة حكومية مناسبة، بما في ذلك مقاييس متطورة للطاقات المتجددة وحوافز لاستخدامها وتثقيف الجمهور ودعم الأبحاث. وتشير تقديرات تقريبية تتعلق بالصين إلى وجود نحو مليون وظيفة في الطاقات المتجددة، ثلثاها تقريبًا في الصناعة الحرارية الشمسية.

ويقال أن صناعة الإيثانول من قصب السكر في البرازيل تشغّل نحو نصف مليون شخص، ويتوقع أن يولد برنامجها الخاص بالوقود الحيوي 400 ألف وظيفة إضافية.

2- **العمالة في قطاع الأبنية المقتصدة بالطاقة**

أشارت اللجنة الحكومية الدولية لتغير المناخ (IPCC) في تقريرها للعام 2007 إلى أن قطاع الأبنية يمكنه خفض غازات الدفيئة أكثر من أي قطاع آخر، وبنسبة 29% بحلول العام 2020. وتشمل إجراءات الاقتصاد بالطاقة في هذا القطاع الأبنية الخضراء وتحسين كفاءة المكونات الفردية للأبنية، بما في ذلك: سخانات المياه، ومعدات الطبخ، والأدوات المنزلية، والتجهيزات المكتبية، والإلكترونيات، ونظم التدفئة والتهوئة والتكييف والإضاءة. وقد خلصت عدة دراسات حول كفاءة الطاقة أجريت في أميركا الشمالية وأوروبا خلال التسعينيات إلى أنه في مقابل توفير كل بيتاجول من الطاقة تم استحداث ما بين 40

و100 وظيفة ، لذلك فإن التحوّل في أنحاء العالم إلى الأبنية المقتصدة بالطاقة سوف يوفّر ملايين فرص العمل، فالاستثمارات في تحسين الكفاءة الطاقية للأبنية يمكن أن تخلق ما بين مليونين و5,3 ملايين وظيفة خضراء إضافية في أوروبا والولايات المتحدة، مع إمكانات أعلى بكثير في البلدان النامية ، ووجدت دراسة أجرتها الجمعية البريطانية للحفاظ على الطاقة العام 2007 وتناولت تسعة بلدان في الإتحاد الأوروبي، أنه في مقابل استثمار كل مليون يورو في كفاءة الطاقة في قطاع الأبنية تم استحداث 3,11 إلى 5,13 وظيفة، الوظائف في قطاع الأبنية الخضراء تحفز وظائف أخرى في صناعة مكوناتها، بما في ذلك نظم كفوءة للنفايات، والإضاءة، والتدفئة والتهوئة والتكييف، وتصفية المياه، والعزل، وأدوات كهربائية مقتصدة بالطاقة.

وكثيرًا ما تستعمل لاقطات فوتوفولطية وسخانات شمسية للمياه وتوربينات رياح صغيرة ومضخات لحرارة جوف الأرض، لتوفر مصادر طاقوية بديلة للأبنية الخضراء. وقدّرت المفوضية الأوروبية أن انخفاضًا بنسبة 20% في استهلاك الطاقة في الاتحاد الأوروبي بإمكانه خلق نحو مليون وظيفة، كثير منها في قطاع البناء. وتوقعت تقارير إقتصادية أن تعزز مبادرات المباني الخضراء الطفرة العقارية الخليجية، ورصدت زيادة ملحوظة في عدد هذه المشاريع. وبلغت أعلى نسبة في دبي، حيث ورد في تقرير «أكسفورد بيزنس غروب» البريطانية المتخصصة بالأبحاث والدراسات والاستشارات الاقتصادية الإستراتيجية، أن 70% من المشاريع الجديدة التي صممت في دبي تراعي معايير بيئية، منها «مدينة دبي للاستوديوهات» و«مجمع دبي للتقنيات الحيوية».

المطلب الثالث : مؤشرات إنتاج و استهلاك الطاقة في العالم.

المتوقع أن تحدث زيادة كبيرة فــي الطلب على الطاقة في السنوات المقبلة بسبب النمو السكاني و التنمية الاقتصادية () ويمر كثير من سكان العالم في الوقت الحاضر بتحولات كبيرة في أسلوب الحياة مع انتقال اقتصادات من اقتصاد الكفاف إلى قاعدة صناعية خدمية ، وستحدث أكبر زيادة في الطلب على الطاقة في البلدان النامية التي يتوقع أن ترتفع حصتها من استهلاك الطاقة العالمي من 46 في المائة إلى 58 في المائة بين عامي 2004 و 2030 (EIA 2007) ، ولكن أرقام الاستهلاك الفردي ربما تظل أقل مما هي عليه في بلدان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية.

والمتوقع أن يزيد استهلاك الطاقة في البلدان النامية بمعدل سنوي 3 في المائة بين عامي 2004 و 2020 .وأما البلدان الصناعية فقد وصل اقتصادها مرحلة النضج ويتوقع أن يكون نموها السكاني ً ضئيلا نسبياً ولهذا فإن المتوقع أن ينمو طلبها على الطاقة بمعدل 9.0 في السنة، وهذا طبعاً يرجع إلى أن نقطة البداية كانت عالية. وتتوقع الإسقاطات أن يتجاوز استهلاك الطاقة في الأقاليم النامية ما هو عليه في الأقاليم الصناعية عام 2010 ،وستكون نصف الزيادة في الطلب العالمي على الطاقة عام 2030ُ مطلوبة لتوليد الطاقة ونسبة الخمس لاحتياجات النقل - وأغلبها في شكل وقود نفطي (EIA 2007) .

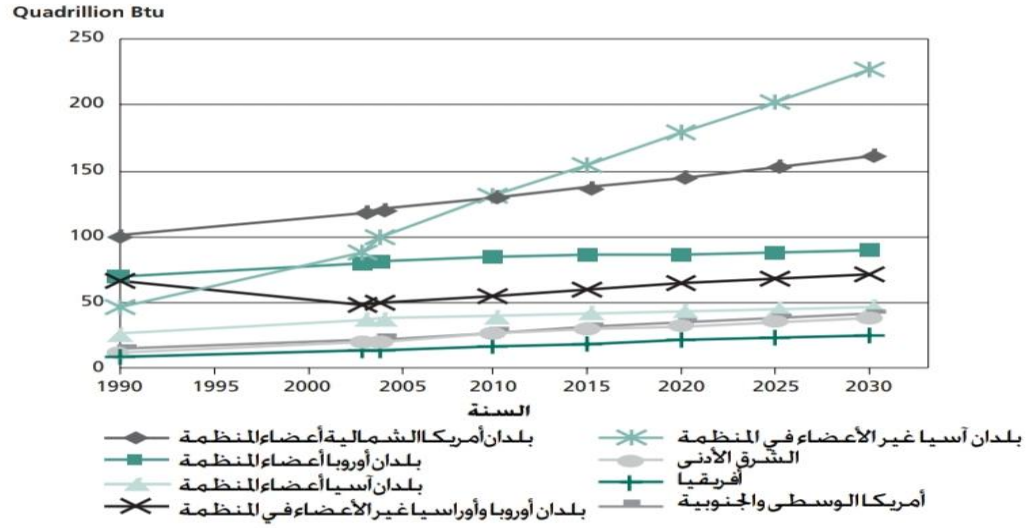
وسيكون جزء كبير من زيادة الطلب على الطاقة راجعاً إلى النمو الاقتصادي السريع في الاقتصادات الآسيوية، وخصوصاً في الصين والهند. والمتوقع أن يزيد الطلب على الطاقة في بلدان آسيا النامية بمعدل سنوي 3.7 في المائة أي أعلى بكثير مما يحدث في أي إقليم آخر(الشكل 1) ، والمتوقع أن يزيد استهلاك الطاقة في آسيا بأكثر من الضعف في العشرين عاماً المقبلة وأن يمثل نحو 65في المائة من مجموع زيادة الطلب على الطاقة في جميع البلدان النامية، ورغم أن استهلاك الطاقة في البلدان النامية في الأقاليم الأخرى سينمو بمعدل أبطأ مما هو عليه في آسيا فإن المعدلات ستتجاوز المتوسط العالمي كما هو متوقع (الجدول 1)وإذا كانت جميع الأقاليم ستؤدي دوراً في عرض الطاقة والطلب عليها في المستقبل فإن الزيادة الضخمة في الاستهلاك المتوقعة في آسيا تجعل لهذا الإقليم أهمية كبيرة في تطور قطاع الطاقة في المستقبل .

وتأتي الأغلبية العظمى من الطاقة العالمية من موارد غير متجددة هي النفط والفحم والغاز (الشكل 02) . ونسبة 13 في المائة فقط من الطاقة العالمية هي التي تُستمد من موارد متجددة، ومنها نسبة 10.6 في المائة من متجددات قابلة للاحتراق ومن الفضلات المنزلية المتجددة. وأما بقية الطاقة المتجددة فتأتي من المياه وحرارة الأرض والشمس والرياح ومن حركة المد والجزر والأمواج . وتفيد إسقاطات استهلاك الطاقة العالمية بين عامي 2004 و 2030 أن الوقود الأحفوري سيقدم أكبر جزء من الزيادة، وأن المصادر النووية وغيرها من المصادر لن تقدم إلا مساهمات بسيطة نسبياً من حيث الأرقام المطلقة. (الشكل 3 والجدول 1) وبالأرقام النسبية يحتمل أن يحدث أكبر تغير في الغاز والفحم وأن تصل الزيادات فيهما إلى 65 و74 في المائة على التوالي. والمتوقع أن يزداد استهلاك النفط بنسبة 42 في المائة في حين أن المصادر النووية والمتجددة، التي تنطلق من نقطة أقل بكثير، ستزداد بنسبة 44 و61 في المائة على التوالي. وستتحدد المساهمات النسبية التي تقدمها مختلف المصادر بحسب الاتجاه الذي تسير فيه السياسات [1] **((World Energy Council,**

(2007 Survey of Energy Ressources, London, online on: www.worldenergy.org, P 45

الشكل 1

مجموع استهلاك الطاقة التجارية في بلدان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية وغيرها من البلدان، 1990-2030*



* إسقاطات بعد عام 2004
ملاحظة: لا يشمل الكتلة البيولوجية التقليدية
المصدر: EIA, 2007

المصدر وكالة المعلومات الطاقوية

الجدول 1

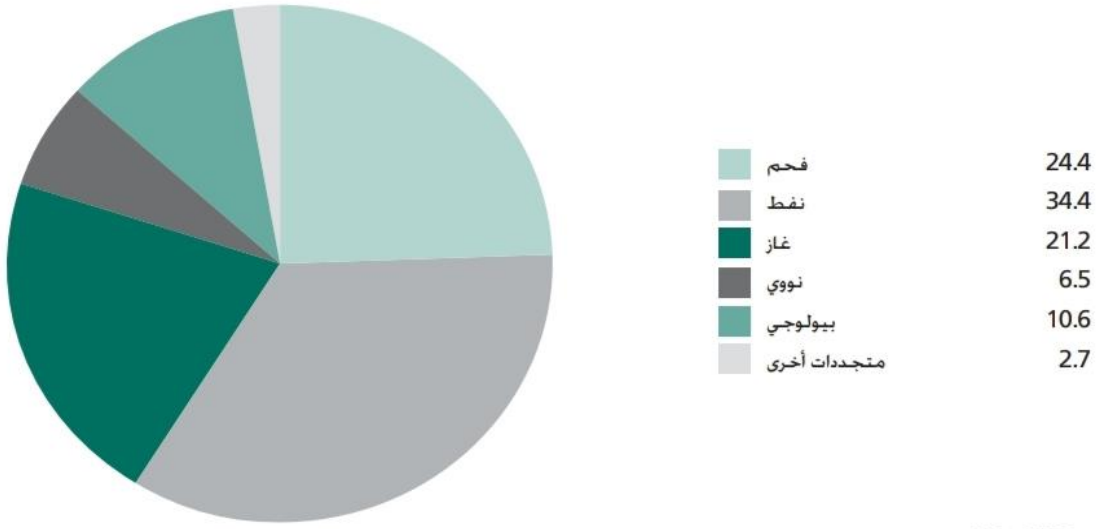
مجموع استهلاك الطاقة التجارية في العالم بحسب الأقاليم وأنواع الوقود، 1990 - 2030 (Quadrillion Btu)

الأقاليم/المصادر	السنة					النمو
الإقليم	1990	2004	2010	2020	2030	النمو السنوي ٪ 2030–2004
بلدان أمريكا الشمالية الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	100.8	120.9	130.3	145.1	161.6	1.1
بلدان أوروبا الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	69.9	81.1	84.1	86.1	89.2	0.4
بلدان آسيا الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	26.6	37.8	39.9	43.9	47.2	0.9
بلدان أوروبا وأوراسيا غير أعضاء منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	67.2	49.7	54.7	64.4	71.5	1.4
بلدان آسيا غير أعضاء منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	47.5	99.9	131.0	178.8	227.6	3.2
الشرق الأدنى	11.3	21.1	26.3	32.6	38.2	2.3
أفريقيا	9.5	13.7	16.9	21.2	24.9	2.3
أمريكا الوسطى والجنوبية	14.5	22.5	27.7	34.8	41.4	2.4
مجموع بلدان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	**197.4**	**239.8**	**254.4**	**275.1**	**298.0**	**0.8**
مجموع البلدان غير الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	**150.0**	**206.9**	**256.6**	**331.9**	**403.5**	**2.6**
المصادر						
النفط	136.2	168.2	183.9	210.6	238.9	1.4
الغاز الطبيعي	75.2	103.4	120.6	147.0	170.4	1.9
الفحم	89.4	114.5	136.4	167.2	199.1	2.2
الوقود النووي	20.4	27.5	29.8	35.7	39.7	1.4
أنواع أخرى	26.2	33.2	40.4	46.5	53.5	1.9
مجموع العالم	**347.3**	**446.7**	**511.1**	**607.0**	**701.6**	**1.8**

المصدر وكالة المعلومات الطاقوية

الشكل 2

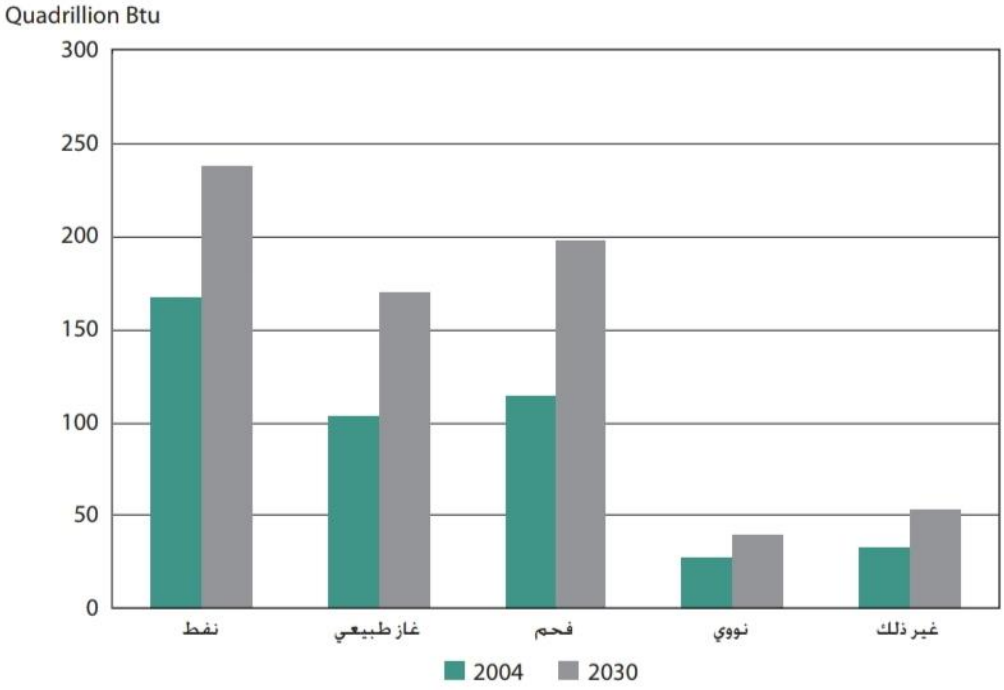
حصة مختلف أنواع الوقود في مجموع إمدادات الطاقة الأولية في العالم عام 2004 (%)



المصدر: IEA, 2007a

الشكل 3

مجموع استهلاك الطاقة التجارية في العالم بحسب مصادرها عام 2004، وإسقاطات عام 2030



ملاحظة: لا يشمل الكتلة البيولوجية التقليدية

المصدر: EIA, 2007

المصدر وكالة المعلومات الطاقوية

***واقع الطاقة و الاحتياطات العالمية**

مثلما أشار مالتيس في كتاباته أن الموارد لا تتزايد بنفس وترية تزايد عدد السكان أعد مجلس الطاقة العالمي تقريرا لمعرفة نسب احتياطيات العالم من الطاقة RAPPORT ENTRE LES RESSOURCES ET LES RESERVES(R R R)والذي يعتبر مؤشر مدى توفر الطاقات غيرالمتجددة مستقبلا[1] **(World Energy Council, 2007 Survey of Energy Ressources, London, online on: www.worldenergy.org, P 45)**

فالاحتياطيات المعروفة من البترول مقدر لها أن تعيش بين30 أو 40 سنة، و يؤكد تقرير(R R R)أن احتياطيات البترول والغاز محدودة بـ 45الى60 سنة مع الأخذ بعين الاعتبار للاكتشافات الجديدة . وتجدر الإشارة أن كل شركة منتجة للبترول وكل دولة تصرح عن احتياطاتها بطريقتها الخاصة، والإشكال المطروح يتمحور حول المعيار الذي يجب أن يحدد على أساسه الاحتياطيات العالمية ؟ومن يحدد الكميات اللازمة من هذه المصادر التي يجب التوقف عندها عن الاستخراج؟ إضافة الى من يجدر به نشر هذه الإحصائيات؟، والجواب الصحيح هو أن إحصائيات الاحتياطيات العالمية تنشر بناءا على مجموعة من المؤشرات، مثال كفريق عمل شركة منتجة للبترول يكلف بدراسة معينة، أو من أجل التفاوض حول عملية تصدير البترول أو عند محاولة معرفة جدوى استثمار مجموعة من الآبار، وكي يتم توضيح هذا الأمر يشير الجدول رقم (2)كيف تقوم شركة **توتال TOTAL** للبترول بتقييم احتياطيات الآبارالتي تستغلها و التي صرحت بانها تكتشف ما يقدر ببرميل واحد من النفط مقابل إنتاج برميلين والمعلوم أن جميع الشركات لا تصرح عن طبيعة الأسس والطرق التي تعتمدها من أجل تقييم هذا الاحتياطي.

الجدول رقم(02) : تقييم احتياطيات البترول لآبار شركة توتال

الاحتياطات المؤكدة للسنةN (مليون برميل)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	6868	6960	6961	7231	7323	7003	6592
التغيرات في الاحتياطات محسوبة بين السنة N و السنة N+1							
إضافة التقديرات السابقة	338	401	238	388	69-	108	262
الاكتشافات الجديدة و التوسع	347	133	522	254	377	44	186
الاحتياطات المكتسبة	3	3	92	79	12	65	25
الاحتياطات المباعة	73-	5-	2-	23-	19-	36-	45-
الإنتاج السنوي	523-	531-	580-	606-	621-	592-	549-

*(نسبة الإنتاج/ الاكتشافات = 2.1 برميل مكتشف مقابل 2.1 برميل منتج)

* (نسبة الإنتاج المتوسطة/ (التقديرات السابقة + الاكتشافات الجديدة) =1.1 برميل احتياطي مقابل 1.1 برميل منتج)

المصدر: (Alban Vétillard, Energie, Climat, Développement : l'heure des choix, L'Harmattan, Paris, 2009, P35)

حيث يبين الجدول التقارير السنوية لنشاط شركة توتال التي تصرح عن الاحتياطيات التي لا تزال مستقرة نسبيا و لمتذبذب وهذا راجع لإعادة النظر في الاحتياطيات السابقة (السطر المظلل) .

الظاهر أيضا أن العامل يكتشف آبار ا جديدة أقل مرتين أو ثالث مرات مما يتم إنتاجه سنويا، فقد قدر صافي اكتشافات البترول بعد طرح الاستهلاك في سنة 1970 بأزيد من +40 مليار برميل، و تحول إلى أقل مليار برميل سنة 200 ،وهذا راجع لقلة الاكتشافات الجديدة ابتداءا من الثمانينات و التي صارت تقدر بأقل مما يتم استهلاكه حاليا. فالتصريح عن نسب الاحتياطيات لشركة معينة لا تخلو من الأهداف الاقتصادية والمالية لأنه إذا تم التصريح عن جميع الاحتياطيات فإن سعر البترول سينخفض وإذا حدث العكس سترتفع الأسعار وهذا في غير صالح الدول المستوردة لهذه المادة الخام، فدول مصدرة مثل السعودية، فنزويلا أو إيران يعتبر البترول فيها القاطرة الوحيدة التمويلية لاقتصادياتها و التي تدفع فاتورتها الدول المستوردة، فليس هنالك أي تقرير شرعي أو هيئة دولية رسمية تراقب وتصرح عن جميع احتياطيات العالم من الموارد الأولية من غير المؤسسات غير الرسمية (كالجريدة الدولية للبترول و الغاز مثلا)[1] **(Vétillard Alban, Energie, Climat, Développement : l'heure des choix, L'Harmattan, Paris, 2009, PP 34, 36.)** ، كما توقعت وكالة الطاقة العالمية AIE أيضا ان مجموع الطاقة المستهلكة في العالم المستمدة من المصادر غير المتجددة لسنة 2030 ستقدر بما يكافئ قيمة 15265 مليون طن من البترول -MTEP- بالنسبة لجميع القطاعات الاقتصادية بما فيها قطاع الكهرباء و النقل [2] **(Meunier Francis, Op. Cit., P 55)**.

جدول رقم (03) :الاحتياطي المؤكد من مصادر الطاقة الأولية و معدلات انتاجها و استهلاكها
-معطيات سنة 2010 مقارنة بسنة 2000 -

	البترول 46 سنة	الغاز الطبيعي 59 سنة	الفحم 118 سنة	الطاقة النووية	الطاقة الكهرومائية	الطاقات المتجددة	انتاج الوقود
الاحتياطيات المؤكدة سنة 2010	1383 الف مليون برميل	187 ترليون متر مكعب	860938 مليون طن من الفحم				
الاحتياطات المؤكدة سنة 2000	1017 الف مليون برميل	156 ترليون متر مكعب	1089 بليون طن				
الإنتاج (ملبون طن من البترول)	3913.7	2880.9	3731.4				
الاستهلاك العالمي (مليون طن من البترول)	3908.7	2661.4	3505.6	614.0	736.3	137.4	59.261

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على :

(BP Statistical, Review of World Energy, June 2011, available online at www.bp.com)

تفترض الأرقام المبينة في الجدول أعلاه ثبات معدلات نمو احتياطيات المصادر الأولية من الطاقة عبر الزمن، وهذا راجع الى التكنولوجيات الجديدة المساعدة في البحث والتنقيب عن آبار جديدة والمسهلة لعمليات الاستخراج و التوزيع، غري أن النمو السكاني واستمرار عجلة التنمية ومتطلباتها من شأنهما التأثير أكثر على وترية الاستهلاك، حيث أشارت دراسات كل من والش وايفانو(WALSH /IVANHOE 2000) ان البترول سيقترب من نضوبه بين السنوات 2050-2075[3] **(The Colorado River Commission of Nevada, Op.Cit., P 3.)**

المطلب الرابع : تطور سوق الطاقة.

نتيجة التغيرات التكنولوجية التي طرأت في مجال الطاقة أدت إلى دخول مصادر الطاقة المختلفة في سوق الطاقة العالمية, مما ترتب عليه تغير الأهمية النسبية لهذه المصادر, فمنذ السبعينيات وبداية الثمانينيات من القرن العشرين استطاعت مصادر الطاقة الأخرىو المتمثلة في الغاز الطبيعي والطاقة النووية ومصادر الطاقة المتجددة, فضلا عن مصادر الطاقة غير التقليدية(النفط الثقيل والنفط الصخري والصخر النفطي والغاز الصخري) ان تحصل على حصة في الأسواق العالمية للطاقة على حساب كل من النفط الخام والفحم الحجري, والتي أصبح لها دور كبير في هيكل ميزان سوق الطاقة العالمية, و لغرض التعرف على واقع سوق الطاقة التقليدية في العالم[1] **(سوق الطاقة العالمية في ظل التطور التكنولوجي:الواقع و افاق المستقبل ص 113)** ،لابد من معرفة أ)- الطلب على الطاقة ب)- عرض الطاقة ج)-اتجاهات سوق الطاقة .

- **اولا : الطلب على الطاقة**

الطلب على مصادر الطاقة هو طلب مشتق من الطلب على الصناعات أو السلع والخدمات النهائية التي تستخدم الطاقة في مراحل إنتاجها، وبشكل عام فإن الطلب على الطاقة هو طلب متزايد عبر الزمن يتأثر بالعديد من المتغيرات في زمن ما و لمجتمع معين[2] **(آل الشيخ حمد بن محمد، ص 90)**، و من أهم محددات الطلب العالمي على الطاقة ما يلي :

- ✓ **التحول الديمغرافي العالمي** : لقد عرفت السنوات الأخيرة نموا متواليا في عدد السكان وهذا راجع بدرجة كبيرة لتطور العلوم الطبية وارتفاع نسب الأمل في الحياة، حيث أن الكثافة السكانية من المقدرلها أن تنمو من 6الى9 مليار نسمة بحلول سنة 2050 .و بالرغم من أن معدل المواليد في العالم قد انخفض في السنوات الأخيرة، غير أن النمو الكبير للسكان يمثله نصف سكان المعمورة من فقراء أفريقيا وآسيا الجنوبية خاصة قي المناطق شبه الحضرية LES ZONE PERIURBAINES)،إضافة الى أن حاجة السكان للطاقة (الكهرباء مثلا) لا تتناقص بسرعة خاصة في المناطق الفقرية من العالم . وفي غياب تطور تكنولوجي عالمي موحد، و إذا ما قللت الدول المصنعة من تبعيتها البترولية وطورت شبكات السكك الحديدية مثلا للتقليل من استهلاك الطاقة في قطاع النقل أو قامت بتطوير تكنولوجيات الطاقة الهيدروجينية فإنه سيتم توفير مصدر دائم من الطاقة لنصف سكان المعمورة(الكهرباء، الخشب، البترول). و حيث أن الاستقرار السياسي العالمي يرجع لقدرة النظام الطاقوي على خلق بدائل فعالة، و منه لابد من الدول المصنعة أنتفكر في خفض استهلاكها من الطاقة من أجل تحقيق الهدف المشترك لجميع سكان العالم [3](Radanne Pierre, Energies de ton siècle ! Des crises à la 1 mutation, Editions Lignes de Repères, Paris, 2005, PP 115, 116).
- ✓ **الظروف المناخية** : يعتمد استعمال الطاقة في الكثير من جوانبه على الظروف المناخية وخصوصا في الدول الصناعية الكبرى كالولايات المتحدة واليابان وأوروبا الغربية والشرقية[4] **(الخفاف عبد علي، ثعبان كاظم خضير، مرجع سابق، ص 14)**. كما يحدث بين الحين والآخر، أن تكون مواسم الشتاء قارسة البرودة، حيث يتحول الاستهلاك الرئيسي من البنزين إلى الدولار، وخاصة في منطقة شمال شرق الولايات المتحدة، مثل نيويورك و فيلاديلفيا وواشنطن، وهو الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع الأسعار غالبا[5]**(زلوم عبد الحي وآخرون، مستقبل الاقتصاد العربي ببين النفط والاستثمار، دار الفارس للنشر والتوزيع، ط1 ،عمّان، 8002 ،ص 52).**

ومنذ عام 2003 ،جاء ارتفاع أسعار النفط وليد ازدياد لم يكن في الحسبان نتيجة تدني طاقات التكرير على نحو مفاجئ وانقطاع في إمدادات النفط والغاز الطبيعي في الولايات المتحدة الأمريكية، ففي أعقاب انحسار إعصاري كاترينا وريتا (خريف 2005) بدا واضحا أن تأثر النقص في طاقات التكرير على صناعات النفط والغاز الطبيعي وسوائل الغاز نتيجة التغيرات المناخية جاء مماثلا وإن كان أقل حدة من أزمات نقص الإمدادات خلال عامي 1973-1974[4] **(هيرمان فرانسين، أسعار النفط: تحديات أمام المنتجين، النفط والغاز في الخليج العربي نحو ضمان الأمن الاقتصادي، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، ط1 ،أبوظبي، 8004 ،ص 70) .**

- ✓ **أنماط التنمية المتفاوتة بين مختلف الدول :** قدرت التنمية الاقتصادية في السنوات العشر الأخيرة حتى نهاية عام 2000 أقل من توقعات تقرير "الطاقة لعالم الغد" عام 1989 وهذا راجع للتحولات السياسية التي طالت الاتحاد السوفييتي آنذاك ودول أوروبا الوسطى والشرقية حتى سنة 1998 ،أين عرف النمو الاقتصادي العالمي ارتفاعا مقدرا بـ 2.8 بالمئة (أقل من توقع تقرير "الطاقة لعالم الغد" المقدر بـ 3.8%سنويا)، و هشاشة الهيكل الاقتصادي للدول النامية والذي تجسد في الأزمة المالية الآسيوية سنة 1997 ،والضعف الهيكلي أيضا لدول أمريكا اللاتينية؛ كلها عوامل أثر ت على الطلب العالمي على الطاقة[5] **(5 Conseil mondial de l'énergie, L'Energie pour le Monde de Demain: le temps de l'action, DECLARATION 2000 du CME, P 30)**، إضافة إلى بروز اقتصاديات العديد من الدول النامية كدول جنوب غرب آسيا والتي تمثل نصف عدد سكان العالم و التي تسعى لمقاربة نموذجها التنموي من أنماط العيش الأوروبية واليابانية من خلال تطبيق مزيج طاقوي متنوع المصادر من الطاقات الأحفورية و الطاقة النووية و الطاقات المتجددة، إضافة إلى انتهاج كل من روسيا، أمريكا اللاتينية، أفريقيا الجنوبية ودول الشرق الأوسط المصدرة للبترول ذات الكثافة السكانية المتوسطة للنمط الأمريكي عن طريق الاعتماد على استهلاك مصدر واحد من الطاقة يعتمد بصورة كبيرة على الطاقات الأحفورية، أما فيما يخص الدول الأفريقية الفقيرة و الهند و التي تتميز بكثافة سكانية مرتفعة فإن استهلاك الفرد الواحد من الطاقة يعتمد كليا على البترول في قطاع النقل،الخشب للطهي، والفحم لإنتاج الكهرباء[1] **(Radanne Pierre, Op.Cit., PP 116, 117)** ويظهر التفاوت الواسع في مقدار استعمال الفرد الواحد من الطاقة بين مختلف دول العالم، في الجدول رقم 04 .
- ✓

جدول رقم 04 : الاستهلاك العالمي للطاقة حسب المنطقة بين عامي 1973و2009 بما يكافئ ملايين الأطنان من البترول.

الدول	الاستهلاك الكلي من الطاقة لسنة 1973 و النسب المئوية من الاستهلاك العالمي		استهلاك الكلي من الطاقة لسنة 2009 و النسب المئوية من الاستهلاك العالمي	
دول منظمة التعاون و التنمية	2818.422	60.3	3575.084	42.8
دول خارج منظمة التعاون والتنمية و الاوروواسيوية	630.990	13.5	676.593	8.1

الصين	369.246	7.9	1445.069	17.3
اسيا	299.136	6.4	1027.419	12.3
الشرق الأوسط	32.718	0.7	392.591	4.7
افريقيا	172.938	3.7	501.180	6.0
أمريكا اللاتينية	168.264	3.6	409.297	4.9
المستودعات	182.286	3.9	325.767	3.9
المجموع	4674	100	8353	100

المصدر: International Energy Agency, 2011 Key World Energy Statistics, www.iea.org, P 30.

كما أن الطلب على الطاقة سيزداد بحسب دراسة وكالة الطاقة الدولية، حيث تشير الدراسات الى أن الطلب العالمي على النفط ارتفع بنسبة 9 % في السداسي الأول من السنة 2012 حيث أن الاستهلاك العالمي منه ارتفع من89.2 مليون برميل يوميا في نفس الفترة من سنة 2011 مقابل 90.0 مليون برميل يوميا وأن الأسواق الأربعة المستهلكة والمتحكمة في الطلب على النفط هي الصين والولايات المتحدة، أوروبا واليابان، حيث أن استهلاك الصين من البترول سيرتفع سنة 2012 بمقدار 0.4 مليون برميل يوميا ليصل الى ما قيمته 9.9 مليون برميل يوميا بما يعادل 50 %من إجمالي التوسع العالمي لاستهلاك البترول، وأن استهلاك أوروبا والولايات المتحدة سينخفض بقيمة 0.3 مليون برميل يوميا (في حدود 13.9مليون برميل يوميا) و 0.2 مليون برميل يوميا (في حدود 18.7مليون برميل يوميا)على التوالي[2](**International Energy Agency, Oil Market Report, www.oilmarketreport.org, 11 May 2012, P 4**) ،ومن المتوقع أيضا أن يصلإنتاج الشرق الأوسط و شمال أفريقيا إلى50 مليون برميل يوميا عام 2020 لتغطية هذا الطلب العالمي[3] **(زلوم عبد الحي وآخرون، ، ص 21.)** ، فحتى ستينيات القرن الماضي كانت الولايات المتحدة الأمريكية مستقلة تماما من حيث استهلاكها للبترول، وصارت حاليا تابعة في صادراتها بنسبة 50 %على بترول الشرق الأوسط، وأمريكا الوسطى ونيجريا[4] **(Walisiewicz Marek, Op.Cit (P 13**

- ✓ **هيكل الإنتاج و أسعار الطاقة :** من أجل الوقوف على الطلب العالمي من الطاقات التقليدية لابد من التطرق إلى هيكلة إنتاج هذه الأخيرة وأسعارها في السوق العالمية.
- ➢ **هيكل الإنتاج :** تشير الإحصاءات إلى وجود علاقة طردية بين معدل النمو الاقتصادي ومعدل الاستهلاك من الطاقة، فيلاحظ أن الدول الصناعية هي الأعلى في معدلات استهلاك الطاقة، ويعد معدل استهلاك الفرد الواحد من الطاقة مؤشرا رئيسيا لطبيعة التطور الاقتصادي ودرجة النمو، وكشفت الإحصاءات أنه بالرغم من توفر الموارد الاقتصادية الضخمة لدى الدول النامية (خاصة البترول والغاز) ورغم أن عدد سكان الدول النامية يزيد بأكثر من أربعة أضعاف عدد سكان الدول الصناعية المتقدمة الا أن استهلاك الطاقة في البلدان النامية لا يشكل الا جزءا صغيرا من استهلاك الطاقة في العالم [5]**(آل الشيخ حمد بن محمد، مرجع سابق، ص 98).**
- ➢ **أسعار الطاقة (النفط) :** إن ارتفاع أسعار البترول يؤدي إلى ترشيد الاستهلاك من ناحية ومن ناحية أخرى إحلال مصادر الوقود محل بعضها البعض INTER FUEL SUBSTITUTION والمقصود بترشيد الاستهلاك ليس فقط القضاء على الفاقد في استهلاك الطاقة ولكن إحلال عناصر إنتاج بأخرى في العملية الإنتاجية، إضافة لان التجهيزات الرأسمالية طويلة الأجل التي تحتاج الى طاقة يكون من الصعب التخلص منها قبل انتهاء عمرها الإنتاجي وتظل تستهلك نفس القدر من الطاقة، مثل هذه التجهيزات في المنازل والمكاتب وناطحات السحاب، مما يقلل من مرونة الطلب على الطاقة[1] **(مقلد رمضان محمد، عفاف عبد العزيز عايد، السيد محمد أحمد السريتي، مرجع سابق، ص 141) .**

- وهناك عاملان أساسيان يؤثران أيضا في الأسعار هما معدلات التضخم، ومعدل سعر الدولار. فمن المعروف أن النفط يسعر بالدولار، علما أنه كانت هناك محاولات لجعل التسعير بعملات أخرى كاليورو أو سلة عمالات لكنها لم تنجح، وظل الدولار عملة التسعير الوحيدة [2] **(المرجع نفسه، ص 50).**

--المضاربات في الأسواق النفطية، وهي ظاهرة بدأت تبرز في السنوات العشرين الأخيرة، تساهم بدورها في رفع أسعار البترول فالمتعامل ونفي هذه الأسواق لا يكترثون بالسعر الحقيقي بل بالصعود والهبوط للنفط في الأسواق المالية وذلك حتى يستطيعوا مواصلة عمليات البيع والشراء[3](**.زلوم عبد الحي وآخرون، مرجع سابق، ص 52.)**

- ومن العوامل الرئيسية الأخرى المؤثرة على أسعار النفط أيضا، المخزون النفطي الأمريكي وذلك بحكم ثقل أمريكا حيث يتم أسبوعيا إصدار تقريرين من جهتين رئيسيتين في الولايات المتحدة هما المعهد الأمريكي للبترول ووزارة الطاقة الأمريكية لتحديد مخزون النفط الخام والمشتقات النفطية والذي تتحدد بموجبها لأسعار. وكذلك تعتبر من مصلحة شركات النفط العالمية أن ترفع أسعار النفط فقد ثبت

أن جميع شركات النفط العالمية حققت خلالعام2005أرباحا خيالية غير مسبوقة في تاريخها وهذا الأمر ينعكس على دول تلك الشركات لكونها تدفع ضرائب على جزء كبير من أرباحها، وبالتالي فإن مصلحة تلك الشركات أن ترفع أسعار النفط، لاسيما كلما حان الوقت لتسعير و تثمين مخزوناتها [4] **(المرجع نفسه، ص 59).**

ثانيا : عرض الطاقة :

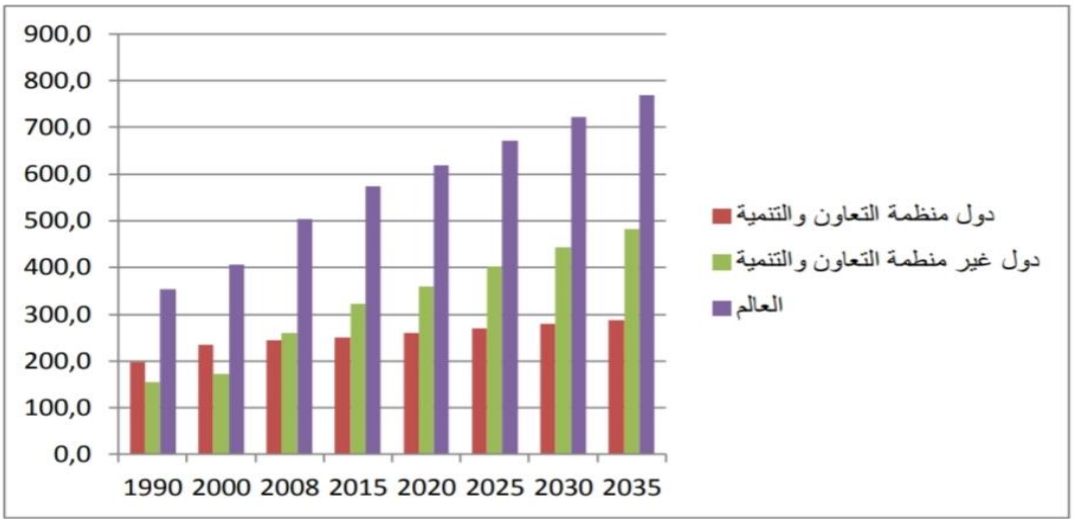
إن مصادر الطاقة الحالية كافية للوفاء بالطلب المتزايد خلال الثلاثين عاما القادمة، وبرغم ذلك ستحدث تغيرات عميقة في الموقع الجغرافي للقدرة الإنتاجية الإضافية، فبعد التنويع المكثف في سبعينات وثمانينات القرن الماضي، سوف يتحقق تركيز جديد للامدادات في مناطق قليلة من العالم مثل روسيا والشرق الأوسط ومنطقة بحر قزوين وغرب أفريقيا[5]**(فافنيك جان بيار، آفاق الاستثمار لشركات النفط الأجنبية: المخاطر والإمكانيات، النفط والغاز في الخليج العربي نحو ضمان الأمنالاقتصادي، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، ط1 ،أبوظبي، 8004 ،ص 881).** ويعتبر سوق الطاقة العالمي سوقا احتكاريا سواء من جانب الدول المالكة أو من طرف الشركات القابضة، و التي تتكتل في أشكال العديد من المنظمات والهيئات العالمية، نذكر منها:

منظمة الأوبك العالمية: لا شك أن منظمة الدول المصدرة للبترول و المعروفة بالأوبك OPEC و التي تكونت في شهر سبتمبر سنة 1960 من ثلاث عشرة دولة من الدول الرئيسية المصدرة للبترول (السعودية، العراق، الكويت، الإمارات، ليبيا، الجزائر، قطر، الإكوادور، الجابون، إندونيسيا، إيران، نيجيريا، فنزويلا.) قد حققت نجاحا كبيرا منذ ان أدركت قوتها الاحتكارية سنة 1973 واستطاعت أن ترفع سعر البترول خلال عشرة سنوات بمعدل100 % كل سنة تقريبا (من سعر سنة الأساس)، ومن الناحية الاقتصادية يطلق على هذه المنظمة اسم كارتل Cartel وهو لفظ يطلق على مجموعة المنتجين المحتكرين لإنتاج سلعة معينة عندما ينسقون سياستهم البيعية و السعرية بحيث يمنعون المنافسة بينهم ويعظمون الأرباح الكلية لمجموعة الأعضاء[6] **(مقلد رمضان محمد، عفاف عبد العزيز عايد، السيد محمد احمد السريتي، مرجع سابق، ص 141)**

- **وكالة الطاقة الدولية**: أنشئت منظمة الطاقة الدولية (International Energy Agency)عام 1974كرد فعل لسيطرة دول الأوبك على سوق البترول بشكل فعال في الفترة ما بين عامي 19701974 ، وتتكون المنظمة من 28 دولة من الدول الصناعية المستهلكة للبترول. وتركز المنظمة منذ نشأتها على ترشيد استهلاك الطاقة بهدف تخفيض الطلب على البترول وتقليل استيراده وتشجيع مصادر الطاقة البديلة، ومراجعة سياسات الطاقة في الدول الأعضاء من خلال العمل على إحلال مصادر الطاقة البديلة محل البترول والبحث عن البترول في مناطق خارج أراضي الدول الأعضاء في الأوبك، وزيادة المخزون الاستراتيجي من النفط لدى كل دولة عضو بحيث يعادل 90 يوما من الواردات البترولية الخاصة بكل دولة. و في عام 1977 أقرت دول منظمة الطاقة الدولية هدفا محددا يقضي بتخفيض الطلب على البترولإلى26 مليون برميل في اليوم بحدود1985 ،الأمر الذي يوضح الهدف الرئيسي للمنظمة وهو تخفيض حجم الطلب على البترول من دول الأوبك عن طريق الاكتشافات البترولية الجديدة فضلا على عمليات التخزين التي تقوم بها الدول لخام البترول، وقد بلغ المخزون في معظم دول المنظمة على الأرض أو فوق الماء على ظهر السفن حنو 6 مليارات برميل في الربع الثالث من سنة 1998[7] **(لطفي علي، الطاقة والتنمية في الدول العربية، بحوث ودراسات المنظمة العربية للتنمية الإدارية، جامعة الدول العربية، ط8 ،القاهرة، 2010 ، ص، 80-81) .**

وفيما يلي الشكل البياني ادناه يوضح توقعات وكالة الطاقة العالمية لنسب الاستهلاك المستقبلي من الطاقة، حيث من المتوقع أن يستهلك العالم ما يقارب 800 مليون مربع وحدة حرارية بريطانية أي ما قيمته 8.44044682× 10 جولفي حدود سنة 2035 ،وهو رقم ضخم مقارنة بالقدرات الاستيعابية للطاقات المتاحة حاليا.

