

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير
قسم العلوم التجارية
LMD-SEGC



الموضوع

جدوى استغلال الطاقة الشمسية كطاقة متجددة
وإمكانية استخدامها في التبادلات التجارية الخارجية
(دراسة حالة الجزائر)

رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه الطور الثالث (LMD) في العلوم التجارية
تخصص: تجارة دولية

تحت إشراف:
أ.د بن بريكة عبد الوهاب

من إعداد الطالبة:
بوعشة إسمهان

لجنة المناقشة

الصفة	الجامعة	الرتبة العلمية	أعضاء اللجنة
رئيسا	جامعة بسكرة	أستاذ التعليم العالي	داودي الطيب
مقررا	جامعة بسكرة	أستاذ التعليم العالي	بن بريكة عبد الوهاب
ممتحنا	جامعة بسكرة	أستاذ التعليم العالي	خليفة عيسى
ممتحنا	جامعة بسكرة	أستاذ محاضر أ	فلة عاشور
ممتحنا	جامعة سوق أهراس	أستاذ محاضر أ	أولاد زاوي عبد الرحمن
ممتحنا	جامعة سوق أهراس	أستاذ محاضر أ	بن خديجة منصف

السنة الجامعية: 2019/2018

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الإهداء

أهدي ثمار جهدي المتواضع إلى أسباب النجاح والصلاح والفلاح: الوالدين
الكريمين أمي الحبيبة و أبي الغالي حفظهما الله وبارك لهما في صحتهما
وأدامهما نعمة وبركة في حياتي

إلى إبنتي وقرّة عيني الغالية ساجدة وإلى زوجي الذي دعمني كثيرا

إلى كل إخوتي وأخواتي وأبنائهم خاصة مريم و أميرة

إلى كل الأهل والأقارب وخاصة إلى روح جدتي رحمها الله وإلى نور الهدى

ابنة عمي العزيزة

إلى كل من ساعدني وتمني لي الخير ولو بالكلمة الطيبة .

﴿اللَّهُمَّ إِنِّي أَسْأَلُكَ عِلْمًا نَافِعًا، وَرِزْقًا طَيِّبًا، وَعَمَلًا مُتَقَبَّلًا﴾

شكر و تقدير

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات،

والحمد لله حمدا كثيرا مباركا طيبا على نعمه وفضله والصلاة

والسلام على نبينا محمد صلى الله عليه وسلم.

أوجه خالص شكري وتقديري إلى الأستاذ الدكتور بن بركة عبد الوهاب

على قبوله الإشراف على هذه الرسالة وعلى جميل صبره

وتوجيهاته القيمة.

كما أتوجه بجزيل الشكر والتقدير إلى كل من ساعدني وساندني

في إنجاز هذا العمل المتواضع من قريب أو بعيد دون أن أنسى أعضاء لجنة

المناقشة لتفضلهم بمناقشة هذه الرسالة.

ولا يفوتني أن أتوجه بالشكر الجزيل إلى كل أستاذ علمني حرفا وسعى لإنارة

دربي بالعلم منذ أول حرف تعلمته إلى غاية يومنا هذا فعرفانا قديرا

وشكرا جزيلًا.

المخلص:

بالرغم من السيطرة التامة للطاقات التقليدية على سوق التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية، غير أن هذه الطاقات تشهد تطورات متسارعة سواء من ناحية كمية أو نوعية الطاقات المتبادلة. ويرجع ذلك لعدة عوامل كالإحتياطيات المتوفرة، سعر الطاقات، السياسات المتبعة من قبل الحكومات والمنظمات الدولية للطاقة وغيرها، كل هذه العوامل تسبب عدم إستقرار لأسواق الطاقة مما نتج عنه توجهها عالميا واضحا نحو الطاقات المتجددة ولا سيما الطاقة الشمسية منها.

وإن كانت الطاقات التقليدية تمثل أساس المبادلات الطاقوية العالمية، فهي بالنسبة للجزائر تعتبر شريان إقتصادها ككل، ويكفي أن نستدل بأن 95 بالمائة من مداخل البلاد لسنة 2015 ناتجة عن صادراتها، ولأن الجزائر ليست بمنأى عن المشاكل التي تواجه الطاقات التقليدية، فقد اعتمدت هي الأخرى على إستراتيجيات لتثمين إمكاناتها من الطاقة الشمسية وتطوير استخدامها لها عبر أهداف ومشاريع حالية وأخرى مستقبلية، وهذا لتحسين استغلالها وكذا لتصديرها.

ومن هذا المنطلق، فقد توصلنا من خلال التطرق لمختلف المشاريع المطروحة والهادفة الى الإستثمار في الطاقة الشمسية وتصديرها، إلى أن الجزائر ليست ببعيدة عن تصديرها للطاقة الشمسية ولكن لن يتم ذلك إلا إذا توفرت الرغبة القوية والحقيقية لتعزيز إستغلال هذا المصدر الطاقوي.

الكلمات المفتاحية : الطاقة الشمسية، الطاقات المتجددة ، الطاقة التقليدية، جدوى الاستغلال، التبادل التجاري الخارجي الطاقوي.

Abstract

Despite the full control of traditional energies on the foreign energy trade market, these energies are witnessing rapid development either in terms of the quantity or the quality of mutual energies. This is due to a set of factors such as available reserves, energies price, policies adopted by governments, international energy organizations, etc. All these factors cause instability in the energy markets that leads to a clear global trend towards renewable energies, especially solar energy.

Although the traditional energies represent the basis of international energy exchanges, they are considered to be the artery of Algeria economy as a whole. It suffices to point out then, that 95 per cent of the country's income for 2015 is due to its exports. Accordingly, because Algeria is not immune to problems facing traditional energies, it has also relied on some strategies for valuing Its potential of solar energy and the developing its use through current and future objectives and projects, This is to improve their exploited and exported.

In this regard, we have reached through the discussion of the various proposed projects that aim to investing in solar energy and exporting it, That Algeria is not far from the exported of solar energy but that would be if there is a genuine desire to promote the exploitation of this energy source.

Key words: Solar energy, renewable energies, traditional energy, Feasibility of exploitation, external energy trading.

فهرس المحتويات

قائمة المحتويات

الصفحة	المكونات
	الإهداء
	الشكر و التقدير
	الملخص
II	قائمة المحتويات
VIII	قائمة الجداول
IX	قائمة الأشكال
XI	قائمة الملاحق
XII	قائمة المختصرات
أ - ك	المقدمة
الفصل الأول: التبادلات التجارية الخارجية للطاقات التقليدية	
03	المبحث الأول: مفهوم الطاقة وأهم الهيئات والمنظمات الفاعلة في مجالات الطاقات
03	المطلب الأول: مفهوم وتاريخ استخدام الطاقة
03	الفرع الأول: مفهوم الطاقة
04	الفرع الثاني: تاريخ استخدام الطاقة
05	المطلب الثاني: أشكال ومصادر الطاقة
05	الفرع الأول: أشكال الطاقة
06	الفرع الثاني: مصادر الطاقة
08	المطلب الثالث: تحولات الطاقة وأهم الهيئات و المنظمات الفاعلة في مجالات الطاقة
08	الفرع الأول: تحولات الطاقة
10	الفرع الثاني: أهم الهيئات والمنظمات الفاعلة في مجالات الطاقة
15	المبحث الثاني: الطاقات التقليدية المصادر والأنواع
16	المطلب الأول: البترول: طرق إكتشاف مشتقاته والعوامل المؤثرة في أسعاره
16	الفرع الأول: تعريف البترول وأهميته
20	الفرع الثاني: احتياطي البترول
22	الفرع الثالث: المنتجات البترولية والعوامل المؤثرة على أسعار البترول
28	المطلب الثاني: أنواع الفحم وأسباب تقلص دوره كمصدر للطاقة
28	الفرع الأول: مفهوم الفحم وتطور نشأته

30	الفرع الثاني: أنواع الفحم ومخاطر إنتاجه واستخدامه
33	الفرع الثالث: أسباب تقلص دور الفحم كمصدر للطاقة
35	المطلب الثالث: وقود الغاز الطبيعي
35	الفرع الأول: نهضة الغاز الطبيعي
37	الفرع الثاني: أنواع الغاز الطبيعي ومميزاته
40	الفرع الثالث: أهمية الغاز الطبيعي
42	المبحث الثالث: واقع التبادلات التجارية الخارجية للطاقات التقليدية
42	المطلب الأول: التبادلات التجارية الخارجية للغاز الطبيعي و الفحم
42	الفرع الأول: الطاقة على الصعيد العالمي
43	الفرع الثاني: التبادلات التجارية الخارجية للغاز الطبيعي
48	الفرع الثالث: التبادلات التجارية الخارجية للفحم
51	المطلب الثاني: التبادلات التجارية الخارجية للبترو
51	الفرع الأول: الطلب العالمي على البترول
52	الفرع الثاني: واردات البترول العالمية و العربية
53	الفرع الثالث: صادرات البترول العالمية و العربية
54	المطلب الثالث: التحديات التي تواجه التبادل التجاري الخارجي للطاقات التقليدية
54	الفرع الأول: تقلبات أسعار الطاقات التقليدية
55	الفرع الثاني: استنزاف الطاقات التقليدية
56	الفرع الثالث: الآثار البيئية الناجمة عن استغلال مصادر الطاقة التقليدية
الفصل الثاني: الإطار المفاهيمي العام للطاقات المتجددة و مدى مساهمتها في الإمدادات الطاقوية	
62	المبحث الأول: مدخل إلى الطاقات المتجددة
62	المطلب الأول: مفهوم الطاقة المتجددة وأسباب البحث عن المصادر البديلة للطاقة
62	الفرع الأول: أسباب ودوافع البحث عن مصادر بديلة للطاقة التقليدية
65	الفرع الثاني: مفهوم الطاقات المتجددة
68	المطلب الثاني: أهمية الطاقات المتجددة و خصائصها
68	الفرع الأول: أهمية الطاقات المتجددة وفوائد استخدامها
71	الفرع الثاني: خصائص الطاقات المتجددة
74	المطلب الثالث: تحسين كفاءة الطاقة والآثار الناتجة والمصاحبة لإنتاج الطاقة المتجددة
74	الفرع الأول: تحسين من كفاءة الطاقة
78	الفرع الثاني: ترشيد استهلاك الطاقة