الشكل البياني رقم 04 يوضح اتجاه الاستهلاك العالمي للطاقة من سنة 1990 الى غاية سنة 2035
(مليون مربع وحدة حرارية بريطانية Quadrillion BTU)



المصدر: وكالة الطاقة العالمية WWW .eia .gov

ثالثا : اتجاهات سوق الطاقة العالمية

جاء صعود نجم الصين وبدرجة أدنى الهند كقوتين اقتصاديتين هائلتين ليضيف لأبعاد سوق الطاقة بعدا جديدا، فخلال عقدي السبعينات والثمانينات، وقف النمو الاقتصادي المتسارع الذي حققته "النمور الآسيوية "وراء تصاعد معدلات الطلب على النفط والغاز والفحم من جانب بلدان آسيا النامية (باستثناء الصين) لينمو رغم ارتفاع أسعاره آنذاك من 1.7 مليون برميل يوميا عام 1973الى6.5مليون برميل يوميا خلال عقدين من الزمن، فعلى مدى العقدين المشار إليهما، ازداد استهلاك الصين من النفط من مليون واحد إلى ثلاث ملايين برميل يوميا، ومنذ مطلع عقد التسعينات تضاعف استهلاكها منه بفضل استمرار النمو الاقتصادي القوي فيها، وإلى جانب الاستخدامات الاقتصادية للطاقات الأولية يشهد قطاع النقل أيضا نموا متسارعا هو الآخر إذ يتوقع حجم مبيعات السيارات في الصين أن يتصاعد من قرابة مليوني سيارة سنة 2000الى120 مليون بحلول عام 2020 ،إذا كان هذا البلد سيحذو حذو الدول الآسيوية الأخرى في انتهاج أنماط مماثلة من السياسات ذات الصلة بقطاع النقل، فإن تنامي الطلب على الطاقات الأولية خاصة منها النفط في آسيا بما ينسجم مع النمو الاقتصادي سيتضاعف الى ما يزيد عن 30 مليون برميل في اليوم الواحد بحلول عام 2025 ،وعلى النحو ذاته فمن المتوقع أيضا أن يشهد استهلاك النفط و غيره من الطاقات الأحفورية ارتفاعا شديدا في مناطق أخرى من العالم النامي كأمريكا اللاتينية، و في الشرق الأوسط تحديدا، وخالفا لما تقدم فإن الطلب على الطاقات الأحفورية في الولايات المتحدة قد يتراجع عن المستويات التي كان عليها في الأعوام المنصرمة، فيحين أن معدل نموه مستقبلا سيشهد ارتفاعا طفيفا جدا في كل من الاتحاد الأوروبي واليابان، نظرا للضرائب العالية المفروضة على استهلاك المصادر الملوثة والسياسات الحكومية الرامية للترويج للاستخدام الأمثل لمصادر الطاقات التقليدية والسعي لإنتاج أنواع بديلة من وقود وسائط النقل [1] **(هيرمان فرانسين، ص 59 ،28)**

ويظهر الجدول الموالي العلاقة القوية بين نسب النمو الاقتصادي العالمي ومعدلات إنتاج الطاقة وهذا من خلال توقعات العرض العالمي من الطاقة حتى سنة 2035

الجدول رقم 05 يمثل توقعات العرض العالمي من الطاقة و أسعار الطاقات الأولية حتى سنة 2035
(مليون مربع وحدة حرارية بريطانية)

العرض و الأسعار	سنة 2008	التوقعـــــــــــات					
		سنة 2015		سنة 2025		سنة 2035	
		نمو اقتصاد	نمو اقتصاد	نمو اقتصاد	نمو اقتصاد	نمو اقتصادي	نمو اقتصاد

مرتفع	منخفض	مرتفع	منخفض	مرتفع	منخفض		
الإنتاج (العرض) العالمي من الطاقة							
13.69	13.51	13.39	12.83	12.42	12.40	10.51	النفط الخام
25.26	22.28	22.28	20.32	20.12	19.68	21.14	الغاز الطبيعي(الجاف)
27.08	23.54	23.54	22.81	23.60	22.96	23.86	الفحم
9.98	9.26	9.26	9.29	8.75	8.75	8.46	الطاقة النووية
3.03	2.97	2.97	2.97	3.00	2.94	2.46	الطاقة الكهرومائية
11.30	7.35	7.35	5.98	4.81	4.49	3.97	طاقة الكتلة الحرارية
4.65	2.57	2.57	2.45	4.12	2.33	1.17	طاقات متجددة
1.05	0.73	0.73	0.86	0.80	0.65	0.10	مصادر أخرى
الـــــــواردات							
22.28	16.65	16.65	18.01	20.77	18.76	21.39	النفط الخام
7.13	5.09	5.09	5.13	5.81	5.27	6.38	الوقود و مشتقات البترول
4.07	3.08	3.08	3.86	3.66	3.50	4.06	الغاز الطبيعي
1.42	0.91	0.91	0.97	0.79	0.78	0.96	واردات أخرى
34.90	25.72	25.72	27.98	31.04	28.31	32.79	المجموع
الصـــــــــادرات							
4.37	3.93	3.93	3.79	3.59	3.48	3.71	البترول
1.80	2.13	2.13	1.74	1.13	1.15	1.01	الغاز الطبيعي
0.82	0.77	0.77	1.12	1.49	1.49	2.07	الفحم
6.99	6.82	6.82	6.65	3.20	6.11	6.80	المجموع
الأسعار (دولار امريكي لسنة 2008 للوحدة)							
127.98	116.42	104.49	100.92	88.52	85.06	92.61	سعر النفط الخام المستورد(دولار للبرميل)
8.59	6.62	6.92	6.06	5.73	5.29	7.85	غاز الطبيعي للتدفئة(دولار للمليون وحدة حرارية بريطا
2.21	2.06	2.11	2.04	2.12	2.08	2.16	الفحم بالسعر المتوسط(دولار للمليون وحدة حرارية بريطانية)
10.9	9.3	9.8	9.0	9.1	8.6	9.8	متوسط أسعار الكهرباء(0.01 دولار كيلوواط/سا)

المصدر : U.S Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2010 with Projections to 2035, U.S Department of Energy, Washington, 2010, P 149

المبحث الثاني مصادر الطاقة المتجددة في العالم

المطلب الأول : مصادر الطاقة المتجددة و مجالات استخدامها .

✓ **مصادر الطاقة :**

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

أولا : الطاقة المستمدة من أشعة الشمس SOLAR ENERGY

تعرف الشمس على أنها كرة هائلة من الغازات الساخنة ، و بنسب الوزن يمثل فيها الهيدروجين ما نسبته 70% و الهليوم25 %والكربون والنيتروجينوالأكسجين1.5%لكل منهم، و يمثل باقي العناصر 0.5 %.تصل درجة حرارة الشمس إلى5000 درجة مئوية على السطح وحوالي15000 درجة مئوية في اللب (المركز)، ومتوسط المسافة بينها و بين الأرض ما مقداره.149.6 مليون كيلومتر يقطعها ضوء الشمس في ثماني دقائق ونصف، أما قطرها فيبلغ 1.4 مليون كيلومتر أي أنها اقرب من كوكب الأرض109 مرة، وهو ما يعني أن الشمس تتسع لحوالي مليون كوكب حجم الأرض[1] **(لخياط محمد مصطفى محمد، الطاقة: مصادرها، أنواعها، استخداماتها، منشورات وزارة الكهرباء والطاقة، القاهرة، 2006 ،ص 43) .**

و تمد الشمس الأرض بكميات ضخمة من الضوء والطاقة دون مقابل، فتدفئ طاقة الشمس الحرارية سطح الأرض والبحر والهواء. وطالما استخدم الناس الطاقة الحرارية المجانية المستمدة من الشمس سنجد أن العديد من دول العالم الفقيرة تتوفر فيها كميات كبيرة من الطاقة الشمسية، مما يعين أن بإمكان الناس في هذه الأقطار استخدام قدر هائل من الطاقة الحرارية المجانية [2]**(باربر نيكوال، ترجمة لجنة التعريب والترجمة بمكتبة العبيكان، الطاقة المتجددة: سلسلة ألفا العلمية، مكتبة العبيكان، ط 1 ،الرياض، 2002 ،ص10) ،** حيث أن مصدر الطاقة في كل من الغذاء والوقود يرجع إلى الطاقة الشمسية بواسطة التمثيل الضوئي في النبات، فبهذه الطريقة يتحد ثاني أكسيد الكربون ببخار الماء، مع وجود مادة الكلوروفيل الخضراء كحافز للحصول على الكربوهيدرات اللازمة لنمو النبات وإثماره، وليس أنواع الوقود الأحفورية من البترول والغاز إلا بقايا من المواد العضوية الأخرى التي تغذت بها، تراكمت منذ ملايين السنين وتحولت بفعل الحرارة والضغط في باطن الأرض إلى أنواعها ومركباتها الحالية[3] **(اتكين دونالد، ترجمة هشام محمود العجماوي، التحول إلى مستقبل الطاقة المتجددة: الكتاب الأبيض، تقرير المنظمة الدولية للطاقة الشمسية.2005ص، 16)** ويتم استغلال الطاقة الشمسية، إما عن طريق استخدام الحرارة الشمسية لتسخين ناقل ما للحرارة لكي تستهلك هذه الحرارة إما مباشرة أو من أجل تحويلها الى أشكال أخرى للطاقة و بالدرجة الأولى إلى طاقة كهربائية[4] **(كارتسيف فالديمير، خازانوفسكي بيوتر، ترجمة محمد غياث الزيات، آلاف السنين من الطاقة، سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للفنون والثقافة والآداب، رقم 187 ،عدد يوليو 1994 ،الكويت، ص 175.).**

والجدير بالذكر أيضا أن قيمة الطاقة المتجددة لا تقاس بعدد الكيلووات المنتج انما تقاس بالفوائد الاقتصادية الناتجة من الاستخدامات المباشرة و غيرالمباشرة للطاقة الشمسية والتطبيقات الأخرى لها لتلبية الاحتياجات الحرارية للفقير الغني على حد سواء في الدول النامية والمتطورة[5]**(اتكين دونالد، ترجمة هشام محمود العجماوي، مرجع سابق، ص 25)**

و يجعل الشكل الدائري للأرض ودوارنها حول الشمس أجزائها تتلقى مقادير متباينة من الأشعة الشمسية الحرارية، إذ تسقط أشعة الشمس بشكل شبه عمودي على المناطق الاستوائية والمدارية للأرض وبذلك تكون هذه المناطق أكثر تعرضا لأشعة الشمس وحرارتها من المناطق الشمالية والجنوبية والقطبين الشمالي والجنوبي لها، ويسقط ما مقداره 2500 كيلووات ساعة لكل كيلومتر مربع سنويا في المناطق الحارة من العالم ، كالقارة الأفريقية ومنطقة شبه الجزيرة العربية ة في أمريكا اللاتينية حيث أن كل متر مربع من سطح الشمس يبعث بطاقة إشعاعية قدرها 63.11ميغاوات مما ينبغي أن خمس كيلومتر مربع من مساحة سطح الشمس يبعث بطاقة إشعاعية تقدر بـ 400إكساجول سنويا، وهو ما يكفي لتلبية إجمالي الطلب العالمي على الطاقة الأولية في الأرض حاليا[6] **(Volker Quaschning, Understanding Renewable Energy Systems, Earthscan publications, UK, First published 2005, P 47).**

ثانيا: طاقة الرياح WIND ENERGY

إن استخدام الإنسان لطاقة الرياح ليس بالأمر الجديد، فقد فرضت الظروف الماضية التي عاش في ظلها ضرورة أن يلجأ إلى استخدام مصادر الطاقة المتوفرة في الطبيعة وإخضاعها لتلبية احتياجاته ضمن ظروف ومستويات التكنولوجيا السائدة في مختلف العصور[1] **(عياش سعود يوسف، مرجع سابق، ص 15)** ، فكان للرياح دور مهم وفعال في ازدهار الحضارات المختلفة ، حتى استخدمت في إدارة طواحين الهواء و تسيير السفن الشراعية عبر البحار و المحيطات، فظلت السفن الشراعية أسرع القطع البحرية حيث تمكن

الإنسان من اختراع الآلة البخارية. وإذا كان الحديث يدور في يومنا هذا عن طاقة الرياح فإن الإشارة غالبا ما تعين استعمال هذه الطاقة في توليد الكهرباء بواسطة التوربينات الضخمة ذات التكاليف والتكنولوجيا الفائقة[2] **(شحاتة حسن أحمد، التلوث البيئي ومخاطر الطاقة، مرجع سابق، ص 155).**

و تعتبر طاقة الرياح صورة غير مباشرة من صور الطاقة الشمسية، حيث أن حركة الهواء هي نتيجة لفرق الضغط في الغلاف الجوي، و يسبب فرق الضغط تحرك الهواء من منطقة ذات ضغط مرتفع إلى أخرى منخفضة الضغط وينشأ فرق الضغط نتيجة اختلاف التأثيرات الحرارية للشمس التي تتحكم في درجة حرارة الأرض و التي تكون السبب في حدوث الرياح. حيث يمكن لهبوب الرياح أن يولد طاقة أكثر كثافة مما تولده أشعة الشمس تقدر بـ 10 كيلووات/م ^{2} في العواصف الشديدة و ما مقداره 25 كيلو وات/م ^{2}عند هبوب الأعاصير، فيحين أن الحد الأقصى للطاقة الناتجة عن الإشعاع الشمسي تقدر بـ 1 كيلووات/م^2، هذا فيحين أن هبوب نسيم عليل بسرعة 5 متر في الثانية (18 كم في الساعة) من شأنه أن يولد ما مقداره 0.075 كيلووات/م . ^{3}(**Volker Quaschning, Op.Cit., P 181.).**

ثالثا: طاقة الكتلة الحيويةBIOMASS

يقصد بالكتلة الحيوية ما يتم تجميعه من المخلفات، مثل الأشجار الميتة، وفروع الأشجار وأوراقها، ومخلفات المحاصيل وقطع الخشب غيرها، حيث يمكن الاستفادة من المخلفات من خلال إجراءات إعادة التدوير Recycling أو إعادة الاستخدام RE-USE وهو ما يمكن أن يؤدي إلى تقليل حجم المخلفات والقمامة .ويقصد بتدوير المخلفات إعادة استخدامها لإنتاج منتجات أخرى أقل جودة من المنتج الأصلي، فيحين يقصد بإعادة الاستخدام مثال إعادة استخدام الزجاجات البلاستيكية للمياه المعدنية بعد تعقيمها.

ويعتبر توليد الطاقة الكهربائية والحرارية وإنتاج الوقود من طاقة الكتلة الحيوية تحديا كبيرا في نماذج تحويل الطاقة الحديثة، ومكسبا بيئيا يساهم في التقليل من انبعاث غازات ثاني أكسيد الكربون الدفيئة من خلال استغلال عملية تعفن هذه المخلفات الحيوية وكبح تأثيرها على الغلاف الجوي، وهذا باستخدامها كطاقة بديلة .حيث تحتوي طاقة الكتلة الحيوية على مكانة خاصة نظرا لأهميتها القصوى لحاضر ومستقبل الطاقة في الدول النامية والمتقدمة. فيعتمد حوالي 21 %من السكان على الكتلة الحيوية كالخشب، وبقايا المحاصيل والحيوانات للاستخدامات المنزلية وخصوصا كوقود للطهي. كما أن طاقة الكتلة الحيوية يمكن تحويلها إلى وقود صلب وسائل وغازي. فبدائل البنزين مثال من الممكن إنتاجها من الكتلة الحيوية بواسطة التخمر و التقطير، وعن طريق المعاملة الحرارية للخشب وبقايا المحاصيل الزراعية، ويمكن بغير ذلك من التفاعلات الكيميائية أيضا إنتاج الوقود من الكتلة الحيوية على نطاق صناعي واسع أو على نطاق محلي محدود[4] **(رمضان محمد رأفت إسماعيل، علي جمعان الشكيل، الطاقة المتجددة، دار الشروق، ط 1 ،بيروت، 1988، ص. 89 ،90)**

.

و هناك العديد من المناطق المختلفة لوقود الكتلة الحيوية التي تتراوح من الحطب التقليدي المستخدم في الطهي بالمناطق الريفية والذي يتم حرقه بطريقة بعيدة كل البعد عن الكفاءة، إلى الأنماط الحديثة والمتطورة للغاية .و يمكن للمخلفات الزراعية مثل روث الحيوانات Manureأن تستخدم كوقود حيوي، غري أنه بالمستطاع أيضا توليد الطاقة بالاعتماد على عملية التخمر Ferment ،وسيتم معاجلة أشكال توليد الطاقة من المخلفات ومن المحاصيل الزراعية بشيء من التفصيل في الفرع الثالث.

رابعا: الطاقة المائيةHydopower Energy

الماء من أعظم نعم الله عز وجل على خلقة، فالماء ضروري للحياة و لا غنى للإنسان والكائنات الأخرى عنه، قال تعالى **"وجعلنا من الماء كل شيء حي افلا يؤمنون" (سورة الأنبياءالآية30)** فالماء مركب كيميائي ناتج عن اتحاد ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين، ومن أهم خواصه أنه عديم اللون والطعم والرائحة،ويتجمد عند حرارة صفر مئوي ويغلي عند 100 درجة مئوية، وهو المركب الوحيد الذي يتواجد في الطبيعة في الحالة الصلبة والسائلة والغازية ويتحول من حالة لأخرى باكتساب أو فقدان كمية من الطاقة الحرارية، ويكون الماء71% من مساحة سطح الكرة الأرضية[5](**الخياط محمد مصطفى محمد، الطاقة: مصادرها، أنواعها، استخداماتها، مرجع سابق، ص 56).**

حيث تحتوي المياه المتحركة على مخزون ضخم من الطاقة الطبيعية سواء كانت المياه جزءا من نهر جار أو أمواجا في المحيط.، فالمساقط المائية ما هي إلا نتيجة لطبيعة التضاريس والتركيب الجيولوجي لسطح الأرض التي يمكن اعتبارها موردا طبيعيا ثابتا، وعليه تعتبر الطاقة المائية مصدرا من مصادر الطاقة المتجددة التقليدية حيث استعمل الإنسان الدواليب التي تدار بقوة الماء لرفع المياه للري و لإدارة العجلات والطواحين التي أنشأها على ضفاف الأنهار، إلا أن أهمية هذه الطواحين والدواليب كانت تقتصر على فترة جريان المياه في الأنهار، لذا فقد اقتصرت أهميتها على المناطق ذات الجريان الدائم وأصبحت الأنهار السريعة الدائمة الجريان هي من تحدد مواقع الصناعة، فقلت أهمية الطاقة المائية عند اختراع الآلة البخارية وخاصة في غرب أوروبا وأمريكا حيث الفحم وكثافة السكان ،ثم

استرجعت أهميتها بعد التطور العلمي والتكنولوجي واكتشاف المولدات الكهربائية والأسلاك المعدنية المقاومة للكهرباء مما أدى إلى تطورها واتساع نطاق استعمالها [6] **(الخفاف عبد علي، ثعبان كاظم خضير، مرجع سابق، ص 56).**

خامسا: طاقة المحيطات Ocean Energy

تغطي البحار و المحيطات مساحات واسعة جدا من سطح الكرة الأرضية، فبينما تبلغ مساحة اليابسة علىالأرض149 مليون كم [2] ، فإن البحار و المحيطات تغطي ما مساحته 361 مليون كم [2]، أي أكثر من ضعف مساحة اليابسة، ومعروف تاريخيا أن الإنسان استعمل ومازال يستعمل البحار و المحيطات سواء لإنتاج غذائه أو الانتقال من مكان لآخر. وهناك أشكال عديدة من الطاقة يستطيع الإنسان الحصول عليها من البحر، فهناك حركة المد والجزر والتي تؤدي إلى ارتفاع منسوب المياه على الشواطئ ثم انخفاضها ضمن حركة دورية تتكرر بشكل منتظم. وقد تمكن الإنسان من الاستفادة من هذه الظاهرة في أعمال الملاحة و اخبرا في توليد الطاقة الكهربائية . وكذلك استغلال الطاقة الحرارية في البحار و المحيطات لتوليد الطاقة الكهربائية أو إنتاج الهيدروجيني الذي بمكن استعماله كوقود لتوليد الطاقة النهائية. و قد يبدو غريبا أن نتكلم عن الطاقة الحرارية في البحار و المحيطات كون هذه الأخيرة لا ترتفع أكثر من 30 درجة مئوية على السطح في أي مكان من العالم، وبالرغم من أن درجة الحرارة في أعماق البحار و المحيطات لا ترتفع عن 5 درجات مئوية إلا أن فوارق درجة حرارة الماء ما بين السطح والقعر (الباطن) هو ما يسمح باستغلال التدرج الحراري من أجل توليد الطاقة الحرارية[1] **(عياش سعود يوسف، مرجع سابق، ص، 53-54)**، فعلى الرغم على أن هذا النوع من الطاقة غير مستغل بشكل جيد الآن رغم تأكيدات المختصين على إمكانية استغلالها ميدانيا وتكنولوجيا الا ن الاستثمارات المطلوبة لإنشاء محطة كهربائية واحدة تعمل على مصدر الطاقة الحرارية في البحار سيكلف مئات الملايين من الدولارات وهو ضعف ما سيكلفه إنشاء محطة تعمل بالطاقة النووية وبذات قدرة الإنتاج[2]**(المرجع نفسه ص 57).**

سادسا: طاقة الحرارة الجوفية أو حرارة باطن الأرضGeothermal Power

يرجع تاريخ وجود طاقة الحرارة الجوفية إلى زمن نشأة الأرض، حيث أن اسمها مشتق من كلمة**Geo**تعني أرض، أما **Thermal** فتعني حرارة، وبالتالي تعين كلمة **Géothermal** حرارة الأرض. فالطاقة الحرارية المختزنة في الطبقات الصخرية مصدرها التحلل الطبيعي للعناصر المشعة في القشرة الأرضية والحرارة الكامنة في الصخور المنصهرة الناتجة عن تحلل عناصر مثل اليورانيوم والبوتاسيوم وغريها من المواد المشعة [3] **(الخياط محمد مصطفى محمد، الطاقة: مصادرها، أنواعها، استخداماتها، مرجع سابق، ص 63)** ، وتعتبر الطاقة الجيوحرارية مصدر الطاقة المتجدد الوحيد غير طاقة المد والجزر التي تعتمد على الشمس كمصدرها الأول للطاقة، ويعتبر استخدام الطاقة الجيوحرارية عمليا أكثر في أماكن حيث تكون درجة حرارة الأرض عالية قريبا من السطح، وهذه غالبا ما تكون قريبة من مناطق نشطة جيولوجيا. وقد تم استغلال هذا المصدر من الطاقة بواسطة الإنسان قديما، عادة على شكل حمامات حرارية طبيعية، لكن البحث عن بدائل للوقود الأحفوري قاد إلى اهتمامات متجددة في النشاط الجيوحراري، حيث تستخدم الطاقة الحرارية الجوفية مباشرة لتوفير الحرارة للأبنية والعمليات الصناعية، ويف نهاية عام 2000 كانت القدرة الحرارية العظمى المركبة عالميا بالنسبة الى تطبيقات التدفئة غير الكهربائية أعلى من 15000 ميغاوات حرارية بحسب تقرير وكالة الطاقة الجيوحرارية عام [4]2005**(إيفانز ل. روبرت، ترجمة فيصل حردان ص، 175 ،.176).**

سابعا: مصادر أخرى للطاقة البديلة

بالإضافة إلى الطاقة الشمسية وطاقة الرياح و المحيطات وطاقة الكتلة الحيوية المتجددة والتي ترتبط جميعها في الأصل بالشمس زيادة على طاقة باطن الأرض وطاقة المياه هناك مصادر أخرى للطاقة المتجددة قد تكون حاليا قيد الاستعمال أو في مرحلة البحث والتجارب نذكر منها الطاقة النووية، طاقة التمثيل الضوئي في النباتات وما ينتج عنه من مواد يمكن استخدامها كمصادر للطاقة، وإمكانية إنتاج الوقود الحيوي من المخلفات والقمامة والهيدروجين باعتباره وقود المستقبل .

المطلب الثاني :واقع الطاقة المتجددة على الصعيد العالمي :

إن كفاءة الطاقة المسالة متعارف عليها كخيار أساسي في أيدي صناع السياسات ولكن الجهود الحالية ال تربو إلى مستوى تحقيق إمكاناتها الاقتصادية كاملة، وأعلنت العديد من الدول الرئيسية المستهلكة للطاقة عن تدابير جديدة إذ أعلنت الصين عن هدفها لتقليل كثافة الطاقة بنسبة16% عام 2015، بينما اعتمدت الواليات المتحدة معايير جديدة لترشيد استهلالك الوقود كما التزم الإتحاد الأوروبي بتقليص الطلب على الطاقة بنسبة20% بحلول عام2020 واعتزمت اليابان تخفيض استهلاكها من الكهرباء بنسبة10% بحلول عام2030 ، في سيناريو السياسات الجديدة، ستساعد تلك التدابير على الإسراع من وتيرة التقدم المخيبة للآمال لبطئها من

حيث كفاءة الطاقة عالميا على مدار العقد المنصرم، ولكن حتى هذه التدابير والسياسات الجديدة الأخرى، فإن نصيبا ملحوظا في إمكانية تحسين كفاءة الطاقة غير مستغل.

بالرغم من اختلاف الخطوات المحددة من بلد لآخر ومن قطاع لآخر، إلا أنه هناك مجالات يجب التعامل معها، يجب أن تصبح كفاءة الطاقة ظاهرة بوضوح وذلك من خلال تقوية قياس منافعها الاقتصادية والترويج لها، كما يجب تسليط المزيد من الضوء على كفاءة الطاقة حتى يتم إدماج قضايا الكفاءة في عملية اتخاذ القرار على مختلف المستويات في الحكومة والصناعة والمجتمع. على صناع السياسات أن يحسنوا من تيسير تكلفة كفاءة الطاقة وذلك من خلال خلق ودعم نماذج الأعمال والتمويل والحوافز لضمان حصول المستثمرين في كفاءة الطاقة على نصيب ملائم من الأرباح يمكن للحكومات أن تساعد في دفع التقنيات الكفاءة من حيث استهالكها للطاقة لتستخدم على نطاق واسع وذلك من خلال نشر خليط من التشريعات تثبط من المقاربات الأقل كفاءة وتحفز أكثرها كفاءة، إن أنشطة المتابعة ضرورية من أجل تحقيق وفورات الطاقة المتوقعة، يجب مراعاة وجود تزامن بين هذه الخطوات وبين استثمارات أكبر في حوكمة كفاءة الطاقة والقدرات الإدارية على كافة المستويات.[1]

(International Energy Agency, World Energy Outlook 2012, Arabic Translation, France, 2012, PP 2,3.)

يشهد العالم اليوم تزايدا ملحوظا في السياسات المهتمة بالطاقات المتجددة ويتضح هذا من خلال الاستراتيجيات والتشريعات واللوائح التنظيمية ذات الصلة بمجال الطاقات المتجددة، وقد بلغت مؤشرات ومساهمات الطاقات المتجددة مكانة مهمة في إجمالي الطاقة على الصعيد العالمي، وفي هذا الصدد تستثمر مبالغ ضخمة لتطوير البحث العلمي وتحقيق قفزة نوعية وكمية لمساهمة الطاقات المتجددة.

كما كان عدم استقرار الأسواق العالمية للطاقة نقطة تحول على الصعيد العالمي حيث تظهر التوقعات الحالية للاستهلاك العالمي للطاقة مواصلة ارتفاع الطلب و المعتمد في تلبيته بدرجة كبيرة على مصادر الطاقة التقليدية و خاصة البترول و الغاز الطبيعي جانب كبير من هذا الطلب يرتكز في الدول الصناعية في حيت تتركز منابع الإنتاج في منطقة الشرق الأوسط و هي منطقة مملوءة بالصراعات و انفجارها في أي لحظة يهدد استقرار الأسواق العالمية للطاقة ،و هو ما تم في سنة 1973 نظرا لما شهده العالم من تطور تمثل في الازمة النفطية التي تزامنت مع ارتفاع أسعار النفط من خلال الحرب العربية مع الكيان الصهيوني ثم أيضا خلال حرب الخليج و الغزو الأمريكي للعراق و التي كان لها تاثيرا بالغا لأسواق الطاقة العالمية و من ثم الإضرار بالاقتصاد العالمي .
و بالرغم من تزايد استخدام الطاقة فالحاصل انه للمرة الأولى في أربعة عقود ان انبعاثات الكربون الكوكبية المرتبطة باستهلاك الطاقة ظات مستقرة في عام 2014 بينما استمر الاقتصاد العالمي في النمو و هذا راجع جزئيا إلى زيادة إطلاق الطاقة المتجددة ثم إلى ماطرا من تحسينات على كفاءة الطاقة و كلا الأمرين شهد خطي متسارعة بصورة مشهودة في السنوات الأخيرة و لقد جاء تطور الطاقة المتجددة ليفوق جميع التوقعات ، حيث ان الطلب العالمي على المصدر المتجددة ظل يزداد كما حدث نفس الشيى بالنسبة للاستهلاك الطاقة و خاصة في البلدان النامية ، كذلك فقد ازدادت بدورها قدرة التشييد و الإنتاج من واقع جميع تكنولوجيات الطاقة المتجددة فيما شهد معظمها تخفيضات ملموسة من حيث التكاليف على الصعيد العالمي اجمع لدرجة ان وصل لحالة التساوي في بعض الأسواق و على النحو الموضح بصورة عامة في تقرير الحالة العالمية لمصادر الطاقة المتجددة فان أهداف الطاقة المتجددة و سياسات الدعم انتشرت على المستوى العالمي بحيث باتت تظهر حاليا في ما لايقل عن 165 بلدا و 145 بلدا على التوالي و بالمثل زادت تدابير كفاءة الطاقة على الصعيد العالمي فيما تناقصت بالتالي كثافة الطاقة العالمية بمعدل سنوي مركب يبلغ في المتوسط نحو 1.25 في المائة بين عامي 1990 و 2013 ،و معظم مناطق العالم استطاعت ان تحقق تحسينات من حيث الكثافة الاجمالية للطاقة خلال هذه الفترة ،فزيادة نشر مصادر الطاقة المتجددة يمكن ان تؤدي إلى الحد من كثافة الطاقة في بعض البلدان بمقدار 5الى 10 في المائة بحلول سنة 2030 بالمقارنة مع الأحوال المعتادة في هذا الخصوص و عندما يتم النظر بالتوازي في كفاءة الطاقة و إمكانية الطاقة المتجددة يمكن تخفيض مجموع الطلب العالمي على الطاقة بنسبة 25 بالمائة بحلول عام 2030 .

المطلب الثالث :الأهداف الاقتصادية للطاقة و خصائصها .

هناك عدة خصائص و أهداف اقتصادية نجدها وراء الطاقة ، يمكن دراستها فيما يلي .

اولا: خصائص الطاقة.

تختص الطاقة اقتصاديا بصفة عامة بمدى وفرة مواد الطاقة وعلاقتها بالنشاط الاقتصادي[1] (1)- Eden et al."**Energy Economics ". Cambridge University press. 1981 p , 51 -**) ،حيث تدرس إقتصاديات الطاقة أثر قوى السوق على الموارد المختلفة من مصادر الطاقة، كذلك تحدد العلاقة بين كل من إنتاج وإستهلاك الطاقة والمتغيرات الإقتصادية الكلية وتهتم إقتصاديات الطاقة بالطريقة التي تتغير بها تلك العلاقة عبر الزمن وبين مختلف الدول، [2] **(منى البرادعي، صفحة عن إقتصاديات البترول ، القاهرة 1999.)** ،وكذلك طريقة تأثيرها بالتغيرات في نفقة الطاقة والتغيرات التي تطرأ على وفرة عناصر الإنتاج الأخرى، وللطاقة عدد من الخصائص هي :

الطاقة ليست نوعا واحدا، وإنما تشمل العديد من الأشكال يمكن إحلالها محل بعضها البعض وذلك إذا توافر عدد من الشروط مثل وجود التكنولوجيا التي يقوم عليها الإحلال وكذلك تحمل تكاليف ذلك الإحلال.

- الطاقة لها مقومات الصناعة، فهي صناعة لها كل خصائص الصناعات الأخرى مثل صناعة الحديد والصلب أو صناعة النسيج، ولكن درج على تسميتها بالخدمة لإن الغالبية العظمى إن لم يكن كل المستخدمين للطاقة يستخدمونها في عملية وسيطة من أجل الحصول على خدمة من وراء إستخدامها، ولذلك سميت بالهدف من إستخدامها.

البترول يمثل صناعة عمليات البحث والتنقيب والتكرير للحصول على منتجات جديدة منه، وبذلك فإن البترول يمثل صناعة تمر بنفس المراحل التي تمر بها الصناعات الأخرى، وتستخدم فيها عوامل الإنتاج من عمل ورأس مال، كما أن محطات توليد الكهرباء تمثل مصانع الطاقة الأخرى وبذلك تكون الطاقة صناعة وليست خدمة .

ثانيا: الأهداف الاقتصادية للطاقة.

من بين أهم الأهداف الاقتصادية للطاقة:

- ✓ تخفيض كلفة الطاقة من أجل المجتمع أي على الصعيد الكمي البحث عن كيفية الحد من استهلاك الطاقة ضمن مستوى معيشي يرضي الجميع وعلى الصعيد الكيفي حصر إنتاجها بأقل تكلفة ممكنة.
- ✓ تأمين ضمانات كافية لتوفير الطاقة، وذلك بعدم حصر الاهتمام بمصدر واحد وإنما بتنويع المصادر المستعملة وبالتالي الإهتمام بالأبحاث المتعلقة بها.
- ✓ تحسين هيكلة الميزان التجاري بقيمة إنتاج الطاقة إنطلاقا من المصادر الأولية المتوفرة وطنيا وعالميا.
- ✓ حمايةالبيئة وتحسينها .

وهذه الأهداف ليست متعلقة ببعضها البعض، وهي أحيانا متناقضة فالحد من كلفة الإنتاج لا يعني الحد من عجز الميزان التجاري، والرغبة بتوفير الطاقة يمكن أن تساهم في الحد من تلوث حينا وفي زيادة أخطاره حينا آخر .

يفترض كل ذلك تعين الإختيارات وتحديد سلم الأولويات ذلك أن المسالة ليست ذات طابع تكنولوجي بحت أو اقتصادي، وإنما تختلف معطياتها تبعا لإختلاف الدول، فالبلاد العربية تتميز بالغنى في مصادر البترول، لكنها تعاني من جهة أخرى من مشاكل في التسويق والتصنيع والتنمية وتجدر الإشارة هنا إلى أن الاتجاهات في أبحاث الطاقة المتبعة في بلاد أخرى كالولايات المتحدة والدول الأوروبية، لا تنسجم بالضرورة مع ضرورات المنطقة العربية بأسرها.

إن سياسة الطاقة هي قبل كل شيء إختيار لنوع المدينة المطلوبة محددة نوع من الوعي الجماعي وينعكس على المجتمع بكامله، لكن هناك إختلافا أساسيا في هذا الوعي تبعا للدول المعنية ودرجة التصنيع والتقدم العلمي فيها، فهناك مجتمعات يزداد استهلاك الطاقة فيها بنسبة معتبرة سنويا حيث يستمر الإنسان في تبذير الطاقة، وتدل الدراسات على أن إستهلاك الإنسان للطاقة سوف يتضاعف كما تم توضيحه في غضون السنوات القليلة القادمة عما هو عليه الآن وذلك من أجل رفاهيته وراحته.

وقد أثبتت أخيرا مجموعة من خبراء الأقتصاد انه إذا اتخذ الإنسان إحتياطات جدية في الاقتصاد المتعلق بالطاقة وإذا عمل على تنمية موارده الطبيعية وإذا نوع مصادر تموينه بالطاقة يصبح بإمكانه الإستغناء عن المفاعلات النووية.

والإحتمال الأخر هو الحد من الإسراف في الطاقة، حينما تصبح الزيادة في الإستهلاك لا تتعدى20% سنويا، ويصبح بالإمكان إسترجاع قسم كبير من الحريرات الضائعة في القطاع الصناعي

[1] **(عمر شريف، استخدام الطاقات المتجددة ودورها في التنمية المستدامة، دراسة حالة الطاقة الشمسية الجزائر، رسالة دكتوراه ، جامعة الحاج لخضر، سنة2007 ، ص 39ص 40)**

خلاصة الفصل الأول:

بناءا على الدراسة السابقة و التي أعطت صورة شاملة على الطاقة التقليدية و المتجددة ، حيث تم التطلع على إنتاج و إستهلاك و إحتياطي الطاقة التقليدية و تعريفها وكذلك التعرف على مختلف مصادر الطاقة من غاز طبيعي و فحم حجري و بترول بالنسبة للطاقة التقليدية و شمسية و ريحية ونووية و جوفية ... بالنسبة للطاقة المتجددة و البديلة.

و منه الطاقة ليست نوعا واحدا ، و إنما تشمل العديد من الإشكال يمكن إحلالها محل بعضها البعض وذلك إذا توافر عدد من الشروط مثل وجود التكنولوجيا التي يقوم عليها الإحلال و كذلك تحمل تكاليف ذلك الإحلال . و نرى أيضا زيادة الإنتاج و الاستهلاك العالمي من الطاقة خاصة التقليدية منها في الوقت نفسه الذي تنخفض فيه إحتياطيات هذه الطاقة من فترة إلى أخرى . وكذلك وهي تختلف عن بعضها البعض من ناحية طاقة تقليدية ناضبة و ملوثة للطبيعة وطاقة متجددة ونظيفة.

أما بالنسبة لأهمية و دور إستخدام الطاقة فهي تعتبر بطبيعة الحال المفتاح الرئيسي لنمو الحضارات على إمتداد الحقبات التاريخية ، وهي الوسيلة التي يعتمد ها الإنسان لتحقيق عالم أفضل.

الفصل الثاني :اقتصاديات الطاقة الشمسية و مكانتها ضمن التبادلات التجارية العالمية :

الطاقة الشمسية تعتبر المصدر الرئيسي للطاقة في كوكب الأرض ومنها تجزأت مصادر الطاقة الأخرى ، وقد استفاد الإنسان منذ القدم من طاقة الإشعاع الشمسي مباشرة في تطبيقات عديدة كتجفيف المحاصيل الزراعية وتدفئة المنازل كما استخدمها في مجالات أخرى وردت في كتب العلوم التاريخية، وتطورت تلك الاستخدامات وتعددت أنواعها على مر العصور ، و في الوقت الراهن أصبح التوجه نحو استغلال الطاقة الشمسية ضرورة حتمية، ولكون الطاقة الشمسية هي أهم مصادر الطاقة المتجددة فإن الكثير من الدول تتوجه نحوها بمختلف صورها وترصد لها إمكانيات مادية و بشرية لتطوير تقنياتها وإجراء البحوث الخاصة باستغلالها كإحدى أهم مصادر الطاقات البديلة للنفط والغاز.

ولقد أحصت بعض الدراسات في مجال تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء وهذا المصدر من الطاقة هو أهم مصدر للدول النامية في التطور، حيث أصبح توفير الطاقة الكهربائية من أهم العوامل الرئيسية ، وكذا يحظى باهتمام بالغ من قبل الدول الصناعية وهذا لضمان استمرار إمداداتها من الطاقة و لتلبية احتياجاتها المتنامية. وقد أثبتت التجارب والتطبيقات العلمية والعملية إمكانية استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء على نطاق تجاري، بل فتحت إمكانيات واسعة لتصديرها، بينما تبقى تنافسيتها مع الطاقات التقليدية محل نقاش ولهذا سنتناول في هذا الفصل في ثالث مباحث على التوالي بعد إلقاء نظرة عامة حول مفهوم واستخدامات الطاقة الشمسية، كل من الجدوى الاقتصادية للاستغلال الطاقة الشمسية ،. بالإضافة إلى السوق العالمي للطاقة الشمسية .

المبحث الأول : نظرة عامة حول مفهوم و استخدامات الطاقة الشمسية .

المطلب الأول : مفهوم الطاقة الشمسية و تطورها التاريخي .

تصل إلى الأرض طاقة كبيرة جدا من الشمس، وكل مصادر الطاقة الأخرى الموجودة لا تقارن بها لأنها كميات صغيرة جدا بالمقارنة بما تمدنا به الشمس، واستغلال الإنسان للطاقة الشمسية مر بمراحل وتطورات عديدة، ويمكن تبيين مفهوم الطاقة الشمسية والتطور التاريخي لاستخدامها فيما يلي:

أولا: مفهوم الطاقة الشمسية.

الشمس هي الكوكب أو نجم، حجمها يساوي أكثر من مليون مرة حجم الأرض، موجودة على مسافة تناهز150 مليون كلم على الأرض، أي ما يوازي400 ضعف المسافة بين الأرض والقمر، أو على مسافة17 سنة من الطيران المتواصل بواسطة أسرع طائرة ركاب، ويبلغ قطرها ما يقرب 1392400 كلم أي109 أضعاف قطر الأرض، ويستخلص من ذلك أن الشمس لو كانت مجوفة ألمكنها أن تستوعب في باطنها الأرض والقمر قطرهما يساوي3476 كلم أو بالأحرى مليون جسم بحجم الكرة الأرضية، وكتلتها تربو على 300000 ضعف كتلة الأرض، ولمثل هذه الكتلة الهائلة من المادة قوة جاذبية نادرة الوجود،28 ضعف جاذبية الأرض، وتعتبر الشمس نجما من نوع خاص فهي تشغل مركز نظامنا الشمسي وتسيطر عليه بقوة جاذبيتها، ولقربها من الأرض وتأثيرها عليها أصبحت محورا لدراسات علم الفلك والفيزياء الفلكية فالشمس ليست كتلة مادية صلبة وملساء كما تبدو لنا بل هي كتلة ضخمة من الغاز الملتهب، وال توجد على سطحها ال بحر وال ارض وال كائنات حية، والغازات التي تتكون منها الشمس مجتمعة حول مركزها بوضع التناظر الكروي وهي في حالة غليان دائم.

والشمس هي كتلة من الغازات المتوهجة تشدها إلى المركز جاذبية قوية ودرجة الحرارة على سطح الشمس هي6000 درجة مئوية لكنها بالمركز حوالي13000000 درجة مئوية، والشمس هي المصدر الأساسي للضوء والحرارة على الأرض وتتولد هذه الطاقة في

مركز نتيجة للتفاعلات النووية الحرارية يتحول فيها الهيدروجين إلى هيليوم وتنطلق منها كميات هائلة من الحرارة، وتخسر الشمس من كتلتها نتيجة هذه التفاعلات النووية وستستمر على مدى مئات الماليين من السنين قبل أن يستهلك هيدروجين الشمس وتبدأ في البرودة، وينبعث من الشمس حاليا كميات هائلة من الطاقة الحرارية بحيث أنه لو أحيطت الشمس بغلاف جليدي سمكه كيلومتر للانصهار في حوالي90 دقيقة .[1] **(عيسى محمد الجوخي، مصادر الطاقة، مكتبة المجتمع العربي للنشر، عمان،2006، ص37-40.**

وتمد الشمس الأرض بكميات ضخمة من الضوء والطاقة دون مقابل، فتدفئ طاقة الشمس الحرارية سطح الأرض والبحر والهواء، وطالما استخدم الناس الطاقة الحرارية المجانية المستمدة من الشمس و تتميز العديد من دول العالم الفقيرة بتوافر كميات كبيرة من الطاقة الشمسية، مما يعني أن بإمكان الناس في هذه الإطار استخدام قدر هائل من الطاقة الحرارية المجانية، حيث أن مصدر الطاقة في كل من الغذاء والوقود يرجع إلى الطاقة الشمسية بواسطة التمثيل الضوئي في النبات، وليست أنواع الطاقة التقليدية من البترول والغاز لبقايا من المواد العضوية الأخرى التي تغذت بها، وتراكمت منذ ماليين السنين وتحولت بفعل الحرارة والضغط في باطن الأرض إلى أنواعها ومركباتها الحالية [2] **(زواوية أحالم، مرجع سبق ذكره، ص126.) .**

وتصل إجمالي الطاقة الشمسية التي يقوم الغلاف الجوي والمحيطات والكتل الأرضية بامتصاصها إلى حوالي3850000 كونتليون جول في العام، وفي عام2002 زادت كمية الطاقة التي يتم امتصاصها في ساعة واحدة عن كمية الطاقة التي يتم استخدامها في العالم في عام واحد، يستهلك التمثيل الضوئي حوالي3000 كونتليون جول من الطاقة [3] **(هاني عبد القادر، مرجع سبق ذكره، ص97).**

ثانيا: تعريف الطاقة الشمسية

الطاقة الشمسية هي جزء من الأشعة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض بعد تصنيفها من خلال الغلاف الجوي للأرض، في شكل من أشكال الطاقة الحرارية والضوئية، وفي مجال الطاقة المقصود من هذا المصطلح (طاقة شمسية)وبشكل وثيق تلك الطاقة التي يتم استغلالها من قبل الإنسان للإضاءة) كالنوافذ(، والتدفئة)الطاقة الشمسية الحرارية، وسخانات المياه بالطاقة الشمسية والأفران الشمسية(، أو لتوليد الكهرباء)ألواح الخلايا الشمسية الفوتوفولطية، والمحطات الطاقة الحرارية الشمسية[1] **(Francois Vuille et Autres, Comprendre la Transition Energétique : 100 Questions Brulantes 100 Réponses la Tete Froide, Presses Polytechnique et Universitaires Romandes, Lausanne, Suisse, 2015, P217)**

وإذا نظرنا إلى مقطع من الشمس، يظهر لب الشمس وهو المنطقة التي يتحول فيها الهيدروجين إلى هيليوم، حيث يعمل فرق درجات الحرارة بين اللب والسطح إلى طرد الطاقة الناتجة نحو السطح لتخرج في شكل إشعاع)ضوء(، وذلك من منطقة الإشعاع » « Radiation Zone، في الجزء الخارجي من الشمس توجد منطقة الحمل« Convection Zone » والتي يعلوها الغالف الضوئي وهو الجزء الذي نراه من على كوكب األرض، ويبلغ سمكه مئات الكيلومترات ويصدر عنه طاقة في شكل أشعة مرئية **(2محمد مصطفى محمد الخياط، الطاقة مصادرها انواعها و استخداماتها، مرجع سبق ذكره، ص 43).**

وتسقط أشعة الشمس بشكل شبه عمودي على المناطق الاستوائية والمدارية للأرض وبذلك تكون هذه المناطق أكثر عرضة لأشعة الشمس وحرارتها من المناطق الشمالية والجنوبية والقطبين الشمالي والجنوبي لها، ويسقط ما مقداره2500 كيلواط ساعة لكل كيلومتر مربع سنويا في المناطق الحارة من العالم كالقارة الإفريقية ومنطقة شبه الجزيرة العربية وفي أمريكا اللاتينية، حيث أن كل متر مربع من سطح الشمس يبعث بطاقة إشعاعية قدرها63,11 ميغاواط مما يعني أن خمس كيلومتر مربع من مساحة سطح الشمس يبعث بطاقة إشعاعية تقدر ب400 إكسا جول **(3زواوية أحالم، مرجع سبق ذكره، ص127).**

يشير مصطلح الطاقة الشمسية عادة إلى الاستعمال المباشر لأشعة الشمس للتزود بالطاقة التي تغطي احتياجات الناس،[4] **(إدوارد جي تاربوك وآخرون، الأرض مقدمة في الجيولوجيا الفيزيائية، سلسلة الكتب الجامعية المترجمة، العلوم الأساسية، دار العبيكان للنشر، الرياض،2014 ، ص653).**

وتعتبر الطاقة الشمسية أهم طاقة في كوكب الأرض، وتنتقل تلك الطاقة على شكل موجات كهرومغناطيسية تسير بسرعة هائلة تبلغ 200 ألف كلم في الثانية ويمكن تقسيم تلك الموجات إلى:[1] **(1عبد هلال بن عبد الرحمن البريدي، التنمية المستدامة- مدخل تكاملي لمفاهيم الاستدامة وتطبيقاتها مع التركيز على العالم العربي-، دار العبيكان للنشر، الرياض،2015 ، ص103.)**

1. أشعة فوق البنفسجية: وهي ذات طاقة عالية وهي مضرة بل مهلكة للحياة وتمثل6-7% من الإشعاعات الشمسية وتتراوح أطوال موجاتها من10 إلى400 نانومتر2 (أشعة ضوئية) :مرئية وهي ضرورية جدا لعملية التمثيل الضوئي، وتشمل حزمة من الأشعة، وهي الأشعة البنفسجية والزرقاء والخضراء والصفراء والبرتقالية والحمراء وتمثل قرابة42% من الإشعاعات الشمسية وتتراوح أطوال موجاتها من400 إلى700 نانومتر.