86	الفرع الثالث: الآثار الناتجة و المصاحبة لإدخال الطاقة المتجددة
87	المبحث الثاني: أنواع و مصادر الطاقات المتجددة
88	المطلب الأول: طاقة الرياح
88	الفرع الأول: مفهوم ونشأة طاقة الرياح
90	الفرع الثاني: استخدامات طاقة الرياح والتأثيرات البيئية الناتجة عنها
93	الفرع الثالث: توربينات الرياح
96	المطلب الثاني: طاقة المائية
96	الفرع الأول: مفهوم ومراحل تطور الطاقة المائية
98	الفرع الثاني: مصادر الطاقة المائية
100	الفرع الثالث: مميزات وإستخدامات الطاقة المائية
101	المطلب الثالث: أنواع أخرى من الطاقات المتجددة
101	الفرع الأول: طاقة الكتلة الحيوية
104	الفرع الثاني: طاقة حرارة الجوفية الأرضية
107	الفرع الثالث: طاقة الهيدروجين
109	المبحث الثالث: مشاركة الطاقات المتجددة ضمن توليفة الامدادات الطاقوية الراهنة ومستقبلها
109	المطلب الأول: اقتصاديات مختلف مصادر الطاقات المتجددة في العالم
110	الفرع الأول: المؤشرات الاقتصادية لمصادر الطاقات المتجددة
116	الفرع الثاني: الاستثمارات العالمية في مجال الطاقات المتجددة
118	المطلب الثاني: الوضع الراهن للطاقات المتجددة عربيا
119	الفرع الأول: مصادر الطاقات المتجددة عربيا
123	الفرع الثاني: آليات تعزيز التعاون لنشر استخدامات نظم الطاقات المتجددة
125	الفرع الثالث: البنية المؤسسية للبحث والتعليم وتطوير الطاقات المتجددة عربيا
129	المطلب الثالث: الحواجز التي تقف أمام انتشار الطاقات المتجددة ومستقبلها
129	الفرع الأول: الحواجز العامة التي تعترض إعتقاد الطاقة المتجددة
132	الفرع الثاني: معوقات استخدام الطاقة المتجددة في الدول العربية
135	الفرع الثالث: مستقبل استخدام الطاقات المتجددة
الفصل الثالث: اقتصاديات الطاقة الشمسية ومكانتها ضمن التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية.	
144	المبحث الأول: نظرة عامة حول مفهوم واستخدامات الطاقة الشمسية
144	المطلب الأول: مفهوم الطاقة الشمسية وتطورها التاريخي

144	الفرع الأول: مفهوم الطاقة الشمسية
150	الفرع الثاني: التطور التاريخي لاستخدام الطاقة الشمسية
151	المطلب الثاني: أهمية الطاقة الشمسية ونظمها.
151	الفرع الأول: أهمية الطاقة الشمسية
153	الفرع الثاني: تقنيات ونظم الطاقة الشمسية
162	المطلب الثالث: تخزين الطاقة الشمسية واستخداماتها
162	الفرع الأول: تخزين الطاقة الشمسية
164	الفرع الثاني: استخدامات الطاقة الشمسية
170	المبحث الثاني: اقتصاديات الطاقة الشمسية: تنافسية التكلفة، الجدوى الاقتصادية والوضع الراهن عالميا وعربيا
170	المطلب الأول: القوة التنافسية لتكلفة الطاقة الشمسية
172	الفرع الأول: تكاليف إنتاج الطاقة الشمسية ومقارنتها بالطاقة التقليدية
173	الفرع الثاني: انخفاض تكلفة الطاقة الشمسية بشكل حاد مع زيادة انتشارها
176	الفرع الثالث: الطاقة الشمسية في ضوء انخفاض أسعار النفط
177	المطلب الثاني: الجدوى الاقتصادية لمحطات الطاقة الشمسية
178	الفرع الأول: شروط الاعتماد على مختلف البدائل الطاقوية
179	الفرع الثاني: سلسلة القيمة للطاقة الشمسية
181	الفرع الثالث: الوظائف الخضراء
186	الفرع الرابع: جدوى محطات الطاقة الشمسية لإنتاج الكهرباء تحلية المياه
192	المطلب الثالث: الوضع الراهن للطاقة الشمسية عالميا و عربيا
192	الفرع الأول: واقع الطاقة الشمسية في العالم
196	الفرع الثاني: الوضع الراهن للطاقة الشمسية في الدول العربية
200	الفرع الثالث: تجارب دولية ناجحة
207	المبحث الثالث: الإمكانيات العالمية لتصدير الطاقة الشمسية
207	المطلب الأول: أسواق تصدير تكنولوجيات الطاقة الشمسية
207	الفرع الأول: تصدير تقنيات الطاقة الشمسية الكهروضوئية
209	الفرع الثاني: تصدير تقنيات المركبات الشمسية الحرارية
212	المطلب الثاني: تصدير كهرباء الطاقة الشمسية
213	الفرع الأول: تصدير كهرباء الطاقة الشمسية وفقا لتطبيقات الطاقة الشمسية الكهروضوئية
216	الفرع الثاني: تصدير كهرباء الطاقة الشمسية وفقا لتطبيقات الطاقة الشمسية الحرارية المركزة

219	الفرع الثالث: تصدير نواتج الطاقة الشمسية وفقا لتطبيقات الطاقة الشمسية الكيميائية (إنتاج الهيدروجين)
220	المطلب الثالث: مستقبل الطاقة الشمسية
الفصل الرابع: الطاقة الشمسية في الجزائر بين جدوى الاستغلال و إمكانيات التصدير	
227	المبحث الأول: الجدوى من استغلال الطاقات المتجددة في الجزائر و الإجراءات اللازمة والداعمة لنشر وتطوير استخدامها
227	المطلب الأول: الجدوى من استغلال الطاقات المتجددة في الجزائر رغم امتلاكها للطاقات التقليدية
227	الفرع الأول: الجدوى من استغلال الجزائر للطاقة المتجددة على المستوى المحلي
230	الفرع الثاني: الجدوى من استغلال الجزائر للطاقة المتجددة على المستوى الدولي
232	المطلب الثاني: المتطلبات والإجراءات اللازمة والداعمة لنشر وتطوير الطاقات المتجددة في الجزائر
232	الفرع الأول: تحديد السياسات والاستراتيجيات المعتمدة والمستهدفة
233	الفرع الثاني: البنية المؤسساتية في مجال الطاقة المتجددة
234	المطلب الثالث: البحث والتطوير والقوانين والتشريعات الصادرة في مجال الطاقات المتجددة بالجزائر
234	الفرع الأول: البحث والتطوير في مجال الطاقات المتجددة بالجزائر
238	الفرع الثاني: القوانين والتشريعات الصادرة في مجال الطاقات المتجددة بالجزائر
241	المبحث الثاني: حصيلة استغلال الطاقة الشمسية، جدواها الاقتصادية والأفاق المستقبلية المرصودة لاستغلالها في الجزائر
241	المطلب الأول: إمكانيات ومقومات الطاقة الشمسية ومختلف فروع الطاقات المتجددة في الجزائر
241	الفرع الأول: إمكانيات الطاقة الشمسية بالجزائر
243	الفرع الثاني: مقومات استغلال الطاقة الشمسية بالجزائر
244	الفرع الثالث: أهمية استغلال الطاقة الشمسية بالجزائر
246	الفرع الرابع: إمكانيات مختلف فروع الطاقات المتجددة المتوفرة بالجزائر
250	المطلب الثاني: حصيلة استغلال الطاقة الشمسية في الجزائر
250	الفرع الأول: مشاريع الطاقة الشمسية في إطار برنامج كهربية الريف للفترة الممتدة من 1985 إلى 2009

253	الفرع الثاني: حصيلة إستغلال الطاقة الشمسية من مشاريع منجزة في المرحلة 2011-2014 من البرنامج الوطني للطاقة المتجددة
255	الفرع الثالث: حصيلة إستغلال الطاقة الشمسية في الفترة الممتدة من 2015-2016
262	المطلب الثالث: الجدوى الإقتصادية والأفاق المستقبلية المرصودة لاستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر
263	الفرع الأول: الجدوى الإقتصادية للطاقة الشمسية بالجزائر
265	الفرع الثاني: الأفاق المستقبلية المرصودة لتطوير وتيرة إستغلال الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة بالجزائر
272	المبحث الثالث: مكانة الطاقة الشمسية ضمن التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية الجزائرية وإمكانات تصديرها
272	المطلب الأول: التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية الحالية الجزائرية
272	الفرع الأول: الطاقات التقليدية ومكانتها
280	الفرع الثاني: الغاز الصخري الوافد الطاقوي الجديد
293	الفرع الثالث: تصدير الطاقة الشمسية في الجزائر
295	المطلب الثاني: بعض أهم المشاريع التصديرية للطاقة الشمسية من الصحراء الجزائرية نحو الشبكات العالمية
295	الفرع الأول: المشروع الجزائري- الألماني (DESERTEC) لتصدير الطاقة الشمسية
300	الفرع الثاني: المشروع الجزائري- الياباني صحراء صولار بريدر (SSB) للطاقة الشمسية
308	الفرع الثالث: مشاريع أخرى ذات أهداف تصديرية للطاقة الشمسية بالجزائر
320	المطلب الثالث: المعوقات استغلال و تصدير الطاقة الشمسية
321	الفرع الأول: معوقات إستغلال الطاقة الشمسية
324	الفرع الثاني: معوقات وحلول تصدير الطاقة الشمسية
331	الخاتمة
338	قائمة المراجع
359	الملاحق

قائمة الجداول:

الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
23	المشتقات البترولية (الزيوت الأساسية والزيوت الثانوية).	01
45	صادرات الدول العربية من الغاز الطبيعي بنوعيه لعامي 2013-2014 (مليار م ³)	02
49	أهم الدول المصدرة للفحم عبر العالم لعام 2014 (بمليون طن)	03
50	أهم الدول المستوردة للفحم في العالم عام 2014.	04
54	الصادرات النفطية العالمية حسب المناطق 2013-2014 (مليون طن)	05
58	أهم التأثيرات البيئية لمصادر الطاقة التقليدية.	06
70	فوائد استخدام الطاقات المتجددة.	07
111	إجمالي القدرة المركبة من طاقة الرياح في العالم.	08
117	حجم الاستثمارات العالمية في الطاقة المتجددة منذ 2004-2014.	09
127	مؤسسات الطاقة المتجددة.	10
137	التصورات المستقبلية للطاقات المتجددة.	11
138	الأهداف الإجمالية للطاقات المتجددة المقدمة من قبل الدول العربية.	12
172	تقدير التكلفة الإجمالية لقطاعات الطاقة التقليدية والمتجددة 2006-2020.	13
184	تقدير الوظائف بالطاقات المتجددة في جميع أنحاء العالم عام 2015	14
189	تكلفة رأس المال للمحطتين الشمسيتين النمطيتين.	15
242	إمكانيات الطاقة الشمسية حسب المناطق.	16
248	محطات توليد الطاقة الكهرومائية في الجزائر.	17
248	إنتاج واستهلاك الطاقة الكهرومائية من 2011 إلى 2025 الوحدة (أ.ب.م./اليوم)	18
251	المميزات الكبرى لـ 18 قرية شمسية بالجنوب الكبير.	19
252	المميزات الكبرى لتزويد 16 قرية بالكهرباء الشمسية في إطار البرنامج (2006-2009).	20
253	توزيع قيم الطاقة المنتجة حسب المصدر.	21
253	قيم الطاقة المنتجة حسب الاستعمال	22
260	بعض أهم المشاريع المنجزة للطاقة الشمسية في الجزائر.	23
267	القدرات المتراكمة لمختلف مصادر الطاقة المتجددة ضمن البرنامج الوطني خلال (2015-2030).	24