3. أشعة تحت الحمراء: هي ضرورية لتسخين الغلاف الجوي وسطح الأرض وتحريك الرياح وتبخير الماء، وتمثل51% تقريبا من الإشعاعات الشمسية، وتتراوح أطوالها من700 نانومتر إلى ملم.
وتعرف الطاقة الشمسية على أنها أكثر مصادر الطاقة توافرا، وهي أساس صناعة الطاقة المتجددة الأسرع نموا في العالم، فمن المتوقع أيضا أن تصبح الطاقة الشمسية منافسة للفحم، وثمة اثنان من تقنيات الطاقة الشمسية الرئيسية، أشهرها تستخدم أنظمة فولتوضوئية تقوم بتحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلى كهرباء بمعدلات كفاءة تتراوح من12 إلى18 %، وفي المقابل تستخدم نباتات التمثيل الضوئي ضوء الشمس بصورة طبيعية بمعدل كفاءة1% وفي نظام بديل حيث الطاقة الشمسية المركزة تستخدم المرايا لتركيز أشعة الشمس على السوائل لتوليد البخار اللازم لتشغيل التوربينات التقليدية، بينما تعد الطاقة الشمسية المركزة أقل تكلفة وتمتاز بالاحتمال الأكبر.[2]**(الكتاب السنوي،2010 برنامج الأمم المتحدة للبيئة(UNEP) ، التقرير السنوي السابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة2010، ص56).**

وتعرف أيضا على أنها من اكبر مصادر الطاقة وفرة على سطح الأرض ومع ذلك ال تزال استخداماتها قليلة جدا، وتتلقى الأرض من الشمس في كل ثانية طاقة تعادل ما ينتج عن حرق5 ماليين طن من الفحم، وتعتبر الشمس أصل معظم مصادر الطاقة، فبفضل الشمس تتبخر مياه المحيطات وبسبب فروق الحرارة تهب الرياح التي تحرك الغيوم لتتساقط الأمطار وتغذي الأنهار، أما النباتات فهي تختزن الطاقة الشمسية ثم تطمر في باطن الأرض ونتيجة التسخين البطيء والضغط تحولت هذه النباتات إلى فحم ونفط ويتوقع العلماء أن تستمر الشمس في إطلاق الطاقة لمدة5 باليين سنة قادمة.[1]**(عبد هللا الدبوبي آخرون، مرجع سبق ذكره، ص ص151 ،152).**

كما عرفت بأنها: طاقة يتم الحصول عليها من ضوء الشمس، والضوء من الشمس قد يستعمل لتوليد الطاقة الكهربائية، وتزويد النباتات بالتدفئة والتبريد ولتسخين الماء، وقد استعملت الطاقة الشمسية آلالف السنين وبطرق أخرى أيضا، معظم الحياة على الأرض لا يمكن أن توجد بدون شمس، 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.
وبطريقة مباشرة أو غير مباشرة فإن الشمس مسؤولة تقريبا عن كل مصادر الطاقة الموجودة على الأرض، فجميع الفحم والنفط والغاز الطبيعي قد أنتجت بسبب تحلل النباتات قبل ماليين السنين، وبعبارة أخرى فإن الوقود الاحفوري الأساسي المستعمل اليوم هو في الواقع يخزن الطاقة الشمسية.

إن حرارة الشمس تحرك الرياح أيضا والتي هي مصدر آخر للطاقة المتجددة، إن مصادر الطاقة الوحيدة التي ال تأتي من حرارة الشمس هي الحرارة التي تنتج من الانحلال الإشعاعي لقلب الأرض، وكذلك المد والجزر في المحيطات والذي يتأثر بقوة بجاذبية القمر.[2]**(سمير سعدون مصطفى وآخرون، الطاقة البديلة، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن،2011 ، ص135).**

تتمثل الطاقة الشمسية في إنتاج الحرارة الكامنة في أشعة الشمس، وهناك عدة طرق لاستغلال الطاقة الشمسية بفعالية، يمكن تصنيفها إلى التطبيقات الحرارية وإنتاج الكهرباء والعمليات الكيميائية، وتعتبر التطبيقات الحرارية في مجال تسخين المياه الأوسع استعمالا، ويتزايد توليد الكهرباء حاليا بواسطة النظم الفوتوفولطية والتكنولوجيات الحرارية الشمسية، إذ تتركز على تحويل أشعة الشمس إلى كهرباء باستعمال لوحات شمسية. تكمن فوائد الخلايا الضوئية الفولتية في قدرتها على تحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلى كهرباء وفي سهولة استعمالها، ما يجعلها قابلة للاستعمال خصوصا في البلدان النامية حيث تنعدم المولدات الكهربائية الضخمة، وقد أشار تقرير منظمة غرين بيس(Green Peace) في7 أكتوبر لعام2005 بعنوان "الطاقة الحرارية الشمسية المركزة" إلى أن الطاقة الشمسية كفيلة بتأمين الكهرباء النظيفة في غضون عقدين الأكثر من100 مليون شخص في المناطق الأكثر تعرضا للشمس في العالم وتشجع غرين بيس صانعي القرار على دعم هذه الصناعة المستدامة الحديثة والاستثمار في هذه التكنولوجيا الجديدة.[1]**(مؤتمر الطاقة العربي العاشر2014، فرص ترشيد استهلاك الطاقة في الدول العربية، مرجع سبق ذكره، ص ص41،40).**

كما يقصد بالطاقة الشمسية، الضوء المنبعث والحرارة الناتجة عن الشمس اللذان قام الإنسان بتسخيرهما لمصلحته منذ العصور القديمة باستخدام مجموعة من وسائل التكنولوجيا التي تتطور باستمرار، تعزي معظم مصادر الطاقة المتجددة المتوافرة على سطح ألارض إلى الإشعاعات الشمسية بالإضافة إلى مصادر الطاقة الثانوية، مثل طاقة الرياح وطاقة الأمواج والطاقة الكهرومائية والكتلة الحيوية.

من الأهمية هنا أن نذكر أنه لم يتم استخدام سوى جزء صغير من الطاقة الشمسية المتوافرة في حياتنا، يتم توليد طاقة كهربائية من الطاقة الشمسية بواسطة محركات حرارية أو محولات فولتوضوئية، ومن التطبيقات التي تتم باستخدام الطاقة الشمسية نظم التسخين والتبريد خلال التصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية، والماء الصالح للشرب خلال التقطير والتطهير، واستغلال ضوء النهار، والماء الساخن، والطاقة الحرارية في الطهي، ودرجات الحرارة المرتفعة في أغراض صناعية، تتسم وسائل التكنولوجيا التي تعتمد الطاقة الشمسية بشكل عام بأنها إما أن تكون نظم طاقة شمسية سلبية أو نظم طاقة شمسية ايجابية وفقا للطريقة التي يتم استغلالها وتحويل وتوزيع ضوء الشمس من خلالها، وتشمل التقنيات التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية الايجابية استخدام اللوحات الفولتوضوئية والمجتمع الحراري الشمسي، مع المعدات الميكانيكية والكهربية، لتحويل ضوء الشمس إلى مصادر أخرى مفيدة للطاقة. هذا، في حين تتضمن التقنيات التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية السلبية توجيه أحد المباني ناحية الشمس واختيار المواد ذات الكتلة الحرارية المناسبة أو خصائص تشتيت الأشعة الضوئية، وتصميم المساحات التي تعمل على تدوير الهواء بصورة طبيعية.[2] **(هاني عبد القادر، مركز سبق ذكره، ص 96).**

ثالثا: التطور التاريخي لاستخدام الطاقة الشمسية:

الطاقة الشمسية طاقة قديمة الاستعمال ترجع إلى ما قبل الميلاد حينما استخدم أرخميدس المرايا المجمعة لتركيز أشعة الشمس على أشرعة السفن الرومانية لتشتعل فيها النيران وتحترف في حرب قرطاجة الثانية.[1]**(عبد هلال الدبوبي وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 152)**

واستفاد الإنسان من آلاف السنين من الطاقة الشمسية في التسخين، فقد استخدم الإغريق المرايا لتركيز أشعة الشمس لإشعال النيران، وفي العصور الحديثة يتم استخدام السخانات الشمسية لتسخين المياه في المنازل، كذلك تستخدم أساليب متقدمة للاستفادة من حرارة الشمس لتبخير المياه حتى تنطلق الدارة توربينات لتوليد الكهرباء. وفي عام1839 اكتشف ادموند نيكوريل الظاهرة الكهروضوئية حيث تنطلق الالكترونات من أسطح المعادن عندما يسقط عليها ضوء بتردد معين، تستخدم تلك الظاهرة الآن في تصنيع الخلايا الكهروضوئية من شرائح السيلكون لتوليد الكهرباء مباشرة من ضوء الشمس، لكن ال تستطيع تلك الخلايا تحويل كل الطاقة الكامنة في أشعة الشمس الساقطة عليها إلى طاقة كهربائية.[2]**(حاتم الرافعي، مرجع سبق ذكره، ص132 ،133)**، وقد أتاح هذا الاكتشاف إمكانية تخزين الطاقة الشمسية في خاليا، ثم تحويلها إلى طاقة كهربائية، ولكن كان البد من الانتظار مئة سنة أخرى حتى يطور العلماء خاليا شمسية تستطيع إنتاج كميات من الطاقة ويمكن الاستفادة منها.[3] **(بول أ. كوباسا، موسوعة الاختراعات والاكتشافات: الهندسة وفن العمارة، ترجمة خليل يوسف سمير، دار العبيكان، السعودية،2016 ، ص43).**

كما استخدمت الطاقة الشمسية خلال القرن العشرين حيث شهد هذا القرن أكبر حركة تطور في تطبيقات الطاقة الشمسية وصنعت ماكينة البخار الشمسية. ففي عام1912 جرت أولى محاولات بناء محطة شمسية بالقاهرة بالاعتماد على مئات المرايا القابلة للتحرك وذلك لتركيز أشعة الشمس وإنتاج قوة قدرها100 حصان، وقد فتحت هذه التجربة أفاق جديدة في ميدان استغلال الطاقة الشمسية، ثم بدأ ظهور المساكن الشمسية الأولى والتي لم تكن تستند إلى قيم جمالية معينة بقدر ما كانت معنية بصفة مباشرة بتطبيقات الطاقة الشمسية نفسها، وتتالت بعدها العديد من المؤتمرات والاتفاقيات الخاصة بالطاقة المتجددة ، كما نلاحظ أن الطاقة الشمسية قد احتلت مكان الصدارة في اهتمامات العلماء مقارنة بباقي المصادر، فأصبحت تمثل عنصرا ثابتا في مخططات الطاقة لمعظم دول العالم.

المطلب الثاني: أهمية الطاقة الشمسية و انواعها.

تتعدى أهمية الطاقة الشمسية كونها مصدر النور على الأرض، فهي تلعب أدوار بالغة الأهمية بداية من الضوء الذي تستفيد منه كل الكائنات من نبات وحيوان وإنسان، مرورا كونها مصدرا أساسيا لتكون جميع الطاقات التقليدية منها والمتجددة، و وصوال إلى استخداماتها الحديثة التي توصل إليها عن طريق تطوير تكنولوجيات وتقنيات ونظم حديثة للطاقة.

اولا: أهمية الطاقة الشمسية.

للطاقة الشمسية أهمية بالغة تنعكس على جميع جوانب حياة الإنسان سواء الاقتصادية أو الاجتماعية أو البيئية منها، ويمكن أن نذكر من بين النقاط التي تكسب الطاقة الشمسية أهميتها فيما يلي:

الطاقة الشمسية طاقة هائلة من حيث مخزونها وكميتها، من حيث مخزونها إن الشمس منبع لا ينتهي من الطاقة، ومن حيث كميتها إن ما يصل إلى الأرض من الأشعة الشمسية يعادل عدة أضعاف احتياج البشرية من الطاقة؛ تعد الطاقة الشمسية عملية من ناحية استخدامها، فهي قابلة للتحول إلى أنواع أخرى من الطاقة كالطاقة الحرارية والميكانيكية والكهربائية؛ تعد هذه الطاقة لا مثيل لها في بعض الاستخدامات الخاصة فيما يتعلق بحياة الإنسان والنبات كالمشاريع الضخمة التي تعتمد على تبخير كميات هائلة من المياه وعمليات التركيب الضوئي ؛ تعد هذه الطاقة مصدرا نظيفا للطاقة من حيث تأثيرها على البيئة وغير خطرة الاستعمال.

وتأتي أهمية الطاقة الشمسية من اعتبارها أهم مصادر الطاقة المتجددة خلال القرن الحالي، ألن الطاقة التقليدية)الاحفورية (مهددة بالنضوب، وكذلك بما خلفته من آثار كارثية على بيئة الأرض من تلوث وارتفاع في درجة حرارة الأرض، والتي سببت تغيرات

مناخية في جو الأرض، لذلك فإن جهود كثير من الدول تتوجه نحو استثمار الطاقة الشمسية، وترصد لها المبالغ اللازمة لتطوير المنتجات، والبحوث الخاصة باستغلال الطاقة الشمسية كإحدى أهم مصادر الطاقة البديلة للنفط والغاز، وقد أعطى النصيب الأوفر في البحوث والتطبيقات لمجال الطاقة الشمسية إلى الكهرباء وهو ما يعرف باسمphotovoltaic ، وهذا المصدر من الطاقة هو أمل الدول النامية في التطور حيث أصبح توفر الطاقة الكهربائية من أهم العوامل الرئيسية لإيجاد البني الأساسية فيها، وال يتطلب إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية مركزية في التوليد بل تنتج الطاقة وتستخدم بالمنطقة نفسها أو المكان، وهذا ما يوفر الكثير من التكلفة في النقل والمواصالت

الشمس هي مصدر الضوء والحرارة على سطح الأرض؛الطاقة الشمسية هي المسؤولة عن عملية التركيب الضوئي التي تقوم بها الأجزاء الخضراء للنباتات حيث يصنع النبات غذاءه؛الطاقة الشمسية هي المسؤولة عن نمو النباتات والأشجار، التي دفنت منذ العصور القديمة في باطن الأرض مع غيرها من بقايا الكائنات الحية، حيث تحولت هذه البقايا وتلك الأشجار والنباتات بفعل الضغط والحرارة المرتفعة إلى بترول وفحم وغاز طبيعي، والتي تعد اآلن من أهم المصادر التقليدية للطاقة. وكذلك تعد طاقة المد والجزر نوعا من أنواع الطاقة الحركية المستمدة من الشمس، إذ من الممكن تمثيل الشمس على أنها فرن هائل تنطلق منه كميات كبيرة من الطاقة في كل الاتجاهات، والطاقة الشمسية طاقة نظيفة متجددة، مما يجعلها مصدرا مثاليا للطاقة التي نحتاجها ونتطلع إليها، ولقد أدرك الإنسان أهميتها، فوجهت العديد من المراكز البحثية اهتمامها وأبحاثها لدراسة إمكانية استخدام الطاقة الشمسية في كافة الأغراض الحياتية، مثل تسخين المياه، وطهي الطعام، وكوقود للسيارات والشاحنات وباقي وسائل النقل؛[1]**(حسن شحاتة، مرجع سبق ذكره، ص77-81)**

ثانيا: تقنيات الطاقة الشمسية:

تتسم التقنية التي تعتمد على الطاقة الشمسية بشكل عام بأنها إما أن تكون سلبية أو ايجابية وفقا للطريقة التي يتم استغلال وتحويل وتوزيع ضوء الشمس من خلالها، وتشمل تقنية الطاقة الشمسية الايجابية استخدام اللوحات الفولتوضوئية والمضخات والمراوح في تحويل ضوء الشمس إلى مصادر أخرى مفيدة للطاقة، هذا في حين تتضمن تقنية الطاقة الشمسية السلبية عمليات اختيار مواد ذات خصائص حرارية مناسبة وتصميم الأماكن التي تسمح بدوران الهواء بصورة طبيعية واختيار أماكن مناسبة للمباني بحيث تواجه الشمس، تتسم تقنيات الطاقة الشمسية الايجابية بإنتاج كمية وفيرة من الطاقة.[2] **(ذياب نصري، مرجع سبق ذكره، ص 24)**.

1 تقنيات الطاقة الشمسية المستكنة (السالبة):

تستعمل مشاريع الطاقة الشمسية السالبة ضوء الشمس فقط وال تستعمل أي أشكال أخرى للطاقة، وتهتم بصورة أولية بتصميم البنايات والبيوت والإضاءة.

ويركز التصميم الشمسي المستكن (السالب) على اختيار أماكن البيوت والبنايات وكذلك على النوافذ والتهوية والعزل للتقليل قدر الإمكان من الحاجة إلى الطاقة الكهربائية باستعمال الشمس، ويصمم البيت أو البناية لزيادة إمكانية الطاقة الشمسية على التدفئة والتبريد في البلدان التي تكون فيها أشعة الشمس ليست قوية بما فيه الكفاية، فإن التدفئة الشمسية المستكنة تكون واحدة من أسهل أشكال التقنية الشمسية التي يمكن استعمالها، أن أحد الأشكال المهمة للتصميم الشمسي المستكن يعرف "بالإضاءة النهارية" وفي الإضاءة النهارية يتم اختيار مكان وتصميم النوافذ للسماح لضوء الشمس الطبيعي بإضاءة داخل البناية بدال من الإضاءة الكهربائية، تساعد الإضاءة النهارية على التقليل من كلفة الإضاءة، ويعتقد العديد من الخبراء بأن التعرض للإضاءة الطبيعية يزود البشر بالفوائد الصحية.

النوع الآخر للنظام الشمسي المستكن هو المجمع الشمسي المرتشح، الذي يعتبر تقنية شمسية مستكنة حديثة نسبيا، يصنع من معدن مثقب مظلم، وتستعمل المجمعات الشمسية في تدفئة البنايات وذلك بتدفئة الهواء، إضافة إلى تبريدها في وقت الصيف.[1]**(سمير مصطفى سعدون وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص137).**

2. تقنيات الطاقة الشمسية الفعالة:

تتضمن الأنظمة الفعالة المجمعات الشمسية والتي تعرف أيضا بالألواح الشمسية والتي تستعمل بصورة أولية في سخانات الماء الحار الشمسية، وتتضمن أيضا خاليا الجهد الضوئية التي تنتج الطاقة الكهربائية، كما أنها تتضمن أنظمة الطاقة الشمسية المركزة والتي تعرف بالأنظمة الحرارية الشمسية والتي تقوم أيضا بتوليد الطاقة الكهربائية ولكن بكميات اكبر مما تولده خاليا الجهد الضوئية، تستعمل المجمعات الشمسية بصورة أساسية للاستحواذ على الطاقة الشمسية واستعمالها في سخانات الماء الحار الشمسية، وعلى أية حال فإنه يمكن استعمالها لتزويد البنايات بالحرارة وحتى إيجاد الطاقة لتبريد هذه البنايات، في حين أنه ليست كل المجمعات الشمسية تستعمل في

أنظمة الطاقة الشمسية الفعالة، إلا أن استعمالها في هذه الأنظمة أكثر شيوعا منه في الأنظمة المستكنة.[1]**(المرجع نفسه، ص138 ،ص139).**

إن الطاقة الشمسية الفعالة تعني تصميم وبناء الأنظمة التي تجمع وتحول الطاقة الشمسية إلى صور أخرى للطاقة مثل الطاقة الحرارية والطاقة الكهربائية، وتقنيات الطاقة الشمسية الفعالة هي عادة أنظمة ميكانيكية تستخدم لتجميع وتركيز الطاقة الشمسية.[2] **(جون ر. فانشي، مرجع سبق ذكره، ص 316).**

ثانيا: نظم الخلايا الشمسية.

1. الخلايا الشمسية الفولتوضوئية (الكهروشمسية):

الفولتوضوئية هي التحويل المباشر للأشعة إلى كهرباء، وحيث إن الكهرباء تستخدم بشكل متزايد كمصدر للطاقة، فإن الفولتوضوئية ستؤدي دورا مهما في مجال الطاقات المتجددة، وتقنية الفولتوضوئية هي عبارة عن أجزاء مركبة)أي أن الأنظمة الموجودة قابلة للتوسيع، ولها عمر زمني طويل تمنح المصانع ضمانة إلى حد25 سنة(وهادئة، وخالية من الانبعاث في أثناء الاستخدام، وهناك احتمال كبير لانخفاض التكلفة بسبب تكنولوجيا أشباه الموصولات المعروفة، إضافة إلى ذلك، فإن عمليات الإنتاج الحالية يمكن جعلها تقنيات ذات كفاءة أكثر وتطوير أرخص للإنتاج الواسع.[3] **(ستيفان ك. و كراوتر، توليد القدرة الكهربائية من الطاقة الشمسية– أنظمة الطاقة الفولتضوئية-، ترجمة عبد الباسط كرمان، سليلة كتب التقنيات الإستراتيجية والمتقدمة، المنظمة العربية للترجمة، مركز دراسات الوحدة العربية، لبنان،2011 ، ص57) .**

وتستطيع الخلايا الكهربائية الشمسية تحويل ضوء الشمس مباشرة إلى كهرباء، ولقد جاء اسم الفوتوفولتياكphotovoltiac ، كاسم مركب لظاهرة التحويل هذه، أي تحويل الضوء (الفوتون) photons، إلى كهرباء (فولتية)Voltage، إن أول من الحظ هذه الظاهرة هو العالم الفيزيائي الفرنسي "أدموند بيكويرلBequerel "في سنة1839 ، حيث وجد أن بعض المواد تنتج كمية قليلة من الكهرباء عند تعرضها للضوء، وبعد ما يزيد عن)80 سنة(استطاع ألبرت أينشتاين في سنة1921 شرح طبيعة الضوء، والتأثير الضوئي الكهربائيphotoelectric ، وعلى أساس هذه الشروحات تمكن المختصون الحقا من تطوير تكنولوجيا الخلايا الشمسية، وحصل أينشتاين في حينه على جائزة نوبل في الفيزياء على بحثه هذا، إن أول خلية شمسية تم صنعها في مختبرات بيل في سنة 1954، وتم جمع عدد منها لتكون خاليا شمسية، وتصنيع ما يسمى بالبطارية الشمسية، ولكن لارتفاع الكلفة لم يتم استخدامها إلا في حدود ضيقة جدا، وبدأت الطفرات في تطوير هذه التكنولوجيات في الستينات من القرن الماضي، وذلك عندما تطورت صناعة غزو الفضاء سواء في الإتحاد السوفياتي السابق أو في أمريكا، ولأول مرة أخذت هذه التكنولوجيا بجدية، وبغض النظر عن التكاليف، ذلك لتزويد المركبات الفضائية بالكهرباء، ومن خلال مناهج التطويرات والتحسينات وتقليل الكلفة في عمليات غزو الفضاء، تحسنت هذه الصناعة من ناحية زيادة الكفاءة وتقليل الكلفة، ثم جاءت أزمة النفط في أواسط السبعينات لتدفع تطوير هذه التكنولوجيا دفعة واحدة، وإدخالها في الاستخدامات المنزلية والعامة، حيث كانت في الفترة الأولى تستخدم في مجالات بسيطة مثل الحاسبات الشخصية والساعات.[4] **(فؤاد قاسم أمير، مرجع سبق ذكره، ص206)**.

والخلية الشمسية الكهروشمسية تكون قياسية، ذلك أن واحدة منها يمكن أن تستعمل لتكوين كمية صغيرة جدا من الكهرباء أو عدد منها يمكن أن يستعمل لتكوين كمية كبيرة جدا من الكهرباء، حيث أن خلية شمسية بقطر)10 سم(يمكن أن تنتج واط واحد من القدرة إذا كانت الشمس فوقها مباشرة والظروف مواتية، ألن كل خلية شمسية تنتج حوالي فولت ونصف فقط من الكهرباء فإن هذه الخاليا عادة ما ترتبط مع بعضها البعض بمجموعات تدعى "الوحدات" حيث تحتوي كل واحدة حوالي40 خلية شمسية، إذ يمكن دمج التيار الناتج عنها، وإن وحدات الخاليا الشمسية يمكن ربطها على التوالي أو على التوازي حسب الحاجة لزيادة القدرة الكهربائية الناتجة عنها.[5] **(سمير مصطفى سعدون وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص177).**

إن الخلايا الضوئية ليست مصدر للطاقة كما أنها لا تخزن الطاقة، الخلايا الضوئية تقوم بتحويل ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية عند عدم وجود الشمس فإن الخلايا الضوئية تتوقف عن إنتاج الكهرباء، وإذا استخدمت الخلية الضوئية في إنتاج الكهرباء، يتطلب أيضا نظاما لتوفير الطاقة عندما يكون الضوء غير متوفر، وهذا النظام الإضافي قد يكون نظام تخزين للطاقة يتم شحنه بواسطة ضوء الشمس المتحول إلى طاقة كهربائية وخزنه بعد ذلك، أو قد يكون مزودا إضافي للطاقة يتم توفيره بواسطة مصدر آخر.

2 أنواع خاليا الطاقة الكهروشمسية التجارية:

تم تصنيع خاليا شمسية من مواد مختلفة إلا أن أغلب هذه المواد نادرة الوجود بالطبيعة أولها خواص ملوثة للبيئة أو معقدة التصنيع وباهظة التكاليف، وبعضها لا يزال تحت الدراسة والبحث، وعليه فقد تركز الاهتمام على تصنيع الخلايا الشمسية السيليكونية وذلك لتوفير عنصر السيلكون في الطبيعة علاوة على أن العلماء والباحثين تمكنوا من دراسة هذا العنصر دراسة مستفيضة وتعرفوا على

خواصه المختلفة وملائمته لصناعة الخلايا الشمسية المتبلورة ومتصدعة التبلور وذلك كما يلي:[1]**(عيسى محمد الجوخي، مرجع سبق ذكره، ص ص108 ،109).**

أ.الخلايا الشمسية السيليكونية المتبلورة:
تصنع هذه الخاليا من السيلكون عبر إنماء قضبان من السيلكون أحادي أو عديد التبلور ثم يؤرب إلى رقائق وتعالج كيميائيا وفيزيائيا عبر مراحل مختلفة لتصل إلى خاليا شمسية، كفاءة هذه الخلايا عالية تتراوح بين9-17% والخلايا السيليكونية أحادية التبلور غالية الثمن حيث صعوبة التقنية واستهلالك الطاقة بينما الخلايا السيليكونية عديدة التبلور تعتبر أقل تكلفة من أحادية التبلر وأقل كفاءة أيضا.

ب. الخلايا الشمسية السيليكونية الامورفية (متصدعة التبلر):
مادة هذه الخلايا ذات شكل سيلكوني حيث التكوين البلوري متصدع هذا لوجود عنصر الهيدروجين أو عناصر أخرى أدخلت قصدا لتكسبها خواص كهربائية مميزة. وخاليا السيلكون الامورفي زهيدة التكلفة عن خاليا السيلكون البلوري، حيث ترسب طبقة شريطية رقيقة باستعمال كميات صغيرة من المواد الخام المستخدمة في عمليات قليلة مقارنة بعمليات التصنيع البلوري ، و يعتبر تصنيع خاليا السيلكون االمورفي أكثر تطويعا وملائمة للتصنيع المستمر ذاتي الآلية، تتراوح كفاءة خاليا هذه المادة ما بين4-9% بالنسبة للمساحة السطحية الكبيرة وتزيد عن ذلك بقليل بالنسبة للمساحة السطحية الصغيرة وإن كان يتأثر استقرارها بالإشعاع الشمسي.

3. تطبيقات الخلايا الفولتوضوئية: تتمثل فيما يلي[2]:**(حقيبة تعليمية تدريبية في مجال الطاقات المتجددة، مرجع سبق ذكره، ص ص** 75-80.**)**

أ.تطبيقات الخلايا الشمسية في المناطق النائية:

يزداد استخدام الخلايا الشمسية الكهروضوئية أو الفولتوضوئية حاليا في الكثير من التطبيقات في مناطق بعيدة عن مناطق وجود شبكة الكهرباء. وتتراوح هذه التطبيقات بين محطة تقوية راديوية إلى أحد الجبال أو تزويد الوحدات التليفونية الخارجية أو شاحنات بطاريات لبعض القوارب أو كهربة السياجات الخارجية أو إنارة الشوارع وغيرها. ولمعرفة كمية الألواح الشمسية أو سعة البطاريات اللازمة لتزويد منطقة ما بالطاقة الكهربائية يجب أن يتم تزويد مصمم منظومات الخلايا الشمسية بالمعلومات التالية:

الاستهلاك اليومي والأسبوعي والسنوي للطاقة الكهربائية؛كمية الإشعاع الشمسي اليومي والأسبوعي والشهري والسنوي الواصل إلى المنطقة التي توجد فيها المنظومة؛عدد الأيام الغائمة المتكررة التي يجب أو تقوم البطارية بها بتزويد الحمل، فمعرفة مكونات منظومة الخلايا الشمسية اللازمة لتزويد حمل ما معقدة، ولهذا فإن معظم الشركات المنتجة للخلايا الشمسية أنتجت برامج حاسوبية لمساعدة المهندسين المصممين لحساب مساحات وسعات مكونات المنظومة وأسعارها بدقة كافية لتغطية متطلبات الأحمال في المناطق المختلفة.

ب .تطبيقات الخلايا الشمسية في بعض البلدان النامية:

في معظم البلدان المتقدمة تكون الشبكة الكهربائية موزعة بصورة كاملة والطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة التقليدية ذات كلفة قليلة مقارنة بكلفة إنتاج الطاقة من منظومات الطاقة المتجددة.
وفي البلدان النامية وبالأخص في المناطق القروية والنائية نجد أن الطاقة الكهربائية غير متوفرة، ولهذا فإن توليد الطاقة الكهربائية من الخلايا الشمسية يكون منافسا قويا لتوليد الطاقة من الوسائل الأخرى كاستخدام الديزل، خاصة في البلدان التي تنعم بإشعاع شمسي عال. وإن استخدام الخلايا الشمسية يتوسع باستمرار وبصورة سريعة في مختلف التطبيقات خاصة في مجالات ضخ المياه، ومنظومات الري، ومنظومات مياه الشرب، وتشغيل ثلاجات الأدوية، وفي الأعمال المنزلية والعامة كالإنارة وتشغيل الراديو والتلفزيون وغيرها من وسائل الراحة، وإنارة الشوارع ومنظومات الاتصالات.
ت. استخدام المنظومات الفولتوضوئية للربط مع الشبكات الكهربائية:

تم تشييد عدد من المنظومات الكبيرة السعة في عدد من دول العالم، نجد في أوروبا إحدى أكبر المحطات التي نصبت، وكان ذلك في عام1988 من قبل أكبر شركة توزيع كهربائية ألمانيةRWF، وبلغت سعة المحطة340 كيلواط وبطاقة سنوية مقدارها 250000 كيلواط ساعة، وخضعت المحطة لمراقبة مستمرة وتم تقييم أدائها، وعلى ضوء ذلك تم تصميم الجزء الثاني من المشروع البالغ300 كيلواط ومن البلدان الأخرى التي اهتمت باستغلال الخلايا الكهروفولطية في إنتاج الكهرباء ايطاليا والواليات المتحدة وغيرها.

4. أنظمة الطاقة الشمسية الحرارية:

تعتمد النظم الشمسية الحرارية لتوليد الكهرباء على ذات أساليب تحويل الطاقة والمكونات النمطية المستخدمة في المحطات الحرارية التقليدية لإنتاج الكهرباء، مع استبدال مصادر الوقود المستخدمة بالطاقة الحرارية الناتجة من تركيز الإشعاع الشمسي عند درجات حرارة عالية)400-1500° م(ويمكن لهذه النظم أن تعمل كمحطات مركزية توصل بالشبكات الكهربائية، كما تستخدم بعض أنظمتها كوحدات منفصلة في المناطق النائية وبقدرات محدودة، وتتميز النظم الشمسية الحرارية بإمكانيات تكاملها مع النظم التقليدية لإنتاج الكهرباء سواء بالربط مع دورة رانكن أو بالربط مع النظم الدورة المركبة للتربينات الغازية إضافة إلى أنها تضمن إمدادات منتظمة للكهرباء، كما لا تتسبب في مشاكل لتشغيل الشبكة الكهربائية.[1] **(هيئة الطاقة الجديدة والمتجددةNREA ، التقرير السنوي-2011 2010، مرجع سبق ذكره، ص24.)**

ونعني أيضا بالتكنولوجيا الشمسية الحرارية أي طريقة لتجميع الحرارة من أشعة الشمس وإيجاد استخدام مفيد لتلك الطاقة الحرارية، ويمكن لهذه الاستخدامات أن تشمل تدفئة الفضاءات الداخلية للبيوت والبنايات وتسخين الماء للاستخدام المنزلي وتوفير الحرارة للمعالجات الصناعية أو البخار لتوليد الكهرباء، ورغم وضع التكنولوجيا الشمسية الحرارية ضمن تكنولوجيات المقياس الزمني القريب للتبني، إال أن هذه التكنولوجيا لم تختبر بصورة جيدة تقنيا لاستخدامات مثل التسخين الصناعي على مدى واسع أو توليد الكهرباء، لذا يمكن أن توضع في صنف المدى المتوسط.

ولكي تكون الطاقة الشمسية نافعة يجب أن تجمع وإن أبسط نوع من مجمعات هذه الطاقة هو نافذة تواجه الشمس في يوم خال من الغيوم، وهذه على أي حال ليست تكنولوجيا الطاقة الشمسية ألن النوافذ العادية ليست مصممة لتجميع القدر الأكبر من الحرارة وحفظها أو استخدامها ألنها مصدر أساسي للإنارة، ويمكن لتصميم النافذة وموقعها أن يكونا جزءا من التكنولوجيا الشمسية الحرارية، وقد طور التصميم المعماري في السنين الأخيرة لتعزيز جمع وتخزين الحرارة الشمسية بصورة صرفة من خلال الهيكل الأساسي ومكونات البناء ، وتصنف هذه الأبنية ضمن التكنولوجيا الشمسية السكونية ألنها تعمل أساسا من دون أي أجزاء متحركة أو وسائل تحكم.

والتصاميم الأخرى المدعوة بالأساليب الفاعلة تحاول الإمساك بقدر أكبر من الطاقة الشمسية المتوافرة واستخدامها من خلال أجزاء تحكم متحركة، والشيء الأهم من كل الأنظمة الناشطة لها وسط تبريد دوار، وهذا المبرد)الذي يؤدي نفس دور المبرد في محطة قدرة حرارية(ينقل الطاقة الحرارية من المجمع إلى نقطة استخدامها، ويحتاج مثل هذا النظام للتدوير إلى مصدر قوة منفصل.[1] **(إدوارد .س كاسيدي و بيتر غروسمان، مدخل الي الطاقة "المصادر و التكنولوجيا والمجتمع"، ترجمة صباح صديق الدملوجي، سلسلة كتب التقنيات الإستراتيجية و المتقدمة، المنظمة العربية للترجمة،2010 ، ص399)**

5. المجمعات الشمسية المركزة:

يوجد عدد كبير من المجمعات الشمسية المركزة، حسب الشكل أو وظيفة كل منها، فمنها ما هو على شكل جزء اسطواني قطع مكافئ، الأسطواني، ومنها على شكل صحن ، ومنها يكون متمركزا في وسط غابة من المرايا المستوية أو المقعرة والتي تتمركز أشعتها على موقع محدد في وسطها وعاكسة لأشعة الشمس على البرج بإشعاعات مركزة، إن تركيز أشعة الشمس في بؤرة واحدة يرفع درجات الحرارة فيها إلى درجات عالية تفوق كثيرا درجة غليان الماء، يوضع جسم القط في تلك البؤرة يكسبه تلك الدرجات العالية من الحرارة، وللمحافظة على هذه الدرجة المكتسبة، فإنه يتم تصغير حجم اللاقط للحد من فقدانه للحرارة المكتسبة مع الهواء المحيط، كما يتم عزله بأنابيب مفرغة من الهواء، وأحيانا يحقن بغاز الهليوم أو الهيدروجين تحت ضغط منخفض0,01 بار. يتكون المجمع الشمسي المركز من: السطح العاكس، اللاقط، السائل الناقل للحرارة، ونظام التوجيه الشمس، ويلحق بالمجمع عدد من الملحقات والتوابع لتعمل مع المجمع كنظام بسبب وجود درجات حرارة مرتفعة جدا – تزيد عن150 درجة مئوية- هذه الدرجات يستفاد منها في تسخين المياه، للاستعمالات المنزلية، وللمنشآت والمصانع وفي تحلية المياه، وفي عمليات تكييف الأجواء .

وتوجد المجمعات الشمسية المركزة على عدة أشكال ومنها ما يلي:

أ. المجمع برج الطاقة المركز:

تحتاج محطات توليد الطاقة ذات البرج إلى مساحة كبيرة كما تتطاول في الارتفاع علاوة على ذلك، يقوم الحاسوب بالتحكم بمواصلة توجيه عدد كبيرة من المرايا المسطحة تقريبا والقابلة للتأرجح باتجاه الشمس. تعكس جميع المرايا أشعة الشمس على نقطة محرق وحيدة، وفيها يأخذ اللاقط "الماص" المتواضع على قمة البرج بارتفاع من50 وحتى150 متر الأشعة الشمسية المحزومة. تملك الأبراج الشمسية مثل تلك الارتفاعات حتى تستطيع جميع المرايا أن تعكس الأشعة إلى هناك من دون أن تحجب بعضها البعض.[1] **(سيف الدين الحالف، التقنية اليوم كيف تعمل، المعهد البيلوغرافيا بألمانيا، العبيكان للنشر، السعودية،2007 ، ص54).**

ب. مجمع القطع المكافئ المركز:

تعد المجمعات الشمسية التي على شكل قطع مكافئ ذات فعالية كبيرة في تجميع الطاقة الشمسية. وتركز هذه المجمعات أشعة الشمس على مجموعة أنابيب مملوءة بسائل، وتستعمل هذه الحرارة عادة إلنتاج البخار الذي يشغل التوربينات المستعملة في توليد الكهرباء.[2] **(إدوارد جي تاربوك وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص653.)**

ج. مجمع الشمسي بمحرك سترلينغ:

تأخذ هذه التقنية من ناحية قدرة الوحدات وضعا وسطا بين الوحدات الكهروضوئية، التي قد ال تتعدى قدرتها جزء من المائة من الواط، وتتكون وحدات هذه التقنية من مرآة مقعرة لتركيز وعكس الأشعة الشمسية وتوجيهها نحو المستقبل الذي يقوم بامتصاصها وتحويلها إلى حرارة، هذا المستقبل هو جزء من محرك سترلينغ، يقوم هذا المحرك بتحويل جزء من هذه الحرارة إلى طاقة ميكانيكية التي يحولها هي الأخرى مولد يديره المحرك إلى كهرباء، يعتبر محرك سترلينغ من أبسط وأفضل المحركات التي تقوم بتحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية ويتميز بتواجد منبع الحرارة خارجه.

وقد أدى التطور الكمي والتقني السريع لهذه المحركات إلى الإهمال الكامل تقريبا لمحرك سترلينغ عند منتصف القرن الماضي، إلا أن الاهتمام باستعمال الطاقة الشمسية في إطار المجهودات الهادفة إلى تعويض المصادر الطاقة التقليدية بالمتجددة للحد من ازدياد ظاهرة الاحتباس الحراري ولتحقيق التنمية المستدامة، أدى إلى الانطلاق من جديد في الأبحاث من أجل تطوير هذا المحرك ليتلاءم بشكل أفضل مع خصوصيات استعمال الأشعة الشمسية. باستعمال التقنيات المتوفرة، يمكن أن يصل الإنتاج اليومي للجهاز خلال فصل الصيف بمنطقة مشمسة إلى أكثر من75 كيلو واط/ساعة، أما خلال يوم مشمس من فصل الشتاء، فينتظر أن يصل الإنتاج إلى حوالي 50 كيلو واط/سا.

إن تكلفة إنتاج هذا المحرك مرتفعة، وهذا راجع إلى كون عدد الوحدات التي يتم إنتاجها سنويا ال زال ضعيفا، إال أن التجربة العالمية تؤكد فعاليته ومحدودية حاجياته من الصيانة، وتتفق الدراسات المختلفة على مقدرة هذه التقنية على المنافسة الاقتصادية حال وصول الإنتاج السنوي أحجاما مناسبة.[1] **(عبد العزيز بنونة وآخرون، المحطات الشمسية الحرارية، المؤتمر العربي العالمي لتطبيقات الطاقة الشمسية،20 إلى22 أكتوبر2004 ، طرابلس، ليبيا، ص 6-ص8).**

المطلب الثالث: استخدامات الطاقة الشمسية و طرق تخزينها.

لقد كان استخدام الطاقة الشمسية معروفا من آلاف السنين في المناطق الحارة إذ استخدمت الطاقة الشمسية في تسخين المياه وتجفيف بعض المحاصيل لحفظها من التلف، إلا أن مجالات استغلال الطاقة الشمسية حديثا اتسعت، فمن إنتاج الكهرباء، وتدفئة المنازل وتكييف الهواء إلى تصميم البيوت الشمسية، إلى الطهي إلى صهر المعادن والتطبيقات الأخرى...الخ. غير أن استخدام الطاقة الشمسية مرتبط بدرجة إشعاع الطاقة الشمسية، وقد حتم عدم انتظامه ضرورة تخزينها لاستعمالها في الأوقات التي تغيب فيها الشمس مما أوجب البحث عن طرق لتخزينها الاستفادة منها في جميع الأوقات.

أولا : استخدامات الطاقة الشمسية

يمكن تلخيص التطبيقات الشائعة لاستخدامات الأجهزة الشمسية في الآتي:

أ. التبخير الشمسي:

إن لهذا الموضوع أهمية تاريخية وتقليدية، حيث أن إنتاج الملح من المياه البحر لا يزال له أهميته اليوم في مجال الإنتاج الصغير والكبير في كثير من البلاد ويتلخص الموضوع في أن البلاد التي تزداد فيها تبخر مياه الأمطار تتكون بعض المساحات التي تتجمع فيها المياه بعمق صغير وتتبخر مياهها تاركة الملح المبلور، وتستخدم هذه الطريقة للحصول على الملح في كثير من البلاد النامية مثل مصر والهند والمكسيك وكولومبيا والشيلي... الخ، وتتجه الأبحاث الحالية إلى تحسين طريقة الحصول على الملح من مثل هذه المساحات وإنتاج الطاقة أو الماء المقطر بالإضافة إلى إنتاج الملح، ومن مثل هذه التحسينات ألا يزيد عمق الماء المالح على متر واحد، وأن تتغير درجة تركيز الملح في هذه المساحات في الطبقات الرئيسية بحيث تكون أكبر نسبة في أسفل الطبقة، وتتغير درجة التركيز في الطبقات المختلفة بحيث تكون أسخن طبقة في الطبقة السفلى وليست العليا كما في السوائل التي لا توجد فيها طبقات متغيرة التركيز وبذلك ترتفع درجة الحرارة[2] **(محمود سرى طه، ترشيد الطاقة وإدارة الطلب عليها، مجموعة النيل العربية، مصر،2006 ، ص 123 ،124).**

ب: معالجة الماء.

يستخدم التقطير الشمسي لجعل الماء المالح والماء الغث صالحا للشرب، وأول من استخدم هذا الأسلوب علماء الكيمياء العرب في القرن السادس عشر، هذا وقد تم تأسيس أول مشروع تقطير شمسي ضخم في عام1872 في مدينة "الس ساليناس" الشيلية المتخصصة في التعدين، ويستطيع المصنع الذي تبلغ منطقة تجميع الطاقة الشمسية الموجودة به4700 متر مربع ما يصل إلى22700 لتر ماء نقي يوميا لمدة40 عاما، ومن أنواع التصميمات الفردية ألأجهزة التقطير الشمسي الأجهزة ذات السطح المنحدر المفرد والمزدوج)التي تشبه الصوبة الزجاجية(والأجهزة الرأسية والمخروطية وذات الألواح الماصة العكسية ومتعددة التأثير.

وتنصح منظمة الصحة العالمية بالقيام بعملية تطهير الماء باستخدام الطاقة الشمسية لمعالجة ماء الشرب العادية المستخدمة يوميا. ويمكن معالجة ماء الصرف الصحي التي تعمل بالطاقة الشمسية على نطاق صغير في محطات صغيرة كما يمكن استخدام الطاقة الشمسية مع برك الماء الراكد لمعالجة الماء المتسخ دون استخدام مواد كيميائية أو كهرباء، ومن المميزات البيئية الأخرى لهذا الأسلوب أن الطحالب

تنمو في مثل هذه البرك علاوة على ذلك، يتم استخدام الطاقة الشمسية أيضا في إزالة السموم من الماء الملوث بواسطة التحليل الضوئي، ولكن تكاليف هذه العملية محل نقاش وجدل.[3]**(هاني عبد القادر، مرجع سبق ذكره، ص 107،ص108).**

ج: التفاعلات الكيميائية الشمسية.

إن التفاعلات الكيميائية الشمسية تستخدم الطاقة الشمسية إنتاج تفاعلات كيميائية، وتعتبر هذه التفاعلات الكيميائية مصدرا بديال للطاقة التي كان من الممكن أن تأتي من مصدر آخر، ومن الممكن أن تحول الطاقة الشمسية إلى وقود قابل للتخزين والنقل، ويمكن تقسيم التفاعلات الكيميائية التي تدخل فيها الطاقة الشمسية إلى تفاعلات كيميائية حرارية وتفاعلات كيميائية ضوئية.

تعد تقنيات إنتاج الهيدروجين من أهم المجالات المتعلقة بالتفاعلات الكيميائية الشمسية منذ سبعينات القرن العشرين، وبعيدا عن التحليل الكهربائي الناتج عن الخلايا الفولتوضوئية أو الكيميائية الضوئية، تم اكتشاف العديد من التفاعلات الكيميائية الحرارية أيضا، وإحدى هذه الطرق تتمثل في استخدام أجهزة التركيز في شطر الماء إلى أكسجين وهيدروجين في درجات حرارة عالية جدا)تتراوح من2300 إلى2600 درجة مئوية(، كما أن هناك أسلوب آخر يستخدم الحرارة الناتجة عن أجهزة تركيز الطاقة الشمسية لإعادة تشكيل الأبخرة الناتجة عن الغاز الطبيعي، مما يزيد من النسبة الكلية للهيدروجين مقارنة بأساليب إعادة التشكيل العادية.

وهناك نوعان من الخلايا الكيميائية الكهربائية الضوئية: يتمثل النوع الأول في الخلايا الكهربائية الضوئية التي تحول الضوء إلى كهرباء، بينما يتمثل النوع الثاني في الخلايا الكيميائية الضوئية التي تستخدم الضوء في إنتاج تفاعلات كيميائية مثل التحليل الكهربي.[4]**(هاني عبد القادر، مرجع سبق ذكره ، ص ص111 ،112).**

د: سيارات تعمل بالطاقة الشمسية.

لقد كان اختراع سيارة تعمل بالطاقة الشمسية من أهم الأهداف في مجال الهندسة منذ ثمانينات القرن العشرين، ففي عام1987 ، تم تأسيس السباق، كان متوسط سرعة السيارة الفائزة يبلغ67 كيلومتر في الساعة، وفي عام2007 زاد متوسط سرعة السيارة الفائزة إلى أكثر من90 كيلومتر في الساعة، وهناك بعض السيارات التي تستخدم ألواح الطاقة الشمسية للحصول على المزيد من الطاقة، لتستخدمها على سبيل المثال لتكييف الهواء والحفاظ على جو معتدل داخل السيارة، مما يقلل من استهلاك الوقود.

تم إنشاء أول قارب يعمل بالطاقة الشمسية في انجلترا في عام1975 ، وفي عام1995 ، بدأت قوارب المسافرين التي تحتوي على اللوحات الفولتوضوئية في الظهور والتي تستخدم الآن بشكل شائع.

أما في عام1996 ، كان القارب "كينيتشي هوري" هو أول قارب يعمل بالطاقة الشمسية يعبر المحيط الهادي، بينما كان القارب "صن21 كاتماران" هو أول قارب يعمل بالطاقة الشمسية يعبر المحيط الأطلنطي في شتاء2006-2007.

وتم بعدها تطوير الطائرات التي تعمل بالطاقة الشمسية والتي سجلت أرقاما قياسية، لقد طارت لمدة 54 ساعة في الجو في عام 2007، ومن المتوقع أن تكون هناك رحلات تستمر لمدة5 شهر في المستقبل. أما السفن التي تعمل بالطاقة الشمسية، فإنها شكل من أشكال سفن الفضاء التي يتم دفعها باستخدام مرايا رقيقة للاستفادة من ضغط الطاقة المشعة الناتجة عن الشمس.[1] **(المرجع نفسه، ص 113 ، ص 114).**

ه: الاستخدام في النشاط الزراعي.

يسعى المعنيون بتنمية الزراعة وتطويرها لزيادة قدر الاستفادة من الطاقة الشمسية بهدف زيادة معدل إنتاجية النباتات المزروعة، فبعض التقنيات التي تتمثل في تنظيم مواسم الزراعة حسب أوقات العام وتعديل اتجاه صفوف النباتات المزروعة وتنظيم الارتفاعات بين الصفوف وخلط أصناف نباتية مختلفة يمكن أن تحسن من إنتاجية المحصول، واستخدامها في إدارة ماكنات ضخ الماء وتجفيف المحاصيل وتربية الدجاج وتجفيف السماد العضوي للدجاج كما انه تم استخدام الطاقة المتولدة بواسطة اللوحات الشمسية في عمل عصائر الفاكهة وتتمثل أهم مميزات إنشاء البيت المحمي في:

- ✓ -إنتاج محاصل الخضروات في غير مواسمها العادية على مدار العام.
- ✓ -إنتاج شتلات مبكرة للزراعات الحقلية.
- ✓ -زيادة الإنتاج مع زيادة كثافة النباتات.
- ✓ -إنتاج ثمار ذات مواصفات تسويقية عالية.
- ✓ -تقليل الاستهلاك في كميات مياه الري المستخدمة وتنظيم عملية الري، التحكم بدرجات الحرارة من خلال عملية التدفئة والتبريد وحماية المزروعات من خطر الصقيع.
- ✓ -السيطرة على الآفات الزراعية مقارنة بالزراعة المكشوفة وعلى الأعشاب يدويا أو كيميائيا.
- ✓ -إنتاج الكثير من الأزهار والنباتات الداخلية على مدار العام.

- -التوفير في الأيدي العاملة اللازمة للإنتاج.[1] **(تقرير حول: اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية، مركز الدراسات والبحوث، غرفة الشرفية، السعودية،2009 ، ص5.)**

د: تسخين الماء.
تستخدم نظم التسخين التي تعمل بالطاقة الشمسية ضوء الشمس لتسخين الماء. ففي المنخفضات الجغرافية التي تقع تحت40 درجة، يمكن أن يتم توفير ما يتراوح بين60% إلى70% من الماء الساخن المستخدم في المنازل بدرجات حرارة ترتفع إلى60 درجة مئوية بواسطة نظم التسخين التي تعمل بالطاقة الشمسية. ويعتبر من أكثر أنواع سخانات المياه التي تعمل بالطاقة الشمسية الأنابيب المفرغة 44% والألواح المستوية المصقولة34% التي تستخدم بصفة عامة لتسخين الماء في المنازل، وكذلك الألواح البلاستيكية غير المصقولة21% التي تستخدم بصفة رئيسية في تدفئة مياه حمامات السباحة، وقد بلغ إجمالي سعة نظم تسخين الماء التي تعمل بالطاقة الشمسية خلال عام2007 حوالي 154 جيغاواط.
ه: التجفيف بالطاقة الشمسية.

تعد عملية التجفيف الشمسي الطبيعي من أقدم طرائق الحفظ التي عرفها الإنسان واستعملها سكان البلاد العربية لتجفيف الفواكه ويحتاج التجفيف الشمسي الطبيعي إلى مناطق تتوفر فيها درجات الحرارة العالية والرطوبة الواطئة وخالية من الأمطار خلال مدة التجفيف.
إن التجفيف بالطاقة الشمسية هو عبارة عن تقنية الاستفادة من طاقة الإشعاع الشمسي وذلك بتحويلها إلى طاقة حرارية باستخدام مجمع شمسي وتكون المجففات الشمسية على نوعين هما [2] **(أسعد رحمان الحلفي، هندسة الأغذية بالطاقة الشمسية، مكتبة الزهراء للطباعة، العراق،2010 ، ص ص66-69).**

و: توليد الكهرباء.

يمكن تحويل ضوء الشمس المباشر إلى كهرباء باستخدام محولات فولتوضوئية(pv) وعملية تركيز الطاقة الشمسية والعديد من الأساليب التجريبية الأخرى، وتستخدم المحولات الفولتوضوئية بشكل أساسي لإمداد الأجهزة الصغيرة والمتوسطة بالكهرباء، بدءا من الآلة الحاسبة التي يتم تشغيلها بواسطة خلية شمسية واحدة إلى المنازل التي لا تحتوي على شبكة كهرباء والتي يتم إمدادها بالكهرباء بواسطة مجموعة من الخلايا الفولتوضوئية، وكان يتم توليد الكهرباء على نطاق واسع بواسطة محطات تركيز الأشعة الشمسية، ولكن الآن أصبحت محطات المصفوفات الضوئية الجهدية التي تنتج كمية كبيرة من الكهرباء.
ي: الطهو التدفئة والتبريد باستخدام الطاقة الشمسية.

من بين الاستعمالات الناجحة للطاقة الشمسية وأكثرها شيوعا استعمالها ألأغراض التدفئة والتبريد في المباني، ويبدو أن هذا المجال هو الأكثر نجاحا بين مجالات استخدام الطاقة الشمسية، حيث تتوفر الإمكانات لبلوغ القدرة التنافسية من الناحية الاقتصادية خلال سنوات قليلة، وتقوم أنظمة التدفئة على إنشاء مباني بتصاميم خاصة كأن تكون سقوفها مكونة من طبقات من المواد البلاستيكية ذات القابلية على تجميع وتركيز أشعة الشمس، وتمر من خلالها أنابيب المياه التي تسخن بهذه الطريقة ويوجد الآن عدد من المنازل في أوروبا وأمريكا واليابان التي تدفأ بهذه الطريقة. أما في حالة استعمال الطاقة الشمسية في عملية التبريد فيجري تطوير أنظمة كيماوية خاصة وأكثر صعوبة من عملية التدفئة، غير أن الحاجة إلى تبريد المباني تزداد في نفس الوقت الذي تزداد فيه شدة الإشعاع الشمسي.[3] **(زواوية أحالم، مرجع سبق ذكره، ص156).**

ثانيا :طرق تخزين الطاقة الشمسية.

لكون الطاقة الشمسية طاقة ليست متوفرة في كل دول العالم، وكذلك تتغير قيمة الطاقة من الليل إلى النهار ومن فصل إلى آخر مما يستلزم استخدام وسائل مثل البطاريات لتخزين الطاقة في وقت الذروة واستخدامها في وقت النقصان.[1] **(حاتم الرافعي، مرجع سبق ذكره، ص133).**

ومن أهم البطاريات الشمسية المستخدمة لتخزين الطاقة الشمسية نجد:[2] **(علي محمد عبد هللا، الطاقة المتجددة، وكالة الصحافة العربية (ناشرون) ، جمهورية مصر العربية،2015 ، ص ص43 ،44).**

أ: بطارية السليكون: تعد بطارية السليكون أوسع البطاريات الشمسية استخداما وتطورا في العالم، ويعد عنصر السليكون عنصرا متزنا كيماويا، ويمكن استخدامه في صناعة بطاريات شمسية تمتاز بطول عمرها، ففيما قبل وإذا أرادت الواليات 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 90 طن فقط في العام.

ب: بطارية كبريتيد الكاديوم: لتستخدم لأغراض الفضاء وهي حساسة جدا لبخار الماء، ولذا يجب وضعها في كبسولات محكمة، حتى يمكن استخدامها للأغراض الأرضية، ونظرا لان الكاديوم له تأثير سام على الإنسان، لذا يلزم الحرص أثناء تداول هذه البطاريات، ويستخدم الزنك لصناعتها بدال من كبريتيد الكاديوم، ألنه أقل خطرا.

ج: بطارية خارصينيد الجاليوم : تمتاز هذه البطاريات بقدرتها الزائدة على امتصاص الفوتونات الضوئية، ويمكن استخدامها في درجات حرارة أعلى من تلك التي تستخدم عندها بطاريات السليكون أو كبريتيد الكاديوم، وتستخدم هذه البطاريات تقنيات متقدمة وطرق متعددة لإنتاجها، كالتحويل الحراري للطاقة الشمسية الذي يعتمد 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، يستفاد من هذه الحرارة في التدفئة والتبريد وتسخين المياه وتوليد الكهرباء وغيرها.

وتعد تطبيقات السخانات الشمسية هي الأكثر انتشارا في مجال التحويل الحراري للطاقة الشمسية، يلي ذلك من حيث الأهمية المجففات الشمسية التي يكثر استخدامها في تجفيف بعض المحاصيل الزراعية مثل التمر وغيرها، وكذلك يمكن الاستفادة من الطاقة الحرارية في طبخ الطعام، حيث أن هناك أبحاث تجرى في هذا المجال لإنتاج معدات للطهي تعمل داخل المنزل بدال من تكبد مشقة الجلوس تحت أشعة الشمس أثناء الطهي.

ورغم أن الطاقة الشمسية قد أخذت تتبوأ مكانة هامة ضمن البدائل المتعلقة بالطاقة المتجددة، إلا أن مدى الاستفادة منها يرتبط بوجود أشعة الشمس طيلة وقت الاستخدام أسوة بالبطارية التقليدية، وعليه يبدو أن المطلوب بعد تقنية التحويل الكهربائي والحراري للطاقة الشمسية هو تقنية تخزين تلك الطاقة للاستفادة منها أثناء فترة احتجاب الإشعاع الشمسي، وهناك عدة طرق تقنية لتخزين الطاقة الشمسية تشمل التخزين الحراري الكهربائي، الميكانيكي، الكيميائي والمغناطيسي وتعد بحوث تخزين الطاقة الشمسية من أهم مجالات التطوير اللازمة في تطبيقات الطاقة الشمسية، وانتشارها على مدى واسع، حيث رغم أن الطاقة الشمسية متوفرة إلا أنها ليست في متناول اليد وليست مجانية بالمعنى المفهوم، فسعرها الحقيقي عبارة عن المعدات المستخدمة لتحويلها من طاقة كهرومغناطيسية إلى طاقة كهربائية أو حرارية، وكذلك تخزينها إذا دعت الضرورة، ورغم أن التكاليف حاليا تفوق تكلفة إنتاج الطاقة التقليدية إلا أنها لا تعطي صورة كافية عن مستقبلها بسبب أنها آخذة في الانخفاض المتواصل بفضل البحوث الجارية والمستقبلية.[3]**(علي محمد عبد هللا، مرجع سبق ذكره، ص45.)**

المبحث الثاني: الجدوى الاقتصادية لاستغلال الطاقة الشمسية :

المطلب الأول: القوة التنافسية لتكلفة الطاقة الشمسية.

تعتبر الطاقة الشمسية مجانية إلا أن المراحل التي تمر علي تحويلها إلى طاقة كهربائية ليست مجانية، كما لا تقتصر تكاليف أنظمة الطاقة الشمسية على أثمان الآليات اللازمة لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وحسب، بل ينبغي أيضا اعتبار نفقات صيانة بعض أجزاء هذا النظام، كثيرا ما تهمل ضرورة استبدال بعض التجهيزات أو أهمية وضع خطة ملائمة للصيانة أثناء تصميم وتركيب أنظمة الطاقة الشمسية.[1]**(محمد أنيس طويلة، الشبكات اللاسلكية في الدول النامية، دليل عملي لتخطيط وبناء بنى الاتصالات التحتية منخفضة التكاليف، المركز الدولي للأبحاث والتنموية IDRC ، إلصدار الثاني، كندا،2008 ، ص276).**

وسنورد فيما يلي بعض أنواع التكاليف المستخدمة عموما في حساب الكلفة الفعلية لنظم الطاقة الشمسية:

التكلفة: هي استهلالك الموارد مثل وقت العمل، ورأس المال، والموارد والوقود وما إلى ذلك كنتيجة لعمل ما، وفي علم الاقتصاد، تقيم الموارد كافة من حيث تكلفة الفرص البديلة، وهي قيمة الاستعمال البديل الأكثر قيمة لتلك الموارد. يتم تحديد التكاليف بطرق شتى وفي إطار افتراضات تؤثر على القيمة. والمنافع هي عكس التكاليف وفي الكثير من الأحيان تأخذ في الاعتبار معا، فعلى سبيل المثال، التكلفة الصافية هي الفرق بين إجمالي التكاليف والمنافع.

التكاليف الاجتماعية: تضم التكاليف الخارجية المترتبة على البيئة وعلى المجتمع ككل، على سبيل المثال، تكاليف الأضرار التي تلحق بالنظم الايكولوجية، والناس والاقتصاديات بسبب تغير المناخ.

التكاليف الإجمالية: وتشمل جميع التكاليف الناجمة عن نشاط معين ومتوسط التكلفة هو مجموع التكاليف مقسمة على عدد الوحدات التي أنتجت، التكلفة الهامشية أو الإضافية هي تكلفة آخر وحدة إضافية.

تكاليف المشروع المتصل بالطاقة المتجددة: وتشمل تكلفة الاستثمار)التكلفة-بقيمتها الفعلية العام الأول لبداية المشروع- اللازمة لإقامة مرفق للطاقة المتجددة يكون جاهزا لبدء الإنتاج(، تكلفة التشغيل والصيانة)اللازمة أثناء تشغيل مرفق الطاقة المتجددة(، تكاليف وقف التشغيل)وهي التكاليف التي تكبد عندما يتوقف المرفق عن التشغيل لإعادة الموقع إلى ما كان عليه(، أما تكلفة دورة العمر فتشمل جميع التكاليف المذكورة أعاله بقيمتها الفعلية منذ العام الأول لبداية المشروع.

التكلفة الإجمالية المقومة للطاقة: تمثل تكلفة نظام توليد الطاقة على مدى عمر المشروع، وتحسب كسعر الوحدة الذي يجب أن تولد الطاقة من مصدر معين على مدى عمره حتى ينتهي، وهي تتضمن عادة التكاليف الخاصة التي تتراكم عند المنبع في سلسلة القيمة، لكن لا تتضمن التكلفة النهائية التوصل للمستهلك النهائي، أو تكلفة الإدماج، أو التكاليف البيئية الخارجية، أو غير ذلك، وليست الإعانات والإعفاءات الضريبية مدرجة أيضا.[1] **(يوبا سكونا وآخرون، مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ، التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، أبو ظبي،2011 ، ص164).**

يعد تحليل الكلفة المعدلة للكهرباء في تقنيات الطاقة الشمسية أمرا ضروريا لتمكين شركات القطاع الخاص من اتخاذ القرار ودخول السوق، وتشير الكلفة المعدلة للكهرباء إلى تكلفة إنتاج وحدة طاقة كهربائية بعد الأخذ بعين الاعتبار كلفة مدة الاستخدام المتوقعة)بما في ذلك: الإنشاء والتمويل والوقود والصيانة والضرائب والتأمين والحوافز(والمدة المتوقعة لإنتاج الكهرباء، وتعتبر الكلفة المعدلة للكهرباء بمثابة الاختبار الحقيقي لتقييم ما إذا كانت التقنية قابلة للنشر من منظور اقتصادي من عدمه، وكما هو موضح بالشكل فقد انخفضت الكلفة المعدلة للكهرباء لتقنيات الطاقة الشمسية الكهروضوئية انخفاضا حادا في الماضي، وبالتطلع إلى المستقبل فإنه من المتوقع استمرار انخفاض التكلفة لهذه التقنيات لكن ليس إلى المستويات التي وصل إليها رواد هذا القطاع طوال العقد الماضي، وتتمثل الأسباب الرئيسية الدافعة لانخفاض التكلفة في هبوط أسعار الوحدة وأسعار أدوات النظام وتوافر وسائل تمويل أرخص.[1]**(منتدى الرياض الاقتصادي، نحو تنمية اقتصادية مستدامة، اقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية، الدورة السابعة، الرياض،2015 ، ص 34 ، ص35).**

الشكل رقم 05:اتجاهات الكلفة المعدلة للكهرباء الخاصة بالطاقة الشمسية الكهروضوئية

المصدر : منتدى الرياض الاقتصادي، نحو تنمية اقتصادية مستدامة، اقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية، الدورة السابعة، الرياض،2015 ، ص 35

وهذا ما يظهر من خلال الشكل أعلاه، والذي يبين اتجاهات الكلفة المعدلة للكهرباء الخاصة بالطاقة الشمسية الكهروضوئية إذ يتوقع استمرار انخفاض ولكن بنسب متناقصة و أن يصل انخفاضها لنسبة4% في الفترة ما بين2014 –2025.

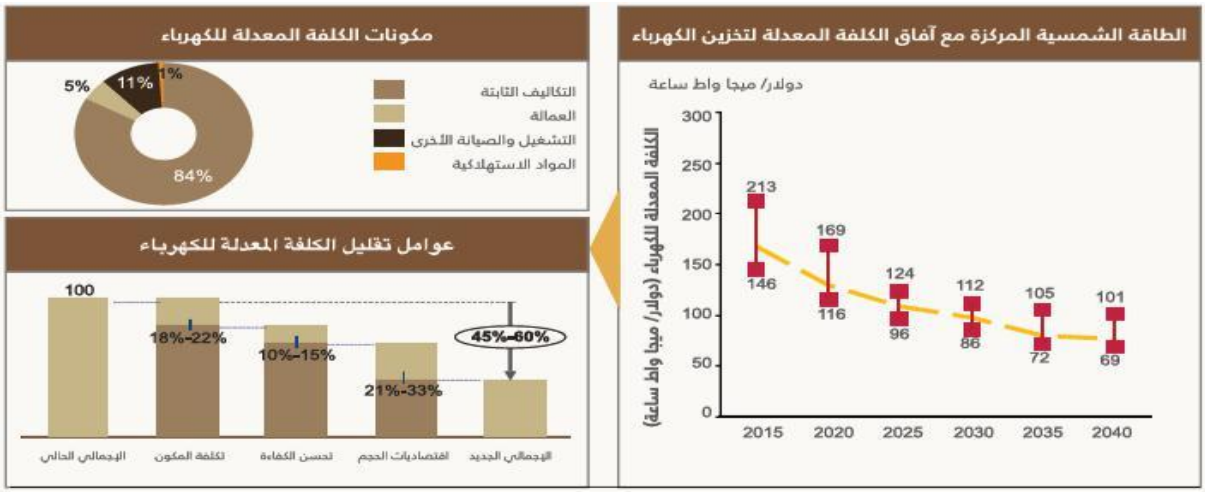
وتجدر الإشارة هنا إلى أن الطاقة الشمسية الكهروضوئية تعاني من عائق تقني مزمن حيث ال يمكنها أن تولد الطاقة الكهربائية إال أثناء فترة النهار فقط، وحتى خلال فترة النهار فإن التغير في شدة الإشعاع الشمسي) بسبب تكون السحب(يسبب تقطعا في الكهرباء المولدة عن طريق تقنيات الطاقة الشمسية الكهروضوئية، لذلك يضطر منتجو الطاقة إلى الاعتماد على احتياطات الطاقة التقليدية التي تزيد من تكلفة منظومة توليد الطاقة الكهربائية، ويمكن التغلب على هذا العائق من خلال التطور التقني في مجال نظم وتقنيات تخزين الطاقة،

وعلى رأسها التقنيات الخاصة بالبطاريات فقد انخفضت أسعار حزمة بطارية ليثيوم-أيون (Li–ion) بنسبة43% بين عامي2010 و 2014، مما يشير إلى إمكانية حدوث طفرة في استخدام البطاريات في صناعة الطاقة، ومن المتوقع أن يحدث التقدم السريع في خفض تكلفة البطاريات ثورة في تطبيقات الطاقة الشمسية الكهروضوئية في مجالات عدة مثل: تطبيقات في الجزر، والتطبيقات الغير متصلة بالشبكة)استبدال وصالت الشبكة.[2](منتدى الرياض االقتصادي، نحو تنمية اقتصادية مستدامة، اقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية، مرجع سبق ذكره، ص35.)

ومن بين تقنيات الطاقة الشمسية الحرارية المركزة، تعتبر تقنية المرايا الشمسية المقعرة الأكثر انتشارا إذ أن نسبة حصتها في السوق تساوي نحو88% من إجمالي القدرة المركبة، في حين أن حصة تقنية البرج المركزي تبلغ11% من حصة السوق إلا أنها تتمتع بدعم قوي نظرا لكفاءتها العالية وانخفاض الكلفة المعدلة للكهرباء بها مقارنة بتقنية المرايا الشمسية الحرارية المركزة مع كافة تقنيات الطاقة المتجددة الأخرى، إلا أنها تتطلب تكاليف استثمارية عالية كما أنها لا تتوافق مع أنظمة تخزين الحرارة.

وبرغم بعض المزايا التقنية التي تتفوق فيها الطاقة الشمسية الحرارية المركزة على الطاقة الشمسية الكهروضوئية، إلا أنها تعاني من ارتفاع الكلفة المعدلة للكهرباء، بسبب ارتفاع تكلفتها الاستثمارية وتكاليف التشغيل والصيانة، وعليه فإنه يوجد إمكانية كبيرة لتحسين الجدوى الاقتصادية لاستخدام الطاقة الشمسية الحرارية المركزة، من خلال الدعم الحكومي المناسب في المناطق الواعدة كما في الشرق الأوسط.[1] **(منتدى الرياض الاقتصادي، نحو تنمية اقتصادية مستدامة، اقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية، مرجع سبق ذكره، ص38).**

الشكل رقم 06 : إمكانية تقليل الكلفة المعدلة للكهرباء الخاصة بالطاقة الشمسية الحرارية المركزة



المصدر: منتدى الرياض الاقتصادي، نحو تنمية اقتصادية مستدامة، اقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية، مرجع سبق ذكره، ص38.

من خلال الشكل أعاله،نلاحظ أن تقليل الكلفة المعدلة للكهرباء الخاصة بالطاقة الشمسية الحرارية المركزة ممكن وبنسب تتراوح ما بين45 إلى60% وذلك في الفترة الممتدة بين2020 إلى 2040، مقارنة بسنة2015 ، وهذا يرجع إلى عدة عوامل أهمها الزيادة المستمرة للطلب، كما تخضع أسعار وتكاليف الطاقة الشمسية الحرارية المركزة خاصة إلى قانون اقتصاديات وفورات الحجم.

كما أثار الانخفاض الحاد في أسعار النفط منذ عام2014 تساؤلا حول ما إذا كان النمو الملحوظ في قطاع الطاقة الشمسية والاتجاه نحو بناء مزيج طاقة أكثر تكاملا، سيستمر، أم أنه سيتوقف بفعل توفر النفط والغاز بأسعار معقولة، لكن هناك أسباب قوية تعزز الاعتقاد بأن نمو هذا القطاع سيستمر ومنها:[2](تقرير خاص لبنك أبو ظبي الوطني، ملخص تنفيذي لتمويل مستقبل الطاقة، من إعداد جامعة كامبريدج وشركة برايس ووترهاوس كوبرز، أبو ظبي، مارس2015 ، ص05).

أوالا: تعتبر الحاجة لتوليد المزيد من الكهرباء المحرك الرئيسي وراء الارتفاع الهائل في الطلب على الطاقة، ومع ذلك فإن 5% فقط من الكهرباء في العالم يتم توليدها بالاعتماد على النفط، وعليه ال يعتبر النفط منافسا لمصادر الكهرباء المتجددة، وإنما مكمل لها، إلى جانب ذلك تمضي الطاقة الشمسية على الطريق الصحيح نحو تحقيق التكافؤ الشبكي في80% من البلدان المنتجة للطاقة الشمسية في غضون العامين المقبلين وبالتالي فإن التكلفة لم تعد تمثل سببا لإعاقة التقدم في تطوير مصادر الطاقة المتجددة.

ثانيا: لطالما أثارت الطاقة المتجددة قلق الكثيرين في الماضي بخصوص كونها تمثل خيار غير موثوق وال يمكن الاعتماد عليه، ألن الرياح تهب بشكل متقطع فقط، والشمس لا تشرق دائما، ولكن ثبت بأن هذه السباب ال تشكل مصدر مقلق وال ترتقي إلى مستوى اعتبارها مشكلة، وبالنسبة لمنطقة الخليج مثال تكون ذروة الطلب على الكهرباء غالبا خلال منتصف النهار، ويمكن للشركات الحديثة اليوم استيعاب40% على الأقل من الطاقة المتجددة الإضافية ضمن إجمالي حمولتها قبل أن تتطلب إدخال تعديلات جديدة، وإذا كان هناك تقطع في مصادر الطاقة المتجددة فإن الدور المتزايد للغاز في سوق الكهرباء يوفر مكملا مثاليا للقدرات التوليدية لتقنيات الطاقة المتجددة، علاوة على ذلك تشهد تقنيات تخزين الطاقة تقدما متسارعا، وخلال السنوات القليلة القادمة ستكون هناك حلول مخصصة للمرافق الخدمية تساعد في تذليل مصدر القلق الذي شكل حتى وقت قريب مانعا رئيسيا وراء اعتماد تقنيات الطاقة المتجددة على نطاق واسع في توليد الكهرباء.

ثالثا: إن الدوافع الكامنة وراء تعزيز الاعتماد على المصادر المتجددة هي بعيدة الأجل، ومن ضمنها الحاجة إلى ردم الثغرة التي تلوح في الأفق فيما تتعلق بموازنة معادلة العرض والطلب من خلال زيادة قدرات توليد الكهرباء تلبية للنمو المتزايد في الطلب، والتحدي المتمثل في إدارة الموارد المحدودة أو التي يصعب الوصول إليها، ورغبة الحكومات بتأمين الإمدادات المحلية الكافية وعدم الخضوع لتقلبات أسعار النفط حيثما كان ذلك ممكنا، بالإضافة إلى أطر سياسات الطاقة التي تم وضعها على مستوى العالم والتي تسعى إلى الحد من الانبعاث الكربونية للتصدي لظاهرة تغير المناخ وتخفيف حدة التلوث

المطلب الثاني: الجدوى الاقتصادية لمحطات الطاقة الشمسية:

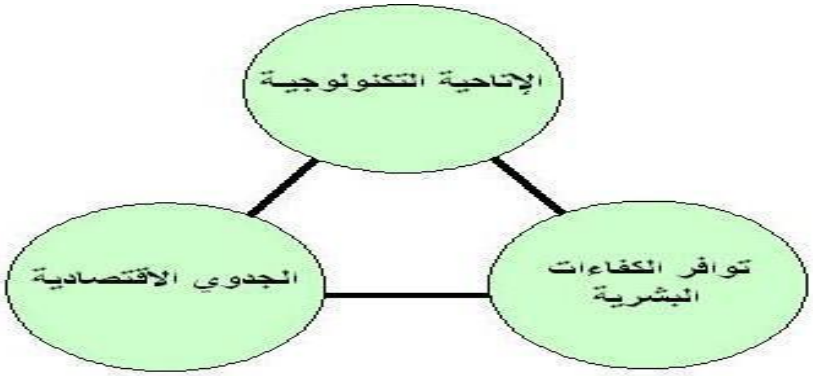
على الرغم من توافر الطاقة الشمسية، الا أن الاستفادة منها مرهون بتوفر مجموعة من الشروط، أهمها أن تكون مجدية اقتصاديا في البلد المراد استغلالها فيه، وألن الكثير من العوامل تدخل في حساب جدوى مشاريع الطاقة الشمسية، فال يمكن إصدار حكم عام عن جدواها إلا بتحديد هذه العوامل وتحليلها.

والتي من بينها مرقع وحجم المشروع، أسعار الوقود الأخرى، التقنية المستخدمة ومواءمتها مع الظروف البيئية ومع طبيعة تشغيل منظومة الكهرباء وتكاليف نقل الطاقة المنتجة. بالإضافة إلي مجموعة الفوائد والعوائد المباشرة وغير المباشرة)والتي ذكرناها سابقا(والتي تتمتع وتتميز بها الطاقة الشمسية عند استغلالها مقارنة بغيرها من الطاقات.

أولا: شروط الاعتماد على مختلف البدائل الطاقوية.

على الرغم من تكرار الكثير من النداءات نحو تعظيم الاعتماد على المصادر البديلة للطاقة، إال أن البدائل التي يمكن إضافتها إلى حزمة الطاقة لبلد ما تظل مرهونة بتوافر شروط ثالثة أولها: الإتاحة التكنولوجية أو نسبة مشاركة محلية مقبولة، وثانيها: توافر الكفاءات البشرية، وأخيرا الجدوى الاقتصادية مثلما يوضحه الشكل قم 07 الموالي.

الشكل رقم 07: شروط الاعتماد على البدائل الطاقوية.



المصدر: محمد مصطفى الخياط، الطاقة البديلة وتأمين مصادر الطاقة، مؤتمر البترول والطاقة ...هموم عالم واهتمامات أمة، كلية الحقوق، جامعة المنصورة، مصر،2-3 **افريل**2008 **، ص**14.

كما يتوقف استغلال مصادر الطاقة في أي من الأقاليم على مجموعة من العوامل أهمها: [1] **(عبد الرؤوف رهبان، الأهمية النسبية النوعية لموارد الطاقة "دراسة في جغرافية الطاقة"، مجلة جامعة دمشق، المجلد27 ، العدد الأول والثاني، سوريا،2011 ، ص 376)**

- ✓ المصدر متاح في المكان: إذ أن كثيرا من مصادر الطاقة توجد في مواقع معينة، ومن ثم فإن إمكانية توفرها في مناطق أخرى تتوقف على مدى توافر أنظمة النقل.
- ✓ إمكانية النقل: ألن نقل أي من مصادر الطاقة من أماكن الإنتاج إلى أسواق الاستهلاك يتوقف على مسافة النقل ومدى تطور وسائل النقل.
- ✓ محتوى الطاقة: المتمثل بكمية الطاقة التي يمكن الاستفادة منها لكل وحدة وزن أو حجم.
- ✓ إمكانية التخزين: حيث يمتاز مصدر الطاقة الذي يمكن تخزينه عن المصادر التي لا يمكن تخزينها، وذلك لمواجهة أزمة انقطاع الطاقة أو في الحالات القصوى للطلب على الطاقة.
- ✓ المرونة: فكلما ازداد تنوع أغراض الطاقة أصبحت الطاقة مرغوبا فيها بشكل أكبر.
- ✓ السعر: إذ كلما انخفض سعر الطاقة المتوافرة زاد الطلب عليها.

ثانيا: سلسلة القيمة للطاقة الشمسية.

سلسلة القيمة هي مجموعة من الارتباطات المتبادلة التي تنجزها المنظمة لتزويد السلع والخدمات للزبائن، وفي بيئة الأعمال التنافسية، كل نشاط داخل سلسلة القيمة يجب أن يسعى لجعل قيمة السلع والخدمات مثالية. [1] **(حيدر شاكر البرزنجي، محمود حسن جمعة، تكنولوجيا ونظم المعلومات في المنظمات المعاصرة، دار ابن العربي للنشر والطباعة، بغداد، العراق،2014 ، ص32).**

كما تعبر عن تكتيك يستخدم لتحليل الأنشطة الرئيسية والأنشطة الداعمة وذلك بهدف تحليل المصدر الداخلي للميزة التنافسية وبالتالي تحديد عناصر القوة والضعف الداخلية الموجودة حاليا أو المحتملة.

وفيما يخص سلسلة القيمة الخاصة بالطاقة الشمسية فتتألف سلسلة قيمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية من خطوات متشابهة لتلك الموجودة في قطاع الطاقة الكهربائية التقليدي وتشمل: التخطيط، التطوير، تصنيع المكونات، الهندسة والمشتريات والتشغيل، توليد الكهرباء والعمليات والصيانة، وعلاوة على ذلك، تقدم الطاقة الشمسية الكهروضوئية خطوات إضافية في سلسلة القيمة الخاصة بها على شكل فرص عمل للشركات من غير ذات السعة الكبيرة في جانب التوليد الموزع. وفيما يتعلق سلسلة القيمة الصناعية والخدمات تتمتع الشركات العالمية بتمركز قوي نظرا لميزتهم التنافسية من حيث التكلفة والجودة، لذلك فعلى شركات قطاع الخاص، ممن يرغبون الدخول في عملية التصنيع، والاستفادة من فرص الشراكات مع هذه الشركات العالمية، بجانب المشاركة في أنشطة التطوير التقني

لتعزيز الخبرات في مجال تقنيات الطاقة الشمسية الكهروضوئية التي تناسب الظروف المحلية.[1] **(منتدى الرياض االقتصادي، نحو تنمية اقتصادية مستدامة، اقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية، مرجع سبق ذكره، ص33).**

مع العلم أن سلسلة القيمة لقطاعي النفط والغاز تنقسم إلى ثالثة أجزاء: عمليات الاستخراج، العمليات المتوسطة والعمليات اللاحقة، وتشمل المراحل والأنشطة التالية: الاستكشاف والإنتاج، النقل والتخزين، التكرير والمعالجة وأخيرا التسويق والتوصيل.[2] **(مركز الخليج لسياسات التنمية، قطاع النفط والغاز في مجلس التعاون : متوفر على الموقع: http://www.gulfpolicies.com/index.php?option=com_content&view=article& 02-11-2016)**

والشكل التالي يعبر عن أهم مراجل سلسلة القيمة لسوق الطاقة الشمسية الكهروضوئية والدروس المستفادة لدخل شركات القطاع الخاص.

الشكل رقم: 08 سلسلة القيمة للطاقة الشمسية الكهروضوئية وأهم الدروس المستفادة لدخول شركات القطاع الخاص.

المصدر: منتدى الرياض االقتصادي، نحو تنمية اقتصادية مستدامة، اقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية، مرجع سبق ذكره، ص33.

كما يمكن استخدام تقنية الطاقة الشمسية الحرارية المركزة بشكل رئيسي في تطبيقات النشر ذات السعة الكبيرة، وتشابه فئات سلسلة القيمة الأخرى لتقنية الطاقة الشمسية الحرارية المركزة مع تلك الموجودة في التقنيات التقليدية في قطاع الطاقة باستثناء التصنيع، وتتألف عملية تصنيع معدات الطاقة الشمسية الحرارية المركزة من تصنيع أجهزة الاستقبال وأنظمة التجميع وأنظمة نقل الحرارة وتخزين الحرارة وأنظمة توليد البخار والتوربينات، ونظرا لعالقة المعرفة التقنية بقطاعات التصنيع الأخرى فإنها تمثل عائق منخفض بالنسبة للطاقة الشمسية المركزة ويمكن لمصنعي المرايا والصلب وتوربينات التوليد المشاركة في سلسلة القيمة الخاصة بهذه التقنية.[1] **(منتدى الرياض الاقتصادي، نحو تنمية اقتصادية مستدامة، اقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية، مرجع سبق ذكره، ص37.)**

ويمكن لمس الآثار الإيجابية على امتداد مراحل سلسلة القيمة، إذ تسهم الطاقة المتجددة ككل في حفز الاقتصاديات الوطنية وإضافة فرص عمل جديدة، ففي عام2013 ، دعمت مصادر الطاقة المتجددة 6,5 ماليين فرصة عمل. كما تسهم تقنيات الطاقة المتجددة بتوفير الكهرباء في العديد من المجتمعات المحلية التي لا تصلها شبكات توزيع وال تقل الفوائد البيئية لها أهمية عن ذلك.[2] **(الوكالة الدولية للطاقة المتجددة –ارينا-، الملخص التنفيذي أسباب التحول في عالم الطاقة، أبو ظبي،2014 ، ص06).**

وبهذا تتميز مختلف مصادر الطاقات المتجددة عن غيرها من المصادر التقليدية بتحقيقها وتضمنها لمختلف دعائم التنمية المستدامة وهذه تعتبر ميزة تنافسية عامة تتنعم بها الطاقات المتجددة.

ثالثا: الوظائف الخضراء.

يوفر قطاع الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة ككل فرص عمل جيدة بما يسهم في توليد منافع اقتصادية واجتماعية هامة على مستوى العالم. ويرجع الارتفاع المستمر ألعداد الوظائف إلى الانخفاض المستمر في تكاليف تكنولوجيا الطاقات المتجددة، وهو جانب ساهم في إضافة وظائف جديدة بمجالات التركيب والتشغيل والصيانة، بالإضافة إلى السياسات الداعمة للطاقات النظيفة من جانب آخر. ويتوقع أن يتواصل هذا التوجه الصاعد بالتزامن مع استمرار الزخم الاستثماري لقطاع الطاقة الشمسية وغيرها من الطاقات المتجددة.

كما أن هذه الفرص المستحدثة تعتبر دعامة لإطار العمل الدولي الجديد الهادف للتحول إلى مجتمعات أكثر وعيا بشأن الأثر البيئي الإيجابي وأكثر نشرا للوظائف الخضراء، التي أصبحت تعد المحرك الرئيسي للاقتصاد الأخضر والتنمية المستدامة، وكذا لمكافحة البطالة في الكثير من الدول.

وقد أعطى تقرير عام2008 المشترك بين برنامج االلمم المتحدة للبيئة ومنظمة العمل الدولية والمنظمة الدولية ألصحاب العمل والإتحاد الدولي لنقابات العمال، تعريفا عاما للوظائف الخضراء على أنها: أي وظيفة لائقة تسهم في الحفاظ على نوعية البيئة أو استرجاعها، سواء في الزراعة أو الصناعة أو الخدمات أو الإدارة، وهذه الوظائف من الناحية العملية تخفض استهلالك الطاقة والمواد الخام، وتحد من انبعاثات الغازات الدفينة، تقلل النفايات والتلوث، تحمي النظم الايكولوجية وتسترجعها، تمكن المنشآت والمجتمعات المحلية من التكيف مع تغير المناخ.[1] **(مكتب العمل الدولي، التقرير الخامس للمؤتمر العمل الدولي، التنمية المستدامة والعمل الالئق والوظائف الخضراء، جنيف،2013 ، ص22).**

ومن بين مجالات العمل المستحدثة التكنولوجيات الكهروضوئية الشمسية، وهي جزء مهم من استراتيجيات الطاقة المتجددة في العديد من البلدان.

وقد بدأت الصناعات المنتجة للطاقة المتجددة في إتاحة عدد كبير من الوظائف وبقدر عدد الوظائف التي أتاحتها صناعة الطاقة المتجددة بشكل مباشر أو غير مباشر بنحو2,3 مليون فرصة عمل في عام2006 حسب واحد من أول التقييمات العالمية الصادرة في هذا الخصوص، ثم تلته تقييمات مقارنة رفعت هذا الرقم إلى7,7 مليون وظيفة في عام2014.[3] **(بيتر بوشن ومايكل رينر، الوظائف الخضراء،صندوق النقد الدولي، مجلة التمويل والتنمية ، العدد52 ، ديسمبر2015)** ، وهذا بزيادة قدرها1,2 مليون وظيفة بالمقارنة بسنة2013 حيث قدرت فيها الوظائف في مجال الطاقات المتجددة ب6,5 مليون وظيفة

في ترتيب تنازلي كان أكبر أرباب العمل من الصين، البرازيل، الواليات المتحدة، الهند، ألمانيا، اسبانيا وبنغلادش، والطاقات الضوئية الشمسية والرياح لا تزال الأكثر ديناميكية وقابلية للتجدد من بين تكنولوجيات الطاقة المتجددة، حيث استحوذ قطاع الطاقة الشمسية الضوئية على2,3 مليون وظيفة عام 2013 تركز معظمها في الصين التي تشير الاتجاهات إلى زيادة في وظائف التركيب في حين تبقى وظائف التصنيع مستقرة حيث تزايد الطلب عالميا يمتص زيادة المعروض من الألواح الشمسية فيها.[1] **(قاسم عبد السالم الزين، استكشاف فرص العمل المحتملة في الطاقات المتجددة، مجلة الطاقة الشمسية والتنمية المستدامة، المجلد4، العدد1،2015 ، ص02.)**

وقد أظهر تقرير المراجعة السنوية– الطاقة المتجددة والوظائف2016– الصادر عن الوكالة الدولية للطاقة المتجددة "أيرينا": أنه قد استحوذت الشمسية الكهروضوئية على194,200 وظيفة من مجموع الوظائف بالطاقة الشمسية مقابل10400 للتدفئة و4200 وظيفة للتبريد بها. والجدير بالذكر أن مساهمة المرأة من القوى العاملة في سوق الطاقة الشمسية قدر ب24% من مجموع الوظائف 209000 . [2] (**Renewable Energy and Jobs-Annual Reniew 2016, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, United Arab Emarates, 2016, PP : 4-)**

وعلى الرغم من الانخفاض في العمالة بنسبة4% في عام2014 ال تزال ألمانيا البلد الأوروبي الذي يضم أكبر عدد من الوظائف ضمن الطاقات المتجددة فهي توفر تقريبا نفس عدد الوظائف الذي توفره فرنسا والمملكة المتحدة وايطاليا مجتمعة معا. وشهدت اليابان مكاسب مثيرة للإعجاب في مجال الطاقة الشمسية الكهروضوئية في السنوات الأخيرة، مما أدى إلى زيادة بنسبة28% في الوظائف عام 2014، بالإضافة إلى عدة بلدان آسيوية أخرى التي تظهر أيضا عالمات من التقدم في الطاقة الشمسية الكهروضوئية على سبيل المثال: تمثل ماليزيا موطنا لـ19 ألف وظيفة مباشرة في الألواح الشمسية عام 2015، وتزود جمهورية كوريا أكثر من 8200 شخص بوظائف في صناعة الألواح الشمسية الكهروضوئية، كما وفرت باكستان فرص عمل قدرت بـ20 ألف وظيفة في الطاقة الفولتوضوئية سنة 2015. أما بالنسبة لإفريقيا فقد شهدت تطورات هامة تؤدي إلى خلق فرص عمل بالطاقة المتجددة فعلى سبيل المثال: توفر مصر3 آلاف وظيفة في الألواح الفولتوضوئية وهذه الوظائف في تزايد مستمر، كما تتوفر بالمغرب ما يفوق5 آلاف وظيفة في الطاقة المتجددة، أما في جنوب إفريقيا فيعمل بصناعة الطاقة الشمسية ما يقارب20 ألف شخص في2014. و30 ألف شخص في2015 من مجموع60 ألف وظيفة في إفريقيا ككل لنفس العام. والجدول التالي يبين تقدير الوظائف بالطاقات المتجددة في جميع أنحاء العالم لعام 2017.

رابعا: جدوى محطات الطاقة الشمسية الإنتاج الكهرباء وتحلية المياه.

على الرغم من انخفاض أسعار وتكاليف الطاقة الشمسية باستمرار، مما سمح لمختلف تقنياتها بالتنافسية مع باقي مصادر الطاقة التقليدية، إلا أن الجدوى الاقتصادية للطاقة الشمسية تتباين تباينا واسعا حسب التكنولوجيات والتطبيقات والموقع وغير ذلك من العوامل.

وتعتبر الطاقة الشمسية الفوتوفولطية الآن تكنولوجيا ناضجة نسبيا، وال تزال تشهد تحسينات سريعة في الأداء والتكلفة، ومن المتوقع استمرار هذا التقدم بشكل مطرد.[3] **(يوبا سكونا وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص66.)**

وأثبتت كهربة الريف باستخدام التكنولوجيا الفولتوضوئية نجاحها على البلدان النامية، وفي عدد من الأمثلة نجد أوغندا وجمهورية تنزانيا المتحدة وزامبيا والسودان وغينيا وكودي فوار ومصر والمالديف ونيجيريا والهند...الخ، كما سخرت الطاقة الشمسية بنجاح لتوفير مياه الشرب والري في العديد من المناطق بالموزمبيق، وهي بلد معرض بشدة لتغير المناخ، ولم يعد سكان القرى وبخاصة النساء والفتيات مضطرين إلى قضاء ساعات من وقت عملهم الإنتاجي في جلب المياه بفعل نظم الضخ العاملة بالطاقة الشمسية.
وكما أن مركزات الطاقة الشمسية قد أثبتت جدواها بصفتها تكنولوجيا نافعة، وما تزال تشهد تقدما في التكنولوجيا حيث تبنى المصانع ويؤدي الإنتاج الكمي و وفرات الحجم إلى خفض التكاليف.

أ: عند استخدام اللاقطات الشمسية.

بحكم طبيعتها، اللواقط هي الأكثر وضوحا من جميع مكونات نظم الطاقة الشمسية الحرارية، وتوجد لها ثالثة أنواع مختلفة هي الأكثر شيوعا: لواقط ذات أنابيب مفرغة، لواقط مسطحة، وسطوح ماصة غير مزججة، تشترك جميعها في أنها تمتص الإشعاع الشمسي بواسطة سطوحها الماصة التي هي في كثير من الأحيان سوداء أو زرقاء داكنة، وهي التي تقوم بعملية التسخين، ومن ثم نقل الحرارة منها مباشرة أو غير مباشرة إلى المياه. **(برنامج الأمم المتحدة للبيئةUNEP[1] ، دمج الطاقة الشمسية الحرارية في المباني "دليل سريع للمهندسين المعماريين والبنائين"، فرع الطاقة، شعبة التكنولوجيا والصناعة والاقتصاد، فرنسا،2015 ، ص23).**

يمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية باستخدام اللاقطات الشمسية وهذه الطاقة يمكن استخدامها كمصدر حراري لتشغيل توربينات بخارية أو غازية كما في محطات الطاقة التقليدية، وألننا نحتاج إلى كل من الماء والكهرباء، فإن المحطات الشمسية المتوقع إنشاؤها في المستقبل من المرجح أن تكون محطات مزدوجة لتوليد الكهرباء وتحلية المياه كما هو الحال في المحطات التقليدية العاملة في الوقت الحاضر، وعمليات تحلية المياه تحتاج في عملها إلى طاقة كهربائية فقط وعلى ذلك يمكن للمحطات المزدوجة أن

تصمم بإحدى الطرق الثالثة التالية:[2] **(درويش محمد خميس فريح القبيسي وآخرون، طاقة المستقبل للعالم العربي "مقارنة الطاقة الشمسية بالطاقة الذرية"، المركز الدولي لأنظمة المياه والطاقة، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة،2010 ، ص ص29 ،30).**

حقل اللاقطات الحرارية المركزة(CPS) مع خزانات تمد الطاقة الحرارية لتشغيل تربينات بخارية أو غازية لتوليد الكهرباء ووحدات تناضح عكسي تستعمل جزء من كهرباء المحطة الرئيسية.

حقل من اللاقطات الحرارية المركزة(CPS) مع خزانات للحرارة تمد الطاقة الحرارية لتربينات بخارية أو غازية لتوليد الكهرباء وعدد من وحدات التقطير البخارية.

حقل من الخلايا الشمسية(PV) مع خزانات للكهرباء(Batteries) وعدد من وحدات التناضح العكسي تستخدم جزءا من الطاقة الكهربائية المنتجة.

سنركز في اعتباراتنا على الطريقتين الأولى والثانية والتي تستخدمان اللاقطات الحرارية(CPS).