274	حجم الاحتياطي والإنتاج من النفط في الجزائر (2011-2015).	25
275	صادرات القطاع النفطي في الجزائر من الفترة الممتدة من (2011-2015).	26
277	احتياطات استهلاك وإنتاج الغاز الطبيعي في الجزائر للفترة (2011-2015).	27
284	أهم عشرة دول في العالم التي تمتلك أكبر احتياطات من الغاز الصخري القابل للاستغلال تقنيا.	28
287	توزيع احتياطي الجزائر من الغاز الصخري القابل للاستخراج حسب الأحواض.	29
316	مشروع الربط الكهربائي لدول المغرب العربي.	30
318	شبكات الربط الموجودة حاليا بين الجزائر، تونس، المغرب.	31

قائمة الأشكال:

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
41	أهمية الغاز الطبيعي واستخداماته في مختلف القطاعات.	01
43	صادرات الغاز الطبيعي في العالم عام 2014	02
47	تطور الطلب العالمي على الغاز الطبيعي بحسب المجموعات الدولية المختلفة (2011-2035).	03
52	إجمالي الطلب العالمي على البترول من 2009-2014 (مليون برميل في اليوم)	04
56	تقديرات الإنتاج العالمي للوقود الأحفوري	05
69	أهمية الطاقة المتجددة	06
75	نظم الطاقة	07
94	رسم توضيحي لتوربينات الرياح أفقية المحور.	08
95	أنواع طواحين الهواء عمودية المحور.	09
114	مساهمة الكتلة الحيوية من مجموع الاستهلاك النهائي للطاقة في العالم 2014.	10
114	توليد طاقة الكتلة الحيوية في العالم حسب المناطق من (2005-2015).	11
115	طاقة الحرارة الجوفية والإضافات للبلدان العشرة الأوائل وبقية العالم.	12
118	حجم الاستثمارات في الدول النامية والمتقدمة للطاقات المتجددة 2004-2014.	13
174	اتجاهات الكلفة المعدلة للكهرباء الخاصة بالطاقة الشمسية الكهروضوئية.	14
176	إمكانية تقليل الكلفة المعدلة للكهرباء الخاصة بالطاقة الشمسية الحرارية المركزة.	15
178	شروط الاعتماد على البدائل الطاقوية.	16

180	سلسلة القيمة للطاقة الشمسية الكهروضوئية وأهم الدروس المستفادة للدخول للقطاع الخاص.	17
185	الوظائف المتاحة في الطاقات المتجددة عام 2015.	18
188	سعر الوقود الشمسي بالدولار للبرميل المكافئ.	19
190	تكلفة إنتاج الماء من محطة شمسية مزدوجة لإنتاج الطاقة الكهربائية وتحلية المياه باستخدام تقنية التناضح العكسي أو التقطير متعدد المراحل.	20
191	تأثير "النصيب الشمسي" على تكلفة الكيلوواط ساعة من محطة شمسية قدرتها MW100.	21
194	القدرة المضافة للطاقة الشمسية الكهروضوئية في العالم من 2005-2015.	22
194	القدرة الكهروضوئية الشمسية لأكثر عشر دول منتجة في العالم لسنة 2015.	23
204	تقديرات الطاقة الشمسية في الصين من سنة 2010-2020 (جيجاواط)	24
206	رهانات ومستقبل الطاقة المتجددة بالمغرب من 208-2020.	25
211	أكبر شركات إنتاج الخلايا الشمسية حسب جنسياتها وحصتها من السوق لسنة 2010.	26
216	خارطة تستشرف مستقبل نقل الكهرباء بين القارات.	27
242	خريطة المتوسط السنوي لشدة الإشعاع الشمسي في مختلف مناطق الجزائر بصورة أفقية لفترة (1992-2002).	28
246	خرائط الرياح في مختلف مناطق الجزائر.	29
254	محطة الطاقة الشمسية الهجينة بحاسي رمل (SPP1).	30
256	خريطة توضح بعض مشاريع الطاقة الشمسية المزمع إنجازها قبل 2020.	31
266	تغلغل الطاقات المتجددة في الإنتاج الوطني (تيراواط ساعي/سنة).	32
266	هيكل حظيرة الإنتاج الوطني للطاقات التقليدية والمتجددة (ميغاواط).	33
268	القدرة المولدة من الطاقة الشمسية الحرارية في الجزائر منذ عام 2000 والمستهدفة حتى عام 2020.	34
279	صادرات الغاز الطبيعي الجزائري للفترة (2011-2015).	35
283	خريطة توضح تمركز الغاز الصخري حول العالم لسنة 2013.	36
286	أحواض الغاز الصخري والنفط الصخري في الجزائر.	37
304	مخطط يوضح أهداف مشروع صحراء صولار بريدير "أس.أس.بي".	38
312	الثروات المائية في الصحراء الجزائرية.	39
317	خطوط الربط الكهربائي لدول المغرب العربي.	40

318	الربط الكهربائي بين الجزائر والمغرب وتونس.	41
-----	--	----

قائمة الملاحق:

الصفحة	عنوان الملحق	رقم الملحق
359	استهلاك الطاقة المتجددة في العالم من 2005 إلى 2015 (مليون طن نفط مكافئ).	01
362	المجموع السنوي للإشعاع الشمسي المباشر (إشعاع-عمودي-مباشر) في منطقة جنوب أوروبا وحوض لبحر الأبيض المتوسط: ك.و.س/م ² /السنة، وتساوي طاقة الإشعاع الساقطة على كل متر مربع في العام من الطاقة الناتجة من 1-2 برميل من النفط.	02
363	خطوط نقل الكهرباء بالتيار المستمر فائق الجهد (HVDC) لنقل كهرباء مختلف أنواع الطاقات المتجددة من شمال إفريقيا إلى أوروبا آفاق 2050.	03

قائمة المختصرات:

باللغة العربية	أصل الإختصار	الإختصار
وكالة الطاقة الدولية	<i>International Energy Agency</i>	<i>IEA</i>
منظمة الدول الصادرة للبترو	<i>Organization Of Petroleum Exporting Countries</i>	<i>OPEC</i>
منظمة الدول العربية المصدرة للبترو	<i>Organization of Arab Petroleum Exporting Countries</i>	<i>OAPEC</i>
منظمة التعاون و التنمية الإقتصادية	<i>Organisation Coopération et Développement Economique</i>	<i>OCDE</i>
بريتش بترليوم	<i>British Petroleum</i>	<i>BP</i>
شبكة سياسة الطاقة المتجددة للقرن الواحد والعشرين	<i>Renewable Energy Policy Network for the 21st Century</i>	<i>REN 21</i>
برنامج الامم المتحدة لحماية البيئة	<i>Programme des Nations unies pour l'environnement</i>	<i>UNEP</i>
مركز تطوير الطاقات المتجددة	<i>Centre de Développement des Energies Renouvelables</i>	<i>CDER</i>
وحدة تطوير التجهيزات الشمسية	<i>Unité de Developpement des Equipements Solaires</i>	<i>UDES</i>
شركة الكهرباء والطاقة المتجددة	<i>Shariket Kahraba wa Taket Moutadjadida</i>	<i>SKTM</i>
مشروع صحراء صولار بريدر	<i>Sahara Solar Breeder</i>	<i>SSB</i>
خطوط حديثة لنقل الكهرباء بالتيار المستمر فائق الجهد	<i>High Voltage Direct Current transmission lines</i>	<i>HVDC</i>
الطاقة الشمسية الحرارية المركزة	<i>Concentrating Solar Power</i>	<i>CSP</i>
الطاقة الشمسية الكهروضوئية	<i>Photovoltaic solar</i>	<i>PV</i>
الميغاواط	<i>Mégawatt</i>	<i>MW</i>
الجيغاواط	<i>Gigawatt</i>	<i>GW</i>

المقدمة

الطاقة هي المفتاح الرئيسي لنمو حضارة الإنسان على مر العصور، وهي الوسيلة المعتمدة من طرفه دائما للرفي والرفاهية، ومن اجل ضمان الحصول على الطاقة وتوفيرها والتحكم إلى درجة ما في حركتها بني نظاما تبادلها له آلياته وميكانيزماته.

وتلعب الطاقة التقليدية الدور الأهم على الإطلاق في الوفاء بتلبية احتياجات العالم من الطاقة، غير أن الطاقات التقليدية لها من الخصائص ما جعل الخبراء يبحثون عن مصادر بديلة تغطي عيوبها ونقائصها، ففي عالمنا يعيش اليوم أكثر من 45% من السكان بالأرياف حيث يكون الوصول إلى الكهرباء مثلا، أمرا صعبا وربما لا يكون بصورة مستمرة، ما نتج عنه وجود أكثر من مليار ونصف نسمة حول العالم دون كهرباء حيث يبقى العالم غير قادر على الوفاء بإحتياجاتهم الأساسية بسبب نقص موارد الطاقة. وفي الجانب الأخر من هذه الوضعية تتوفر الطاقة الشمسية بكميات تمكنها من إنقاص هذا العبء بل وحتى من تغيير الصورة العالمية للطاقة، إذ وحسب ما ينشر من تقارير فتزيد كمية الطاقة التي يتم امتصاصها من الشمس لساعة واحدة حجم كمية الطاقة التي يتم إستخدامها في العالم لعام كامل.

وتعتبر الطاقة الشمسية واحدة من أكبر إهتمامات عالمنا المعاصر، إذ تسعى الكثير من الأطراف إلى دمجها ليس فقط لنظام الإمداد الطاقوي بل وحتى إلى جعلها كغيرها من الطاقات التقليدية تعبر الحدود والقارات، فتصدير الطاقة الشمسية يشغل الكثير من الخبراء والمتخصصين بالطاقة منذ زمن.

وبما أن الجزائر غنية بالطاقات التقليدية، فقد استطاعت أن تقيم تجارة رابحة من خلال تصديرها للبتروال والغاز الطبيعي، وطوال سنوات عديدة كانت فيها هذه الطاقات بمثابة الورقة الرابحة التي يعتمد عليها الاقتصاد الجزائري ككل. غير أنها ليست بمنأى عن المخاوف المطروحة فيما يخص الالتزامات البيئية الدولية، عدم تجدد هذه الطاقات بمستويات تضاهي معدلات استغلالنا لها، وغيرها من التحديات التي تواجه مستقبلها.

كما تسعى الجزائر للبحث عن مصادر جديدة لتلبية إحتياجاتها وقد مهدت لديناميكية الطاقة الخضراء بإطلاقها برنامجا طموحا تنوي عبره أن تتموضع كفاعل مصمم لإنتاج الطاقة من الوسائل الشمسية.

1. الإشكالية:

من خلال ما سبق نتضح لنا المعالم الأساسية لإشكالية هاته الدراسة وهي كما يلي:

فيما تتمثل جدوى استغلال الطاقة الشمسية كطاقة متجددة، وهل تعتبر هذه الطاقة قابلة للإستخدام في

التبادل التجاري الخارجي؟

على ضوء الإشكالية الرئيسية المطروحة تدرج مجموعة من الأسئلة الفرعية ومنها:

- فيما تتمثل مقومات وإمكانيات استغلال الطاقة الشمسية سواء بالعالم أو بالجزائر؟
- فيما تتمثل جدوى استغلال الطاقة الشمسية كطاقة متجددة ؟
- ما هي مكانة وأهمية الطاقة الشمسية مقارنة مع غيرها من أنواع الطاقات التقليدية منها أو المتجددة؟
- هل يمكن القيام بتبادلات تجارية من خلال تصدير الطاقة الشمسية ؟

2. الفرضيات:

من أجل الإجابة ومعالجة التساؤلات والإشكالية المطروحة سابقا يمكن صياغة الفرضيات التالية:

- ➔ **الفرضية الأولى:** تمتاز التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية بهيمنة الطاقات التقليدية، بالرغم من كونها غير متجددة ولها الكثير من الآثار السلبية على البيئة.
- ➔ **الفرضية الثانية:** الوضع الطاقوي العالمي المتميز بتذبذب في أسعار الطاقات التقليدية، وكذا عدم ثبات مخزونها، ساهم في توجيه الإهتمام نحو الطاقات المتجددة لأنها طاقات خضراء ولا تتضب وكذا لتنوع مصادر الطاقة.
- ➔ **الفرضية الثالثة:** الطاقة الشمسية مصدر طاقي من شأنه أن يحقق فرص تنموية، بالإضافة إلى القدرة على التحكم في التكاليف على المدى المتوسط والطويل.
- ➔ **الفرضية الرابعة:** يسهم استغلال الطاقة الشمسية في توفير الطاقة التي يمكن أن يوجه جزء منها لتغطية الطلب المحلي والجزء الآخر يوجه للتصدير.

3. أسباب ودوافع إختيار الموضوع:

إن إختيار هذا الموضوع نابع من عدة أسباب ودوافع أهمها:

أ. أسباب موضوعية:

- قلة الدراسات والأبحاث التي تناولت موضوع الطاقات المتجددة في الجزائر؛
- ثراء الجزائر بالطاقة الشمسية علاوة على غناها بالطاقات التقليدية ؛

- الوقوف عند إمكانيات وإحتمالات تصدير الطاقة الشمسية وإنعكاسات ذلك على الموقف التصديري للجزائر والعالم ككل؛
- ندرة الدراسات التي تناولت أو حللت المشاريع المطروحة والموجودة على أرض الواقع والتي تهدف إلى تصدير الطاقة الشمسية وإدخالها ضمن منظومة الإمداد الطاقوي العالمي؛
- المساهمة في إثراء المكتبة الجزائرية بدراسة ولو متواضعة، وهذا للزخم الكبير الذي يحظى به موضوع الطاقة الشمسية عالميا.

ب. أسباب الذاتية:

- الاهتمام والرغبة الشخصية في البحث في مواضيع الطاقة المتجددة وبخاصة الطاقة الشمسية؛
- محاولة لمعرفة وإستشراف المستقبل الطاقوي الذي ستكون عليه الجزائر بعد أجيالنا الحالية.

4. أهداف الدراسة :

نسعى من خلال دراستنا الى تحقيق جملة من الأهداف يمكن حصرها كالاتي:

- التعرف على الطاقة الشمسية وفهم آليات الإستفادة منها ومجالات تطبيقها؛
- معرفة إمكانيات الجزائر في مجال الطاقة الشمسية وغيرها من الطاقات المتجددة وأهم برامج تطوير هذه الطاقات؛
- معرفة الجدوى من استغلال الطاقة الشمسية كطاقة متجددة؛
- تقليل الضغوطات المتعلقة بالمخلفات البيئية للطاقة التقليدية وهذا بإيجاد بدائل طاوقية؛
- الوقوف على المعطيات المستجدة من مشاريع مقامة وكذا المسطر لها ومستقبل الطاقات المتجددة وكل ما يتعلق بالإحصائيات الحديثة؛
- تسليط الضوء على بدائل طاوقية يمكن أن تستخدم في التبادل التجاري الخارجي وهذا لتنوع التشكيلة الطاقوية التي تعتمد عليها الجزائر في عملية التصدير.

5. أهمية الدراسة:

إن أهمية الطاقة بصفة عامة أصبحت اليوم معلومة لدى الجميع، فالتسابق نحو السيطرة على مصادر الطاقة أمر لا يخفى على أحد بل أن معظم العلاقات التبادلية التجارية وأساس جل النزاعات والأزمات في العالم بسبب الطاقة.

وتبرز أهمية دراستنا هذه كونها تظهر الجوانب المتعلقة بالقيمة المضافة لإدماج الطاقة الشمسية في المزيج الطاقوي الحالي للعالم ككل وللجزائر خاصة، وتبين أهمية وجدوى الإعتماد على إستراتيجيات

تتمحور حول تثمين الموارد التي لا تنضب لتنويع مصادر الطاقة إن لم نقل إيجاد بدائل مستقبلية للطاقات التقليدية التي تركز عليها جل التبادلات التجارية الخارجية للجزائر وتحليل إمكانيات وفرص تصدير الطاقة الشمسية.

6. المنهج المتبع:

للإجابة عن إشكالية موضوع الدراسة وتحليل أبعادها، جوانبها ونتائجها وللإجابة عن تساؤلاتها الفرعية، وإثبات صحة أو عدم صحة الفرضيات إعتدنا في دراستنا على المنهج الوصفي التحليلي الذي يتماشى مع طبيعة موضوع الدراسة. ويتضح هذا من خلال الجانب النظري بفصوله الثلاث الذي يعتمد على جمع المعلومات والإحصائيات من الكتب والتقارير والمراجع المختلفة من أجل وصف وتحليل الظاهرة المدروسة التي تعبر عن جدوى استغلال الطاقة الشمسية كطاقة متجددة وإمكانية إستخدامها في التبادلات التجارية الخارجية والإمام بجميع جوانبها .

كما تم العمل في الجانب التطبيقي على وصف وتحليل إمكانيات الجزائر في مجال الطاقة الشمسية وجدوى استغلالها، بالرغم من امتلاكها للطاقات التقليدية. بالإضافة إلى إستخدام المنهج التاريخي الملائم لإستقراء المسار التاريخي لمختلف القوانين والتشريعات والمؤسسات ومراكز البحث الناشطة في هذا المجال، وكذا إيراد الجوانب التاريخية المرتبطة بمختلف مراحل التي مرت بها استراتيجيات ومشاريع الطاقة الشمسية بالجزائر إلى غاية يومنا هذا، علاوة على المنهج المقارن والذي ورد عند المقارنة بين الطاقة الشمسية والطاقات التقليدية أو عند مقارنة بعض المشاريع الهادفة لتصدير الطاقة الشمسية.

7. أبعاد وصعوبات الدراسة:

أ. الأبعاد المكانية: تقتضي الإجابة عن الإشكالية المقدمة التقيد ببعده مكاني، حيث وقعت الدراسة على حالة الجزائر وهذا لإستحالة تناول جميع دول العالم بالتفصيل المطلوب لدراسة جدوى استغلال كل واحدة منها للطاقة الشمسية كطاقة متجددة وإمكانيات استخدامها في التبادلات التجارية الخارجية. ومع هذا فقد تم الوقوف وتحليل موضوع الدراسة بصورة كلية بإعطاء صورة عامة في الفصول النظرية عن الوضع العالمي للطاقات التقليدية منها والمتجددة.

ب. الأبعاد الزمانية: تقوم دراستنا باستعراض أهم وآخر الإحصائيات الممكن الحصول عليها فيما يخص إمكانيات الطاقة الشمسية والطاقة المتجددة منها خاصة بالدولة محل الدراسة، بالإضافة إلى إيراد الرؤية المستقبلية لحالة الطاقة الشمسية والطاقة ككل بالعالم والجزائر في حدود سنة 2030.

ج. صعوبات الدراسة: أما فيما يخص صعوبات الدراسة فتكمن في قلة المراجع خاصة في السنوات الأولى من البحث إذ تميزت بقلّة المراجع بشكل كبير، وكذا تضارب الإحصائيات والأرقام المتعلقة بقطاع الطاقات المتجددة مما تسبب في تحديث الإحصائيات والمعطيات باستمرار، مع شح المعلومات والدراسات المتعلقة بمشاريع تصدير الطاقة الشمسية.

8. الدراسات السابقة:

الدراسة الأولى: لجدل خالد، دراسة إستراتيجية إحلال الطاقات الجديدة والمتجددة في الجزائر - حالة الطاقة الشمسية في الفترة 1995-2010، مذكرة ماجستير، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر 3، الجزائر، 2011.