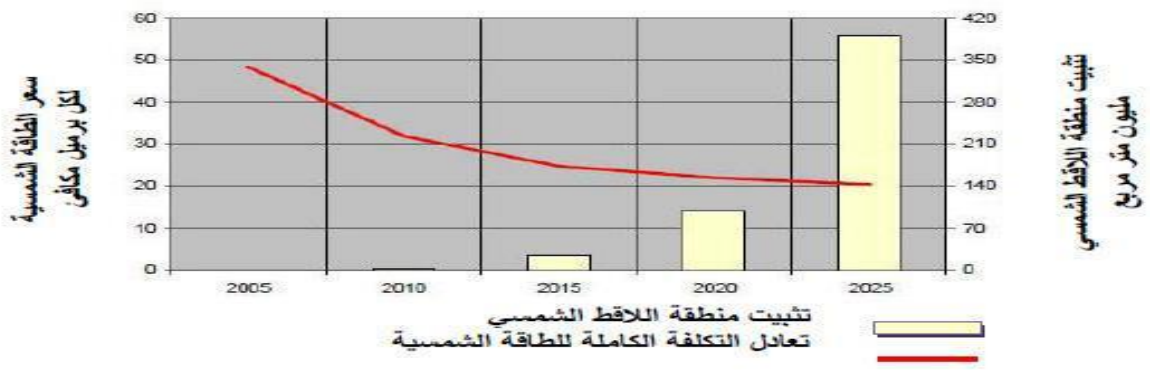
وتعتمد اقتصاديات المحطات الشمسية المزدوجة على تكلفة إنتاج البخار من حقل اللاقطات الشمسية، وتعتمد هذه التكلفة بدورها على عدد من العوامل منها:

- ✓ التكلفة الرأسمالية(Capital Cost) للاقطات الشمسية.
- ✓ قوة الإشعاع الشمسي في الموقع المزمع إنشاء المحطة فيه.
- ✓ العمر الافتراضي للمحطة (Life Time) .

ومن المتوقع أن تكلفة إنتاج البخار من اللاقطات الشمسية سوف تنخفض في المستقبل مع ارتفاع في الطاقة الإنتاجية للاقطات الشمسية نتيجة الانتشار المتزايد للمحطات الشمسية. ومن أجل مقارنة هذه التكلفة مع تكلفة الطاقة الحرارية الناتجة من طاقة تقليدية)النفط الخام(نقوم باحتساب تكلفة إنتاج ما يكافئ الطاقة الكامنة في برميل من النفط باستخدام الطاقة الشمسية، نلاحظ هنا أن برميل النفط الخام يحتوي على1600 كيلواط ساعة من الطاقة الحرارية(kwh) ، ويبين الشكل رقم تكلفة إنتاج ما يكافئ برميل من النفط بالطاقة الشمسية)برميل شمسي(ومدى تغير هذه التكلفة في المستقبل مع زيادة مساحات اللاقطات التي تنشأ. ويبين الاحداثي الرأسي الأيسر في هذا الشكل سعر الطاقة الشمسية لكل برميل مكافئ، كما يبين الاحداثي الرأسي الأيمن مساحة اللاقطات المنشأة. أما الاحداثي الأفقي فيبين السنوات واحتساب سعر الطاقة الشمسية تم استخدام الفروض التالية:[1] **(درويش محمد خميس فريح القبيسي وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص31).**

- ✓ التكلفة الرأسمالية(capital cost) للاقطات الشمسية = 250 دولار($/m^2).
- ✓ قوة الإشعاع الشمسي في الموقع المزمع إنشاء المحطة فيه= 2400 كيلواط ساعة على المتر المربع سنويا (KWH/m^{2}year).
- ✓ العمر الافتراضي للمحطة(life time)=25 سنة.
- ✓ سعر الفائدة على القروض(interest rate)=5% في السنة.

الشكل رقم: 09 سعر الوقود الشمسي بالدولار للبرميل المكافئ



المصدر: درويش محمد خميس فريح القبيسي وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 32

ومن خلال الشكل أعلاه يتضح من أن سعر الطاقة الحرارية الشمسية هو أقل من40 دولار للبرميل المكافئ، وهذا السعر أقل من سعر برميل النفط الخام في الوقت الحالي، ومن المتوقع أن يستمر هذا السعر في الهبوط مع انتشار بناء المحطات الشمسية ومع زيادة الطاقة المركبة.

ب: المحطات الشمسية المزدوجة.

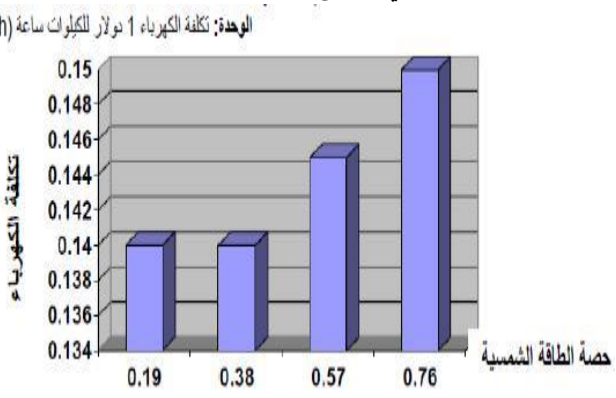
قام مركز الفضاء الألماني(German Aerospace Center DLR) في عام2007 بعمل دراسة اقتصادية تحت اسم (AQUA–CSP) عن استخدام محطات الطاقة الشمسية المزدوجة والتي تستخدم اللاقطات ذات التركيز المرتفع(CSP) في إنتاج الطاقة وتحلية مياه البحر باستخدام وحدات تحلية من نوع التقطير متعدد المراحل(MED) والتناضح العكسي(RO). وقد تم عمل نموذج تحليلي لتقييم الأداء الاقتصادي لمحطتين نمطيتين(Reference Plants) تبلغ الطاقة الكهربائية الكلية لكل منهما25 ميغاواط والطاقة الإنتاجية للمياه المحالة24000 متر مكعب في اليوم. وكال المحطتين تعملان في موقع تبلغ فيه قوة الإشعاع الشمسي2400 كيلواط ساعة في السنة(KWH/Year) وتبلغ ملوحة مياه البحر40000 جزء في المليون(ppm). وقد تم تصميم المحطتان بحيث يكون إنتاجهما بكامل طاقتها مستمر على مدار العام فيها عدا فترات الصيانة التي يتم فيها توقفهما. ولذلك فالمحطتين تعمالن بأسلوب مزدوج بحيث تستخدم كال من الطاقة الشمسية عندما تكون متاحة و تستخدم أيضا الغاز الطبيعي عند عدم توفر الطاقة الشمسية، وقم تم تقدير تكلفة رأس المال للمحطتين ، وتنقسم كل محطة إلى ثالثة مكونات رئيسية وهي:

- ✓ تكلفة حقل اللاقطات الشمسية.
- ✓ تكلفة محطة الكهرباء.
- ✓ تكلفة محطة التحلية بالمليون دوالر.

ج :إنتاج الكهرباء من المحطات الشمسية.

يمكن حساب تكلفة الكيلواط ساعة منتجة من المحطات الشمسية ذات الإنتاج المفرد بنفس الطريقة التي استخدمت في المحطات ذات الإنتاج المزدوج باستخدام نفس الفروض الاقتصادية وأسعار المواد)مثل سعر الفائدة على القروض وعمر المحطة وتكلفة رأسمال اللاقطات الشمسية ...الخ(التي استخدمت من قبل. والمحطات الشمسية تعمل بالطاقة الشمسية خلال أوقات سطوع الشمس وتعمل بالوقود الأحفوري)غاز طبيعي(بعد غروب الشمس. وتعتمد اقتصاديات هذه المحطات على مساحة حقل اللاقطات وعلى حجم خزانات الحرارة وكالهما يؤثر في نسبة الوقت الذي تعمل فيه المحطة على الطاقة الشمسية في اليوم وهذه تسمى بالنصيب الشمسي(solar share). ويبين الشكل تأثير "النصيب الشمسي" على تكلفة الكيلواط ساعة من الكهرباء المنتجة من محطة شمسية ذات طاقة إنتاجية مقدارها26MW.[1] **(درويش محمد خميس القبيسي وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص37) .**

الشكل رقم10 تأثير "النصيب الشمسي" على تكلفة الكيلواط ساعة من محطة شمسية قدرتها 100MW.



المصدر درويش محمد خميس القبيسي وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص37.

المطلب الثالث : الوضع الراهن للطاقة الشمسية في العالم :

على الرغم من انخفاض الطلب العالمي على الطاقة بنسبة 4.5% في عام 2020 ، الا ان الطاقة الشمسية شهدت اكبر زيادة في الطلب حيث تم تركيب مرافق جديد بسعة 127 جيجا واط في سنة 2020 ، حيث جاءت الصين في المركز الأول عالميا من حيث انتاج الطاقة الشمسية بداية سنة 2019 بسعة بلغت 254.4 الف ميجا واط ، وقد ساهمت الصين بأكثر من 35 % من السعة العالمية للطاقة الشمسية المنجة في 2021 ، كما بلغ متوسط النمو السنوي للطاقة الشمسية في الولايات المتحدة الامريكية 42 % خلال العقد الماضي و ساعدت سياسات مثل الائتمان الضريبي للاستثمار في الطاقة الشمسية و الذي يقدم خصما ضريبيا بنسبة 26 % على انظنة الطاقة الشمسية السكنية و التجارية ، اى دفع الصناعة الى الامام .

و يرجع نمو الطاقة الشمسية جزئيا الى انخفاض تكلفتها على مدى السنوات الماضية ، فمنذ عام 2010 انخفضت تكلفة الطاقة الشمسية بنسبة 85% ، حيث تراجعت التكلفة من 0.28 دولار الى 0.04 دولار لكل كيلوواط ، مع زيادة انتاج و تصنيع و تركيب الالواح الشمسية في العالم اين اصبح اناجها ارخص و اكثؤ كفاءة و في الجدول الموالي نبين اكبر الدول المنتجة للطاقة الشمسية خلال سنة 2022:

الجدول رقم 06 : نبين اكبر الدول المنتجة للطاقة الشمسية خلال سنة 2022

الترتيب	الدولة	الإنتاج بالألف ميقاواط	نصيب الفرد من الطاقة الشمسية المنتج بالواط	النسبة المئوية من الإنتاج العالمي
1	الصين	254.4	147	%35.6
2	الولايات المتحدة الأمريكية	75.6	231	%10.6
3	اليابان	67	498	%9.4
4	ألمانيا	53.8	593	%7.5
5	الهند	39.2	32	%5.5
6	إيطاليا	21.6	345	%3
7	استراليا	17.6	60	%2.5
8	فيتنام	16.5	60	%2.3
9	كوريا الجنوبية	14.6	217	%2
10	اسبانيا	14.1	186	%2

المصدر فيجوال كابيتاليست ،الوكالة الدولية للطاقة المتجددة

و يأتي ترتيب هذا الجدول بعد أن رصد تزايد محطات الطاقة الشمسية حيث أظهرت الدراسة ان قدرة توليد الطاقة الشمسية الكهروضوئية قد نمت بنسبة 81 بالمائة ما بين عامي 2016 و 2018 ، و احتلت الهند المرتبة الأولى في هذه الزيادة بنسبة 184 بالمائة و تليها تركيا بنسبة 143 بالمائة و من ثم الصين بنسبة 120 بالمائة ، و اليابان بنسبة 119 بالمائة .

و تختلف مرافق محطات توليد الطاقة بالحجم ابتداء من المنشات صحراوية مترامية الأطراف بحجم غيغاواط في تشيلي و جنوب افريقيا و الهند و شمال غرب الصين ، و المنشات التجارية و الصناعية التي تم تركيبها على الأسطح في كاليفورنيا و ألمانيا ،وصولا الى المنشات الريفية في نورث كارولينا و انجليترا ، و المنشات الحضرية في كوريا الجنوبية و اليابان ، و باستخدام بيانات الرصد من الأقمار الصناعية تمكن الباحثون من تقدير تواريخ تأسيس 30 % من مرافق أنظمة توليد الطاقة الشمسية ، و تعتبر هذه البيانات مهمة كونها تسهم في دراسة الظروف الدقيقة التي تعزز من زيادة انتشار الطاقة الشمسية إضافة الى دورها في مساعدة الحكومات على تحسي خطط الإعانات لتشجيع تطبيق هذه الأنظمة على نطاق واسع ، و تتيح لنا معرفة مكان المرافق و أيضا لدراسة العواقب غير المقصودة لنمو توليد الطاقة الشمسية ، و وأضحت الدراسة أن محطات الطاقة الشمسية تكون غالبا في المناطق الزراعية تليها السهول و الصحاري ، حيث في 27 أكتوبر من سنة 2022 نشرت دورية نيتشر دراسة جديدة صادرة من مدرسة سميث للمشاريع و البيئة في جامعة أكسفورد في المملكة المتحدة قدمت اول جرد عالمي لكافة منشات توليد الطاقة الشمسية الكبيرة على وجه الأرض و يشير وصف كبيرة في هذه الحالة الى المنشات التي تولد 10 كيلواتات على الأقل و ذلك عندما تكون الشمس في ذروتها علما ان قدرة النظام الشمسي النموذجي المركب على سطح بيت سكني صغير تقدر ب 5 كيلوواتات تقريبا ،و أشار لوكاس كروتواغن –احد الباحثين المشاركين في اعداد تلك الخريطة في مقال على الى ان الباحثين قد طوروا نظاما يعتمد على تقنية الذكاء الصناعي لاكتشاف مرافق محطات توليد الطاقة الشمسية في صور الأقمار الصناعية .

و حلل النظام ما يقارب 550 تيرابايت من الصور التي غطت ما يقارب نصف مساحة سطح الأرض تقريبا ، مع الاخذ بعين الاعتبار فلترة الصور التابعة لمناطق نائية غير مأهولة بالسكان ، و وثقت الدراسة 68.661 مرفقا للطاقة الشمسية التي تكافئ 424 جيغاواط من سعة توليد الطاقة عالميا في نهاية عام 2018 و تكاد هذه النتيجة ان تكون مطابقة لما اقرته – الوكالة الدولية للطاقة المتجددة – (IRENA) في تقريرها لعام 2018 و الذي بلغ 420 جيغاواط ، و تنبا تقرير صادر عن وكالة الطاقة الدولية (AGENCY INTERNATIONAL ENERGY) في فرنسا عام 2018 ان تزيد قدرة توليد الطاقة الشمسية الكهروضوئية 10 أضعاف بحلول عام 2040 ، وذلك بهدف التخفيف من ارتفاع درجات الحرارة عما كانت عليه قبل الثورة الصناعية الى اقل من درجتين مئويتين ، و لكن أنظمة الطاقة الشمسية تواجه العديد من التحديات منها ما يتعلق باختلاف أشعة الشمس على مدار اليوم و تنوع الفصول ، الأمر الذي يستدعي لزوم ابتكار طرق اقتصادية لتخزين الطاقة عندما لا تبرز الشمس ، إضافة الى تطوير سياسة تضمن وصول الطاقة الشمسية إلى كافة أصقاع الأرض لاسيما الأماكن التي تحتاجها بشدة .[1] **(موقع www.aljazera.net/sience /2021/11/13).**

أما على المستوى العربي فقد أظهرت إحصاءات حديثة أن الإمارات تتصدر الدول العربية في توليد 4170 جيغاواط في الساعة سنويا الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية ، تليها مصر و المغرب و الأردن ثم الجزائر في في المرتبة الخامسة عربيا بتوليد حوالي 615 جيغاوا في الساعة سنويا،بعدها اليمن و تونس و السعودية ثم موريتانيا و أخيرا الكويت ضمن العشر الأوائل على هذا الصعيد علما أن أزمة الطاقة و غلا ثمن الوقود هما ما يدفعان إلى تسريع خطى الاعتماد على مصادر الطاقة البديلة النظيفة و المتجددة بدلا من الطاقات التقليدية خاصة المحروقات الآتية من الوقود الاحفوري و هذا ما نلاحظه في الشكل البياني التالي .[1]**(الموقع (WWW.ALARABY.CO.UK**

الشكل رقم 11: يمثل انتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في الدول العربية

المصدر موقع ((WWW.ALARABY.CO.UK)

المبحث الثالث : السوق العالمية للطاقة الشمسية .

المطلب الأول : أسواق تصدير تكنولوجيات الطاقة .

تعتبر صناعة تقنيات الطاقة الشمسية نقطة تحول في نموها، إذ يشار إلى أن سوق الطاقة الشمسية هو من بين أسرع الأسواق الطاقية نموا في العالم، ويشهد تصدير هذه التقنيات من تصدير للطاقة الشمسية الكهروضوئية أو المركزات الشمسية الحرارية روجا عاما، مما يجعل منها تجارة مربحة جدا لكبريات الشركات المستثمرة في المنتجات المرتبطة بالطاقة الشمسية.

أولا: تصدير تقنيات الطاقة الشمسية الكهروضوئية.

شهدت صناعة الطاقة الشمسية الكهروضوئية انتعاشا في عام2015 ، بسبب استمرار ظهور أسواق جديدة عالمية قوية الطلب، وفيما يخص الدول الأوروبية فقد كانت سنة2015 مليئة بالتحديات حيث انكمشت الأسواق في معظم البلدان كما استمرت أسعار أاللواح الشمسية الكهروضوئية بالانخفاض ولكن بسرعة أقل مما كانت عليه خلال الفترة2008-2012 ، إذ انخفضت وحدات السيلكون بنحو8% مقارنة بعام2014 وواصلت هذه الصناعة تطورها من خلال التركيز على التكاليف وتحسين المعدات واستخدام تكنولوجيات أكثر تطورا كتطوير الوحدات الذكية وتحسين كفاءة الوحدات، وقد ارتفع الإنتاج العالمي من الخلايا الوحدات السيليكونية البلورية في عام2015 وقدرت حصة وحدات الخاليا البلورية الأحادية بحوالي25% من الخلايا متعددة البلورات خلال العام.

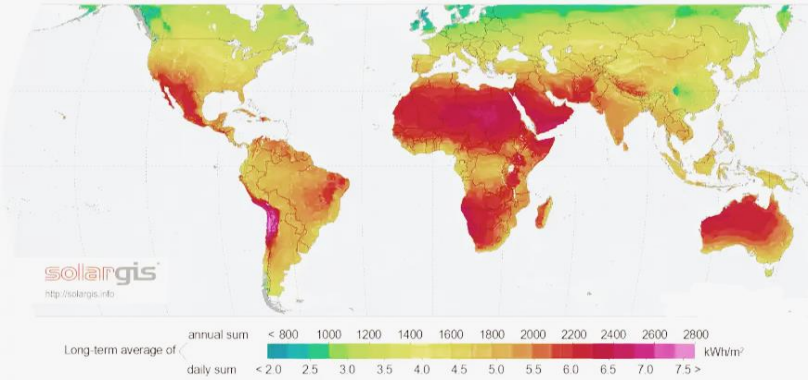
وقد هيمنت الصين على الشحنات العالمية منذ عام2009 وبحلول عام2015 شكلت آسيا87% من الإنتاج العالمي من الوحدات، علما أن الصين وحدها تنتج حوالي ثلثي المجموع العالمي، واستمرت حصة أوروبا في الانخفاض إلى حوالي6% عام 2015 وبقيت حصة الواليات المتحدة في2%.[1] **(Renewables Global Slatus Report 2016, OP CIT, P65)**

أدخلت الصين سياسات مختلفة تهدف إلى زيادة قدراتها على توليد الطاقة المتجددة وإنشاء قاعدة صناعية إلنتاج التكنولوجيات النظيفة، وشهدت صناعة الطاقة الشمسية الكهروضوئية تطورا ملحوظا، حيث أصبحت الصين أكبر منتج عالمي بهذه الصناعة في عام 2010 بما يمثل45% من اإلنتاج العالمي، وقد ارتفعت الصادرات الصينية من الطاقة الشمسية الكهروضوئية بشكل حاد بعد عام 2006، ومنذ ذلك الحين واصلت الصادرات الصينية نموها لتصل إلى ما يقرب من32 مليار دولار في عام 2010، وتعتبر بلدان منظمة التنمية والتعاون الاقتصادي السوق الرئيسية المستوردة بحوالي80% من الصادرات الصينية عام2008.[2] **(Jing Cao and Felix Groba, Chinese Renewable Energy Technology Exports : the Role of Policy, Innovation Economic ResearcheMohrenatr,)BERLIN German Inatitute 2013, P P 05-08)Berlin, and Markets, DIW**

ولهذا تعد الصين بالفعل أكبر منتج ومصدر لتكنولوجيات الطاقة الشمسية على الصعيد العالمي، إذ ال تزود السوق المحلية فقط ولكن توفر ما يناهز70% من الخلايا الكهروضوئية العالمية. كما تعتبر الصين أكبر مستهلك في العالم من منتجات الطاقة الشمسية في عام2013 ، مع توقع استمرار النمو في المستقبل.[3] **(Assessment Tool for Exporters, U.SDepartement of 2016 Top Administration,Commerce, Indus and Analysis Markets Report Renewable Energy, a Market, April 2016, P36) Iinternational**

كما يعتبر قطاع الطاقة الشمسية أهم وأكبر قطاع من بين تكنولوجيات الطاقات المتجددة الأخرى، من حيث الصادرات الأمريكية إذ يشهد هذا القطاع تطورا من حيث تنافسية التكلفة وكذا الاستمرار في التحسينات التكنولوجية. وقد نمت صناعة الطاقة الشمسية بسرعة منذ2008 كمصدر للطاقة وكنشاط اقتصادي سواء في الولايات المتحدة الأمريكية أو في جميع أنحاء العالم وهذا ما نلاحظه في الشكل الموالي :

الشكل رقم 12: يمثل استيعاب مختلف دول العالم للطاقة الشمسية



المصدر : (WWW.ALJAZEERA.NET/EBUSINESS)

من خلال الشكل المبين أعلاه نلاحظ انه من خلال بيانات الرصد من الأقمار الصناعية أظهرت الدراسة عن قدرة توليد الطاقة الشمسية الكهروضوئية في مختلف دول العالم مما يسمح لرصد محطات توليد الطاقة الشمسية و تختلف هذه المرافق بالحجم ابتداء من المنشئات الصحراوية مترامية الأطراف بحجم غياواط في تشيلي و جنوب افريقيا و الهند و شمال غرب الصين و المنشات التجارية و الصناعية التي تم تركيبها على الاسطح في كاليفورنيا و امانيا و وصولا الى المنشات الريفية في نورث كارولينا و انجلترا و المنشئات الحضرية في كوريا الجنوبية و اليابان .

ومن بين أهم الشركات الرائدة لتصنيع الألواح الشمسية الكهروضوئية نجد الشركات الصينية بما في ذلك "ترينا"، "جينكوسولار"، "جي ايه سولار"، "ينجلي غرين انرجي"، "رين سولار"، بالإضافة إلى كبار المصنعين الآخرين وشملت الكندية للطاقة الشمسية ، "هانو سولار" جمهورية كوريا، "فيرست سولار" و"سنباورغروب"الوليات المتحدة الأمريكية، وهناك أيضا أعداد متزايدة من المصنعين لتلبية الطلب المتزايد وتقديم أفضل الخدمات للأسواق الجديدة، وتقليص التعريفات الجمركية على الواردات في بعض البلدان أسهم في زيادة إنتاجية الشركات المصنعة في جميع أنحاء العالم، كما بدأت مرافق لتصنيع الوحدات خلال عام2015 في عدة بلدان منها الجزائر، البرازيل، مصر، إيران، جنوب إفريقيا وتايلنديا، بينما أعلن عن التوسع في عدة بلدان أخرى بما في ذلك الصين، ألمانيا، الهند، اليابان، المملكة العربية السعودية والولايات المتحدة الأمريكية ،كما تشهد الطاقات المتجددة بأوروبا نموا عالميا بفض تطور قدرات الطاقة الشمسية فبين 2009 و 2018 زادت القدرة الفعلية القائمة للطاقة المتجددة في العالم بمقدار 100 جيغاواط سنويا لتصل في عام 2018 الى 1179 جاغاواط و من المتوقع ان تستمر في النمو بين عامي 2020 و 2030 لتبلغ قدرة إضافية قيمتها 2000 جيغاواط بحيث تمثل الطاقة الشمسية 60% منها ، ومع تبني الاتحاد الأوروبي للمستويات المستهدفة الصارمة لتغيير المناخ لعام 2030 فهنا فرصة لاعادة النظر في منطقية استمرار تدعيم الدعم لمشاريع الطاقة المتجددة في أوروبا في حين يمكنها الحصول على الطاقة النظيفة بأسعار اقل من البلدان المجاورة الغنية بالموارد و هو ما يبرز أيضا الأهمية الملحة للاستثمار في البنية التحتية لنقل الطاقة و تبادل القدرات بين البلدان الأعضاء في الاتحاد الأوروبي لزيادة مرونة أنظمة الكهرباء كي تستوعب الزيادة في نصيب الطاقة المتجددة .

أما بالنسبة للشمال الإفريقي و في عامنا الحالي 2023 تتجه أنظار الجزائر لمرحلة جديدة في تحويل البلاد لبوابة تصدير الكهرباء و الهيدروجين الأخضر ، في مقابل مساع و اهتمام الاروبيين للبحث عن ملاذ امن و دائم يجنبها من شبح الظلام و هذا لتامين تنامي احتياجاتها من الطاقة التي فرضتها تداعيات الحرب الروسية في أوكرانيا ، و تعتزم الجزائر هذا العام بتنويع صادراتها الطاقية من خلال الاستثمار في إمكانياتها عبر عدة مشاريع بينهما الربط الكهربائي مع أوروبا و الذي عدته كتحديا استراتيجيا و الثاني هو مشروع سولار لإنتاج ألف ميغاواط من الكهرباء ،و ظهر التوجه الاستراتيجي الجزائري عندما أعلن الرئيس عبد المجيد تبون من روما في 26 ماي من العام الماضي 2022 اتفاق بين البلدين على مشروع تزويد إيطاليا و أوروبا بالطاقة الكهربائية النظيفة ، و رغم عدم تحديد البلدين موعد لبدء التصدير فان وزارة الطاقة و المناجم قررت إعادة تفعيل مشروع الربط الكهربائي عن طريق الكابلات البحرية بقدرة تتراوح بين الف الى الفي ميغاواط بالشراكة بين شركة الكهرباء و الغاز الجزائرية الحكومية سونالغاز و الإيطالية تيرنا ، حيث يبلغ طول الخط الكهربائي 270 كيلومتر ،يتضمن تزويد إيطاليا بنحو 9 الاف ميغاواط بين ولاية عنابة و صقلية و الذي يهدف الى لانتاج 22 ألف ميغا واط من كهرباء الطاقة الشمسية ، و اعتبر الخبير احمد حيدوسي المختص في شؤون الطاقة انه يمكن للجزائر مستقبلا ان تعول على الاستثمار في الطاقات المتجددة عبر برنامج سولار و هو البرنامج الذي يعتمد على التركيبة المالية من حيث الشراكة مع الأجانب خصوصا الأوروبيين ،ومن هذا المشروع يتم تحويل ثلث استهلاك الجزائر من الكهرباء نحو الطاقات المتجددة و هذا ما يسمح لها باسترجاع كميات هائلة من الغاز لتصديرها نحو الأسواق الأوروبية، كما يلفت الخبير في شؤون الطاقة الى ان الفائض الذي تصدره الجزائر من الكهرباء دائم و ليس مؤقت و يؤكد على ذلك بالاستثمارات الضخمة و الاتفاق الموقع بين الجزائر و شركة جنرال الكتريل الامريكية التي تضمن انتاج التوربينات التي يتم هنا بالجزائر و هذا لاعتبار ان الجزائر من أكثر الدول استقطابا للأشعة الشمسية بحوالي 4000 ساعة في السنة خاصة في المناطق الجنوبية ، وهذا ما يجعل بلادنا تمتلك مشروعا اقتصاديا متكاملا و هي امام مرحلة تاهيل كل طاقاتها و مواردها حتى تبني اقتصادا متنوعا و ثريا بهد الخروج من تبعية تقلبات السوق العالمية (WWW.ALJAZEERA.NET/EBUSINESS)[1].

ثانيا: تصدير تقنيات المركزات الشمسية الحرارية.

أقامت العديد من البلدان النامية أولى محطاتها بتقنية مركزات الطاقة الشمسية سنة2011 لتعمل المصانع في اسبانيا والواليات المتحدة على إنتاج المكونات اللازمة لها، أيضا واصلت محطات القطع المكافئ سيطرتها على السوق، وإن ظلت أعمال التركيب بتقنيات البرج المركزي تحت التركيب خلال عام 2011، وذلك على الرغم من التحديات التي تواجه مركزات الطاقة الشمسية نتيجة الانخفاض السريع ألسعار الخلايا الكهروضوئية.[2] **(شبكة سياسة الطاقة المتجددة للقرن الواحد والعشرين "رن21" ، ترجمة محمد مصطفى الخياط،2012 ، مرجع سبق ذكره،ص16).**

وخلال عام2013 واصلت السواق الأمريكية والاسبانية ريادتها على مستوى العالم، مع تحول حثيث نحو أسواق البلدان المشمسة. فبعيدا عن ألسواق الرائدة تضاعفت القدرات عدة مرات من خلال مشروعات نفذت في دولة الإمارات العربية المتحدة، الهند والصين، أيضا ارتفعت نسبة النظم الهجينة لتطبيقات المركزات الشمسية لتكتسب نظم التخزين أهمية متزايدة يوما بعد يوم. في ذات الصدد، تمدد القطاع الصناعي نحو المزيد من الأسواق الجديدة بمعدلات قوية، إلا أن المنافسة مع الطاقة الشمسية الكهروضوئية أدت إلى إغلاق بعض مصانع المركزات في عدد من الدول. في هذا السياق، ما زالت التوجهات العالمية تعمل على محورين رئيسيين هما وفرة الحجم، و تحسين تقنيات التصميم و التصنيع أمال في خفض تكاليفها.

وبفعل الاهتمام المتزايد بتقنيات التدفئة والتبريد الشمسيين الحراريين، وعلى مستوى التصنيع، فقد حافظت الصين على دورها الريادي في تصنيع المجمعات الشمسية. كما استمر الاهتمام بالمواصفات القياسية ونظم إصدار الشهادات جراء فشل العديد من المجمعات ذات الأنابيب الرخيصة الثمن والموردة من الصين، وعلى الرغم من تضافر الجهود الأوروبية خلال ذاك العام، خرج عدد من المصنعين الكبار، إلا أن المؤشرات ترجح ازدهار القطاع الصناعي ذو الصلة في كل من الهند واليونان.[1] **(شبكة سياسة الطاقة المتجددة للقرن الواحد والعشرين "رن21" ، ترجمة محمد مصطفى الخياط، تقرير الوضع العامي للطاقة المتجددة2014 ، ص 13).**

أصدرت شركة أي اتش اس-IHS الأمريكية تصنيفها مؤخرا، والخاص بأفضل10 شركات مصنعة ومصدرة للألواح الشمسية في العالم لسنة2014 ، وجاءت شركة ترينا للطاقة الشمسية Tirina solar في المرتبة الأولى بوصفها أهم شركة للألواح الشمسية في عام2014 ، بينما جاءت شركة ينغلي غرين انرجي Energy Yingli Green في المرتبة الثانية للتصنيف، وتقع كلتا الشركتين في الصين، التي تهيمن على أعمال تصنيع المعدات الشمسية منذ سنوات عدة.

في الحقيقة، إن6 شركات من أصل الشركات الـ10 المدرجة في التصنيف هي شركات صينية في حال أضفنا لها "الشركة الكندية للطاقة الشمسية التي يقع مقرها في كندا، غير أن قاعدة تصنيعها في الصين. كما تضمنت القائمة أيضا، أكبر شركتين أمريكيتين مصنعتين للألواح الشمسية ونتحدث هنا عن شركة فريست سوالر وشركة سن باور.

ويتمثل هذا التصنيف في القائمة التالية والتي تعتمد وتتشكل بشكل أساسي على نسبة المبيعات للشركات ومعدل انتشارها حول العالم:

- ✓ "ترينا للطاقة الشمسية"
- ✓ "ينغلي غرين انرجي"
- ✓ "الكندية للطاقة الشمسية"
- ✓ "جينكو للطاقة الشمسية-Jinko Solar"
- ✓ "جي ايه سوالر-JA Solar"
- ✓ "شارب سوالر-Sharp Solar"

- ✓ "رينوسوال-Renesola"
- ✓ "فيرست سوالر-First Solar"
- ✓ "هانو سوالرون-Hanwha Solar One"
- ✓ "سن باور" وشركة "كيوسيرا-kyoCera

الشكل رقم 13 : يوضح شبكة هونغهي جيانشوي يونان الصين التي تمت بواسطة شركة ترينا سولر

المصدر موقع (www.trinasolar.com)

يمثل الشكل المبين أعلاه الاستثمار في تركيب المحطة الأرضي و بنائها بواسطة سترينا سولر ، التي تم توصيلها بالشبكة بقدرة فردية تصل الى 300 ميغاواط لتجعلها اكبر محطة توليد الطاقة الكهروضوئية من نوعها ، و يغطي المشروع مساحة 5.7 كيلوتر مربع 8530 ميكرون و يتم تشغيله بواسطة 1132.080 وحدة من ترينا سولر ،و يوفر المشروع الطاقة النظيفة لهونفهي الذي يؤدي الى تحسين هيكل الطاقة و تلبية الطلب الزراعي و الصناعي على الكهرباء في مقاطعة جيانشوي و تطوير صناعة طاقة جديدة و تعزيز التنمية الاقتصادية [1](**المصدر موقع** (www.trinasolar.com).

المطلب الثاني: تصدير كهرباء الطاقة الشمسية.

مع تزايد العولمة وتبني البلدان لسياسات الاقتصاد المفتوح، أخذت تجارة الكهرباء في التنامي، ففي جميع القارات تقوم الدول بربط شبكات نقل الكهرباء الخاصة بها مع بعضها البعض من أجل تحسين أمن إمدادات الطاقة الكهربائية والاستفادة من فروق تكلفة توليد الكهرباء ولذلك، يعتبر من الضروري أن يتم تجميع معلومات عن التجارة مفصلة حسب البلد المنشأ والوجهة، وتساعد هذه الإحصاءات في تحديد صعوبات النقل المحتملة وتوفير الوسائل اللازمة للحصول على أفضل أساليب التشغيل المتطورة لشبكات النقل الدولية، ويتم نقل الكهرباء باستخدام شبكات نقل وطنية عالية الفولطية، وترتبط هذه الشبكات مع بعضها عند الحدود، وتحد قدرة نقاط الاتصال هذه من إمكانيات التبادل بين الدول ، ولهذا تنعكس ديناميكيات التجارة على إحصائيات الاستيراد والتصدير في العالم، وقد تزايدت التجارة العالمية بما يزيد5 أضعاف على مدار30 عام الماضية، وبالإضافة إلى ذلك بدأت التجارة والتي غالبا ما كانت تقتصر في الماضي على البلدان المجاورة، تتميز بأبعاد أوسع بكثير في هذا القبيل كما هو الحال في أوروبا، حيث يمكن أن يشتري زبون من جنوب أوروبا الكهرباء من شمال أوروبا. ويتم النظر إلى كميات الكهرباء باعتبارها كميات مصدرة أو كميات مستوردة عندما تعبر حدود الدولة، ويجب أن تكون الكميات المذكورة عبارة عن كميات فعلية تعبر الحدود الوطنية وتتضمن الكميات العابرة إن أمكن، وغالبا ما تكون بلد المنشأ والوجهة هي البلاد المتجاورة.[1]**(الترجمة العربية لدليل إحصاءات الطاقة2005 ، مرجع سبق ذكره، ص50) .**

ومن بين مصادر توليد الكهرباء نركز على كهرباء الطاقات المتجددة وبالتحديد الكهرباء الناتج عن الطاقة الشمسية، وتصدير نواتج الطاقة الشمسية له عدة أساليب، تتنوع بحسب طريقة استغلال الطاقة الشمسية، إذ أن هناك عدة طرق لاستغلال الطاقة الشمسية بفعالية يمكن تصنيفها إلى التطبيقات الحرارية وإنتاج الكهرباء والعمليات الكيميائية.[1]**(مؤتمر الطاقة العربي العاشر2014 ، مرجع سبق ذكره، ص40.)**

أولا: تصدير كهرباء الطاقة الشمسية وفقا لتطبيقات الطاقة الشمسية الكهروضوئية:

لا تعد الرؤيا المتمثلة في تصدير التيار المتولد من الطاقة الشمسية في الصحراء إلى أوروبا بجديدة بأي حال من الأحوال إلا أن تلك الرؤيا حازت على اهتمام واسع بالفعل من خلال عدة مشاريع ولعال أبرزها خطة الطاقة الشمسية المتوسطMSP ، ومشروع ديزرتيك (Désertec) وبهدف إنجاح هذه المشاريع أو غيرها، فقد حان الوقت لتجديد أجزاء كبيرة من محطات الطاقة الأوروبية وتحديث شبكات نقل الكهرباء، علما أن دورات الاستثمار في قطاع الطاقة تستغرق ما بين30–40 عاما، ويعوق الاستثمار الخيارات البديلة طوال عقود بسبب ارتفاع التكلفة، وبناء عليه يعتبر الانطلاق صوب الطرق التكنولوجية أمرا ملحا، بغرض تحريك عملية تعديل نظم الطاقة التقليدية، وعليه فيجب وضع أطر عامة وأساسية سواء سياسية أو قانونية، حيث يجب أوال دفع عملية تكوين سوق للكهرباء البينية الخضراء العابرة للحدود وتحديث شبكة الكهرباء الأوروبية، كما تعد الأطر القانونية العامة الراسخة أمر ال غنى عنه عند بناء تجارة كهرباء أورو-متوسطية. [2] **(إيزابيل فيرنفيلز، كريستين فيستفال، مرجع سبق ذكره، ص ص6 ،5).**

و على الرغم من ارتباط شبكات الكهرباء دون الإقليمية منذ بعض الوقت في بلدان المغرب العربي (بين المغرب والجزائر وتونس) وبين ثمانية بلدان أخرى يقع معظمها في المشرق العربي ، فإن التجارة في الكهرباء بين بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا وبلدان البحر المتوسط المجاورة مازالت متواضعة فهناك ثالثة بلدان فقط (الجزائر والمغرب وتونس) متزامنة مع شبكة الاتحاد الأوروبي.[3] **(البنك الدولي، تقرير عن التنمية-منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، الصحوة السياسية إلى الصحوة الاقتصادية في العالم العربي: الطريق إلى التكامل الاقتصادي، ماي2012 ، ص34.)**

ويعد تحويل التيار ونقله وتوزيعه من اكبر التحديات وال يتعلق الأمر بدعم ومد حلقات التيار حول البحر المتوسط وبناء جسور من التيار فوق البحر المتوسط فحسب بل يتعلق كذلك وبشكل جوهري بدعم وتحديث الشبكة الأوروبية وشبكة شمال إفريقيا على وجه الخصوص، فال تستطيع إلا شبكة توزيع هائلة عابرة للقوميات والحدود والتي يطلق عليها اسم Supergrid من تقديم إمكانية فتح كل القدرات المتولدة من الطاقة الشمسية والماء والرياح والطاقة الحرارية والكتلة الحيوية وتحويلها إلى مراكز الاستهلاك ألنها موزعة جغرافيا بشكل غير متساوي، ومن الممكن الوصول إلى حلول للتساؤلات التقنية الخاصة بالنقل النظيف للتيار الصديق للبيئة القادم من الصحراء، وهنا تظهر على وجه الخصوص الخطوط الممدودة من تيار الجهد العالي المستمر، وتتوافر مثل هذه الخطوط بالفعل في الصين، حيث تسير لمسافات لتصل إلى أكثر من2000 كلم وتتراوح نسبة خسارة التيار المتولد بين3 و4% لكل ألف كلم، وهي

خسارة قليلة بالمقارنة، كما تستطيع الخطوط الممتدة فوق الأرض نقل700 كيلوفولط مقارنة بالتكاليف التي من الممكن أن تحدث عند خطوط التيار المتردد، وفي المقابل تقتصر الممرات الأرضية والكابلات الموضوعة تحت الماء على قدرة بين350 و500 كيلواط، كما أنها مرتبطة بتكاليف أكثر ارتفاعا بشكل أساسي، فكلما كانت مسافة النقل أكثر طوال كلما انخفضت التكاليف ألن تكلفة الناقلات في بداية الخط الموصول ونهايته في الأكثر ارتفاعا في حين أن الاستثمارات في الكابلات تعادل استثمارات خطوط التيار المتردد ،ومن بين الأمثلة التي تكون فيها شبكات التوزيع والإنتاج بعيدة كثيرا عن مراكز الاستهلاك نجد مثال محطات توليد الطاقة من الرياح البعيدة التي تبعد عن الشواطئ ومحطات المياه في المنطقة الاسكندينافية ومنطقة الألب.[4]**(إزابيل فيرنفيلز، كرستين فيستيفال، مرجع سبق ذكره، ص :21-25.)**

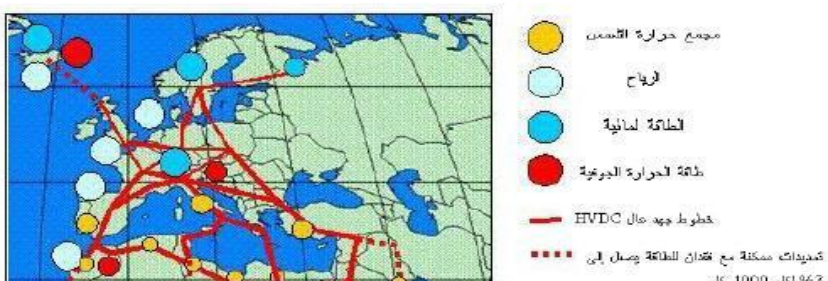
ولهذا فإن فكرة استيراد التيار الكهربائي من الصحراء تحظى بهذه الطريقة بدراسة تنظيمية ومؤسساتية مهمة، الأمر الذي لا غنى عنه من أجل تنفيذ المشروعات، وعليه فإن تصدير الطاقة إلى أوروبا وإمداد التيار الكهربائي في شمال إفريقيا وتوسيعها على حد سواء، يمكن من الناحية النظرية أن يفوز جميع المشاركين : الاتحاد الأوروبي، والدول الأعضاء فرادى، والدول العربية الشريكة. في الوقت ذاته تتباين اهتمامات المشاركين المعنيين بمبادرة الطاقة الشمسية. أما الاهتمام الأكبر بالمبادرة تبديه الدول الفقيرة من حيث مصادر الطاقة التقليدية مثل المغرب وتونس وكذلك مصر ، حيث تتاح الفرصة أمامها لخلق فرع تصدير جديد ومستدام ومصدر للربح على المدى الطويل بفضل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، فضال عن فرصة هذه الدول في التحول من دول مستوردة للطاقة إلى دول مصدرة لها، أما بالنسبة لدول مثل الجزائر وليبيا فهي تمارس ضغط أقل على المدى القصير من أجل استقاء مصادر جديدة للطاقة بسبب ثراء هذه الدول بالغاز وكذلك في مصر تكتسب فكرة توليد التيار الكهربائي المستخدم محليا من الطاقة الشمسية بشكل قوي ومن ثم تصدير المزيد من الغاز، تكتسب شعبية أكبر من الناحية السياسية، إذ يمكن على مدى ليس بالطويل تقليل التبعية ألسعار البترول المذبذبة مع البدء في تصدير التيار المولد من الطاقة الشمسية، ويعد بهذا اختيار التصدير إلى أوروبا أمرا حاسما، حيث تعادل أسعار الكهرباء في الغالب أضعاف سعرها في شمال إفريقيا.[5] **(إيزابيل فيرنفيليز، كريستين فيستفال، مرجع سبق ذكره، ص ص9-14.)**

ومن بين ابرز الأمثلة أيضا نجد السعودية عمالقة الطاقة الخضراء النائم إذ تتطلع السعودية إلى تصدير الطاقة الشمسية إلى أوروبا لقربها والتحول إلى الطاقة الشمسية ضروري خصوصا بعد إعلان السعودية وضع خطط الإنفاق109 مليار دولار على الطاقة الشمسية وعلى بناء مدينة خضراء وقد توقعت ايرينا الوكالة الدولية للطاقة المتجددة تحقيق عوائد بقيمة200 مليار دولار في دول الخليج بحلول عام2030. [6]**(عبد الحفيظ عبد الرحيم محبوب، ملامح وآفاق مستقبل الاقتصاد السعودي" إعادة بناء اقتصادي"، دار النشر آي كتب الالكترونية، لندن، بريطانيا،2013 ، ص233.)** وقد قررت السعودية عام2009 جعل الطاقة المتجددة عنصرا رئيسيا من موارد الطاقة وتصدير الطاقة الشمسية بحجم تصدير النفط نفسه، وذلك خلال10 سنوات من ذلك. [1] **(باتر محمد علي وردم، الطاقة المتجددة في العالم العربي، مجلة آفاق المستقبل، العدد11 ، أغسطس2011 ، ص35.)**

أما تونس فتهتم بالاستثمار ألجل التصدير على غرار مشروع "تونور" البريطاني الذي قدم مشروعا ضخما لإنتاج الكهرباء بواسطة الطاقة الشمسية لغرض تصديرها إلى أوروبا، ورصد استثمارات مالية هائلة، ولعدم تعطيله قامت الوزارة بالتعاون مع الوكالة بدراسة الملف وتمت إحالته لرئاسة الحكومة التي أبرمت اتفاقية أعطته الموافقة المبدئية لإنجاز المشروع شريطة تعميقه للدراسات الفنية الخاصة بتأثيرات الجوانب البيئية والانعكاسات الاقتصادية والتكنولوجية المعتمدة والإنتاج والجدول الزمني لإنجاز المشروع.[2] **(نورة العروسي، نحو إصدار إطار قانوني واضح يسمح للمستثمرين الخواص بالإنتاج في مجال الطاقات المتجددة، الطاقة، نشرية خاصة بوزارة الصناعة ، العدد85 ، الجمهورية التونسية، جوان2013 ، ص13.)**

وفيما يلي نبين خارطة تستشرف مستقبل نقل الكهرباء عبر شبكات بين القارات :

الشكل رقم14 :خارطة تبين مستقبل نقل الكهرباء بين القارات.



(المصدر: وهيب عيسى الناصر، حنان مبارك البوسالفة، مصادر الطاقة النظيفة أداة ضرورية لحماية المحيط الحيوي العربي، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، إدارة برامج العلوم والبحث العلمي، جامعة الدول العربية، دون سنة النشر، ص63)

ويتبين من خلال هذه الخريطة استشراف لمستقبل نقل الكهرباء عبر شبكات بين القارات عن طريق خطوط الجهد العالى، إذ يمكن استخدام الطاقة الشمسية الهائلة في الوطن العربي والاستفادة منها في توفير الكهرباء وتصدير الفائض إلى أوروبا لاستخدامها ألإغراض صناعية أو غيرها من الاستخدامات.

ثانيا: تصدير كهرباء الطاقة الشمسية وفقا لتطبيقات الطاقة الشمسية الحرارية المركزة.