إشكالية الدراسة: إن تفكير الجزائر في وضع إستراتيجية مستقبلية تحدد من خلالها إمكانية تطوير مصادر لطاقات بديلة للأجل تتميتها، أصبح يمثل قضية قومية ملحة من منطلق أن الطاقة الأحفورية التي تشكل العمود الفقري لاقتصادها والركيزة الرئيسية في تأمين مكونات أمنها القومي باتت مهددة، كما تشير الكثير من الدراسات الإستشرافية، لخطر النضوب والنفاد خلال فترة زمنية قصيرة جدا لا تتعدى في أحسن التوقعات العقد السادس من القرن الحالي. ومن هنا تبرز إشكالية الدراسة من خلال التساؤل التالي: لماذا يجب أن تطور مصادر الطاقة المتجددة في منطقة تملك احتياطا كبيرا من الوقود الأحفوري؟ وما هي الأساليب المقترحة التي يمكن للجزائر أن تحقق من خلالها هدفها الإستراتيجي في عملية إحلال الطاقات الجديدة والمتجددة بدل الطاقة الأحفورية؟

النتائج المتوصل إليها من خلال الدراسة: تتلخص نتائج الدراسة فيما يلي:

- تتمتع الجزائر بميزات جغرافية ومناخية ملائمة ما يمكنها من إنتاج الطاقة الشمسية بقدرة عالية، كما أن تطوير مصدر الطاقة الشمسية للوصول بها إلى المستوى التجاري التصديري، يحتاج حتما إلى سنوات عديدة حتى تأخذ دورها المأمول والواعد في دعم برامج التنمية المستدامة؛
- لن يكون حجم الطاقة المولدة في الوقت الراهن بالجزائر من الطاقات الأحفورية كافيا لتلبية الطلب المستقبلي. ففي مجال إنتاج الطاقة الكهربائية، يتوقع أن يزداد الطلب بنسبة تفوق 7 % سنويا خلال العشرة أعوام التالية، ما يمكنها من أن تلعب دورا رئيسيا في منطقة حوض البحر المتوسط لتلبية الحاجة المتزايدة من الطاقة إذا لجأت الجزائر إلى إنتاجها من مصادر متجددة؛
- يمكن لمصادر الطاقة المتجددة أن تساعد في حل مشاكل التلوث البيئي. فالجزائر تواجه ارتفاعا سريعا لمستويات التلوث ترافقه تكاليف عالية وتدهور لنوعية الحياة.

- **الدراسة الثانية:** تكواشت عماد، واقع وآفاق الطاقة المتجددة ودورها في التنمية المستدامة في الجزائر، مذكرة ماجستير، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة الحاج لخضر باتنة، الجزائر، 2012.

إشكالية الدراسة: مع ازدياد الطلب على الطاقة في نهاية القرن العشرين ومع كون الطاقة التقليدية طاقة غير دائمة، وكذلك ملوثة للطبيعة تسعى الجزائر إلى محاولة زيادة الاستثمار في الطاقة البديلة والمتجددة من أجل تلبية الاحتياجات المتزايدة في الطاقة واستغلال الموارد المتاحة الأخرى في سبيل توفير أكبر قدر من الطاقة. وبهذا انبثقت إشكالية الدراسة من التساؤل التالي: إلى أي مدى يمكن للطاقة المتجددة أن تساهم في الميزان الطاقوي وما هي انعكاساتها الاقتصادية في إحداث التنمية المستدامة في الجزائر؟

النتائج المتوصل إليها من خلال الدراسة: تتلخص نتائج الدراسة فيما يلي

- ستساهم عملية الاعتماد على مصادر الطاقة البديلة والمتجددة بتنويع إقتصادنا وتنمية وتطوير رأس المال البشري اللازم لبناء اقتصاد مستدام قائم على المعرفة؛
- تحقق العديد من تقنيات الطاقة المتجددة مستوى من التطور في الجزائر ما يسمح بإستخدامها على النطاق التطبيقي الواسع، سواء للنظم الصغيرة بالمناطق النائية الريفية أو للنظم المركزية بالقدرات الكبيرة، وتعتمد الجدوى الاقتصادية لهذه النظم على الظروف السائدة والبدائل المتاحة في المواقع المختلفة للبلاد، غير ان استخدام هذه المصادر لم يحقق الإنتشار المأمول والمستوى الذي يجب أن تصل إليه إمكانيات الطاقة المتجددة في توفير الطاقة الكهربائية، وما زال يتطلب تبني سياسات وإجراءات مشجعة.

• **الدراسة الثالثة:**

Manfred Hafner and Other, Outlook for Electricity and Renewable Energy in Southern and Eastern Mediterranean Countries, MEDPRO Technical Report, N 16, October 2012.

دراسة خاصة بالمديرية العامة للمفوضية العامة المسؤولة عن تمويل المشروع البحثي للجنة الأوروبية "آفاق متوسطة" "MEDPRO"، وتهدف هذه الدراسة الى تحفيز ردود الخبراء والأكاديميين ووضع سيناريو مرجعي لمتخذي القرار في مجال الطاقة لضمان تلبية الطلب على الكهرباء وتوليد الطاقة وغطت الدراسة العديد من البلدان المتوسطية من حيث قدرات توليد الكهرباء لكل واحدة منها وكذا الوضع الراهن للطاقات المتجددة وآفاقها المستقبلية المسطرة.

النتائج المتوصل إليها من خلال الدراسة: تتلخص نتائج الدراسة فيما يلي

- يشكل تطوير الطاقة المتجددة حيز الزاوية في جهود المتوسطية لتحسين أمن الإمداد الطاقوي؛
- اعتماد الطاقة المتجددة من أهم سبل تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون؛
- تتمتع بلدان منطقة جنوب وشرق المتوسط بإمكانيات ضخمة من الطاقة المتجددة لا سيما من حيث الطاقة الشمسية وطاقة الرياح؛
- يعتبر الربط الكهربائي سواء بين البلدان المتجاورة أو تلك القريبة وحتى بين البلدان المتوسطية بين الضفتين أمرا ممكنا ويعود بالكثير من المكاسب في حال توفر الإرادة الحقيقية للتعاون.
- **الدراسة الرابعة:** فريدة كافي، الطاقات المتجددة ودورها في الإقتصاد والبيئة - دراسة حالة الجزائر -، أطروحة دكتوراه، غير منشورة، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، شعبة الإقتصاد، تنمية ومالية، جامعة باجي مختار عنابة، الجزائر، 2015.

إشكالية الدراسة: تناولت هذه الدراسة إمكانية وأهمية التوجه نحو الاعتماد على الطاقات المتجددة، لما لها من دور إيجابي في تنمية إقتصادية حقيقية مستدامة من جهة، والحفاظ على سلامة البيئة من جهة ثانية، وكذا القيام بعرض دراسة لحالة الطاقة المتجددة بالجزائر. تمحورت إشكالية الأطروحة في: ما هو الدور الذي تلعبه الطاقات المتجددة في ظل المسؤولية عن حماية البيئة وتحقيق تنمية إقتصادية؟ وما واقع ذلك على الجزائر؟

قد أجابت الباحثة عن هذه الإشكالية عبر أربع فصول تضمنت مدخل لاقتصاديات الطاقة، مصادر الطاقات المتجددة ضمن توليفة التنوع الطاقوي من أجل التنمية الإقتصادية وتأمين الطاقة، إستراتيجية الطاقات المتجددة في ظل متطلبات البيئة، ومصادر الطاقة المستقبلية ضمن توليفة التنوع الطاقوي في الجزائر.

أهم النتائج المتوصل إليها: تتلخص نتائج الدراسة فيما يلي:

- الطاقة الأحفورية لن تجد بديلا أحسن من الطاقات المتجددة سواء من الجانب الإقتصادي أو الجانب البيئي، فهي الحل الأمثل للمزاوجة بين هذين الجانبين، كما تعد مشاريع الطاقات المتجددة البديل الأنجع اقتصاديا للطاقة الأحفورية؛
- تبقى الجزائر من بين أبرز الدول المرشحة من قبل خبراء الطاقة في العالم للعب دور رئيسي ومهم في معادلة الطاقة نظرا لإمتلاكها مصادر طبيعية هائلة في مجال الطاقات البديلة لمصادر الطاقة الأحفورية السائرة في طريق الإنقراض؛

▪ يمكن للغاز الصخري أن يكون بديلا غير مستدام كونه يضر بالبيئة ويلوث المياه الجوفية عند عملية التصديع، كما أنه غير متجدد، وبالتالي يمكن اعتباره طاقة مخزنة لأجيال قادمة في انتظار وجود تقنيات نظيفة لإستخراجه؛

▪ يمكن تعويض الغاز الصخري بوصفه طاقة أحفوريه غير تقليدية بالطاقة الشمسية بوصفها طاقة متجددة و صديقة للبيئة ذات مستقبل واعد في الجزائر .

• **الدراسة الخامسة:** بريطل هاجر، دور الشراكة الجزائرية الأجنبية في تمويل وتطوير الطاقات المتجددة في الجزائر -دراسة حالة الشراكة الجزائرية الإسبانية-، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، تخصص: إقتصاديات النقود والبنوك والأسواق المالية، جامعة محمد خيضر بسكرة، الجزائر، 2016.

إشكالية الدراسة: يعد حشد التمويل وتوفير التكنولوجيا والخبرات المتخصصة من أهم التحديات التي تقف أمام التوجه نحو الطاقات المتجددة في مختلف دول العالم لا سيما في الجزائر، ومن أجل تخطي تلك التحديات لجأت الجزائر للشراكة الأجنبية لإنجاز عدة مشاريع طموحة لإنتاج الطاقة المتجددة، حيث تعتبر محطة الطاقة الشمسية الأولى "Solar Power Plant One" كمثال عن اتفاقية شراكة جزائرية إسبانية. وعليه جاءت إشكالية هذه الدراسة على النحو التالي:

إلى أي مدى يمكن للشراكة الجزائرية الأجنبية أن تمول وتطور الطاقات المتجددة في الجزائر؟

النتائج المتوصل إليها من خلال الدراسة: نتلخص نتائج الدراسة فيما يلي:

▪ تتفاوت درجة المخاطر والتكاليف المتعلقة بالطاقات المتجددة وفقا للتكنولوجيا المستخدمة والمواقع، إلا أنها على العموم تحتاج إلى استثمار مبالغ كبيرة، وبالتالي تمويل الطاقات المتجددة يكون طويلا الأجل، كما شهد تمويل الطاقات المتجددة إرتفاعا بارزا سنة 2011 ؛

▪ تلجأ العديد من دول العالم للشراكة الأجنبية لإنتاج الطاقات المتجددة، فالشراكة الأجنبية تساهم بشكل كبير في ذلك من خلال عمليتي التحويل التكنولوجي والدعم المالي بين الدول قصد تخفيض التكاليف المرتفعة و تقليل المخاطر؛

▪ يظهر لجوء الجزائر للتعاون والشراكة الأجنبية بغية استخدام مواردها الطاقوية حرصها على الاستفادة من الخبرات الأجنبية والتطوير التكنولوجي على المستوى الدولي.