في هذا الصدد أشار تقرير غرين بيس في07 أكتوبر2005 بعنوان "الطاقة الحرارية الشمسية المركزة" إلى أن الطاقة الشمسية كفيلة بتأمين الكهرباء النظيفة في غضون عقدين لأكثر من100 مليون شخص في المناطق الأكثر تعرضا للشمس في العالم، وتشجع غرين بيس صانعي القرار إلى دعم هذه الصناعة المستدامة الحديثة والاستثمار فيها، كما يوضح التقرير كيف يمكن لمنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا أن تصبح المركز الرئيسي لإنتاج الطاقة الشمسية وأن تتمتع بقدرة تصدير هذه الطاقة إلى أوروبا.[3]

(مؤتمر الطاقة العربي العاشر2014 ، مرجع سبق ذكره، ص41.)

وتصدير نواتج الطاقة الشمسية وفقا لتطبيقات الطاقة الشمسية الحرارية المركزة ذو فعالية لتميزه عن غيره من أشكال تصدير نواتج الطاقة الشمسية بخصائص سمحت له بتخطي بعض العوائق التي تعرقل تصدير الطاقة الشمسية. بالإضافة إلى القدرات الإنتاجية الهائلة فإن التقنية الجديدة التي تقدمها الطاقة الشمسية المركزة في مقابل الألواح الضوئية أو طاقة الرياح تتميز بميزة أخرى هامة، تتمثل في تحويل الطاقة الإشعاعية إلى حرارية المستدامة دورة البخار بالتربينات والمولدات ومن الممكن أيضا تخزين الحرارة بحيث تنتج التيار ليال من الحرارة المخزنة. على النقيض من الألواح الضوئية، وهكذا تصبح هذه المحطات قادرة على الحمل الأساسي، ومن ثم قادرة على تلبية الاحتياجات من الكهرباء بشكل غير خاضع لأوقات اليوم أو فصول السنة، ومن الممكن أن تعمل محطات توليد الطاقة الشمسية الحرارية المركزة بنظام مزدوج أي مع الغاز أو الكتلة الحيوية ويعد هذا الأمر بمثابة ميزة هامة عن كل مصادر الطاقة المتجددة الأخرى المتأرجحة التي تخضع للرياح أو الطقس أو أوقات اليوم وبالتالي تخضع لتذبذب كبيرة وعدم ثبات ومن الممكن تنظيم محطات توليد الطاقة الشمسية الحرارية المركزة والتحكم بها كما أنها تتيح إمكانية زيادة حصة مصادر الطاقة المتجددة الأخرى، ولهذا السبب تعد هذه المحطات بمثابة " تكنولوجيا التمكين"، علاوة على ذلك فإنها تقدم توازنا مناخيا جيدا.[4]**(إزابيل فير نفيلز، كيرستن فيستفال، مرجع سبق ذكره، ص13).**

اما بالنسبة للإمكانيات الضخمة التي تتمتع بها منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا في توليد الطاقة الشمسية حيث لا تحتاج إلى الشمس الساطعة، وقدرت الوكالة الدولية للطاقة أن إمكانيات توليد الكهرباء باستخدام تكنولوجيا الطاقة الشمسية المركزة وحدها يمكن أن يصل إلى مائة ضعف الطلب على الكهرباء في شمال إفريقيا والشرق الأوسط وأوروبا مجتمعة، وعشية صدور الالتزامات من مؤتمر الأمم المتحدة الحادي والعشرون حول المناخ، حان الوقت لتطوير هذا المصدر الغني للطاقة ذات الانبعاثات الكربونية المنخفضة والواقع بالقرب من السواحل الجنوبية لأوروبا، وتعزيز جهود الاتفاق على إطار لاستيراد الطاقة النظيفة المستدامة من شمال إفريقيا.

و نظرا لأهمية التكامل بين أسواق الطاقة لتحقيق أهدافها الطموحة للطاقة المتجددة، جعل الاتحاد الأوروبي الآن ربط خطوط نقل الكهرباء أولوية له، وقد حدد الاتحاد الأوروبي هدفا لقدرة الربط الكهربائي يعادل10% على الأقل من قدرة كل بلد على توليد الطاقة، وفي هذا الصدد، بات تعزيز الربط بأسواق الطاقة المنعزلة مثل اسبانيا وايطاليا والمملكة المتحدة، ركيزة أساسية في خطة

التحفيز التي أعلن عنها رئيس المفوضية الأوروبية جون كلود جنكر عام2014. وبدعم قوي من التحاد الأوروبي، وافقت اسبانيا وفرنسا على إنشاء خط جديد لنقل الكهرباء عبر جبال البيرانيس، وفي عام2015 ، اكتمل المشروع الذي يمتد لمسافة 64,5 كلم ويتكلف700 مليون يورو، مما ضاعف قدرة الطاقة المنقولة بين البلدين إلى 2800 ميغاواط، ومع ذلك، فإن هذا المشروع يصل بقدرة اسبانيا من الكهرباء المنقولة إلى6% فقط من قدرتها على توليد الطاقة، لتبقى أقل من10% المستهدفة.

و تعد الرؤية المستقبلية للاتحاد الأوروبي للمستويات المستهدفة الصارمة لتغير المناخ لعام2030 ، فهناك فرصة لإعادة النظر في منطقية استمرار تقديم الدعم لمشاريع الطاقة المتجددة في أوروبا في حين يمكنها الحصول على الطاقة النظيفة بأسعار أقل من البلدان المجاورة الغنية بموارد الطاقة المتجددة، ومن المتوقع أن تؤدي الأهداف الجديدة إلى زيادة مصادر الطاقة المنخفضة الكربون في الاتحاد الأوروبي إلى 37% بحلول عام2030 ، وهو ما يبرز أيضا الأهمية الملحة للاستثمار في البنية التحتية لنقل الطاقة وتبادل القدرات بين البلدان الأعضاء في الاتحاد الأوروبي لزيادة مرونة أنظمة الكهرباء كي تستوعب الزيادة في نصيب الطاقة المتجددة ، وتقل أسعار استيراد أوروبا للكهرباء النظيفة كثيرا من البلدان معينة في شمال إفريقيا مقارنة بالوفورات التي يمكن تحقيقها من الظروف الأفضل للشمس والرياح في بلدان الضفة الجنوبية للبحر المتوسط والمغرب خاصة لديه بالفعل شبكة ربط حالية قدرتها1400 ميغاواط مع اسبانيا، فضال عن برامج ناجحة لإنتاج الطاقة من الشمس والرياح من المقرر أن تضيف4 آلاف ميغاواط على الأقل من الطاقة المولدة منهما خلال السنوات الخمس القادمة، وفي هذا الصدد، فإن استيراد الكهرباء النظيفة من المغرب يعتبر مجديا من الناحية الاقتصادية دون ضخ استثمارات كبيرة في البنية التحتية لنقل الكهرباء.[1] (**[1]Sameh Mobarek, Import -Export D'energies Renouvelables entre L'Europe et L'Afrique du Nord 01/07/2016, Un Commerce qui Profite à tous, la Banque Mondiale) .**

المطلب الثالث: مستقبل الطاقة الشمسية :

من أهم ما يميز مستقبل الطاقة الشمسية ما يلي [2](**Renewables Global Futures Report 2013, Renewable Energy Policy Network for the 21 st Century, Paris, France, 2013, P P 56, 57)**.

توجد لدى الخبراء رؤية متفائلة جدا حول مستقبل الطاقة الشمسية الكهروضوئية وذلك لعدة أسباب منها نضجها التكنولوجي الذي أصبح في تنافس مع طاقة الرياح وطاقة الحرارة الأرضية، بالإضافة إلى وجود الكثير من الأسواق الجديدة وتوسعها. وأعرب خبراء هذه الصناعة أن القدرة الفولطية للطاقة الشمسية العالمية قد تصل إلى400-800 جيغاواط قبل2020 ، وفي عام2050 ستصل إلى8000 جيغاواط. كما يرى الخبراء أن باستطاعة الطاقة الشمسية الكهروضوئية ستصل إلى تكافؤ الشبكة في العديد من الدول حول العالم على غرار كل من ألمانيا، ايطاليا، اليابان، اسبانيا، الهند، الواليات المتحدة وغيرها من البلدان، وأن30% من مبيعات الكهرباء بسعر التجزئة ستكون في تكافى مع الطاقة الشمسية الكهروضوئية سنة 2020. كما وصل سعر السيلكون البلوري بحلول202 1 إلى0,80 دولار ،وعلى المدى الطويل فإن التكاليف المستقبلية للطاقة الشمسية الكهروضوئية المتوقعة في عدة سيناريوهات ستصل في المتوسط إلى10 سنتات/كيلوواط ساعة. وتبين وكالة الطاقة الدولية في تقريرها السنوي2012 أن تتراوح التكاليف بحلول2030 ما بين7-11 سنت/كيليواط ساعة للمشاريع على المرافق، و8-14 سنت كيلواوط/ ساعة ألسطح المنشآت.

وتبين منظمة السالم الأخضر غرين بيس2012 أن التكاليف ستتراوح بين5 و10 سنتات للكيلواط/ سا بحلول-2040. 2030 وبحسب قول الخبراء بخصوص التكلفة المستقبلية "سنرى تخفيضات مستمرة في التكاليف، ليس فقط لألواح الشمسية نفسها، ولكن تمس أيضا تكاليف المكونات النظام ككل" ،ومن بين السيناريوهات والاتجاهات المستقبلية القائمة توجد منها ما يخص رفع كفاءة الخلايا، إذ أشار الخبراء إلى الاتجاهات التالية لمزيد من خفض التكاليف المرتبطة بكفاءة أعلى للخلايا:

- ✓ -زيادة كفاءة الخلايا السليكون البلوري تصل إلى20 و24%، الأغشية الرقيقة وصلت إلى15% لسنة 2020 ، تليها زيادة في كفاءة المجموعة الكاملة من المنتجات الكهروضوئية لتصل في نطاقها العام إلى5-40% بعد سنة2030 .
- ✓ زيادة استخدام الأغشية الرقيقة، إذ يحتمل أن تصل حصتها السوقية30-40% بحلول2030- ، بعد أن كانت20% عام2010 .

- ✓ تخفيض تكلفة البولمير العضوية للخلايا الكهروضوئية.
- ✓ استخدام المزيد من الأرض الوفيرة لإنتاج الطاقة الشمسية الكهروضوئية.
- ✓ استغلال مواد وموارد جديدة وأرخص مثل الجرافيت لتقليل الحاجة إلى الحوامل الفولاذية.
- ✓ تكامل وتوازن نظم الطاقة مع أنظمة الطاقة الشمسية.

أما بخصوص الطاقة الشمسية الحرارية المركزة، فيعتقد الكثير من الخبراء أن أسواقها ستصبح أقوى بكثير لعام 2023، كما قدرت غرين بيس ما يفوق2000 جيغاواط من الطاقة الشمسية المركزة بحلول2050 ، وتقدر أيضا أحد أهم السيناريوهات أن التكاليف ستكون بين7 و11 سنت كيلواط/ساعة بحلول عام2030 وذلك حسب المنطقة.

وستعرف الطاقة الشمسية الحرارية المركزة المزيد من التحسينات التكنولوجية وانخفاضات هامة للتكاليف، تخص مرايا العاكسات التي تمثل حوالي20–40% من إجمالي التكاليف الرأسمالية. وتعتبر تكنولوجيات تصميم البرج ذو أهمية كبيرة في هذا الصدد، كما ستواجه الطاقة الشمسية الحرارية المركزة عقود من التطور والتقدم لمختلف مجالات خفض التكلفة، مما سيخول لها أن تحتل مكانة بارزة في نظم الطاقة بالمستقبل، ومع اقتراب2025–2030 فإنه لن يكون هناك الحاجة إلى سياسات الدعم والتحفيز لهذه الطاقة كونها ستكون تنافسية مع غيرها من المصادر الطاقوية المتداولة من ناحية التكاليف. [1] **(Renewables Global Futures [1] (Report 2013, OP CIT, P57**

ومن بين أهم صور مستقبل الطاقة الشمسية هي استخدامها في المباني. إذ يمكن لمباني المستقبل أن تزود بألواح الطاقة الشمسية، إذا أدمجت في مراحل التخطيط المبكرة -بما في ذلك الألواح الفولتوضوئية، والمجمع الحراري، والهجين الذي يجمع الألواح الفولتوضوئية والحرارية- ما سيشكل تقريبا جميع مكونات السقف والواجهات. ويمكن تشييد مثل هذه المباني ليس فقط من خلال الرغبات الشخصية للبنائين المالك، لكن أيضا نتيجة لتفويضات السياسة العامة، على الأقل في بعض المناطق. على سبيل المثال، تقوم رؤية "برنامج تكنولوجيا الطاقة الشمسية الحرارية الأوروبي" على بناء "المبنى الشمسي النشط" كمعيار للمباني الجديدة بحلول2030 ، حيث يغطي الطلب على الطاقة لتسخين المياه والتكييف.[1] **(يوبا سكونا وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص66).**

أما فيما يخص التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية فالمستقبل يشير إلى أن: احتياجات العالم من الطاقة ستكون أكبر بنحو 60% سنة2030 مما هي عليه الآن. بالإضافة إلى أن أغلب الدراسات العلمية العالمية تظهر نقص كبير وضخم للاحتياطات العالمية من الطاقة التقليدية خلال تلك الفترة، إذ يتوقع أن تصبح كبريات الدول المصدرة للنفط كالسعودية كما ذكرنا سابقا على سبيل المثال من مستوردي الطاقة، وعليه فالتوجه نحو استغلال الطاقة الشمسية ليست خيار بل ضرورة تستوجب دفعة قوية لإدخال الطاقة الشمسية عالم التبادل التجاري الطاقوي على نطاق واسع.

ويجسد الربط بين شبكات الكهرباء فوائد التعاون الدولي، إذ تستفيد كل من البلدان المصدرة والبلدان المستوردة من زيادة استخدام الطاقات المتجددة، ويبرز تحليل(ايرينا)2013 أهمية الربط البيني في السياق الإفريقي لنشر فوائد الإمكانيات الكبيرة من المصادر المتجددة في مناطق مختلفة من القارة، ويمكن أن تشكل تجارة الطاقة المتجددة من15–20% من إمدادات الطاقة في غرب وجنوب إفريقيا، حسب ما يظهر التحليل، كذلك فإن صادرات الكهرباء من مشروع "جراند أنجا" في جمهورية الكونغو الديمقراطية وحده يمكنها أن تخفض متوسط تكاليف الكهرباء إقليميا في تجمع دول جنوب إفريقيا للطاقة بحوالي 10% في عام2030. وعليه ستكون لمتطلبات التخطيط المبكر للشبكات الكهربائية أهمية بالغة ، وفيما يتعلق بمستقبل السيارات الشمسية، فهناك حاليا نحو200 ألف مركبة كهربائية في جميع أنحاء العالم، والتوسع إلى160 مليون مركبة كهربائية بحلول عام2030 أي ما يمثل10% من أسطول سيارات الركاب عالميا.[2] **(الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، خارطة طريق الطاقة المتجددة ،Remap2013 ، ملخص النتائج،2014 ، ص43) .**

وفيما يخص مستقبل الطاقة الشمسية بالدول العربية تمتلك منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا أكبر الإمكانيات التقنية للطاقة المتجددة في العالم، خصوصا الطاقة الشمسية، وبات ينظر إلى هذه الإمكانيات بمزيد من الجدية، نظرا لاستهلاك الطاقوي المتزايد

سريعا وارتفاع معدلات السطوع الشمسي في المنطقة، إضافة إلى توافر أيد عاملة شابة وازدياد الوعي لتكاليف حرق الوقود التقليدي، ويجتذب الطلب على الطاقة الشمسية في المنطقة اهتمام السوق الشمسية العالمية ،وتعتبر السعودية أكبر منتج للنفط في العالم وصاحبة أكبر احتياطات نفطية مثبتة، وتتوقع مؤسسات خبيرة مثل "شاتهام هاوس" أن تصبح السعودية مستوردا صافيا للنفط وأن تعاني عجزا حكوميا قبل سنة2030 لذلك تحتاج إلى إدخال تغييرات جوهرية على سياستها الطاقوية لتجنب هذا المصير.

كما وضعت السعودية خريطة طريق أولية لتوليد41 جيغاواط من الطاقة الشمسية بحلول سنة 2032 ، وأعلنت وزارة الكهرباء والطاقة المصرية أن البلاد تستهدف توليد3500 ميغاواط من القدرة الشمسية بحلول عام2027. ويعتزم المغرب إنتاج % 42 من كهربائه من مصادر متجددة لعام 2020، بما في ذلك2 جيغاواط من الطاقة الشمسية، وأعلنت معظم البلدان العربية خططا ومشاريع شمسية. ولدى الإمارات والأردن والمغرب والجزائر ومصر وبلدان عربية أخرى أهداف طموحة لتوليد الطاقة الشمسية.[3] **(راغدة حداد، عماد فرحات، مستقبل الطاقة الشمسية في المنطقة العربية، مجلة البيئة والتنمية، المجلد18 ، العدد 18،لبنان، مارس2013 ، ص ص18-23) .**

خلاصة الفصل الثاني:

ابرزت الطاقة الشمسية دورها الاقتصادي في العالم، ويعتبر وضعها الراهن ايجابيا إلى حد كبير، إذ أنها تعرف تحسنا ونضجا تقنيا مستمرا، وانخفاضا واضحا في تكاليفها، حيث نجحت الكثير من البلدان في تجربتها مع الطاقة الشمسية واستطاعت التفوق على شبكات الكهرباء التقليدية، ومن المتوقع أن تزداد قدرة الطاقة الشمسية تدريجيا على منافسة الطاقة التقليدية وبدون دعم.

كما توفر الطاقة الشمسية علاوة على العديد من فرص العمل الخضراء، فرصا استثمارية ذات عوائد متميزة، وسجلت الكثير من أسواق صناعة وتصدير تقنيات الطاقة الشمسية حول العالم نموا متزايدا، و ذلك لاهمية هذه الطاقة التي تحقق أهداف واستراتيجيات التخفيف من تغير المناخ وحماية البيئة، بالإضافة إلى الزيادة من مستوى أمن الطاقة، ودعم القدرات الطاقوية المتوفرة حاليا، كما تعتبر الطاقة الشمسية من أحسن البدائل الطاقوية المرشحة ، علاوة على تناقص كلفتها عبر الزمن وبشكل مستمر.

وعليه تضفي المعطيات سالفة الذكر، بأن الطاقة الشمسية أصبحت ثروة عالمية، قد تشرف على استثمارات واسعة الآفاق، لتصبح البديل الأقوى لطاقة مستدامة في المستقبل القريب.

الفصل الثالث : الطاقة الشمسية في الجزائر بين جدوى الاستغلال و إمكانيات التصدير

للتماشي مع التغيرات الطارئة في أسواق الطاقة العالمية، بدأت الجزائر في تبني إستراتيجية طاقوية جديدة تهدف الى تطوير استغلالها للطاقات المتجددة والتي تعد الطاقة الشمسية أساسا لها، و رغم من امتلاك الجزائر لرصيد لا بأس به من الطاقات التقليدية، فالجزائر تسعى إلى تعظيم استغلالها للطاقة الشمسية وتذليل المتطلبات والإجراءات اللازمة والداعمة لنشر وتطوير استخدام الطاقات المتجددة، من تشجيع للبحث والتطوير في مجال الطاقات النظيفة علاوة على إصدار عدة قوانين وتشريعات ووضع إجراءات تحفيزية وجبائية.و هذا ما سنعرضه في هذا الفصل من خلال :

- ✓ المبحث الأول : استغلال الطاقات المتجددة في الجزائر
- ✓ المبحث الثاني استغلال الطاقات الشمسية و افاقها المستقبلية في الجزائر
- ✓ المبحث الثالث مكانة الطاقة الشمسية ضمن التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية للجزائر

المبحث الأول : استغلال الطاقات المتجددة في الجزائر

- ✓ المطلب الأول : إمكانيات الجزائر في مجال استغلال الطاقات المتجددة

تعد الجزائر من الدول التي تمتلك إمكانيات هائلة في مختلف أنواع الطاقة المتجددة ويمكن استغلالها لتكون بديلا للطاقة الأحفورية، وتتمثل عموما في :

1)- الطاقة الشمسية: تمتلك الجزائر من جراء موقعها الجغرافي على أغنى الحقول الشمسية في العالم، ويمكن توضيح حجم هذه الطاقة من خلال عرض الجدول التالي :

جدول رقم (07) : إمكانيـــات الجزائر من الطـــــاقة الشمسيـــــة

المنطقة	الساحل	الهضاب العليا	الصحراء
المساحة	4	10	86
متوسط مدة الاشعاع الشعاعي (ساعة/سنة)	2650	3000	3500
متوسط الطاقة (كيلوواط/م^2 / سنة)	1700	1900	2650

المصدر : (**Ministère de l'énergie et des mines, Guide des Energies Renouvelables, Edition 2007, p39.**)

من خلال الجدول المبين اعلاه نلاحظ أن متوسط مدة الإشعاع الشمسي يتعدى 2600 ساعة في السنة وقد يصل إلى3500 ساعة في المنطقة الصحراوية التي تمثل 86 %من المساحة الإجمالية للجزائر، من جهتها متوسط الطاقة قد يصل الى 2650 كيلوواط/م2/سنة ،وعلى هذا فالطاقة الشمسية تعتبر الأهم في الجزائر بل حتى على مستوى منطقة حوض البحر المتوسط و ذلك كونها تمثل 4 مرات مجمل الاستهلاك العالمي للطاقة ، 5000 مرة الاستهلاك الجزائري من الكهرباء و 60 مرة استهلاك أوروبا المقدر بـ 3000 تيراوط ساعي/ السنة . **(فريدة كافي،سياسات واستراتيجيات استغلال وتطوير الطاقة المتجددة في الجزائر- دراسة مقارنة بين مشروعي ديزرتيك وصحراء صولار بريدرص5)**

2)- الطاقة المائية : تقدر كمية الأمطار المتساقطة سنويا على الجزائر حوالي 65مليار م3إلا أنه لا يستغل سوى 5مليار م3ثلثا هذه الكمية مياه سطحية، علما وأنه يوجد 103 سد منجز ونحو 50 سد في طور الإنجاز، وباقي هذه الكميةهي مياه جوفية، وتبلغ حصة إنتاج الكهرباء من الطاقة المائية بالحظيرة الوطنية نسبة 1 %أي نحو 286 ميغاواط فقط، وترجع هذه النسبة الضعيفة إلى العدد غير الكافي من السدود من ناحية وعدم استغلال الموارد المتوفرة من ناحية أخرى.

3)- طاقة الرياح : يختلف المورد الريحي في الجزائر من منطقة إلى أخرى، وعلى العموم يمكن التمييز بين منطقتين: منطقة الشمال التي تتميز بساحل طوله 1200 كلم وتضاريس جبلية تتمثل في الأطلس التلي والصحراوي وبينهما توجدالسهول والهضاب العليا، وهنا معدل سرعة الرياح ليست مرتفعة، أما المنطقة الثانية فهي منطقة الجنوب التي تكون فيها سرعة الرياح أكبر خصوصا في الجنوب الغربي بسرعة تزيد عن 4 م/ثا وفي منطقة أدرار تتجاوز 6 م/ثا.وعلى العموم يمكن القول أن سرعة الرياح في الجزائر معتدلة تتراوح بين 2 و6 م/ثا، يمكن اعتبارها طاقة ملائمة لضخ المياه خاصة في السهول المرتفعة . **(حدة فروحات، الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائردراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر، مجلة الباحث، العدد 11 ،جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، الجزائر، 2012 ،ص 151) .**

4)- الطاقة الحيوية :تنقسم الجزائر إلى منطقتين، المنطقة الأولى هي الصحراء الجرداء التي تغطي حوالي 90 %من المساحة الإجمالية للبلد، والمنطقة الثانية هي منطقة الغابات الاستوائية التي تغطي حوالي 10%من مساحة البلاد بمساحة تقدر بحوالي 5,2 مليون هكتار، وفيها تغطي الغابات حوالي 8,1مليون هكتار، بينما تمثل التشكيلات الغابية المتدرجة في الجبال 9,1 مليون هكتار. **(الأزهر عزه ورشيدة خالدي، الطاقات المتجددة في الجزائر تأهيل بنيتها أولى خطوات التنمية، مداخلة مقدمة ضمن فعاليات الملتقى الدولي حول: " تقييم استراتيجيات الجزائر الاقتصادية لاستقطاب الاستثمارات البديلة للمحروقات في آفاق الألفية الثالثة بالجزائر"، جامعة المسيلة، الجزائر، 28 -29 أكتوبر 7.ص، 2014)** .

ويعد الصنوبر البحري والكاليتوس من أهم النباتات في الاستعمال الطاقوي لكن للأسف لا يمثلان سوى 5 % من الغابات الجزائرية، كما يعتبر استغلال النفايات والمخلفات العضوية خاصة الفضلات الحيوانية حل اقتصادي من شأنه المساهمة في التنمية خصوصا في المناطق الريفية.

5)- الطاقة الجوفية : يشكل كلس الجوراسي في الشمال الجزائري احتياطي هام لحرارة الأرض الجوفية، يؤدي إلى وجود أكثر من 200 منبع مياه معدنية حارة، واقعة أساسا في شمال شرق وشمال غرب البلاد، وتوجد الينابيع في درجة حرارة غالبا ما تفوق 40 ^{0} ، وأكثر المنابع حرارة هو حمام المسخوطين بدرجة تقارب 96^0، وهذه الينابيع الطبيعية التي هي عموما

تسربات لخزانات موجودة في باطن الأرض تدفق لوحدها أكثر من 2 م /ثا من الماء الحار، وهي جزء صغير مما تحويه الخزانات . (**محمد مداحي وسوسن زيرق، الاستثمار في الطاقات المتجددة كبديل تنموي ممكن لإحداث التنمية الاقتصادية في الجزائر، مداخلة مقدمة ضمن فعاليات الملتقى الدولي حول: " تقييم استراتيجيات الجزائر الاقتصادية لاستقطاب الاستثمارات البديلة للمحروقات في آفاق الألفية الثالثة بالجزائر"، جامعة المسيلة، الجزائر، 28 -29 أكتوبر 2014 ،ص18**).

المطلب الثاني : تطور استغلال الطاقات في الجزائر

اولا : اهم المشاريع القائمة في مجال الطاقات المتجددة:

هناك عدة مشاريع التي أنجزت في الطاقات المتجددة وكذا التي هي تحت الإنجاز، كما يخطط لإنشاء مشاريع أخرى وذلك بغية استغلال هذه الطاقات، ولتوضيح هذه المشاريع ندرج الجدول رقم (02) التالي:

جدول رقم 08: قائمة اهم المشاريع في مجال الطاقات المتجددة

المشاريع	نوع الطاقة		
	طاقة الرياح	**الطاقة الشمسية المركزة**	**الطاقة الحرارية الأرضية**
القائمة	//////	مشروع:1PPS بحاسي الرمل القدرة : 25 ميغاواط المطور : القطاع العام (LAEN)	//////
قيد الانجاز	مشروع:مزرعة كابرتين للرياح بـ ادرار القدرة: 10.2 ميغاواط المطور : سونلغاز	//////	مشروع : الطاقة الحرارية الأرضية القدرة: 5 ميغاواط المطور: القطاع العام
مخطط الانجاز	المشروع: خنشلة القدرة : 20 ميغاواط المطور : القطاع العام	المشروع : 2 PPS بمدينة المغير القدرة : 80 ميغاواط	//////////
		المشروع : 3 PPS بمدينة النعامة القدرة : 70 مبغاواط	
	المشروع : نعامة القدرة : 20 ميغاواط المطور : القطاع العام	المشروع : 4 PPSبحاسي الرمل القدرة : 70 ميغاواط	
	المشروع : غير محدد القدرة : 170 ميغاواط	المشروع : العويد القدرة : 150 ميغاواط	

المصدر: (من إعداد الطالب اعتمادا على معطيات :المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، نبذة عن الطاقة المتجددة،ص3)

و منذ ديسمبر 2019 نجحت الجزائر في إضافة 27.6 ميغاواط من المنشات الجديدة للطاقة المتجددة بمعدل نمو 7 بالمئة بنهاية العام الماضي ، كما أوضحت اخر البيانات الحكومية اطلعت عليها وحدة الأبحاث الطاقة ان اجمالي سعة الطاقة المتجددة في الجزائر ارتفع الى 567.1 ميغاواط بنهاية سنة 2021،وأيضا سجل اجمالل الطاقة الشمسية الكهروضوئية على 92% من الطاقة المتجددةفي الجزائردون حساب الطاقة الكهرومائية و يتصل 84% من اجمالي الطاقة الشمسية الكهروضوئية بالشبكة .و نجحت الجزائر في تجهيز 840 مدرسة بانظمة شمسية بنهاية سنة2021 وتقدر سعة الانضمة الشمسية في المدارس بنحو6.7 ميغاواط جديدة تخصصها لنحو 339 مدرسة .موقع **(www.attaqa.net)**

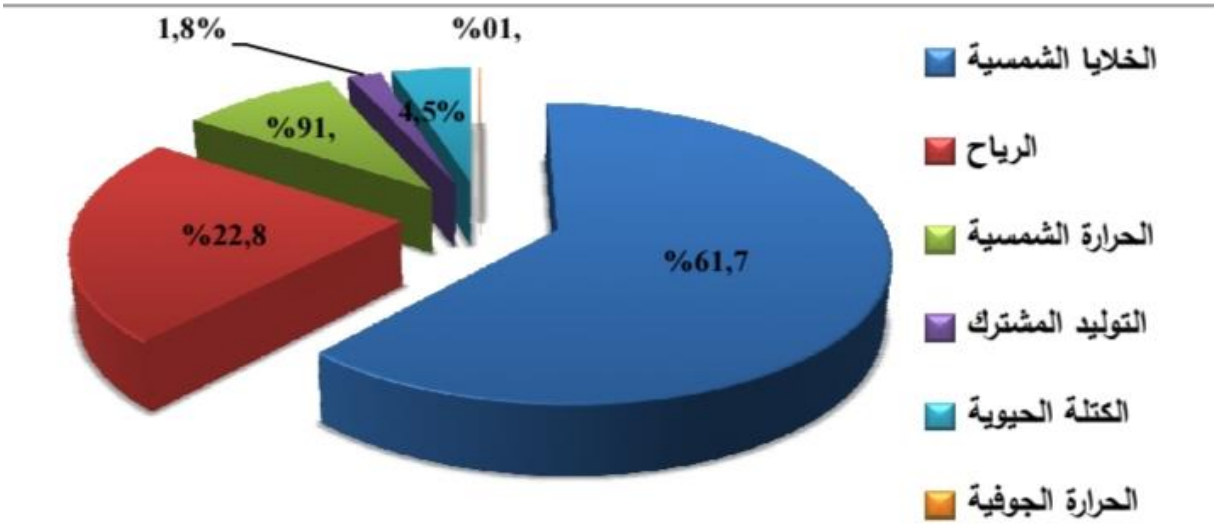
ثانيا : برنامج تطويرالطاقات المتجددة كسبيل لاستغلال هذه الطاقة:

بعد إطلاق الجزائر لبرنامج تنمية الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية سنة 2011 وإخضاعه للتجريب والاختبار التكنولوجي لمدة حوالي أربعة سنوات ظهرت عدة عناصر جديدة وملحة على الساحة الطاقوية المحلية والدولية تطلبت مراجعة ذلك البرنامج ولذلك تم تحيينه في ماي 2015 ووضعه كأولوية وطنية في فيفري 2016 ،حيث تم وضع طاقة متجددة منذ البداية بقدرة 22000 ميغاواط في أفق 2030 بالنسبة للسوق الوطني مع التمسك بخيار التصدير كهدف استراتيجي إذا سمحت الظروف بذلك ،كما أنه مع حلول سنة 2030 فإن 37 %من القدرة القائمة و27 %من الإنتاج الكهربائي الموجه للاستهلاك الوطني ستكون من الطاقة المتجددة، و تضمن البرنامج إنجاز حوالي ستين من المحطات الشمسية ومساحات الطاقة الهوائية في سنة 2020 ، حيث بلغت سعة الطاقة المتجددة خارج الشبكة 36.9 ميفاواط منها 15.6 ميغاواط على مدار العامين 2020 و 2021 مع توقعات إضافة 12 ميغاواط خارج الشبكة خلال العام الجاري ، وستتم مشاريع الطاقة المتجددة للإنتاج الكهربائي الموجه للسوق الوطنية على مرحلتين:

المرحلة الأولى (2015 -2020) : خلال هذه المرحلة تم إنجاز طاقة قيمتها 4010 ميغاو اط بين الشمسية والريحية، و515 ميغاواط بين الكتلة الحيوية والحرارة الجوفية والتوليد المشترك.

المرحلة الثانية (2021 -2030): فيها يتم الربط الكهربائي بين الشمال والصحراء وستمكن من تركيب محطات كبرى للطاقة المتجددة في كل من عين صالح، أدرار، تيميمون وبشار.
ومن جهة أخرى فإن القدرات المتراكمة لبرنامج الطاقة المتجددة حسب النوع في سنة 2030 سيكون كمايلي:

الشكل رقم15:يمثل أهداف برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية في 2030



المصدر : وزارة الطاقة الجزائرية، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، جانفي 2016 ،ص 6

ومن أجل التطبيق الجيد لبرنامج تطوير الطاقات المتجددة والوصول إلى الأهداف المرجوة قامت الجزائر باتخاذ مجموعة من الإجراءات تتعلق بالجانب المؤسسي، الجانب القانوني والتحفيزي وتتمثل هذه الإجراءات في :
1)-البحث والتطوير:محاولة منها لتوفير بيئة مؤسساتية مناسبة لاستغلال الطاقات المتجددة قامت الجزائر بإنشاءالعديد من الهيئات المتخصصة في تشجيع البحث والتطوير في هذا المجال، من أهمها نذكر: **(-شافية كتاف وزهير بن دعاس، ،ص 15-16.)**

- مركز تطوير الطاقات المتجددة .
- وحدة تطوير التجهيزات الشمسية.
- وحدة تطوير تكنولوجيا السيلسيوم .
- وحدة الأبحاث التطبيقية في مجال الطاقة المتجددة .

- وحدة أبحاث الطاقات المتجددة في المناطق الصحراوية .
- وحدة البحث في الموارد والطاقة المتجددة .
- المعهد الجزائري للطاقات المتجددة .
- الشركة المختصة في تطوير الطاقات المتجددة.

الشكل رقم 16: يمثل 6 ارقام عن تطورات الطاقة المتجددة في الجزائر

(المصدر موقع www.attaqa.net)

2)-الجانب القانوني و التشريعي:نظرا للأهمية المتزايدة للطاقات المتجددة الطاقوية، وضعت الجزائر أمر تطويرها في سياستها الطاقوية من خلال اعتماد إطار قانوني وذلك عن طريق وضع مجموعة من النصوص التشريعية هي(-المركز الاقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة ص 56-57):

- القانون رقم 09-99 الصادر في 28 جويلية 1999 المتعلق بالتحكم في الطاقة.
- لقانون رقم 01-02 الصادر في 05 فيفري 2002 المتعلق بالكهرباء والتوزيع العمومي للغاز الطبيعي بواسطة القنوات.
- القانون رقم 09-04 الصادر في 14 أوت 2004 المتعلق بترقية الطاقات المتجددة في إطار التنمية المستدامة.
- المرسوم التنفيذي رقم 11-33 الصادر في 27 جانفي 2011 المتضمن إنشاء المعهد الجزائري للطاقات المتجددة وتنظيمه وسيره.
- المرسوم التنفيذي رقم 423-11الصادر في 8 ديسمبر 2011 الذي يحدد طرق تسيير حساب التخصيص الخاص رقم 131-302 المسمى "الصندوق الوطني للطاقات المتجددة والتوليد المشترك"
- المرسوم التنفيذي رقم 218-13 الصادر في 18 جوان 2013 الذي يحدد شروط منح العلاوات بعنوان تكاليف تنويع إنتاج الكهرباء.

- القـرار الـوزاري الصـادر في 02 فيفـري 2014 المحـدد لأسـعار الشـراء المضـمونة لإنتـاج الطاقـة اعتمـادا علـى التجهيزات التي تستعمل الخلايا الشمسية وشروط تطبيقها
- القـرار الـوزاري المـؤرخ في 01 سـبتمبر 2014 الـذي يحـدد تسـعيرات الشـراء المضـمونة وشـروط تطبيقهـا بالنسـبة للكهرباء المنتجة عن طريق المنشآت المستعملة لفرع الإنتاج المشترك.
- المرسـوم التنفيـذي رقـم 15-69 الصـادر في 11 فيفـري 2015 الـذي يحـدد كيفيـات إثبـات شـهادة أصـل الطاقـة المتجددة واستعمال هذه الشهادات.
- المرسوم التنفيذي رقم 167-17 الصادر في 22 ماي 2017 المعدل و المتمم للمرسوم التنفيذي رقم 15-69 المؤرخ في 11 فيفري 2015 الـذي يحـدد كيفيـات إثبـات شـهادة أصـل الطاقـة المتجددة واستعمال هذه الشهادات.
- القرار الوزاري المشترك المؤرخ في 23 فيفري 2022 الذي يحدد قائمة الإيرادات و النفقات المسجلة في حساب التخصيص الخاص رقم 131-302 الذي عنوانه الصندوق الوطني للتحكم في الطاقة و الطاقات المتجددة و المشتركة [1]**(مجلة صوت القانون، المجلد الثامن، العدد02/2022).**

3)- الإجراءات التحفيزية:مـن أجـل تشـجيع المنتجـات المحليـة وتـوفير شـروط مربحـة - خاصـة الجبائيـة- للمسـتثمرين وتشـجيع مبـادرات الخـواص والشركات تم إجراء تعديلات تشريعية وتنظيمية منها (-**وزارة الطاقة الجزائرية،ص29.**) :

- التأكـد مـن أن المسـتعملين والمتـدخلين ومختلـف المسـتثمرين يسـتفيدون مـن إطـار تشـريعي وتنظيمـي يسـمح بالاستجابة بفعالية على التحديات المعترضة في مجال الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية .
- يخضع الاستثمار في هذاالمجال إلى الإطار العام الذي يحكم تطوير الاستثمار بصفة عامة.
- تم وضع إجراءات للتحفيز والتشجيع بالنسبة للعمليات والمشاريع التي تساهم في تحسين النجاعة الطاقوية وترقية الطاقات المتجددة سواء كانت هذه التحفيزات مالية، جبائيه أو جمركية وهذا حسب مـا نـص عليـه القـانون المتعلـق بالتحكم في الطاقات.
- تم إنشاء الصندوق الوطني للتحكم في الطاقة ليساهم في تمويل المشاريع.

المبحث الثاني : استغلال الطاقات الشمسية و افاقها المستقبلية في الجزائر

المطلب الأول : إمكانيات استغلال الطاقة الشمسية في الجزائر و مقوماتها

إن الجهود الأولى لاستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر بدأت مع إنشاء محافظة الطاقات الجديدة في الثمانينيات و اعتماد مخطط الجنوب سنة 1988، مع تجهيز المدن الكبرى بتجهيزات لتطوير الطاقة الشمسية ،و إنجاز محطة ملوكة بأدرار بقوة 100 كيلواط لتزويد 1000 نسمة في 20 قرية ،كما تم توسيع نطاق نشاط مركز بوزريعة و إنشاء وحدة لإنتاج الخلايا الشمسية و وحدة لتطوير تقنية السيليسيومب هذا المركز الذي كان يحوي أحد أكبر أفران الطاقة الشمسية ،رغم الترسانة القانونية المعتمدة ما بين 1999 و 2001 فلا يزال نصيب الطاقة الشمسية محدودا جدا بالجزائر و غير مستخدمة بالشكل المطلوب ،و إن كانت الجزائر قد اعتمدت قانونا خاصا بالطاقات المتجددة مع تحديد هدف الوصول إلى نسبة 5% خلال سنة 2012 و % 10 بحلول سنة 2020و يهدف تطوير الطاقات المتجددة في الجزائر إلى تقديم الخدمات الطاقوية للمناطق المعزولة و البعيدة عن شبكات توزيع الطاقة ،و يتمثل الهدف الآخر في المساهمة بإبقاء احتياطات المحروقات و استغلال حقول موارد طاقوية مجددة لاسيما الشمسية منها ،و حسب الدراسات المتخصصة تتلقى الجزائر ما بين 2000 و 3900 ساعة من الشمس و متوسط 5 كيلوواط في الساعة من الطاقة على مساحة 1 متر مربع على كامل التراب الجزائري ،أي أن القوة تصل إلى 1700 كيلوواط/ متر مربع في السنة في الشمال و 2263 كيلوواط/م 2 سنويا في الجنوب ،لكن هذه الطاقة غير مستغلة بالشكل المطلوب باستثناء مشاريع إنجاز حديقة هوائية في فيفري 2002 بطاقة 10 ميغاواط في منطقة تندوف بالتعاون بين شركة NEAL و بين سوناطراك و سونلغاز و مجموعة سيم (السميد الصناعي لمتيجة) و استعمال الطاقة الشمسية في الإنارة الريفية بمنطقة اسكرام التابعة لولاية تمنراست الجنوبية ،بما يكفل توصيل الكهرباء إلى 1500 حتى 2000 متر ريفي سنويا ،بالإضافة إلى إنجاز أول محطة هجينة لتوليد الكهرباء العاملة بالغاز و الطاقة الشمسية بمنطقة تيلغمت على بعد 25 كلم شمال حاسي الرمل ،و هي بذلك تمثل أكبر حقل غازي في إفريقيا و مرشحة لأن تكون مصدر طاقوي بديل و نظيف حيث تتربع على مساحة تقدر ب 64 هكتارا و يوجد بها 224 جامع للطاقة الشمسية يبلغ طول كل واحد منها 150 مترا ،كما تمت برمجة محطتين أخرتين لسنة 2013 و يتعلق الأمر بمحطة المغير لولاية الوادي بشرق البلاد و محطة النعامة بولاية البيض غرب البلاد .و في الفترة الممتدة بين 2016-2020تم إنجاز أربع محطات أخرى بطاقة 300 ميغاواط

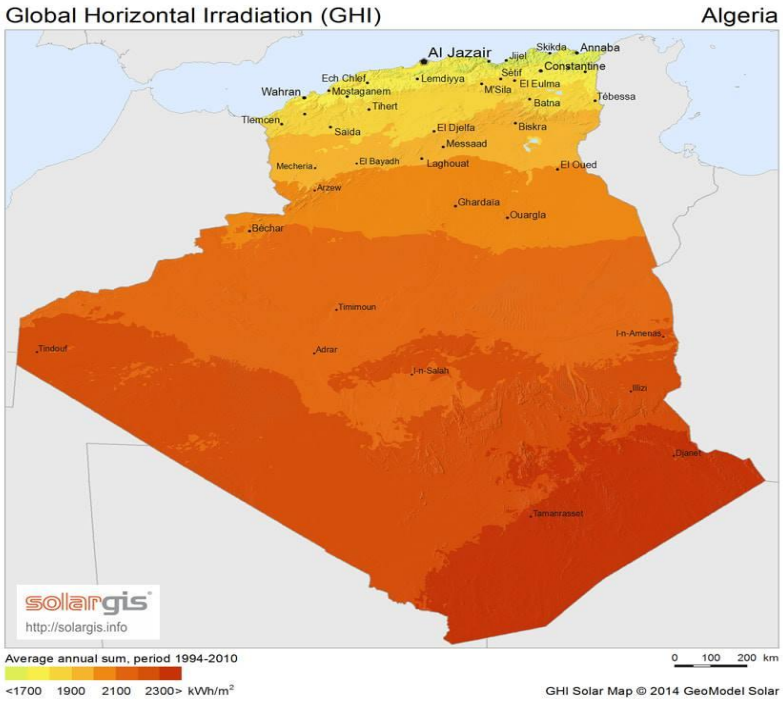
لكل واحدة منها مع طاقة إضافية تقدر بِ 1200 ميغاواط ،و هناك برنامج يمتد إلى غاية 2030 بطاقة 600 ميغاواط/سنويا ابتداءا من 2013 (**فروحات حدة ،الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر ص 151-152**) ،و نلاحظ من خلال الجدول رقم (03) أن معدل الإشعاع الشمسي يكون أكبر ما يكون في المناطق الصحراوية بـ 3500ساعة/السنة ،ذات المساحة الشاسعة المقدرة ب 86 %من إجمالي مساحة الجزائر و مستقبل الطاقة الشمسية في الجزائر يكون في الصحراء أين يمكن استغلال و تطوير الطاقة الشمسية لأغراض الاستصلاح الزراعي و توفير الكهرباء الريفية لربوع الوطن ،حيث يوفر هذا الكم من الطاقة الشمسية 05 ملايير ميغاواط/ساعة من الطاقة الكهربائية ،و حسب تقديرات وزارة الطاقة فإن هذه الإمكانيات الهائلة تسمح بتغطية 60 مرة احتياجات أوروبا الغربية و 04 مرات الاستهلاك العالمي ،كما انها تسمح بتغطية 5000 مرة الاستهلاك الوطني للكهرباء. (**مجلة الطاقة و المناجم ،مزايا الطاقة الشمسية ،وزارة الطاقة و المناجم ،الجزائر ص 133**) .

و يتضح من خلال الشكل رقم (02) أن الجزائر تتمتع بقدر هام من الإشعاع الشمسي يمكن أن يؤهلها لاعتماد الطاقة الشمسية بصورة رئيسية ضمن خططها التنموية ،لاسيما الشق المتعلق بفك العزلة عن المناطق النائية ، و الأقل جاذبية ،من خلال رفع مؤشرات التنمية البشرية فيها و توفير الإمداد الطاقوي الآمن و المستدام و الأقل تكلفة ،حيث يتم توفير الطاقة لهذه المناطق من خارج الشبكة ،خاصة و أن الموقع الجغرافي للجزائر مكنها من الاستفادة من إشعاع شمسي يتجاوز مليار ميغاواط ساعي في السنة. و في إطار تثمين عرض معدات الطاقات المتجددة و تقديم خدمات تجهيز محطات فردية أو منزلية للطاقة ،فاستراتيجية الجزائر الترقوية تعطي الإعتبار لهذا النوع من الطاقات (الطاقة الشمسية) خاصة و أن الجزائر لديها ثروة هائلة منها ،و يوضح الجدولرقم (03)المشاريع المنجزة و التي ستنجز لإنتاج الطاقة من المركزات الشمسيةCSP (Concentrated Solar Power).

الجدول رقم (09) : مشاريع إنتاج الطاقة الشمسية بتقنية CSP بالجزائر

المحطات الشمسية الهجينة	المنطقة	قدرة المحطة الشمسية (ميغاواط)	السنة
SPP1 محطة الطاقة الشمسية الأولى	حاسي الرمل	150 ميغاواط منها 25 ميغاواط اصل شمسي	جوان 2011
SPP2 محطة الطاقة الشمسية الثانية	مغاير	470 ميغاواط منها 70ميغاواط من شمسي	2014
SPP3 محطة الطاقة الشمسية الثالثة	النعامة	70ميغاواط من اصل شمسي	2016
SPP4 محطة الطاقة الشمسية الرابعة	حاسي الرمل	70ميغاواط من اصل شمسي	2018

الشكل رقم 17: الاشعاع الشمسي بالجزائر



المصدر موقع Solargis.info

يمثل الشكل المبين أعلاه معدل الاشعاع الشمسي في الجزائر ،ولهذا نقول ان الجزائر تمتلك إمكانيات تقنية و اقتصادية جيدة لاستغلال الطاقة الشمسية في منطقة الشرق الأوسط و شمال افريقيا فهي تتعرض لحوالي 170 تيرا واط سنويا .

المطلب الثاني : واقع و أفاق الطاقة الشمسية بالجزائر :

من المتوقع أن تصبح الجزائر قوة اقتصادية هامة في منطقة البحر المتوسط في مجال الطاقة البديلة آفاق 2030 لتدعم بذلك مداخيلها من المحروقات، التي تشكل أساس الاقتصاد الوطني، والمورد الأهم والأكبر في الخزينة العمومية بنسبة تتجاوز 96% حسب احصائيات الصادرة في بنك الجزائر،أما مركز الجزائر الطاقوي فإنه من القدرة أن يتجه نحو قمة الهرم في الاتجاه الموجب خلال هذه الفترة كما يتوقع أن توفر الطاقات المتجددة بالجزائر 36 بالمائة من حاجياتها بحلول عام 2030 وربما سيخفف هذا حاجتها للبترول، إذا ما استغلت الطاقات المتجددة استغلالا صحيحا .

إن البرنامج الوطني لتطوير الطاقات المتجددة 2011-2030 يهدف لتوزيع مصادر الكهرباء من خلال تطوير مصار الطاقة المتجددة خاصة منها الشمسية ، و تبلغ سعة البرنامج خلال فترة 2015-2030 حوالي 22000 ميغاواط تتوزع حسب القطاعات التكنولوجية كما يلي :

- الطاقة الشمسية الفوتوضوئية : 13575 ميغاواط
- طاقة الرياح : 5010 ميغاواط
- الطاقة الحرارية : 2000 ميغاواط
- الكتلة الحيووية : 1000 ميغاواط
- التوليد المشترك : 400 ميغاواط
- الطاقة الحرارية الأرضية : 15 ميغاواط

و يهدف برنامج تطوير الطاقات المتجددة الذي وضعته الحكومة الجزائرية في فيفري 2011 و تمت مراجعته في فيفري 2015 الى انجاز 60 مشروعا منها محطات شمسية و مزارع لطاقة الرياح ما يسمح بخلق ألاف مناصب الشغل سواء مباشرة او غير مباشرة في عدة قطاعات ،كما سيسمح تحقيق هذا البرنامج في افاق 2030 لوصول حصة الطاقات المتجددة حوالي 27 بالمئة من الحصيلة الوطنية لانتاج الكهرباء .

يوضح الجدول الاتي مراحل برنامج تطوير الطاقة الشمسية للفترة 2011-2030

جدول رقم (10) : البرنامج الوطني لتطوير الطاقة الشمسية 2011-2030

نوع الطاقة	السنوات 2011-2020		السنوات 2021-2030	
طاقة شمسية ضوئية	800 ميغاواط		200 ميغاواط	
طاقة شمسية حرارية	2012-2011 انجاز مشروعين بقدرة ميغاواط	2016-2012 انجاز أ مشاريع بقدرة 1200 ميغاوا	2024-2021 500 ميغاواط سنويا	2030-2024 600 ميغاواط سنويا

(المصدر: وزاني صبرينة ، دور الطاقات المتجددة غي تفعيل مسار التنمية المستدامة في الجزائر 1999-2014).

يمثل الجدول المبين أعلاه البرنامج الوطني لتطوير الطاقة الشمسية 2011-2020 وبين السنوات2021-2030 من الطاقة الشمسية الضوئية و الحرارية

و قد تم تحديد 21 ولاية من الجنوب و الهضاب العليا من وزارة الطاقة التي تمتلك ثروة كامنة من الطاقة الشمسية سيتم استغلالها من خلال بناء محطات شمسية قوتوضوئية و حرارية و هي : ادرار –بسكرة –الوادي-خنشلة-نعامة-سيدي بلعباس-تندوف-باتنة – الجلفة –غرداية –الاغواط –ورقلة – تبسة –تلمسان- بشار –البيض – اليزي – المسيلة –سعيدة –تيارت –تمنراست ، وقد تم وضع برنامج تطوير الطاقات المتجددة وفقا لخصوصية المناطق الجغرافية الثلاث [1](**قطاع الطاقات المتجددة ، الوكالة الوطنية لتطوير الاستثمار المطالع عليه من موقع.www:// i hand dz)**

- منطقة الجنوب : لتزويد المساحات الواسعة حيث يتميز الجنوب بوفرة الأراضي و اتساع المساحة و توافر موارد كامنة من الطاقة الشمسية و طاقة الرياح .
- منطقة الهضاب العليا : توافر الطاقة الشمسية و طاقة الرياح مع إمكانية تملك الأراضي
- منطقة الشمال : تبعا لمدى توافر الأراضي مع استغلال مساحات أخرى كأسقف المنازل و شرفات العمارات و غيرها من الأماكن غير المستخدمة .

و لتدعيم هذا البرنامج أنشأت الحكومة الجزائرية المعهد الوطني الجزائري للطاقات المتجددة IARE و كذا شبكة مراكز للبحث و التطوير مثل : مركز البحث و التطوير للكهرباء و الغاز CREDEG ، الوكالة الوطنية لترقية و ترشيد ايتعمال الطاقة APRUE ، مركز تطوير الطاقات المتجددة CDER ، وحدة تطوير التجهيزات الشمسية UDED ، وحدة الأبحاث التطبيقية في مجال الطاقات المتجددة بالمناطق الصحراوية URERME .

و تشير تقديرات وزارة الطاقة للنتائج المتوقعة من البرنامج بحلول 2030 الى:

- مخزون للطاقة يقدر بـ 63 مليون قدم أي حوالي 38 مليار دولار
- توفير ما مقداره 1500 ميغاوواط طاقة أي حوالي 2 مليار دولار
- خلق حوالي 500000 وظيفة جديدة
- تخفيض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بمقدار 193 مليون طن أي ما يكلف 1.1 مليار دولار

تبني السياسة الجزائرية مجموعة من المبادئ المتعلقة بتطوير الطاقة المتجددة واستغلالها في المستقبل وهذا يتجسد من خلال:

- إنشاء مشاريع مشتركة مع المشغلين الأجانب
- الهندسة ونقل التكنولوجيا
- إنتاج المعدات في الجزائر
- تعزيز صادرات الكهرباء من الجزائر إلى السوق الأوروبية على المدى الطويل
- تقدير دقيق لصلاحية استرداد الطاقة المتجددة على النطاق الصناعي
- تطوير الطاقة الشمسية وطاقة الرياح،

وفي هذا السياق سطرت جملة من المشاريع المرتقبة مستقبلا في مجال الطاقة الشمسية خاصة[2](**برنامج الوطني للطاقات المتجددة يصبح أولوية وطنية ، الوكالة الوطنية لتطوير الاستثمارhttp//www.andi.dz**)

-مشروع المؤسسة الوطنية للصناعات الالكترونية ENIE لإنجاز مصنع لإنتاج الألواح الكهروضوئية بطاقة 500كيلوواط، 15%منها موجه للسوق المحلي(تم استلامه فعليا 2016)

- مشروع مجمع سيفيتال CEVITAL بالشراكة مع متعامل أجنبي لإنجاز مصنع لإنتاج الألواح الضوئية بطاقة 500ميغاواط سنويا(قيد الإنشاء)
-مشروع أوراس سولار بشراكة جزائرية فرنسية لإنجاز مصنع لإنتاج الصفائح الكهروضوئية بطاقة 25 ميغاواط سنويا، حوالي 100 صفيحة كهروضوئية سنويا بميزانية قدرات بـ 10مليون أورو .
- مشروع ديزارتيك الجزائري الألماني وهو أكبر مشروع دولي لتوليد الكهرباء بالطاقة الشمسية بقدرة 10جيغاواط [3](**وفاء شماني، منور أوسرير، " مستقبل الطاقة الخضراء كبديل للطاقة الأحفورية في الجزائر"،مجلة الاقتصاد الجديد، ع14 ،مجلد01(2016)،ص43**)

المبحث الثالث : مكانة الطاقة الشمسية ضمن التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية للجزائر

المطلب الأول : التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية الحالية للجزائر

تمتاز الجزائر بوجود كميات هائلة من الطاقات التقليدية، بالإضافة إلى وجود قدرات واعدة للاستفادة من الطاقة المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية. [1] **(جامعة الدول العربية، الإستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة (2010-2030)، مرجع سبق ذكره، ص166)**

لتمتعها بقدر هام من الإشعاع الشمسي الذي يؤهلها لاعتماد الطاقة الشمسية ضمن خططها التنموية، من خالل رفع مؤشرات التنمية البشرية فيها وتوفير الإمداد الطاقوي الآمن والمستدام والأقل تكلفة، خاصة وأن الموقع الجغرافي للجزائر مكنها من الاستفادة من إشعاع شمسي يتجاوز مليار ميغاواط ساعي في السنة. مما يؤهلها لتكون من أكبر مصدري الطاقة الكهربائية الشمسية، وباعتبار الجزائر تمتلك10 بالمائة من المساحة العالمية التي يمكن استغلالها لتوليد الطاقة الشمسية، ما يسمح لها بإنتاج5 كيلواط في المتر المربع الواحد، لذلك يجب التفكير حاليا بطريقة استعجاليه في استخلاف تصدير البترول بالكهرباء مع آفاق2030 ، تماشيا ورهانات الأسواق العالمية التي تعرف تحول من الطاقات التقليدية إلى الطاقات النظيفة.
في هذا الإطار تعمل الجزائر على استشراف تطور نظامها الطاقوي من أجل ضبط الصيغة الأنسب للاستخدام الأمثل لمواردها الطاقوية، ووضع أفضل السيناريوهات الطاقوية، وتتمسك الجزائر بخيار تصدير الطاقة الشمسية من خلال إطلاقها لبرنامج طموح لتنمية الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، والذي يتمحور حول تنويع المصادر الطاقوية وإعداد جزائر الغد. إذ تنوي عبر برنامجها للطاقات المتجددة أن تتموضع كفاعل مصمم في إنتاج الطاقة من الوسائل الشمسية، وهذا لدفع نموذج جديد من التنمية الاقتصادية، كما تهدف الجزائر من خالل هذا البرنامج إلى إنتاج طاقة بقدر22.000 ميغاواط في أفق2030 ، بالنسبة للسوق الوطنية.[2](**وزارة الطاقة والمناجم، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، مرجع سبق ذكره، ص03.)**

إضافة الى ذلك احتمال تصدير ما يقرب من10.000 ميغاواط في حدود سنة ،2030 كما يرتقب وخلال الفترة(2021-2030) القيام بتصدير ليس الكهرباء المنتجة من الطاقات المتجددة فحسب بل وأيضا المهارة والأجهزة التي تدخل في إنتاج الكهرباء انطلاقا من الطاقات المتجددة. إذ تهدف إستراتيجية الجزائر في هذا المجال، إلى تنمية صناعة حقيقية للطاقات المتجددة مصحوبة ببرنامج في التكوين والبحث، وكذا اكتساب الخبرات الضرورية، ولأجل تصدير الكهرباء الخضراء إلى أوروبا، تستعد الجزائر لإقامة شراكات بمجرد توفر الظروف، وهذا من خلل إنجاز قدرات إضافية.[3] **(وزارة الطاقة والمناجم، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، مرجع سبق ذكره، ص- ص:5-9).**

وتعددت المشاريع والفرص التصديرية للطاقة الشمسية، إذ أتيحت وطرحت للجزائر العديد من المبادرات الدولية التي من شأنها فتح المجال أمام إمكانيات تصدير الطاقة الشمسية الجزائرية نحو الشبكات العالمية. ولعل أهم هذه المبادرات نجد: الخطة الشمسية المتوسطيةMSP ، مبادرة تقنية الصحراء والمشروع الجزائري-الألمانيDESRTEC ، مبادرة تقنية الصحراء الصناعية DII المشروع الجزائري-الياباني صحراء صوالر بريدرSSB ، المشروع المغاربي-الأوروبي في مجال الهيدروجين الشمسي، ومشروع الربط الكهربائي العربي. وقد تعطلت وفشلت مجموعة من هذه المشاريع ألسباب كثيرة، في حين نجح البعض منها في سلك طريق له على أرض الواقع. وسنتناول في المطلب الموالي بتفصيل أكثر لبعض من هذه المشاريع.

المطلب الثاني : تطور مشاريع الطاقة الشمسية في الجزائر و افاق التصدير .

لقد تعددت المبادرات لجعل تصدير الطاقة الشمسية من مواقع سطوعها إلى الشبكات العالمية والتي كانت الجزائر جزءا مهما لخططها وإجراء عدة مشاريع ، وفيما يلي سنذكر بعض أهم المشاريع الخاصة بتصدير الطاقة الشمسية من الجزائر:

اولا: المشروع الجزائري-الألماني(**DESERTEC**) لتصدير الطاقة الشمسية.

هي مبادرة تجعل بالاستفادة من الطاقة الشمسية المتاحة بوفرة في المناطق الصحراوية باستخدام تركيز الأشعة الشمسية الحرارية، والتي يمكن أن تنتج نصف الطلب على الكهرباء في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا وأوروبا على وجه اقتصادي.[1] **(جامعة الدول العربية، القمة العربية التنموية الاقتصادية والاجتماعية، الدورة الثالثة، الأمانة العامة، الرياض،2013 ، ص66.)**

تتمثل رؤية ديزرتيك في استغلال القليل من كميات الطاقة الهائلة التي يتم تسلمها كل يوم من الشمس في المناطق الصحراوية، والتي تتلقى في06 ساعات قدر من الطاقة الشمسية تعادل ما تستهلكه البشرية في سنة كاملة، بالإضافة إلى توفير طاقة آمنة وبأسعار معقولة للعالم وكافية لـ10 مليارات شخص من مصادر نظيفة وال تنضب، إذ يمكن توليد طاقة كهربائية من هذه المصادر وتكون قادرة على إمداد90% من سكان العالم ليال ونهارا، وعلى المدى الطويل تسعى ديزرتيك إلى التوسع لتشمل جميع مصادر الطاقات المتجددة لتأمين طاقة آمنة ومستدامة في المستقبل وهذا سيكون نتيجة التعاون في مجال الطاقة بين الأطراف الأوروبية والشرق الأوسط وشمال إفريقيا مما سيتيح فرصة فريدة لبدء حقبة جديدة تقوم على الشراكة والتي يمكن أن تسهم في ازدهارها المشترك. [2]

(Alexander Mohanty, Dii-enabling Desertec in EUMENA, Publisher Dii-Enabling Desertec in EUMENA, Germany, 2010, P 02

تعتبر ديزرتيك مبادرة أوروبية ظهرت على أساس أن الأمن الطاقوي الأوروبي من إمدادات الغاز والنفط لم تعد مضمونة فوجب التحول إلى الطاقات المتجددة علاوة على تلبية أهداف الحد من انبعاثات الغازات الدفينة، كما يعود أصل فكرة المبادرة إلى نادي روما، إذ أطلقها علماء وسياسيين واقتصاديين في ألمانيا، تتضمن المبادرة أبعاد عديدة أهمها: تأمين الكهرباء النظيفة لأوروبا ولدول منطقة شمال إفريقيا وأيضا توفير ما يكفي من الطاقة لتشغيل مصانع تحلية مياه البحر فتلك البلدان التي تسعى إلى تجاوز أزمة مياه الشرب التي يتوقع أن تواجه شح مصادر المياه العذبة فيها، ومن الناحية العملية سيكلف مشروع ديزرتيك ما يفوق400 مليار أورو بحلول عام2050. ويتوقع إنشاء30 مشروع لمحطات الطاقة الشمسية ذات الحجم المتوسط بين50 و200 ميغاواط في عشرين موقعا تتراوح ما بين المغرب والمملكة العربية السعودية عبر إسبانيا، صقلية واليونان، وسيتم توزيعها على طول المناطق الصحراوية، ويتم نقل الكهرباء عن طريق كابلات بحرية عالية الجهد.[3] **(Marie Legivere, une Coopération UE/MAGHREB : le**

(ET DU MAGHREB, IRIS, N°14, Juin 2010, PP 02,03 Projet Desertec, Actualités DU MOYEN-ORIENT

والهدف من مشروع ديزيرتيك هو تنمية استخدام الطاقات المتجددة في شمال إفريقيا والشرق الأوسط، وتهيئة الظروف لتصدير الكهرباء إلى أوروبا والحكومة الألمانية تؤيد بقوة السعي من أجل تحقيق قدر أكبر من استخدام الطاقات المتجددة في شمال

إفريقيا وقد قدمت وزارة الخارجية المشورة والدعم السياسي بشكل مستمر لمبادرة ديزرتيك الصناعية لتوليد الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية وذلك منذ إنشائها في جويلية2009.

وقد توقع خبراء نادي روما أن ينتج مشروع بين2020 و2025 نحو60 تيراواط في السنة على أن ترتفع الكمية إلى700 تيراواط عام2050 بسعر0,05 أورو للكيلواط الواحد، وبحسب خطط أخرى موضوعة للمستقبل يمكن أن يصل طول المنطقة الصحراوية التي يستخدمها المشروع حوالي200 كيلومتر بعرض140 كيلومتر، وتصل مساحتها حوالي270 ألف كيلومتر مربع تزرع بماليين المرايا العاكسة للأشعة والمتصلة ببعضها البعض، بحسب ما نشرته شركة سمينس في نشرة خاصة حول الطاقات المتجددة تحت عنوان الطاقة الخضراء، وأضافت أن هذه المساحة تمثل0,3 من مساحة شمال إفريقيا والشرق الأوسط تكفي لتأمين كامل حاجة دول المنطقة وأوروبا من الطاقة الكهربائية ،أيضا الهدف من هذا المشروع الضخم هو أن تكون شبكة واسعة من محطات الطاقة الشمسية في الصحراء الكبرى متكونة من آلاف المرايا لتركيز مساحة كبيرة من أشعة الشمس على محرك بخاري.

و لقد اقترح مشروع ديزرتيك من أجل النهوض بعجلة التنمية وخاصة بما يتعلق بقضايا المناخ، وتراجع أسعار النفط واعتبار هذه المبادرة تقدم إصلاحا تكنولوجي واقتصادي بإمكانه إحداث تغيرات جوهرية على المستوى الاجتماعي والاقتصادي.[4]**(محمد راتول، محمد مداحي، صناعات الطاقة المتجددة بألمانيا وتوجه الجزائر لمشاريع الطاقة المتجددة كمرحلة لتأمين إمدادات الطاقة الأحفورية وحماية البيئة-حالة مشروع ديزرتيك، ملتقى بجامعة قاصدي مرباح، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، ورقلة، الجزائر، 2012، ص149) .**

مشاركة الجزائر في مشروع ديزرتيك لتصدير الطاقة الشمسية فهناك مفاوضات تجري بين الجزائر ونظيرتها الألمانية بخصوص التعجيل في طرح الوثيقة النهائية للتعاون المشترك لإنجاز مشروع ديزرتيك الأورو متوسطي الذي يتخذ من الصحراء الجزائرية عاصمة له، وهو أكبر مشروع طاقوي في العالم سيحدث ثورة في الاقتصاد العالمي ويعد بمثابة شريان لحياة جديدة سيشهدها العالم مستقبلا في إطار التخفيض من انبعاثات الغازات الكربونية التي تهدد الأرض بانقراض الحياة على سطحها. وأبدت الجزائر وألمانيا رغبتهما في تنفيذ هذا المشروع، حيث أكد الرئيس السابق لغرفة التجارة والصناعة الجزائرية الألمانية بالجزائر أن موافقة الجزائر على مشروع ديزرتيك أمر إيجابي ومن شأنه أن يعطي دفعا للمشروع وأشار إلى أنه حان الوقت لكي تتجه كل البلدان نحو الاستثمار في الطاقات المتجددة، من أجل تلبية الاحتياجات الوطنية من جهة، ومن أجل التصدير من جهة أخرى ،وشاركت في التوقيع على البروتوكول الشركة الجزائرية الخاصة "سيفيتال" في جويلية2009. [1] **(بريطل هاجر، مرجع سبق ذكره، ص208).**

وقال مدير مشروعات الطاقة المتجددة في "سيفيتال" لوكالة رويترز: أن سرعة إنجاز المشروع مرهون بإسهام شركات الإتحاد الأوروبي في تطوير مشروع الطاقة هذا، وأضاف " شركاء المشروع يمكنهم أن يساهموا من خلال إنشاء خطوط تحت سطح البحر من الجزائر إلى إيطاليا وإسبانيا مثال وتبقى كل الخيارات مطروحة".

وشاركت شركات كبرى من بينها "سيمنس وار. دبليو. أي" و "دويتشه بنك وكونسورتيوم ديزرتيك" بإنجاز مشروع استغلال الطاقة الشمسية من الصحراء الكبرى لتوفير15% من استهلاك أوروبا من الكهرباء بحلول2050 ، و"سيفيتال" عضو في "الكونسورتيوم"، لكن الحكومة الجزائرية التي تشدد اللوائح على الاستثمار الأجنبي، وقالت أنها ال تريد أن يستغل الأجانب طاقتها الشمسية، وأنها لن تبدي اهتمامها إال إذا لعبت الشركات المحلية دورا محوريا.

كما تقول "سيفيتال" أن مشروعها للطاقة الشمسية يتماشى مع سياسة الحكومة لتفضيل الشركات الجزائرية وتعزيز الصادرات خارج قطاع النفط والغاز المهيمنين. وسيكون من الجيد إيجاد حل بديل قابل للاستمرار لتوفير هذا النوع من الصادرات. وتسعى "سيفيتال" آلن لتصبح أكبر مصدر للمنتوجات خارج المحروقات في الجزائر. وردا على مزاعم بأن ديزرتيك سيستغل البلدان النامية، رد "سيفيتال" أن المشروع سيوفر جزءا من احتياجات شمال إفريقيا من الطاقة ويساعد في تطوير صناعات الطاقة المتجددة محليا.[2]

(كافي فريدة، الطاقات المتجددة ودورها في الاقتصاد وحماية البيئة، مرجع سبق ذكره، ص ص311 ،312)

وتوجد الكثير من الأسباب التي تعيق مشاركة الجزائر في مثل هذه المبادرات منها ما سنذكره الحقا ضمن معوقات تصدير الجزائر للطاقة الشمسية ومنها كذلك أن المستفيد الأول والأكبر من المشروع "ديزرتيك" هي ألمانيا بالدرجة الأولى وليست دول شمال إفريقيا والتي منها الجزائر.

ثانيا: المشروع الجزائري-الياباني صحراء صولار بريدير "أس أس بي" للطاقة الشمسية.

يعد المشروع الجزائري-الياباني حول تكنولوجيات الطاقة الشمسية، المسمى "صحراء صولار بريدير" "أس أس بي"، من أبرز اتفاقيات التعاون بين جامعة الجزائر والجامعات اليابانية، فهو يضم ثالث مؤسسات جزائرية شريكة، وهي جامعة العلوم والتكنولوجيا محمد بوضياف لوهران، وجامعة طاهر موالي لسعيدة، ووحدة البحث في الطاقات المتجددة في الوسط الصحراوي لأدرار، فيما يتكون الجانب الياباني من ثماني جامعات ومعاهد بحوث6 جامعات والوكالتين اليابانيتين "جي.أي.سي.أ" و"جي.أس.تي.أ". المهتمتين بالتعاون الدولي والعلوم والتكنولوجيا. حيث ستسهم بمهاراتها في تحقيق التنمية المستدامة التي تستند على المفهوم المتعلق بتشييد مصانع للخلايا الشمسية المصنوعة من السليكون ومحطات توليد الطاقة الشمسية. وقد انتزعت الجزائر هذا المشروع الذي يعتبر الأول من نوعه عالميا بعد مشروع "ديزرتيك" من بين العديد من البلدان المرشحة على غرار دولة مصر بالنظر إلى شساعة مساحة مناطقها الصحراوية المواتية للإشعاع الشمسي، وكذا نوعية نسبة مادة السيليسيوم في رمال المنطقة وتوفرها على الكفاءات العلمية والبشرية وتجربتها في ميدان الطاقات المتجددة.

ويذكر أن المشروع قد اعتمد شهر أوت من سنة2010 بالتوقيع على اتفاقية بين كل من وزارة التعليم العالي والبحث العلمي وجامعة العلوم والتكنولوجيا "محمد بوضياف" لوهران والوكالتين اليابانيتين "جي.أي.سي.أ" و"جي.أس.تي.أ". المهتمتين بالتعاون الدولي والعلوم والتكنولوجيا، وأن هذا المشروع يتعلق بتحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة كهربائية سيتم نقلها إلى الشمال عبر كوابل تحول دون ضياع الطاقة.

وحسب التوضيحات التي قدمتها نائبة مدير الجامعة المكلفة بالعالقات الدولية والتعاون بن حراث نصيرة، فإن المشروع الذي تم إطلاقه في كانون الثاني/جانفي من سنة2011 سيحمل اسم "أس.أس.بي" أي صحراء صولار بريدير استنادا إلى الأرضية التكنولوجية المسماة المزرعة الشمسية التجريبية المبرمج إنجازها بسعيدة، معلنة عن أن جامعة العلوم والتكنولوجيا بوهران ستستفيد في هذا الإطار من مركز للبحوث مخصص لتطوير تكنولوجيات الطاقة الشمسية، والتي أكدت أن فترة تجسيد المشروع قد حددت بـ5 سنوات على أن يتكفل الطرف الياباني بتمويلها وبشكل كلي بغلاف مالي قدره5 ماليين دولار، وحسب المصدر ذاته فإن الجامعة المذكورة ستستفيد أيضا من هبة ممثلة في تجهيزات ودورات تكوينية وبمساهمة دائمة للخبراء، بينما ستحظى كل من جامعة سعيدة ومركز البحث في الطاقة الشمسية لأدرار بأرضيات تكنولوجية من أجل إنجاز لوحات لتوليد الطاقة الشمسية واستغلال الطاقة المنتجة، وأضافت بن حراث في السياق نفسه أن مشروع "أس.أس.بي" يندرج في إطار أهداف التنمية المستدامة باعتبار أنه سيسمح بإيصال واستغلال الطاقة المنتجة بالجنوب نحو الشمال قصد تزويد محطات تحلية مياه البحر، كما أن الغرض من ذلك هو وضع أسس للتنمية المستدامة ترتكز على مفهوم "أس.أس.بي"، مع تعزيز برنامج البحث حول نظام عالمي جديد للتموين بالطاقة، وقد ذكر الأستاذ الدكتور بودغن اسطمبولي بأن برنامج "أس.أس.بي" استفاد من دعم من اليابان في إطار برنامج حكومي يرمي إلى ترقية البحث المشترك الدولي الذي يستهدف إعداد حلول تكنولوجية.

كما أن مشروع "صحراء صولار بريدير" "أس.أس.بي" يهدف إلى إعداد دراسة جدوى بشأن نقل الكهرباء من جنوب البالد إلى مدن الشمال من أجل استغلالها. كما يشكل هذا البرنامج نموذجا مرجعيا في إطار رؤية مستقبلية مسطرة حيث تم برمجة توسعها على الصعيد العالمي في **آفاق2050.[1] (فريدة كافي، الاستثمار في الطاقة المتجددة كمدخل لدفع عجلة التنمية المستدامة في الجزائر مع الإشارة إلى مشروع صحراء صولار بريدير، مركز تنمية الطاقات المتجددة، نشرية الطاقات المتجددةCDER ، العدد02 ، 2016، ص26).**

حيث صرح المدير التقني والعلمي لبرنامج "صحراء صولار بريدير" المتعلق بالطاقة الشمسية أن الأرضية التكنولوجية لهذا البرنامج أصبحت عملية بشكل تام في الجزائر، حيث أوضح أنه قد جرى تركيب آخر التجهيزات بجامعة الطاهر موالي لسعيدة التي تعد ضمن المؤسسات الجزائرية الثالثة الشريكة.

وأوضح السيد الدكتور أمين بودغن اسطنبولي خال ملتقى حول 'الابتكار في مجال الطاقة الشمسية" أن محطة الطاقة الشمسية لجامعة الطاهر موالي لسعيدة أصبحت عملية عقب تركيب ألواح الطاقة الشمسية ونظام تقييم للأرصاد الجوية، وفي هذا الإطار استفادت جامعة وهران من مجهرين قويين يتيحان دقة عالية جدا بالمسح الالكتروني والقوة الذرية، مذكرا بأن برنامج "صحراء صوالر بريدير" يشمل أيضا وحدة للبحث في الطاقات المتجددة في الوسط الصحراوي لأدرار والتابعة لمركز تنمية الطاقات المتجددة ، وستلي مرحلة التجهيز قريبا إطلاق المرحلة التطبيقية التي تخص دراسات الجدوى الأولى لهذا المشروع المتعلق باستغلال الإشعاع الشمسي وتحويله إلى طاقة كهربائية التي سيتم نقلها من الجنوب إلى شمال البلاد بهدف تزويد محطات تحلية مياه البحر، كما يشكل التكوين أحد العناصر الرئيسية لهذا المحور من التعاون، مع العلم أنه يتم تنظيم كل سنة تربصات أكاديمية في اليابان لفائدة العديد من الباحثين الجزائريين في إطار برنامج "أس.أس.بي".[2] **(البوابة الجزائرية للطاقات المتجددة، برنامج صحراء صوالر بريدير"الأرضية التكنولوجية أصبحت عملية"، بتاريخ2015/04/17، من الموقع**http://portail.cder.dz/ar/spip.php?article1912 **(**

وفعلا فقد توج برنامج "صحراء صولار بريدير" الذي انتهت مرحلة دراسته في عام2015 بعد خمس سنوات من النشاطات بإيجاد "حل بارع ونظيف" يعتمد على معالجة الرمال في الصحراء. ويعد هذا البرنامج "الأكثر طموحا" من بين كل البرامج الدولية حيث يمكن أن يوفر وحده نسبة"50 من المائة" من الطاقة التي يحتاج إليها الكوكب ويستجيب هذا البرنامج بشكل أفضل لانشغالات الكوكب من خلال دمج إنتاج لوحات الطاقة الشمسية وإقامة محطات لتوليد الكهرباء بمواقع جمع الطاقة ضمن مخطط شامل "يقول أمين بودغن اسطنبولي المدير العلمي والتقني لهذا البرنامج" .

وقد شملت المبادرة الجزائرية من وضع البرنامج الوطني لتطوير الطاقات الجديدة والمتجددة والنجاعة الطاقوية الذي يستهدف ضمان في آفاق2030 تأمين الطاقة في البلاد مع الحفاظ على البيئة 40% من إنتاج الكهرباء ستكون من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وقد سلط برنامج "صحراء صولار بريدير" المندرج ضمن هذه الأهداف الوطنية الضوء على نتائج الدراسات التقنية المختلفة التي أجراها خبراء جزائريون ويابانيون وجدوى المشروع الهام لتوليد الكهرباء انطلاقا من الصحراء لنقلها إلى شمال البلاد.

كما يهدف البرنامج إلى استخدام واحدة من أكبر الصحاري في العالم أي الصحراء الجزائرية كمصدر للطاقة، وتتلقى الصحراء أشعة الشمس بوفرة على مساحات شاسعة وتحتوي رمالها على الكثير من رمل الصوان وهو المادة الخام لصنع السيليسيوم الذي يدخل في تكوين الألواح الشمسية، وتكمن الفكرة في بناء مصانع للسيليسيوم ومحطات للطاقة الشمسية في الصحراء من أجل إيصال الطاقة لتصنيع المزيد من السيليسيوم وإنشاء المزيد من محطات توليد الكهرباء.

كما تعتزم الجزائر هذا العام بتنويع صادراتها الطاقية من خلال الاستثمار عبر مشروع سولار لإنتاج ألف ميغاواط من الكهرباء ،و ظهر التوجه الاستراتيجي الجزائري عندما أعلن الرئيس عبد المجيد تبون من روما في 26 ماي من العام الماضي 2022 اتفاق بين البلدين على مشروع تزويد إيطاليا و أوروبا بالطاقة الكهربائية النظيفة ، و رغم عدم تحديد البلدين موعد لبدء التصدير فان وزارة الطاقة و المناجم قررت إعادة تفعيل مشروع الربط الكهربائي عن طريق الكابلات البحرية بقدرة تتراوح بين ألف إلى ألفي ميغاواط بالشراكة بين شركة الكهرباء و الغاز الجزائرية الحكومية سونالغاز و الإيطالية تيرنا ، حيث يبلغ طول الخط الكهربائي 270 كيلومتر ،يتضمن تزويد إيطاليا بنحو 9 الاف ميغاواط بين ولاية عنابة و صقلية و الذي يهدف الى لإنتاج 22 ألف ميغاواط من كهرباء الطاقة الشمسية ، و اعتبر الخبير احمد حيدوسي المختص في شؤون الطاقة انه يمكن للجزائر مستقبلا ان تعول على الاستثمار في الطاقات المتجددة عبر برنامج صولار و هو البرنامج الذي يعتمد على التركيبة المالية من حيث الشراكة مع الأجانب خصوصا الأوروبيين ،ومن هذا المشروع يتم تحويل ثلث استهلاك الجزائر من الكهرباء نحو الطاقات المتجددة و هذا ما يسمح لها باسترجاع كميات هائلة من الغاز لتصديرها نحو الأسواق الأوروبية، كما يلفت الخبير في شؤون الطاقة إلى أن الفائض الذي تصدره الجزائر من الكهرباء دائم و ليس مؤقت و يؤكد على ذلك بالاستثمارات الضخمة و الاتفاق الموقع بين الجزائر و شركة جنرال إلكتريك الأمريكية التي تضمن إنتاج التوربينات التي يتم هنا بالجزائر و هذا لاعتبار أن الجزائر من أكثر الدول استقطابا

للأشعة الشمسية بحوالي 4000 ساعة في السنة خاصة في المناطق الجنوبية ، وهذا ما يجعل بلادنا تمتلك مشروعا اقتصاديا متكاملا . (WWW.ALJAZEERA.NET/EBUSINESS)[1].

الشكل رقم 18: يمثل ابرز المعلومات عن أول مشروع للجزائر في برنامج الطاقة المتجددة 2035

المصدر موقع www.attaqa.net

و يأتي تنفيذ محطة الطاقة الشمسية الجديدة في محاولة للاستفادة من الطاقة الشمسية الهائلة التي تزخر بها الجزائر ، كما تسهم المحطة من خلال ربط بمحطة الطاقة الشمسية في تزويد منشات حقل بئر شمال من خلال توليد 10 ميغاواط إضافية من الكهرباء و من المتوقع تنفيذ محطة على مستولى موقع الإنتاج بركين بالإضافة إلى محطتي الطاقة الشمسية خلال سنة 2023 و تعمل سوناطراك من خلال إنشاء مشروعات تطويرية على تعزيز الإنتاج الوطني من الطاقة الشمسية المتجددة و تنويع مصادر الطاقة بهدف خفض البصمة الكربونية الناتجة عن أنشطتها النفطية ، و يتزامن إطلاق المشروعات مع تنظيم اجتماع مع شركة ايني الذي عقد هذا العام اذ يجسد تنظيم الاجتماع في هذه المنطقة الأهمية الإستراتيجية التي توليها شراكة سوناطراك و ايني لتطوير الطاقات المتجددة .

شكل رقم19: يمثل مراسيم تدشين سوناطراك /ايني (2022/11/17)

المصدر موقع www.attaqa.net

كما أبدت شركة هندية رغبتها في الاستثمار و التعاون التقني في مجال الطاقات المتجددة و جاء هذا خلال استقبال الأمين العام لوزارة الانتقال الطاقوي و الطاقات المتجددة بوزيان مع ممثل الشركة الهندية Kalpatru power Transmission LTD راميش جوباتا و حسب البيان للوزارة فقد ناقش الطرفان التعاون الفني و افاق الاستثمارات المستقبلية في مجال الطاقات المتجددة لاسيما الخلايا الكهروضوئية و الكتلة الحيوية على امل تطوير مشاريع واعدة للمجالين و تبادل الخبرات و نقل المعرفة ،كما اكد المتحدث ذاته على أهمية البرنامج الوطني ل15000 ميجاواط الامر الذي اثار اهتماما لدى ممثل شركة KTPL كما تم عرض رؤية الشركة لتقديم خدمات مقولات الهندسة و الإنشاءات لخطوط الأنابيب و نقل الطاقة إضافة إلى عرض انجازاتهم على المستوى الدولي في مجال الخلايا الكهروضوئية ،و رغبتهم للتواجد في الجزائر من خلال الصيغ التي يتيحها قانون الاستثمار الجديد و المنافسة على العروض المقدمة و إمكانية الدخول في شركات مع الشركات الناشطة في سوق الطاقات المتجددة .

و في 04اوت 2022 عبر اليابان ممثلة في الوكالة اليابانية للتعاون الدولي جايكا عن اهتمامها بالتعاون و الشراكة مع الجزائر في مجالات الطاقات المتجددة و الطاقة الشمسية اعتبارا من سنة 2023 حيث جاء التطرق إلى فرص التعاون الثنائي و الشراكة في مجالات الطاقات المتجددة و الفعالية الطاقوية ،و تموحورت المحادثات حول تطوير برنامج نشر الطاقات المتجددة التي يتضمن بلوغ 15 الف ميغاواط بحلول 2030،و تناول القاء أيضا مشروع المناقصات الخاصة بالمستثمرين من اجل انجاز محطات للطاقة الشمسية موزعة على التراب الوطني .[1] **(www.echoroukonline.com).**

المطلب الثالث : معوقات استغلال و تصدير الطاقة الشمسية :

هناك عدة معوقات لاستغلال و تصدير الطاقة الشمسية و من بينها :
أولا: ارتفاع تكاليف محطات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية.

من بين أمثلة ارتفاع تكاليف محطات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية نجد ما حددته هيئة صناعة الطاقة الشمسية الحرارية إجمالي تكاليف الاستثمارات المخصصة لتنفيذ خطة الطاقة الشمسية وتوليد طاقة كهربائية بطاقة20 جيغاواط حتى عام2020 بحوالي97 مليار يورو، منها71 مليار سيتم ضخها في محطات توليد الطاقة الكهربائية، أما16 مليار الباقية فستنفق على خطوط النقل، حيث يمكن أن يتم تصديرها، وهي تكلفة مرتفعة للغاية، لدرجة أنها لن تقوى على المنافسة في الأسواق الأوروبية بغض النظر عن الأسواق بشمال إفريقيا التي يتم دعم أسعار الطاقة الكهربائية في معظمها بشدة.

لكن يجب أن نضع في الحسبان مجموعة من العوامل الأخرى، إذ تمر التكنولوجيا الجديدة عادة بمراحل عديدة من حيث قدرتها على التنافس، وهذه المراحل تتنوع من البحث والتطوير وإظهار قدرتها الوظيفية والثقة بها إلى تقليل التكاليف لتنجح في المنافسة.

كما تبدو أرباح الشركات الخاصة في الوقت الحالي قليلة نظرا لصعوبة تقدير المخاطر، حيث أن تكاليف الطاقة الكهربائية المولدة عن الطاقة الشمسية مرتفعة جدا بالنسبة للتصدير ولسوق الطاقة الكهربائية المحلي.[1] **(إزابيل فيرنفيلز، كريستين فيستفال، مرجع سبق ذكره، ص ص40-43)**

ثانيا: ارتفاع تكلفة بناء شبكات نقل الكهرباء.

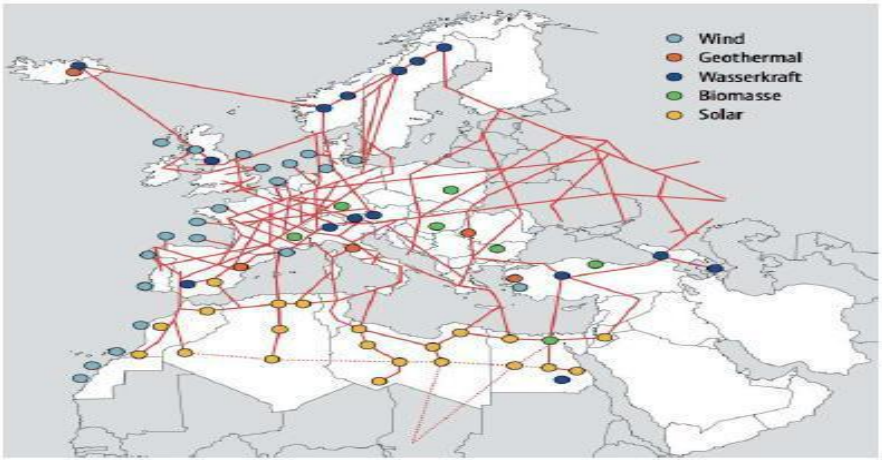
من العقبات التي تواجه توسيع التجارة الإقليمية بين شمال إفريقيا وأوروبا قصور الربط الكهربائي بين القارتين، وضعف التكامل المادي في شبكات الكهرباء الأوروبية، وعلاوة على ذلك، فإن الربط بين إسبانيا وباقي بلدان أوروبا محدود، مع عدم إقامة مشاريع جديدة لنقل الكهرباء لزيادة هذه القدرة خلال العقود الثالثة الماضية.

أما في بلدان مجلس التعاون الخليجي فغير قادرة على التبادل التجاري مع بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا ألنها ليست مرتبطة ارتباطا ماديا معها، وعلى الرغم من أن بلدان المغرب العربي فيما عدا ليبيا مرتبطة ارتباطا كاملا ومتزامنة، لا يمكن حاليا تحويل كميات كبيرة من الكهرباء عبر شمال إفريقيا، وعلى المستوى المؤسسي، ليس هناك تنسيق لعملية التوليد والنقل بالنسبة للمناطق الفرعية مما يتعذر معه تحديد إمكانية زيادة التبادل التجاري.[2] **(تقرير عن التنمية "منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا"، البنك الدولي،2012 ، مرجع سبق ذكره، ص34).**

ومن الأبرز أن نلاحظ أنه نظرا لتعذر تخزين الكهرباء، لابد أن يكون العرض والطلب على قدم المساواة بصفة دائمة من أجل الحفاظ على ميزان الشبكة، وهذا يجعل عبئا فنيا إضافيا على مشغلي شبكات النقل ويحد من تدفق الكهرباء عبر الحدود.

الشكل رقم 20 يمثل :

خطوط نقل الكهرباء بالتيار المستمر فائق الجهد(HVDC) لنقل كهرباء مختلف انواع الطاقات المتجددة من شمال افريقيا إلى أوروبا افاق2050.



Source: Nikolaus supersberger and other's, Algeria –A Future Supplier of Electricity for Renewable Energies for Erop, CDER, August 2010, p11.

ثالثا: تأخر القرارات السياسية وتضارب المصالح:

إن إطار سياسة الطاقة لا يزال موجها إلى نظام الطاقة التقليدي، وقد تم وضع الطاقة المتجددة في مقدمة مصادر الطاقات القومية، بيد أن نقل الطاقة الكهربائية عبر الحدود إلى أوروبا ليس واضحا، وكثيرا ما يسود بين الدول الأعضاء والشركات الوطنية للطاقة تحفظات وتوتر من التطور المستقبلي وتحسين شبكات الطاقة الكهربائية والسوق الداخلي، ولذلك يؤخذ على السوق الداخلي للطاقة الكهربائية في التوجهات الجديدة لالتحاد الأوروبي، لافتقاره إلى السيولة والشفافية مما يعوق تقسيم الموارد المالية، التأمين ضد المخاطر واللحاق بالسوق.

كما تسود داخل الاتحاد الأوروبي مبادئ الليبرالية، ولا ينتظر من هذا النظام تقديم عوامل جذب من أجل توسيع وتحديث الشبكات. كما أنه لم يتحدد بعد بالإضافة إلى ذلك سيتحمل التكاليف الإضافية لتوسيع الشبكات، وال يزال الترقب يسود لمعرفة ما إذا كان التنظيم الاستثنائي لتأسيس بنية تحتية مثل بناء خطوط كهرباء عالية الجهد يكفي لمخالفة المنطق المسيطر على السوق. مما يضع تمويل الربط بين الشبكات وتنفيذه موضع تساؤل. وفي نفس الوقت تظهر هنا الصراعات بين المصالح الأوروبية والمصالح القومية في سياسة الطاقة بوضوح.[3] **(إزابيل فيرنفيلز، كريستين فيستفال، مرجع سبق ذكره، ص ص46 ،45).**

رابعا: تحفظات وأفضلية لخيارات الطاقة الأخرى في شمال إفريقيا:

يغلب في الجزائر ودول شمال إفريقيا، التي لا غنى عنها من أجل تنفيذ المبادرات، مجموعة من التحفظات وتضارب المصالح، مما يؤثل على المضي قدما في مبادرة الطاقة الشمسية، وتتنوع النظم السياسية والاقتصادية ونوعية العالقات تماما عن أوروبا- بوجه عام يسود جميع دول شمال إفريقيا نوع من انعدام الثقة تجاه مبادرات الطاقة الشمسية والإدعاء الأوروبي بأن المشروع مفيد لجميع الأطراف، حيث يخشى أن تتبقى كميات قليلة من الطاقة الكهربائية الباهظة الثمن لاستهلاك المحلي بسبب تصدير كميات ضخمة، و من المعتقد أن المستفيد الأكبر من هذه المبادرات هم المستثمرون الغربيون، الذين يضخون أموال في محطات توليد الطاقة الشمسية.

وبشكل دائم تعلو في شمال إفريقيا أصوات يبدو لها بناء صناعة محلية للألواح الضوئية والإنتاج اللامركزية للطاقة الكهربائية من الشمس أكثر فائدة، علاوة على ذلك فإن السؤال عن مزيج الطاقة القومي المأمول مستقبلا في شمال إفريقيا لم يجد إجابة بعد، إضافة أن طاقة الرياح والطاقة الشمسية تمثل حجر أساس صغير ومهم في الخطط الإستراتيجية لها، وهناك اهتمام واضح بالطاقة النووية يظهر من الوثائق الرسمية الخاصة بموضوع توفير الطاقة.

حيث تبدى الجزائر اهتماما صريحا بالغاز الصخري مما قد يعطل أو يعرقل سيرورة الطاقة الشمسية، إذ أعتبر وزير الطاقة الجزائري غاز الشيست خيارا جديا بما أن البلد يزخر بمخزون هائل يفوق600 ترليون متر مكعب وهذا التقدير قد أقر إثر عملية مسح امتدت على مساحة180 ألف كيلومتر مربعا وقد شرعت شركة "شال" في الحفر في منطقة بجنوب شرق الجزائر وقد تمتد فترة الاستغلال إلى40 سنة.[1]**(سمير بسباس، غاز الشيست او إغتصاب باطن الأرض، دار نقوش عربية، تونس،2013 ، ص30).**

خامسا: المخاطر الأمنية.