9. أهم ما يميز دراستنا عن الدراسات السابقة:

إن القيمة المضافة التي قدمتها دراستنا بالمقارنة مع غيرها من الدراسات السابقة تتمثل في كونها مختلفة ومكتملة لها في نفس الوقت. ففي الشق الأول من هذه الدراسة حاولنا التكامل مع بقية الدراسات، وهذا بغية توجيه وإقناع متخذي القرار للتوجه والاستثمار بالطاقة الشمسية علاوة على إثراء المكتبة الوطنية بما يثبت الجدوى من استغلال الطاقة الشمسية، وعليه كانت دراستنا إمتدادا لما سبقها إذ تطرقنا إلى ضرورة إحلال واستغلال الطاقات المتجددة ككل والطاقة الشمسية على وجه خاص، وإستخدامها كداعم للطاقات التقليدية ومكمل لها، وكذا وقفنا عند أهم المستجدات من إحصائيات ومشاريع وإستراتيجيات وأهداف حالية ومستقبلية في مجال الطاقة الشمسية.

أما في الشق الثاني من الدراسة فقد تميزت دراستنا عن غيرها كونها سلطت الضوء أكثر وبتفصيل أكبر على الجانب التجاري لاستغلال الطاقة الشمسية، ففي حين تناولت جل الدراسات السابقة مشكل التمويل أو الجانب البيئي للطاقة الشمسية بغية تلبية متطلبات التنمية المستدامة، فقد ركزنا على إمكانيات تصدير هذه الطاقة كخطوة ثانية بعد النجاح في استغلالها وهذا لتدعيم الموقف التصديري المستقبلي للجزائر وتنويعه.

10. هيكل الدراسة:

وفقا للأهداف السابقة والفرضيات الموضوعية آنفا ولمعالجة الإشكالية قمنا ينقسم دراستنا إلى ثلاثة فصول نظرية و فصل تطبيقي كما يلي :

تناولنا في الفصل الأول التبادلات التجارية الخارجية للطاقات التقليدية، ويتضمن كمدخل للطاقة مفهوم وأشكال الطاقة وأهم الهيئات والمنظمات الفاعلة في مجالات الطاقة، ثم في المبحث الثاني تناولنا بالوصف والتحليل مختلف أنواع ومصادر الطاقات التقليدية وهذا من عدة جوانب كطرق اكتشاف البترول مشتقاته والعوامل المؤثرة في أسعاره، أنواع الفحم وأسباب تقلص دوره كمصدر للطاقة، أهمية ومميزات الغاز، أما في المبحث الأخير تناولنا ضمنه التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية للطاقات التقليدية.

أما الفصل الثاني من هذه الدراسة فقد خصص لإيلاء نظرة عامة حول الإطار المفاهيمي للطاقات المتجددة ومدى مساهمتها في الإمدادات الطاقوية. من خلال إيراد مفهوم الطاقة المتجددة وأسباب البحث عن المصادر البديلة للطاقة، أهمية الطاقات المتجددة وخصائصها، تحسين كفاءة الطاقة والآثار الناتجة

والمصاحبة لإنتاجها، بالإضافة إلى أنواع ومصادر الطاقات المتجددة، إقتصادياتها ومشاركتها ضمن توليفة الإمدادات الطاقوية الراهنة والحوجز التي تقف أمامها ومستقبلها وهذا ضمن ثلاث مباحث.

وبخصوص الفصل الثالث والذي تعرضنا فيه إلى اقتصاديات الطاقة الشمسية ومكانتها ضمن التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية. وهذا في ثلاث مباحث و ورد في كل واحد منهم على التوالي نظرة عامة حول مفهوم واستخدامات الطاقة الشمسية، اقتصاديات الطاقة الشمسية: تنافسية التكلفة، الجدوى الإقتصادية والوضع الراهن عالميا وعربيا، الإمكانيات العالمية لتصدير الطاقة الشمسية ومستقبلها.

و فيما يتعلق بالفصل الرابع والأخير فقد تبلور حول الطاقة الشمسية بالجزائر بين جدوى الاستغلال وإمكانيات التصدير. وقسم إلى ثلاث مباحث رئيسية تطرقنا في المبحث الأول إلى الجدوى من استغلال الطاقات المتجددة في الجزائر والإجراءات اللازمة والداعمة لنشر وتطوير إستخدامها، وفي المبحث الثاني ركزنا على حصيلة استغلال الطاقة الشمسية، جدواها الاقتصادية والآفاق المستقبلية المرصودة لاستغلالها بالجزائر وهذا من خلال توضيح إمكانيات ومقومات الطاقة الشمسية ومختلف فروع الطاقات المتجددة، حصيلة استغلال الطاقة الشمسية من مشاريع منجزة وأخرى في إطار الإنجاز. أما المبحث الثالث فقد خصص لمكانة الطاقة الشمسية ضمن التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية الجزائرية وإمكانيات تصديرها، وتطرقنا ضمنه للتبادلات التجارية الخارجية الطاقوية الحالية الجزائرية من طاقات تقليدية ومكانتها، الغاز الصخري كوافد جديد، علاوة على التطرق إلى بعض أهم المشاريع التصديرية للطاقة الشمسية من الصحراء الجزائرية نحو الشبكات العالمية كالمشروع الجزائري-الألماني (ديزرتيك)، المشروع الجزائري-الياباني صحراء صولار بريدر، مشروع الربط الكهربائي العربي، ومشروع المغربي الأوروبي للهيدروجين الشمسي إضافة إلى المعوقات والحلول لاستغلال و تصدير الطاقة الشمسية.

الفصل الأول:

التبادلات التجارية الخارجية للطاقات

التقليدية

تمهيد الفصل الأول:

إن تعدد حاجات الإنسان وتنوعها جعلته غير قادر على إشباعها بإنتاجه المباشر، فاهتدى إلى التخصص في فرع من فروع الإنتاج، وزيادة إنتاجه بقدر ما يفيض عن استهلاكه، ومبادلة الفائض مع منتجين آخرين، وهذا ما ينطبق على الاحتياجات الطاقوية، إذ تعتبر الطاقة مطلب ضروري للتقدم الاقتصادي والاجتماعي والإنساني ككل، حيث أن توفير وتأمين الوصول إلى الطاقة من القضايا الهامة على مستوى العالم، ولكن هذه الطاقة تتميز بندرة نسبية في مناطق معينة من العالم وبوفرة في مناطق أخرى، وهنا يبرز دور التبادل التجاري الخارجي الطاقوي في انتقال الطاقة بين الدول.

وسنقوم في هذا الفصل بتناول وتوضيح النقاط التالية:

- مدخل إلى الطاقة.
- الطاقات التقليدية المصادر والأنواع.
- واقع التبادلات التجارية الخارجية للطاقات التقليدية.

المبحث الأول: مفهوم الطاقة وأهم الهيئات و المنظمات الفاعلة في مجالات الطاقات.

تعد الطاقة عصب الحياة الحديثة، والمحرك الرئيسي للتقدم الصناعي بصفة خاصة والتقدم الاقتصادي بصفة عامة، وهذا بالنظر إلى دورها المهم في الحياة، إذ تعتمد الاقتصاديات الحديثة بين الدول على الطاقة بمصادرها المختلفة لتحويل الموارد الاقتصادية من شكلها الأولي إلى شكلها النهائي، القادر على إشباع الحاجات والرغبات المتعددة والمتنوعة، كما أنها تعتبر أيضا عاملا مهما في تحقيق الرفاهية الاقتصادية والاجتماعية للإنسان.

المطلب الأول: مفهوم وتاريخ استخدام الطاقة.

تلعب الطاقة دورا هاما في حياة الإنسان بحيث أصبح الإنسان الحديث لا يستطيع الاستغناء عنها، غير أن استغلال الطاقة ليس بالأمر الحديث حيث استعملها منذ وجوده.. وللطاقة وحدات قياس مختلفة تساعد على معرفة نوع الطاقة وحجمها وقوتها.

الفرع الأول: مفهوم الطاقة.

تعددت تعاريف الطاقة ونذكر من بينها:

تعرف الطاقة على أنها: "قابلية إنجاز تأثير ملموس (شغل)، وهي توجد على عدة أنواع منها طاقة الرياح وطاقة جريان الماء ومساقطها، ويمكن أن تكون الطاقة مخزنة في مادة كالوقود التقليدي (النفط، الفحم، الغاز) ¹."

وتعرف الطاقة أيضا على أنها: "القدرة على توفير العمل، لإعطاء حركة أو رفع درجة الحرارة" ².

ويمكن تعريفها على أنها: "المقدرة على القيام بعمل ما، وهناك صور عديدة للطاقة، يتمثل أهمها في الحرارة والضوء، الصوت أيضا عبارة عن طاقة، وهناك الطاقة الميكانيكية التي تولدها الآلات والطاقة الكيميائية التي تتحرر عند حدوث تغيرات كيميائية، ويمكن تحويل الطاقة من صورة إلى أخرى، فعلى سبيل المثال يمكن تحويل الطاقة الكيميائية المخترنة في بطارية الجيب إلى ضوء، ويمكن أن تعمل يداك كأنهما آلة، فإذا فركت كفك معا في الجو البارد فإنهما تصبحان دافنتين، إن الطاقة الميكانيكية الناتجة

¹هاني عبد القادر عمارة، الطاقة وعصر القوة، دار غيداء للنشر والتوزيع، الأردن، 2012، ص ص: 33،34 .

²Juliette Talpin, économies d'énergie sur l'exploitation agricole, Edition France agricole, Paris, 2010, P 15.

عن فرك الكفين بالاحتكاك قد تحولت إلى حرارة. وكمية الطاقة الموجودة في العالم ثابتة على الدوام، فالطاقة لا تفنى ولا تستحدث وعندما يبدو أن الطاقة قد استنفذت، فإنها في حقيقة الأمر تكون قد تحولت إلى صورة أخرى¹.

ومن هنا يمكن استخلاص تعريف للطاقة بأنها هي الوجه الآخر لموجودات الكون غير الحية فالجمادات بطبيعتها قاصرة عن تغيير حالتها دون مؤثر خارجي، وهذا المؤثر الخارجي هو الطاقة، فالطاقة هي مؤثرات تتبادلها الاجسام المادية لتغير حالتها.

الفرع الثاني: تاريخ استخدام الطاقة.

تعتبر الطاقة الحيوانية أول طاقة شغل استخدمها الإنسان في فجر الحضارة عندما استخدم الحيوانات الأليفة في أعماله ثم شرع واستغل قوة الرياح في تسيير قواربه لآفاق بعيدة، واستغل هذه الطاقة مع نمو حضارته، واستخدمها كطاقة ميكانيكية في إدارة طواحين الهواء وفي إدارة عجلات ماكنات الطحن ومناشير الخشب ومضخات رفع الماء من الآبار وغيرها، وهذا ما عرف بالطاقة الميكانيكية.

قوة الحيوانات نجدها مستمدة من الطاقة الميكانيكية الموجودة في الطعام بعد هضمه من قبل الإنسان والحيوان، والطاقة الميكانيكية نجدها في الخشب الذي كان يستعمل منذ القدم في الطبخ والتسخين، وفي بداية الثورة الصناعية استخدمت القوة المائية كطاقة تشغيلية (شغل).

وجد الطاقة الحرارية في المحركات البخارية التي تحول الطاقة الكيميائية للوقود إلى طاقة ميكانيكية، فالآلة البخارية يطلق عليها آلة احتراق خارجي لأن الوقود يحترق خارج المحرك لتوليد البخار الذي يدير المحرك، لكن في القرن 19 اخترع محرك (الاحتراق الداخلي) مستخدماً وقود يحترق داخل الآلة حسب نظام غرف الاحتراق الداخلي المباشر بها، لتصبح مصدراً للطاقة الميكانيكية التي استغلت في عدة أغراض كتسيير السفن والعربات والقطارات.

في القرن 19 ظهر مصدر آخر للطاقة لا يحتاج لاحتراق الوقود، وهو الطاقة الكهربائية المتولدة من الدينامو (مولد كهربائي)، أصبحت هذه المولدات تحول الطاقة الميكانيكية لطاقة كهربائية التي أمكن نقلها إلى أماكن بعيدة عبر الأسلاك، مما جعلها تنتشر حتى أصبحت طاقة العصر الحديث لاسيما وأنها

¹ياسين عيسى محمد، مصادر الطاقة، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمان، 2006، ص 9.

متعددة الأغراض بعدما أمكن تحويلها لضوء وحرارة وطاقة ميكانيكية، بتشغيلها محركات الآلات، الأجهزة الكهربائية، وتعتبر طاقة نظيفة إلى حد ما.

ثم ظهرت الطاقة النووية التي استخدمت في المفاعلات النووية، حيث يجري الانشطار النووي الذي يولد حرارة هائلة تولد البخار الذي يدير المولدات الكهربائية أو محركات السفن والغواصات، ولكن مشكلة هذه المفاعلات النووية تكمن في نفاياتها المشعة، واحتمال حدوث تسرب إشعاعي أو انفجار المفاعل، كما حدث في مفاعل تشير نوبل الشهير.¹

عرفت صناعة الطاقة خلال العقود الأخيرة تحقيق إنجازات مهمة لرفع كفاءة الطاقة وحماية البيئة على مدى العقدين الأخيرين من القرن 20، هذه الإنجازات جاءت كردة فعل للدول على المخاطر البيئية التي أصبحت تهدد حياتهم على وجه هذا الكوكب من جهة، وكاستجابة لنتائج وتوصيات مختلف المؤتمرات وتنفيذا لمختلف الاتفاقيات التي جاءت في هذا الصدد بدءا بما يعرف ببروتوكول " كيوتو "، وقد تمت هذه الاتفاقية في مدينة كيوتو اليابانية عام 1997، وتتعلق بتخفيض مجموع الانبعاثات من الغازات الدفيئة خلال الفترة 2008-2014 بنسبة أقل مما كانت عليه عام 1990.²

المطلب الثاني: أشكال مصادر الطاقة.

إن اكتشاف الإنسان للطاقة واستخدامها يزيد من معارفه ويوسع مداركه ويرفع من مستوى سيطرته على الطبيعة، وفي ذات الوقت فإن اكتشاف الإنسان للمزيد من مصادر الطاقة الجديدة يرفع من مستوى استخدامه للمصادر القديمة والحديثة وهكذا أضحت موضوع الطاقة بمختلف أشكالها ومصادرها محلا للبحث والتطوير المستمر.

الفرع الأول: أشكال الطاقة.

تأتي الطاقة في أشكال مختلفة ونذكر منها ما يلي:³

- الميكانيكية: (المحركات، العضلات)؛
- الحرارية: (المبرد، المدفأة)؛

¹نصري ذياب، جغرافية الطاقة، الجنادرية للنشر والتوزيع، الأردن، 2011، ص ص: 8,9 .

²حسين عبد الله، البترول العربي، دراسة اقتصادية سياسية، دار النهضة العربية، مصر، 2003، ص 419.

³Juliette Talpin, OP Cit, P 15.

- الكهربائية: (البرق، المولد، الدينامو)؛
- الضوء: (المصباح، الشمس)؛
- الكيميائية: (الوقود، المواد الغذائية)؛
- الحركية: (السيارة، الكرة، طاقة الرياح)؛
- النووية: (الشمس، الطاقة النووية).

ومن بين أشكال الطاقة أيضا توجد الأشكال التالية:¹

- طاقة ابتدائية: الطاقة الابتدائية هي جميع المنتجات الطاقوية غير الجاهزة للاستعمال، وتمثل أساسا البترول الخام، الزيت الصخري، الغاز الطبيعي، الوقود المعدنية الصلبة، الكتلة الحيوية، الإشعاع الشمسي، الطاقة المائية، طاقة الرياح، طاقة الحرارة الأرضية والطاقة الانشطار النووي.
- الطاقة النهائية: هي الطاقة النهائية أو الطاقة المتاحة للمستهلك.
- الطاقة المباشرة: وهي المستخدمة من طرف المستهلك كالمنتجات النفطية والطاقة الكهربائية.
- الطاقة غير المباشرة: هي الطاقة المستخدمة للتصنيع ونقل المدخلات والمواد المستخدمة للمستهلك (الأسمدة المصنعة للغذاء، البذور والمبيدات، الجرارات الزراعية والمباني...).

الفرع الثاني: مصادر الطاقة.

تتعدد مصادر الطاقة المستخدمة، كما تتعدد المعايير التي تعبر عنها ويمكن تقسيم مصادر الطاقة من ناحية استخدامها إلى مجموعتين.²

- أ. مصادر طاقة أساسية: هي تلك المصادر التقليدية التي نعتمد عليها بشكل كبير في الحصول على الطاقة مثل البترول، الفحم، الغاز الطبيعي والطاقة النووية، وتسهم هذه المصادر بنسبة كبيرة في الاستهلاك العالمي من الطاقة.
- ب. مصادر طاقة بديلة: هي مصادر طااقوية حديثة، مثل الطاقة الشمسية، الطاقة الهوائية، الجوفية، طاقة الأمواج والمد والجزر، الزيت الثقيل، ورمال القطران، والوقود الصناعي، وهي مصادر قليلة الاستخدام حاليا بيد أنه ينتظر أن تلعب دورا أساسيا في توفير الطاقة للعالم كونها مصادر طاقة نظيفة وغير ملوثة للبيئة في ظل الدعوات الدولية لحماية البيئة.

¹Juliatte Talpin, OP Ci, P 17.

²آل الشيخ حمد بن محمد، اقتصاديات موارد الطبيعية والبيئية، دار كنعان، المملكة العربية السعودية، 2007، ص 91.

ويمكن تقسيم مصادر الطاقة من حيث أصلها إلى مجموعتين:¹

أ. **مصادر الطاقة الطبيعية:** وهي تلك المصادر ذات الأصل الطبيعي، بمعنى أنها توجد في الطبيعة وليس للإنسان أي دخل في ذلك وتشمل هذه المصادر الشمس، الرياح، الوقود الأحفوري بأنواعه المختلفة من الفحم، غاز، بترول.

ب. **مصادر الطاقة الصناعية:** وهي تلك المصادر التي تنشأ عن نشاط الإنسان وذكائه في الاستفادة من بعض الظواهر الطبيعية عن طريق تقنيات معينة، ونذكر على سبيل المثال السدود والخزانات المستعملة في توليد الطاقة الكهربائية.

وتصنف كذلك الطاقة حسب معيار القدم ومعيار الجودة كما يلي:

أ. **طاقة تقليدية:** هي الموارد التي يكون مخزونها محدود وتتعرض للنفاذ والنضوب لأن معدل استهلاكها يفوق معدل تعويضها، أو أن تعويضها لا يدركه الإنسان في عمر قصير وتشمل النفط والغاز الطبيعي والفحم.²

كما نشير إلى الطاقة التي يتم إنتاجها من تحجر الكائنات الحية ومن الصخور كالنفط الخام والغاز الطبيعي والفحم، هذه المواد موجودة بكميات محدودة وليست متجددة، احتراقها يسبب انبعاث للغازات المسببة للاحتباس الحراري.³

و ترتبط نشأة الطاقة التقليدية (الفحم، الغاز، النفط) ارتباطا وثيقا بالدورة الجيولوجية ومصدر هذه الأنواع من الوقود أساسا، الطاقة الشمسية المخزنة على صورة مواد عضوية، التي تم تحويلها عن طريق العمليات الفيزيائية والكيميائية الحيوية بعد الدفن.⁴

ب. **طاقة متجددة:** تشير إلى المصادر الطاقوية المستدامة و التي لا تنضب ولا تنقص بمجرد إستغلالها و سنتناول هذا النوع من الطاقة بإسهاب في الفصل المقبل.

¹حسن أحمد شحاتة، التلوث البيئي ومخاطر الطاقة، مكتبة الدار العربية للكتب، القاهرة، مصر، 2003، ص 38.

²راتب السعود، الإنسان والبيئة "دراسة في التربية البيئية"، دار الثقافة للنشر و التوزيع، الاردن، 2010، ص 122.

³Michel Paillard et Autre, Energie Renouvelable, Marines Etude Prospective à L'horizonne 2030, Edition Quae, France, 2009, P 145.

⁴ادوارد -أ- كيلر، الجيولوجيا البيئية، سلسلة الكتب الجامعية للترجمة- العلوم الاساسية، المملكة العربية السعودية، الطبعة 09، 2014، ص 435.

المطلب الثالث: تحولات الطاقة وأهم الهيئات والمنظمات الفاعلة في مجالات الطاقة.

الطاقة عنصر جوهري وضروري لتلبية حاجات الإنسان إلا أن استخدام هذه الطاقة من بترول وغاز وفحم لا يتم بصفة مباشرة بل قد يخضع إلى عدة تحولات منها ما يتم بصورة طبيعية وأخرى تحدث بتدخل الإنسان، الذي قام بإنشاء مجموعة من الهيئات والمنظمات للوقوف في وجه الاحتكارات الطاقوية وإيجاد الحلول لتحدياتها وتحقيق التوازن في أسواق الطاقة.

الفرع الأول: تحولات الطاقة.