تبرز ثالثة أنماط من المخاطر الأمنية التي تعرقل مبادرات الطاقة الشمسية، أولها مخاطر و عوائق تأمين الاستثمارات، وثانيها تأمين نقل الطاقة من التهديدات السياسية والاقتصادية، وثالثها مخاطر تأمين البشر ومن ضمنهم العمال الأجانب وكذلك البنية التحتية للطاقة.

ولتستطيع الجزائر تذليل العوائق آنفة الذكر فإنه يجب عليها البحث والمثابرة في إيجاد بدائل للطاقة كجزء مكمل لاستمرارية دورها كدولة مصدرة للطاقة والحفاظ على المستوى التبادل التجاري الطاقوي الذي تنعم به الآن ومن أجل مواكبة بقية دول العالم في هذا المجال يقترح مراعاة ما يلي:[2] **(مشروع بحث: استخدام الطاقة المتجددة في دول الخليج، وزارة الطاقة، شؤون الكهرباء، إدارة الكهرباء، ومياه التحلية، مجلة بيئة المدن الالكترونية، العدد الأول،2012 ، ص11 ، بتصرف)**

القيام بمشاريع رائدة وكبيرة وعلى مستوى يفيد البلد كمصدر آخر من الطاقة وتدريب الكوادر عليها بالإضافة إلى عدم تكرارها بل تنويعها للاستفادة من جميع تطبيقات الطاقة الشمسية تنشيط طرق التبادل العلمي والمشورة العلمية بين البلدان العربية والغربية وذلك عن طريق عقد الندوات واللقاءات الدورية؛ تحديث دراسات استخدامات الطاقة الشمسية وحصر وتقويم ما هو موجود منها؛بالإضافة إلى القيام بإنشاء بنك لمعلومات الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة وشدة الرياح وكمية الغبار وغيرها من المعلومات الدورية الضرورية لاستخدام الطاقة الشمسية؛ تشجيع التعاون مع الدول المتقدمة في هذا المجال والاستفادة من خبراتها على أن يكون ذلك مبنيا على أساس المساواة والمنفعة المتبادلة و تطبيق جميع سبل ترشيد والحفاظ على الطاقة ودراسة أفضل طرقها بالإضافة إلى دعم المواطنين الذين يستعملون الطاقة الشمسية في منازلهم ؛ مع الدعم المادي والمعنوي وتنشيط حركة البحث في مجالات الطاقة الشمسية.

سادسا: الصراعات الإقليمية وغياب التكامل في شمال إفريقيا واتحاد البحر المتوسط المعطل:

حيث تؤثر الصراعات الإقليمية في شمال إفريقيا وفي المنطقة العربية سلبا على التعاون الأمر الذي يرجع أيضا على مبادرات الطاقة الشمسية، حيث يعود تعطل خطة الطاقة الشمسية بصفة خاصة إلى رفض الدول العربية-حتى تلك التي تقع في شمال إفريقيا وتبتعد جغرافيا عن أزمة الشرق الأوسط أن تعود إلى صفقات العمل بعد حرب غزة، حيث يعتبر الجانب العربي ينتظر من الاتحاد الأوروبي والدول الأعضاء به استنكار واضح لما ترتكبه إسرائيل من جرائم.

ويعد تصدير الطاقة الشمسية المشروع الأكثر طموحا والأكثر دعاية في وسائل العالم، إلا أن المعطيات داخل إتحاد دول البحر المتوسط في المقابل تعوق إحراز تقدم كبير في تنفيذ خطة الطاقة الشمسية. مع الأخذ في عين الاعتبار أن نتائج الصراع في الشرق الأوسط لا يمثل المشكلة الوحيدة، وقد أصبحت خطة الطاقة الشمسية مثالا لكيفية قيام جهات ومؤسسات بيروقراطية وسياسية مشتركة في مشروع ما بعرقلة بعضها البعض على المستوى الإقليمي والدولي.[3] **(إزابيل فيرنفيلز، كريستين فيستفال، مرجع سبق ذكره، ص 54-56).**

كما يمكن حصرها التحديات استغلال الطاقات المتجددة للجزائر في:

- الجزائر تعتبر من بين الدول الغنية بالطاقة الأحفورية، و هي أحد العوامل التي يمكن أن تخفف من اندفاع المسؤولين نحو الطاقة المتجددة، خوفا من إحداث تأثير سلبي في منظومة إنتاج النفط و أسعاره ،كما قد برز ذلك في توجه الجزائر نحو استغلال الغاز الصخري في آفاق2030 ،حيث تمتلك الجزائر ثالث مخزون في العالم باحتياطي يقدر بنحو20 ألف مليار متر مكعب بديلا للنفط المتوقع نفاده خلال العقدين القادمين، و هو ما يبقي على هيمنة قطاع الريع على الاقتصاد الوطني.

- المساحات الكبيرة من الأراضي التي يجب تخصيصها لمشروعات طاقة الرياح و الطاقة الشمسية، وهو ما يتطلب سياسات و برامج واضحة الاستخدامات الأراضي و تمليكها للدولة، و رغم المساحة الهائلة التي تتمتع بها الجزائر فهي تعاني من صعوبة في توفر الأوعية العقارية.

- ارتفاع رأس المال المشروعات الطاقات المتجددة، كما أن العائد على الاستثمار يحتاج إلى وقت أطول من مصادر الطاقة الأحفورية، يحتم على الجزائر الدخول في شراكة مع الاستثمار الأجنبي أو المنح الخارجية المرتبطة بصناديق التنمية النظيفة.

- محدودية القدرات التصنيعية المحلية لمعدات إنتاج الطاقة المتجددة و عدم القدرة على المنافسة مع الشركات العالمية، نتيجة عدم كفاية الموارد البشرية الفنية الوطنية، و هو ما يضطر السلطات إلى الاستعانة بالمكاتب الاستشارية الدولية، إضافة إلى ضعف المخصصات المالية للبحث العلمي و التطوير لمعدات الطاقة المتجددة.

- إن إنتاج و استخدام التكنولوجيات المتقدمة في إنتاج الطاقة الشمسية و الذي يحتاج إلى تضافر جهود عدد كبير من الشركاء منهم شركات التصنيع و المستخدمين و السلطات ذات الصلة و البحث العلمي و غيرها، كما يجب تحديد الأدوار و خطط التنفيذ و وضع نظام إداري متكامل للتنسيق بين هذه الأطراف من أجل الوصول إلى إنتاج الطاقة من مصادر متجددة، و الجزائر تفتقر للجانب التنسيقي و تعاني من صعوبة التخزين.

- إن قلة الاهتمام باستخدام المصادر المتجددة لإنتاج الطاقة و الفهم الخاطئ لطبيعة عمل تطبيقات تكنولوجيات الطاقة المتجددة من قبل الجهات المعنية و المجتمع بأسره يشكل عائقا كبيرا في الاعتماد على المصادر المتجددة في إنتاج الطاقة، و هنا يبرز دور الإعلام و

التوعية للدفع نحو تأهيل الأفراد والمجتمع نحو مفهوم صحيح لإنتاج الطاقة من مصادر نظيفة و صديقة للبيئة، الأمر الذي يساعد على توضيح الحقائق الاقتصادية و البيئية و الفنية في هذه المجالات.[1]**(بوزيد سفيان و محمد عيسى محمود ، آليات تطوير و تنمية استغلال الطاقات المتجددة في الجزائر، مقال منشور ، مجلة المالية و الأسواق من موقع ://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/329/3/6/26306 يوم2018/02/11).**

خلاصة الفصل الثالث:

تتطلب الطاقات التقليدية تكاليف عالية جدا للتنقيب والاكتشاف والإنتاج والنقل، فالطاقة الشمسية أيضا لها تكلفة عالية ناجمة عن الاستثمار فيها، وهذا كون مشاريع الطاقة عموما تأخذ أكثر بكثير عن20 سنة حتي تكتمل، فالتوجه نحو الطاقة الشمسية وجب الاهتمام به من الآن بجدية، فقد أثبتت السنوات القليلة الماضية مدى الانخفاض الكبير في تكلفتها، بل أنها أصبحت في عدد كبير من البلدان تضاهي تكلفة الطاقات التقليدية وتنافسها وهذا كله في ظل الحديث عن انخفاض الاحتياطي من الطاقات التقليدية في الجزائر مع مواصلة الإنتاج منه.

و في ظل هذا المسعى انتهجت الحكومة الجزائرية في البحث عن سبل لرفع قدراتها الإنتاجية واستغلال اكبر قدر ممكن لمصادر الطاقة المتجددة، وفي هذا الإطار قامت بالتخطيط لعدة مشاريع مستقبلية لرفع مستوى موارد الطاقة الشمسية، ووضعت خطط مكثفة لتطوير إنتاجها واستغلالها وهذا لتفعيل استخداماتها وأدوارها محليا علاوة على تصدير كميات هامة منها نحو شبكات الطاقة الكهربائية العالمية، حيث تأمل الجزائر أن تنوع وترفع على قدراتها التصديرية الطاقوية عن طرق ضم الطاقة الشمسية إلى مصادرها الطاقوية المعتمدة الاخرى.

تحوز الجزائر بحوالي 10 بالمائة من المساحة العالمية التي يمكن استغلالها لتوليد الطاقة الشمسية، وهو ما يؤهلها لتكون من أهم مصدري الكهرباء النظيفة في العالم، وتسعى من خلال برامج عديدة على غرار برنامج الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية أن تتموضع كفاعل مصمم في إنتاج الطاقة من مصادر شمسية، حيث ينتظر إنتاج ما يفوق22000 ميغاواط من أصل متجدد وتكون موجهة للسوق الوطنية مع التمسك بخيار التصدير كهدف إستراتيجي. وقد أتيح للجزائر العديد من المشاريع التصديرية للطاقة الشمسية كالمشروع الجزائري-الأماني ديزرتيك، المشروع صحراء صوالر بريدر، غير أنه وإن كان الاتجاه العام إيجابي، إلا أن الأموال المخصصة للطاقة المتجددة في شمال وجنوب البحر المتوسط ليست متوافرة، وحتى الآن لم يتأكد بعد ما إذا كانت الطاقة الشمسية في الجزائر وشمال إفريقيا ككل ستصبح واقع أم ستظل من بين الرؤى، فمشروعات الطاقة الشمسية معقدة، وهناك معوقات أساسية يجب التغلب عليها كالتضارب في المصالح على عدة مستويات وفي العديد من المجالات.

الخاتمة

تؤدي الطاقة دورا حيويا لا يمكن الاسغناء عنه في عالمنا المعاصر، وتمثل الجزائر واحدة من بين الدول التي اهتمت بالطاقات المتجددة لاسيما منها الطاقة الشمسية بحيث تتمتع الجزائر بسبب اتساع مساحتها وتموقعها ضمن الحزام الشمسي بقدرات هامة من استيعابها للطاقة الشمسية ، مما يجعلها من أهم الدول التي يعول عليها في إنتاج الطاقة الشمسية والتي يمكن من خالها تلبية الاحتياجات بالإضافة إلى إمكانية استغلالها وتصديرها ينبغي تعويض جزء مهم من الطاقات التقليدية بطاقة متجددة وصديقة للبيئة، بتبني إستراتيجية خضراء مرتكزة على معايير مستدامة يلتزم بها الجميع، الحكومة ، المؤسسات ، والشركات والأفراد وهو ما سيحقق مكاسب طويلة الأجل للاقتصاد الجزائري.

وكما تبرز مساعي الجزائر للبحث عن البدائل تصديرية للطاقات التقليدية، والاعتماد على مصادر متنوعة و دائمة، وقد لجأت علي غرار دول العالم إلى استغلال إمكانياتها الوفيرة من الطاقات المتجددة والطاقة الشمسية على وجه الخصوص، وهذا لإعطاء وسمة جديدة لهذا القطاع ودعم موقفها التصديري ،و على الرغم من أن الجزائر لم تكن تستثمار بالطاقة الشمسية وهذا لأسباب عديدة منها توفر الطاقات التقليدية خاصة البترول والغاز الطبيعي، والتخوف من التكاليف العالية للاستثمارات بالطاقة الشمسية وغيرها إلا أنها أحرزت تقدما في هذا المجال سواء من الجانب البحثي والتقني أو من الجانب العملي، حيث قامت الجزائر في إقامة عدد من مشاريع الطاقة الشمسية على غرار محطات الطاقة الشمسية بكل من تندوف،ادرار، تمنراست، سيدي بالعباس، النعامة، الجلفة، السعيدة، الأغواط، سوق هراس، غرداية، حاسي الرمل، إلىزي،جانيت وغيرها من المشاريع المنفذة أو تلك التي هي في إطار التنفيذ والتي تدخل ضمن أهداف الإستراتيجية الوطنية لإنتاج ما يناهز13575 ميغاواط من الطاقة الشمسية الكهروضوئية في المرحلة2015–2030 ،و وضع البرنامج الوطني لتطوير الطاقات الجديدة والمتجددة والنجاعة الطاقوية الذي يستهدف ضمان في آفاق2030 تأمين الطاقة في البلاد مع الحفاظ على البيئة 40% من إنتاج الكهرباء ستكون من الطاقة الشمسية و تشير تقديرات وزارة الطاقة للنتائج المتوقعة من البرنامج بحلول 2030 الى مخزون للطاقة يقدر بـ 63 مليون قدم أي حوالي 38 مليار دولار مع توفير ما مقداره 1500 ميغاوواط طاقة أي حوالي 2 مليار دولار بالاضافة خلق حوالي 500000 وظيفة جديدة.

حيث تنوعت وتعددت مشاريع المطروحة لتصدير الطاقة الشمسية عبر القارات خاصة من شمال إفريقيا نحو أوروبا وتعد الجزائر حلقة أساسية في هذه المشاريع، والتي من أهمها المشروع الجزائري-الألماني ديزرتيك، المشروع الجزائري-الياباني صحراء صوالر بريدر، مشروع الربط الكهربائي العربي، المشروع المغاربي الأوروبي للهيدروجين الشمسي وغيرها من المشاريع التي تهدف إلى تصدير الطاقة الشمسية. والملاحظ أن من بين هذه المشاريع ما يبلي حسنا كالمشروع الجزائري الياباني صحراء صوالر بريدر، ومنها ما هو معطل كالمشروع الجزائري الألماني ديزرتيك ولعل أبرز أسباب نجاح الطرح الياباني هو تمكين الطرف الجزائري من اكتساب التكنولوجيا والتقنية المتطورة لنظم الطاقة الشمسية عن طريق البحث والتطوير المشترك لها وإشراك الجزائر في مختلف التفاصيل المشروع من جانبه التصنيعي جانب انجاز المشاريع وإنتاج الطاقة الكهربائية ويعول كثيرا على المشروع ليكون من أهم المشاريع المستقبلة التي ستنجح في تصدير الطاقة الشمسية عبر القارات ومع أن مستقبل الصناعة النظيفة لتقنيات الطاقة الشمسية جد واعد ، إلا أن تصدير نواتجها من مكان إنتاجها إلى مكان آخر بعيد نسبيا، كنقل الكهرباء عبر القارات لا يزال يتعثر بالعديد من المعوقات والعراقيل، ولعل المشاكل المتعلقة بعدم توافق وتزامن الشبكات وافتقار البنية التحتية كمد وربط الشبكات ببعضها، ومشكل تخزين الطاقة من أكبر العراقيل التي تقف أمام إمكانيات تصدير الطاقة الشمسية مع عدم إنشاء بنك لمعلومات الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة وشدة الرياح وكمية الغبار وغيرها من المعلومات الدورية الضرورية لاستخدام الطاقة الشمسية.

نتائج اختبار الفرضيات:

تكمن نتائج اختبار الفرضيات التي توصلنا إليها من خلال ما تم إيراده في هذا البحث إلى النتائج التالية:

بالنسبة للفرضية الأولى: و التي أشارت ان الوضع الطاقوي العالمي المتميز بتذبذب في أسعار الطاقات التقليدية وكذا عدم ثبات مخزونها، ساهم في توجيه الاهتمام نحو الطاقات المتجددة لأنها تعتبر طاقات خضراء ولا تنضب وكذا لتنويع مصادر الطاقة فقد تحققت ، اذ تشهد أسعار الطاقات التقليدية عدم ثبات وتذبذب دائم ،إضافة إلى تأكيد أغلبية التقارير المعتمدة أن العمر الافتراضي الإحتياطات العالم من الطاقة التقليدية لن تكفي العالم لمدة زمنية طويلة وهذا بالرغم من الاكتشافات الحالية، مما ساهم في توجه الاهتمام العالمي إلى البحث عن مصادر بديلة وداعمة للطاقات التقليدية.

وبالنسبة للفرضية الثانية : والتي أفادت أن التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية تمتاز بهيمنة الطاقات التقليدية، برغم من كونها غير متجددة ولها الكثير من الآثار السلبية على البيئة ، وهذا نتيجة سيطرة مصادر الطاقة التقليدية على هيكل المزيج الطاقوي العالمي كون النمط السائد في التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية العالمية يعتبر نموذجا احاديا تسيطر عليه الطاقات التقليدية وهذا بالرغم من كونها قابلة للنفاذ، ويتوقع ان يصل الإنتاج العالمي منها إلى ذروته قريبا، ومن ثم يبدأ بالتناقص وهذا بغض النظر عن الآثار البيئية السلبية الناجمة عن استغلال مصادره والتي نجم عنها تغيرات مناخية خطرة ، ويتطابق هذا مع واقع التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية للجزائر بل على صادرها ككل لان ما يفوق95 بالمئة من صادرات الجزائر تعتبر من الطاقات التقليدية.

اما بالنسبة الفرضية الثالثة: تعتبر الطاقة الشمسية مصدر طاقوي من شأنه أن يحقق فرص تنموية، بالإضافة إلى القدرة على التحكم في التكاليف على المدى المتوسط والطويل فقد تحققت هي الأخرى، حيث أن الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة ككل من شأنها ان تسهم في تحقيق مكاسب اقتصادية، بل أن استغلالها له آثار ايجابية على مختلف القطاعات الاقتصادية، فقد وفرت الطاقات المتجددة بحلول 2030 الى مخزون للطاقة يقدر بـ 63 مليون قدم أي حوالي 38 مليار دولار مع توفير ما مقداره 1500 ميغاوواط طاقة أي حوالي 2 مليار دولار بالإضافة خلق حوالي 500000 وظيفة جديدة ، كما أن الطاقة الشمسية فكت العزلة للكثير من المناطق الريفية والبعيدة عن شبكات الكهرباء مما ساهم في تطويرها وتسهيل الحياة بها، كما يساهم إعتماد الطاقة الشمسية في فتح صناعات جديدة وتطوير النشاط الزراعي وغيرها من الفرص التنموية متعددة المجالات، إضافة تنشيط طرق التبادل العلمي والمشورة العلمية بين البلدان العربية والدول الرائدة في هذا المجال، من خلال عقد الندوات واللقاءات الدورية أما فيما يخص القدرة على التحكم بالتكاليف فيتوجب علينا النظر إلى ما بعد عملية الإنشاء، حيث يؤدي استخدام الطاقة الشمسية إلى تخفيض الكلف التشغيلية والإنتاجية، علاوة إلى الانخفاض المستمر ألسعار هذه التكنولوجيات والتي بدورها كذلك احتاجت الي تكاليف عالية في الدعم المادي والمعنوي وتنشيط حركة البحث في مجالات الطاقة المتجددة.

أما بخصوص للفرضية الرابعة: التي دلت أن دور الطاقة الشمسية يسهم في توفير الطاقة التي يمكن أن يوجه جزء منها لتغطية الطلب المحلي و الآخر يوجه للتصدير، فإستغلال الطاقة الشمسية يمكن من توفير الطاقة التي يمكن توجيهها لتغطية الطلب على الطاقة محليا مما سيسهم في تخفيف الاعتماد على الثروة النفطية والغازية ويمكن من تصدير تلك الكميات عوض استهلاكها محليا، من خلال تطبيق جميع سبل ترشيد الحفاظ على الطاقة ودراسة أفضل طرقها بالإضافة إلى دعم المواطنين اللذين يستعملون الطاقة الشمسية في منازلهم ويمكن كذلك تصدير الطاقة الناتجة عن الطاقة الشمسية عبر شبكات الكهرباء وبواسطة الهيدروجين الشمسي والنظم الهجينة كما تعتبر تكنولوجيات الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة ككل من أكثر الصادرات رواجا حيث ينمو سوقها باستمرار ويوفر فرصا تصديرية هامة و معتبرة.

-النتائج المتوصل إليها:

مما قمنا بذكره ، قمنا بالتوصل الى عدة نتائج، نتخلصها فيما يلي:

- ✓ -إن الطاقات التقليدية تبقى العنصر الأساسي في التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية والمصدر الرئيسي للطاقة في المستقبل القريب، إذ لا يمكننا مقارنتها بالطاقة الشمسية والطاقات المتجددة في الوقت القريب والمتوسط فالكثير من الدلائل توضح بأن الطاقة المتجددة تواجه تحديات كبيرة ، و تحتل الجزائر مكانة محورية بارزة في قطاع التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية الذي يعرف نموا وتطورا دائمين، وبإمكان الجزائر الحفاظ على الدور الريادي الذي تلعبه من خلال تطوير استغلالها للطاقة الشمسية، كما تكتسب الجزائر على قدرات هائلة من الطاقة الشمسية بسبب اتساع مساحة صحرائها وتموقعها ضمن الحزام الشمسي، مما جعلها من بين أهم الدول التي يعول عليها في إنتاج الطاقة الشمسية.
- ✓ -يساهم تدعيم الطاقات التقليدية بالمتجددة بإطالة عمرها الإفتراضي والحفاظ على نصيب الأجيال وبالفعل فقد نجحت الجزائر في إقامة عدد مهم من مشاريع الطاقة الشمسية والتي تتواجد بالهضاب العليا والصحراء الشاسعة، وهذا محاولة منها للبدء في إستغلال الطاقة الشمسية لدعم وتخفيف الضغط على الطاقات التقليدية كخطوة أولي ثم الانتقال إلى التصدير ، كما ان استغلال الطاقة الشمسية يخفض كميات النفط والغاز المستعملة في إنتاج الكهرباء محليا، وبالتالي يمكن الاستفادة من هذه الكميات بمجالات تدر ربحا أكبر كتصديرها بدل استهلاكها.
- ✓ -يجب مسايرة التوجهات العالمية ومواكبة التحول الطاقوي الحاصل في العالم والذي يعتبر الطاقة الشمسية كأهم مصادر الطاقة المستقبلية.
- ✓ -تظهر أهمية التوجه نحو استغلال الطاقات المتجددة في كونها تعتبر بديلا حقيقيا للطاقات التقليدية، نظرا للخصائص التي تتميز بها فهي مفتاح لحماية البيئة ولتنويع مصادر الطاقة بطاقات مستدامة.
- ✓ -على الرغم من ارتفاع تكلفة الطاقة الشمسية إلا أن هذه التكاليف تشهد انخفاضات هامة، حيث انخفضت أسعار الطاقة الشمسية الضوئية بنسبة% 85 منذ بدايتها، ومن المتوقع لها أن تستمر بالانخفاض مستقبلا، لتزداد قدرتها على المنافسة تدريجيا.
- ✓ -توجه الجزائر نحو الغاز الصخري من شأنه أن يخفض من فعالية البرامج المسطرة لتطوير الطاقات المتجددة كون تكلفة المشروعين معا ستكون ثقيلة على ميزانية الدولة.
- ✓ -تتوفر الجزائر على الثوابت الأساسية التي تسمح لها بدخول مجال صناعة تكنولوجيات الطاقة الشمسية، خاصة لتوافر عنصر السيليسيوم بجودة عالية بالصحراء الجزائرية والذي يعتبر من أهم عناصر هذه الصناعة.
- ✓ -تظل الجوانب القانونية المنظمة لمشاريع الاستثمار بالطاقة الشمسية تعاني من ثغرات ونقائص وهو ما افرز فراغا تشريعيا.
- ✓ -توجد على أرض الواقع مجموعة من المشاريع الاستثمارية لتصدير الطاقة الشمسية عبر القارات وتأمل الأطراف المقدمة لهذه المشاريع أن تكون الجزائر كطرف ضمنها حيث أبدت الجزائر اهتماما وتعاونا مع بعض المشاريع التصديرية للطاقة الشمسية .

- التوصيات:

- ✓ إتاحة الفرص والتحفيزات مادية ومعنوية كما ونوعا مع تشجيع القطاع العام والخاص للاستثمار في إنتاج وتصدير الطاقة المنتجة من الطاقة الشمسية.

- ✓ -تحفيز التطويرات والأبحاث من القدرات المتوفرة و تشجيع المهارات المحلية، حيث تحتاج الطاقة الشمسية وصناعتها الى عناصر بشرية مؤهلة من المهندسين والتقنيين بالإضافة الى اعتماد قطاع الطاقة المتجددة بشكل كبير على البحث و التطوير لإحراز التقدم في شتى المجالات مع تجنيد كافة الإمكانيات لتحقيق الإستراتيجيات الوطنية للطاقات المتجددة والعمل على عدم تبقي أهدافها مجرد أرقام.

- ✓ -تنشيط طرق التبادل المشورة العلمية مع البلدان المتقدمة في هذا المجال والاستفادة من خبراتها ،والاستفادة من الفرص والمشاريع المقترحة من قبل الأطراف الأوروبية لسبب قربها والعالقات الجيدة معها خاصة ايطاليا، وهذا بالدراسة المعمقة لتلك المشاريع وأخذها بجدية وتقديم الاقتراحات المناسبة للطرفين، خاصة أن الإتحاد الأوروبي وضع كهدف ملزم أن تكون30% من الطاقة الموجهة لتلبية احتياجاته ستكون من أصل متجدد في آفاق 2025 وهذا يؤكد على التوجه الذي تسعي إليه مستقبلا.

- ✓ -الحرص على نشر الوعي وتدعيم الحوافز لاستخدام تكنولوجيات الطاقة الشمسية ودعم المواطنين الذين يستعملون الطاقة الشمسية في منازلهم أو لمختلف حاجاتهم.

- ✓ -توجيه الاهتمام إلى الطاقة الشمسية ،مع تشجيع التعاون مع الأطراف التي تسطر لتصدير الطاقة الشمسية وهذا من شأنه أن يحرك و يضعف من العوائق التي تقف أمام تصدير هذه الطاقة.

- ✓ -تجسيد المشاريع الرائدة على كل مستويات ويكون مع ديمومة الطاقات التقليدية خاصة وأن أتساع رقعة الجزائر يسبب تكاليف باهظة لإيصال الطاقة إلى جميع زوايا الوطن وبالتالي انخفاض التكاليف وتطوير مصدر طاقوي داعم ، وهذا بسبب ان الانتقال إلى تصدير الطاقة الشمسية لن ينجح ان لم نستطع حاليا استغلالها محليا.

-آفاق الدراسة:

يعتبر موضوع دراستنا و الذي يتمحور حول إستغلال الطاقة الشمسية كطاقة متجددة وإمكانية استخدامها في التبادلات التجارية الخارجية، من أهم الدراسات التي لها اهتمام عالمي، و خاصة الدول الأوروبية التي تسعى إلى توفير البحوث والدراسات المتعلقة بمختلف جوانبه من اجل ضمان مصادر الإمداد بالطاقة، وهذا من خلال تدعيم برامج الإمدادات المستقبلية.

وقد حاولنا في هذه الدراسة ابراز بعض الجوانب المتعلقة بالموضوع غير انه لا يمكن تقديم أي رؤية او دراسة مطلقة أو نهائية مع تقديم جميع تفاصيله لاتساعه، وعليه وفيما يخص آفاق هذا البحث فهي واسعة في شتى المجالات، ويمكن تناول مواضيع أخرى سواء كانت مفصلة او مكملة لهذه الدراسة والتي يمكن أن تحمل العناوين التالية:

- ✓ الجدوى الاقتصادية لاستغلال و تصدير الطاقة الشمسية.
- ✓ صناعة الطاقة الشمسية كدعامة لفتح آفاق تصديرية جديدة.
- ✓ التكامل الطاقوي الدولي ودوره في إنجاح تصدير الطاقة الشمسية.
- ✓ تصدير الطاقة الشمسية ورهان شبكات الربط الكهربائي.
- ✓ دور الاستثمار الأجنبي المباشر في تحقيق الأهداف التصديرية للطاقة الشمسية.

الفهرس

	الصفحة
المقدمة .	**07**
الفصل الأول : واقع و أهمية الطاقة في العالم.	**29-9**
المبحث الأول : الطاقة و أهميتها الاقتصادية في العالم .	**24-9**
المطلب الأول : مفهوم و نشأة مصادر الطاقة .	11-9
المطلب الثاني :أهمية الطاقة في العالم .	14-11
المطلب الثالث: مؤشرات انتاج و استهلاك الطاقة التقليدية في العالم .	18-14
المطلب الرابع : تطور سوق الطاقة التقليدية .	24-18
المبحث الثاني : مصادر الطاقة المتجددة في العالم.	**29-24**
المطلب الأول: مصادر الطاقة المتجددة و مجالات استخدامها .	26-24
المطلب الثاني : واقع الطاقة المتجددة على الصعيد العالمي .	28-26
المطلب الثالث: الأهداف الاقتصادية للطاقة المتجددة و خصائصها.	29-28
الفصل الثاني : اقتصاديات الطاقة الشمسية و مكانتها ضمن التبادلات التجارية العالمية .	**59-29**
المبحث الأول :نظرة عامة حول مفهوم و استخدامات الطاقة الشمسية .	**40-29**
المطلب الأول : مفهوم الطاقة الشمسية و تطورها التاريخي .	32-29
المطلب الثاني : أهمية الطاقة الشمسية و أنواعها .	37-32
المطلب الثالث استخدامات الطاقة الشمسية و طرق تخزينها .	40-37
المبحث الثاني الجدوى الاقتصادية لاستغلال الطاقة الشمسية .	**50-40**
المطلب الأول: القوة التنافسية لتكلفة الطاقة الشمسية .	43-40
المطلب الثاني : الجدوى الاقتصادية لمحطات إنتاج و استغلال الطاقة الشمسية .	48-43
المطلب الثالث : الوضع الراهن للطاقة الشمسية عالميا و عربيا .	50-48
المبحث الثالث : السوق العالمي للطاقة الشمسية .	**59-50**
المطلب الأول : أسواق تصدير تكنولوجيات الطاقة الشمسية .	54-50
المطلب الثاني : تصدير كهرباء الطاقة الشمسية .	57-54
المطلب الثالث : مستقبل الطاقة الشمسية .	59-57
الفصل الثالث : الطاقة الشمسية في الجزائر بين جدوى الاستغلال و إمكانيات التصدير .	**76-59**
المبحث الأول : استغلال الطاقات المتجددة في الجزائر .	**64-59**
المطلب الأول : إمكانيات الجزائر في مجال استغلال الطاقات المتجددة.	60-59
المطلب الثاني : تطور استغلال الطاقات المتجددة في الجزائر .	64-60
المبحث الثاني : استغلال الطاقات الشمسية و أفاقها المستقبلية في الجزائر .	**69-64**
المطلب الأول : إمكانيات استغلال الطاقة الشمسية في الجزائر .	66-64
المطلب الثاني :حصيلة استغلال الطاقة الشمسية .	68-66
المطلب الثالث الافاق المستقبلية لاستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر .	68
المبحث الثالث :مكانة الطاقة الشمسية ضمن التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية للجزائري .	**76-68**
المطلب الأول : التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية الحالية الجزائرية .	68
المطلب الثاني : تطور مشاريع الطاقة الشمسية و أفاق التصدير .	73-68
المطلب الثالث: معوقات استغلال و تصدير الطاقة الشمسية .	76-73
***الخاتمة .**	77

قائمة المراجع

الكتب :

- قدي عبد المجيد، منور أوسرير، محمد حمو، الاقتصاد البيئي، دار الخلدونية للنشر والتوزيع، ط 1 ،2010.
-زلوم عبد الحي وآخرون، مستقبل الاقتصاد العربي ببين النفط والاستثمار، دار الفارس للنشر والتوزيع، ط1 ،عمّان، 2008
- - ديفيس س. كينيث، ترجمة الدملوجي صباح صديق، ما بعد النفط منظورا إليه من ذروة هابرت، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، ط 1،2008.
فافنيك جان بيار، آفاق الاستثمار لشركات النفط الأجنبية: المخاطر والإمكانيات، النفط والغاز في الخليج العربي نحو ضمان الأمن الاقتصادي، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، ط1 ،أبوظبي، 2004.
- باربر نيكوال، ترجمة لجنة التعريب والترجمة بمكتبة العبيكان، الطاقة المتجددة: سلسلة ألفا العلمية، مكتبة العبيكان، ط 1 ،الرياض، 2002.
- رمضان محمد رأفت إسماعيل، علي جمعان الشكيل، الطاقة المتجددة، دار الشروق، ط 1 ،بيروت، 1988.
- عيسى محمد الجوخي، مصادر الطاقة، مكتبة المجتمع العربي للنشر، عمان،2006.
- إدوارد جي تاربوك وآخرون، الأرض مقدمة في الجيولوجيا الفيزيائية، سلسلة الكتب الجامعية المترجمة، العلوم الأساسية، دار العبيكان للنشر، الرياض،2014 .
-عبد هلال بن عبد الرحمن البريدي، التنمية المستدامة- مدخل تكاملي لمفاهيم الاستدامة وتطبيقاتها مع التركيز على العالم العربي-، دار العبيكان للنشر، الرياض،2015 .
- سمير سعدون مصطفى وآخرون، الطاقة البديلة، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن،2011 .
-بول أ. كوباسا، موسوعة الاختراعات والاكتشافات: الهندسة وفن العمارة، ترجمة خليل يوسف سمير، دار العبيكان، السعودية،2016 .
- إدوارد .س كاسيدي و بيتر غروسمان، مدخل الي الطاقة "المصادر و التكنولوجيا والمجتمع"، ترجمة صباح صديق الدملوجي، سلسلة كتب التقنيات الإستراتيجية و المتقدمة، المنظمة العربية للترجمة،2010 .
- سيف الدين الحالف، التقنية اليوم كيف تعمل، المعهد البيلوغرافيا بألمانيا، العبيكان للنشر، السعودية،2007 .
- أسعد رحمان الحلفي، هندسة الأغذية بالطاقة الشمسية، مكتبة الزهراء للطباعة، ط1،العراق،2010 .
- حيدر شاكر البرزنجي، محمود حسن جمعة، تكنولوجيا ونظم المعلومات في المنظمات المعاصرة، دار ابن العربي للنشر والطباعة، بغداد، العراق،2014 .
- عبد الحفيظ عبد الرحيم محبوب، ملامح وآفاق مستقبل الاقتصاد السعودي" إعادة بناء اقتصادي"، دار النشر آي كتب الالكترونية، لندن، بريطانيا،2013 .

رسائل الدكتوراه:

-عمر شريف، استخدام الطاقات المتجددة ودورها في التنمية المستدامة، دراسة حالة الطاقة الشمسية الجزائر، رسالة دكتوراه ، جامعة الحاج لخضر، سنة2007 .
-جدوى استغلال الطاقة الشمسية كطاقة متجددة و إمكانية استخدامها في التبادلات التجارية الخارجية ،رسالة دكتوراه ،جامعة مح—خيضر بسكرة ،سنة 2018.

التقارير:

- سوق الطاقة العالمية في ظل التطور التكنولوجي:الواقع و افاق المستقبل .
هيرمان فرانسين، أسعار النفط: تحديات أمام المنتجين، النفط والغاز في الخليج العربي نحو ضمان الأمن الاقتصادي، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، ط1 ،أبوظبي، 2008.
- لخياط محمد مصطفى محمد، الطاقة: مصادرها، أنواعها، استخداماتها، منشورات وزارة الكهرباء والطاقة، القاهرة، 2006.
- اتكين دونالد، ترجمة هشام محمود العجماوي، التحول إلى مستقبل الطاقة المتجددة: الكتاب الأبيض، تقرير المنظمة الدولية للطاقة الشمسية2005.
- كارتسيف فالديمير، خازانوفسكي بيوتر، ترجمة محمد غياث الزيات، آلاف السنين من الطاقة، سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للفنون والثقافة والآداب،الكويت ، رقم 187 ،عدد يوليو 1994 .
- الكتاب السنوي،2010 برنامج الأمم المتحدة للبيئة(UNEP) ، التقرير السنوي السابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة2010.
-هيئة الطاقة الجديدة والمتجددةNREA ، التقرير السنوي2011 .
- محمود سرى طه، ترشيد الطاقة وإدارة الطلب عليها، مجموعة النيل العربية، مصر،2006 .
- تقرير اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية، مركز الدراسات والبحوث، غرفة الشرفية، السعودية،2009 .

- يوبا سكونا وآخرون، مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ، التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، أبو ظبي،2011 .
-برنامج الأمم المتحدة للبيئةUNEP ، دمج الطاقة الشمسية الحرارية في المباني "دليل سريع للمهندسين المعماريين والبنائين"، فرع الطاقة، شعبة التكنولوجيا والصناعة والاقتصاد، فرنسا،2015 .
- فيجوال كابيتاليست ،الوكالة الدولية للطاقة المتجددة.
- البنك الدولي، تقرير عن التنمية-منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، الصحوة السياسية إلى الصحوة الاقتصادية في العالم العربي: الطريق إلى التكامل الاقتصادي، ماي2012 .
- قطاع الطاقات المتجددة ، الوكالة الوطنية لتطوير الاستثمار المطالع عليه من موقع. www:// i hand dz .
- البوابة الجزائرية للطاقات المتجددة، برنامج صحراء صوالر بريدير"الأرضية التكنولوجية أصبحت عملية"، بتاريخ2015/04/17، من الموقعhttp://portail.cder.dz/ar/spip.php?article1912.

المقالات و المجلات :

-مجلة الدراسات الاقتصادية و المالية: جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي ،المجلد 11 ،العدد 01 ،2018 .
- علي محمد عبد هللا، الطاقة المتجددة، وكالة الصحافة العربية (ناشرون) ، جمهورية مصر العربية،2015 .
- عبد الرؤوف رهبان، الأهمية النسبية النوعية لموارد الطاقة "دراسة في جغرافية الطاقة"، مجلة جامعة دمشق، المجلد27 ، العدد الأول والثاني، سوريا،2011 .
- مركز الخليج لسياسات التنمية، قطاع النفط والغاز في مجلس التعاون : متوفر على الموقع:

.02-11-2016http://www.gulfpolicies.com/index.php?option=com_content&view=article&
- مكتب العمل الدولي، التقرير الخامس للمؤتمر العمل الدولي، التنمية المستدامة والعمل الالئق والوظائف الخضراء، جنيف،2013 .
- قاسم عبد السالم الزين، استكشاف فرص العمل المحتملة في الطاقات المتجددة، مجلة الطاقة الشمسية والتنمية المستدامة، المجلد4، العدد1، 2015.
- لطفي علي، الطاقة والتنمية في الدول العربية، بحوث ودراسات المنظمة العربية للتنمية الإدارية، جامعة الدول العربية، ط8 ،القاهرة، 2010.
- باتر محمد علي وردم، الطاقة المتجددة في العالم العربي، مجلة آفاق المستقبل، العدد11 ، أغسطس2011 .
-نورة العروسي، نحو إصدار إطار قانوني واضح يسمح للمستثمرين الخواص بالإنتاج في مجال الطاقات المتجددة، الطاقة، نشرية خاصة بوزارة الصناعة ، العدد85 ، الجمهورية التونسية، جوان2013 .
-وهيب عيسى الناصر، حنان مبارك البوسالفة، مصادر الطاقة النظيفة أداة ضرورية لحماية المحيط الحيوي العربي، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، إدارة برامج العلوم والبحث العلمي، جامعة الدول العربية، دون سنة النشر.
-حدة فروحات، الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائردراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر، مجلة الباحث، العدد 11 ،جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، الجزائر، 2012.
-مجلة صوت القانون، المجلد الثامن، العدد2022/02.
- وفاء شماني، منور أوسرير، " مستقبل الطاقة الخضراء كبديل للطاقة الأحفورية في الجزائر"،مجلة الاقتصاد الجديد، ع14 ،مجلد01،2016.
-فريدة كافي، الاستثمار في الطاقة المتجددة كمدخل لدفع عجلة التنمية المستدامة في الجزائر مع الإشارة إلى مشروع صحراء صولار بريدير، مركز تنمية الطاقات المتجددة، نشرية الطاقات المتجددةCDER .
- مشروع بحث: استخدام الطاقة المتجددة في دول الخليج، وزارة الطاقة، شؤون الكهرباء، إدارة الكهرباء، ومياه التحلية، مجلة بيئة المدن الالكترونية، العدد الأول،2012 .

المؤتمرات و الندوات :

-مؤتمر الطاقة العربي العاشر2014، فرص ترشيد استهلالك الطاقة في الدول العربية.
-ستيفان ك. و كراوتر، توليد القدرة الكهربائية من الطاقة الشمسية– أنظمة الطاقة الفولتضوئية-، ترجمة عبد الباسط كرمان، سليلة كتب التقنيات الإستراتيجية والمتقدمة، المنظمة العربية للترجمة، مركز دراسات الوحدة العربية، لبنان،2011 .
- عبد العزيز بنونة وآخرون، المحطات الشمسية الحرارية، المؤتمر العربي العالمي لتطبيقات الطاقة الشمسية،20 إلى22 أكتوبر2004 ، طرابلس، ليبيا.
- محمد أنيس طويلة، الشبكات اللاسلكية في الدول النامية، دليل عملي لتخطيط وبناء بنى الاتصالات التحتية منخفضة التكاليف، المركز الدولي للأبحاث والتنميةIDRC ، الإصدار الثاني، كندا،2008.

- منتدى الرياض الاقتصادي، نحو تنمية اقتصادية مستدامة، اقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية، الدورة السابعة، الرياض،2015 .
-الوكالة الدولية للطاقة المتجددة –ارينا-، الملخص التنفيذي أسباب التحول في عالم الطاقة، أبو ظبي،2014 .
-درويش محمد خميس فريح القبيسي وآخرون، طاقة المستقبل للعالم العربي "مقارنة الطاقة الشمسية بالطاقة الذرية"، المركز الدولي ألنظمة المياه والطاقة، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة،2010 .
-الأزهر عزه ورشيدة خالدي، الطاقات المتجددة في الجزائر تأهيل بنيتها أولى خطوات التنمية، مداخلة مقدمة ضمن فعاليات الملتقى الدولي حول: " تقييم استراتيجيات الجزائر الاقتصادية لاستقطاب الاستثمارات البديلة للمحروقات في آفاق الألفية الثالثة بالجزائر"، جامعة المسيلة، الجزائر، 28 -29 أكتوبر2014.
- محمد مداحي وسوسن زيرق، الاستثمار في الطاقات المتجددة كبديل تنموي ممكن لإحداث التنمية الاقتصادية في الجزائر، مداخلة مقدمة ضمن فعاليات الملتقى الدولي حول: " تقييم استراتيجيات الجزائر الاقتصادية لاستقطاب الاستثمارات البديلة للمحروقات في آفاق الألفية الثالثة بالجزائر"، جامعة المسيلة، الجزائر، 28 -29 أكتوبر 2014.
- وزارة الطاقة الجزائرية، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، جانفي 2016.
- جامعة الدول العربية، القمة العربية التنموية الاقتصادية والاجتماعية، الدورة الثالثة، الأمانة العامة، الرياض،2013 .
-محمد راتول، محمد مداحي، صناعات الطاقة المتجددة بألمانيا وتوجه الجزائر لمشاريع الطاقة المتجددة كمرحلة لتأمين إمدادات الطاقة الأحفورية وحماية البيئة-حالة مشروع ديزرتيك، ملتقى بجامعة قاصدي مرباح، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، ورقلة، الجزائر،2012 .

مواقع الانترنيت:

www.attaqa.net-
- 4 www.worldcoal.org.
- موقع وكالة الطاقة الدوليةwww.eia.org.
- موقع برنامج أمم المتحدة لحماية البيئة.www.unep.org.
- وكالة الطاقة العالميةWWW .eia .gov .
WWW.ALARABY.CO.UK-
WWW.ALJAZEERA.NET/EBUSINESS-
www.trinasolar.com-
www.aljazera.net/sience
www.echoroukonline.com- .

باللغة الفرنسية :

-BP Statistical Review of World Energy, Op.Cit .
-Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, CAMBRIDGE University Press, USA, First Edenhofer published, Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: Special, 2012Ottmar, Ramon Pichs Madruga, Youba Sokona and others
-Andexer Thomas, A Hypothetical Enhanced Renewable Energy Utilization (EREU) Model for Electricity)Generation in Thailand, Der Deutschen Bibliothek, Norderstedt Germany, 2008.
- World Energy Council, 2007 Survey of Energy Ressources, London, online on: www.worldenergy.org.
- Alban Vétillard, Energie, Climat, Développement : l'heure des choix, L'Harmattan, Paris, 2009.
- BP Statistical, Review of World Energy, June 2011, available online at www.bp.com.
- The Colorado River Commission of Nevada, Op.Cit.
- Radanne Pierre, Energies de ton siècle ! Des crises à la mutation, Editions Lignes de Repères, Paris, 2005.
- Conseil mondial de l'énergie, L'Energie pour le Monde de Demain: le temps de l'action, DECLARA International Energy Agency, 2011 Key World Energy Statistics, www.iea.org, P 30TION 2000 du CME.
- International Energy Agency, Oil Market Report, www.oilmarketreport.org, 11 May 2012.
- U.S Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2010 with Projections to 2035, U.S Department of Energy, Washington, 2010.
- Volker Quaschning, Understanding Renewable Energy Systems, Earthscan publications, UK, First published 2005.
- International Energy Agency, World Energy Outlook 2012, Arabic Translation, France, 2012 .
-Francois Vuille et Autres, Comprendre la Transition Energétique : 100 Questions Brulantes
100 Réponses la Tete Froide, Presses Polytechnique et Universitaires Romandes, Lausanne, Suisse, 2015.
- Jing Cao and Felix Groba, Chinese Renewable Energy Technology Exports : the Role of Policy, Innovation)Economic ResearcheMohrenatr, Berlin, and Markets, DIW)BERLIN German Inatitute 2013.
- Ministère de l'énergie et des mines, Guide des Energies Renouvelables, Edition 2007.
- Renewables Global Futures Report 2013, Renewable Energy Policy Network for the 21 st Century, Paris, France, 2013.
- Alexander Mohanty, Dii-enabling Desertec in EUMENA, Publisher Dii-Enabling Desertec in EUMENA, Germany, 2010.
- Marie Legivere, une Coopération UE/MAGHREB : le Projet Desertec, Actualités DU MOYEN-ORIENT ET DU MAGHREB, IRIS, N°14, Juin 2010.
-Nikolaus supersberger and other's, Algeria –A Future Supplier of Electricity for Renewable Energies for Erop, CDER, August 2010.