تتحول الطاقة وتمر بعدة أشكال ومراحل حتى نستطيع الاستفادة منها واستخدامها، فالطاقة تتحول ولا تتولد ويمكن شرح ذلك فيما يلي:¹

لا يكف الإنسان عن استخدام الطاقة بأشكالها المتنوعة في حياته اليومية: الطاقة الحرارية للتدفئة، الطاقة الشعاعية للإنارة، الطاقة الحركية وهي إحدى أشكال الطاقة الميكانيكية للنقل وتشغيل الآلات .

والطاقة التي نستخدمها عادة تتخذ أشكالاً مختلفة عن أشكال وجودها في الطبيعة مثل الفحم الذي لا يحتوي طاقة حرارية أثناء وجوده في الطبيعة بل يحتوي إذ ذاك على الطاقة الكيميائية، وللحصول منه على الطاقة الحرارية يجب حرقه أي تحويل طاقته الكيميائية إلى طاقة حرارية عن طريق الإحتراق، فالطاقة إذن لا تخلق ولا تنعدم بل تتحول. فكل شكل خاص من أشكال الطاقة إنما يستخرج من شكل آخر عن طريق تحويله على مرحلة أو أكثر.

إن أشكال الطاقة التي يستخدمها الإنسان مباشرة من الطبيعة ذات مصادر أولية أربعة: الشمس، جوف الأرض، الجاذبية الكونية، والمادة (المحروقات الذرية). أما أشكال الطاقة المادية فهي: الطاقة الميكانيكية (الطاقة الحركية والطاقة الكامنة) كالتي تعطيها الرياح ومجري الأنهار والطاقة الحرارية المستخرجة من نور الشمس وحرارتها والتي يمكن التقاطها واستخدامها بواسطة مرايا شمسية، الطاقة الكيميائية كالتي تكمن من الأطعمة والحطب والمحروقات المتحجرة.

ولاستخدام تلك المصادر يقتضي وسائل وطرق معينة لتحويلها، كالشرع للهواء والدولاب للطاحونة المائية، والمولد للمراكز الكهرومائية، الحراق للمازوت والمحرك للسيارة، والمفاعل للطاقة الذرية... الخ.

¹حاتم الرفاعي، البترول "ذروة الإنتاج وتداعيات الانحدار"، دار نهضة مصر للطباعة والنشر، مصر، 2009، ص ص 14،15.

وسنرى فيما يلي كيف أن الإنسان أتقن تحويل الطاقة والسيطرة عليها تدريجياً:¹

في الأمس: أقدم طريقة اتبعها الإنسان لتحويل الطاقة هي اغتدائه بالنباتات فبفضل التحويل الضوئي تحول النباتات الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية تختزن في مادة النبات الحية. وهذه الطاقة تتحول عبر الأظعمة إلى طاقة ميكانيكية بفعل العضلات، وهذه الطاقة الأخيرة تمكننا من العمل.

كما أن هناك طرق "بدائية" أخرى لاستخدام الطاقة، عرفها أجدادنا، ألا وهي وقود الحطب ومجاري الأنهار لنقل جذوع الأشجار وكل ما يطفو على المياه والطاقة الهوائية لتسيير السفن الشراعية، ولقد خبر الإنسان على مر العصور كيفية استخدام طاقات بيئته بطريقة غير مباشرة، إذ صمم ونفذ محاولات اصطناعية للطاقة، أقدمها الدوالب المائي والطاحونة الهوائية، وحول هكذا الطاقة الميكانيكية غير النافعة إلى طاقة مفيدة (كتشغيل المضخة)، وفي الماضي القريب أدى اختراع القطار البخاري إلى تحويل الطاقة الكيميائية في المحروقات إلى طاقة ميكانيكية.

في الحاضر: كان القطار البخاري فاتحة اختراعات آلية عصرية كثيرة الانتشار، هي المحركات الحرارية. وكل وسائل النقل البحرية والجوية والبرية تعمل بمحركات حرارية تعطي الحركة الميكانيكية باستخدام أحد المحروقات المستخرجة من باطن الأرض وأهمها في الحاضر هو النفط، وبعض المحركات تستخدم لإنتاج واحد من أهم أشكال الطاقة في عصرنا وهي الكهرباء التي تنتج في المحطات الكهروحرارية باستخدام المحروقات مثل النفط والفحم والغاز الطبيعي.

للطاقة الكهربائية مرونة في الاستعمال، فالمصباح يضيء وفرن يسخن ومروحية تدور لتعطي ثلاثة من أشكال الطاقة (النور، الحرارة والحركة)، انطلاقاً من مصدر واحد سهل النقل والتوزيع هو الكهرباء، بالطبع ليست هي جاهزة للاستعمال "مباشرة"، بل تستلزم أساليب تحويل ملائمة لإستخراج شتى أنواع الطاقة: مولدات، منوبات تستخرج الكهرباء من الطاقة الحركية في المحركات الحرارية وشلالات المحطات الكهرومائية. ومازال إستعمال الكهرباء في الحياة اليومية بحاجة إلى محاولات مكيفة مثل المقاومة الكهربائية في فرن الطباخ أو محرك المروحة.

¹حاتم الرفاعي، مرجع سبق ذكره، ص ص 16،17.

في المستقبل إن المحركات الحرارية، كمحطات الطاقة الكهربائية وتجهيزات التدفئة تستهلك كميات هائلة من المحروقات المستخرجة من باطن الأرض (نفط، غاز طبيعي، فحم) وهي مصادر متوفرة بكميات محدودة وغير متجددة (خاصة النفط).

الفرع الثاني: أهم الهيئات والمنظمات الفاعلة في مجالات الطاقة.

أولاً: أهم الهيئات والمنظمات الدولية الفاعلة في مجال الطاقة.

1. الوكالة الدولية للطاقة (International Energy Agency IEA):¹

أ. تعريف الوكالة الدولية للطاقة (IEA): تعتبر الوكالة الدولية للطاقة هيئة مستقلة بذاتها، تأسست في 1994، وتطبيق برامج شاملة للتعاون في مجال الطاقة بين الدول المتقدمة البالغ عددها 28 دولة، حيث يفترض على كل هاته الدول الاحتفاظ بمخزون من النفط يعادل 90 يوماً من صافي صادراتها.

ب. مهام الوكالة الدولية للطاقة: تنقسم مهامها إلى قسمين:

- تعزيز أمن الطاقة في دولها الأعضاء من خلال الاستجابة الجماعية للاختلالات العضوية في تزويد النفط؛
- تقديم المشورة للدول الأعضاء حول سياسات الطاقة الحكيمة.
- ج. أهداف الوكالة: تهدف الوكالة من خلال برامجها إلى ما يلي:
 - تأمين حصول الدول الأعضاء على إمداد كافي من الطاقة وخاصة من خلال تعزيز قدرات الاستجابة في حالات الطوارئ في حال حدوث خلل في إمدادات النفط؛
 - تعزيز سياسات الطاقة المستدامة التي تدفع النمو الاقتصادي وحماية البيئة في إطار عالمي، خاصة فيما يتعلق بتقليل انبعاثات الغازات الدفينة التي تساهم في التغيرات المناخية؛
 - تحسين الشفافية في الأسواق العالمية من خلال جمع بيانات الطاقة وتحليلها؛
 - إيجاد حلول للتعاون في مجال تقنيات الطاقة لضمان الإمدادات المستقبلية من الطاقة والتخفيف من أثرها السلبي على البيئة بما في ذلك تحسين كفاءة الطاقة وتطوير ونشر تقنيات منخفضة الكربون؛

¹International Energy Agency, Tracking Clean Energy Progress: Energy Technology Perspectives 2012 excerpt as IEA input to the Clean Energy Ministerial, Paris, France, 2012, P 4.

- إيجاد حلول لتحديات الطاقة عالميا وذلك من خلال إقامة حوار مع الدول غير الأعضاء وأصحاب المصلحة والمنظمات الدولية والأطراف المعنية الأخرى.

2. المجلس العالمي للطاقة (WEC):¹

أسس المجلس العالمي للطاقة في عام 1923م حيث قام بدعم ومساعدة المفكرين والقادة لفهم مشهد الطاقة خلال قرن من الزمن، في الاجتماع الأول لمجلس الطاقة العالمي جمع ممثلين أكثر من 40 دولة للمساعدة في إعادة بناء شبكة توزيع الكهرباء بعد الدمار الذي إعتراها إبان الحرب العالمية الأولى.

وقد تطور هذا الحدث العالمي المنتظم ليصبح المؤتمر العالمي للطاقة أي الاسم المتداول حالياً، وقد جمع كثير من الشخصيات البارزة في الفكر العالمي لتبادل المعرفة وتناول قضايا الطاقة الهامة في عصرنا. احتل المجلس العالمي للطاقة الصدارة في مناقشة حوارات جدل الطاقة خلال ما يقارب قرن من الزمن، حيث قام بتوجيه الأفكار وقيادة الأعمال ومراقبة مستوى الأداء حول العالم من أجل توفير الطاقة الميسرة للجميع، وهذا المجلس معتمد لدى الأمم المتحدة كشبكة عالمية رائدة ونزيهة متخصصة في الطاقة وتضم أكثر من 3000 منظمة عامة وخاصة في أكثر من 100 دولة.

ويقدم المجلس العالمي للطاقة إستراتيجيات الطاقة على الصعيد العالمي والإقليمي والمحلي من خلال رعايته لأحداث رفيعة المستوى، ونشر الدراسات الموثوقة، والعمل من خلال شبكة أعضائه المنتشرين حول العالم لدعم الحوار وإعداد سياسات الطاقة، والمجلس العالمي للطاقة كيان مستقل وواسع النطاق حيث يضم جميع الأمم ويناقش جميع موارد الطاقة من الوقود الأحفوري إلى الطاقة المتجددة.

ومن أهداف المجلس العالمي للطاقة نذكر:

- تعزيز الإمدادات المستدامة واستخدام الطاقة والحصول على الفائدة القصوى للجميع؛
- عرض وتبادل الأفكار والإجابة على الأسئلة والاستفسارات العاجلة المطروحة في مجال الطاقة؛
- إيجاد حلول لمشاكل الطاقة وكيفية مواجهة التحديات المستقبلية؛
- وضع استراتيجيات للطاقة العالمية والإقليمية والوطنية من خلال استضافة مناسبات رفيعة المستوى.

¹ المجلس العالمي للطاقة، منشورات المجلس العالمي للطاقة، 2013، ص 02 . من الموقع (2013/08/13)

<https://www.worldenergy.org/about-wec/brochure/ar/>

3. المنتدى الدولي للطاقة (International Energy Forum):

أ. تعريف المنتدى الدولي للطاقة IEF:

يعتبر من أكبر التجمعات في العالم لوزراء الطاقة، وبالإضافة إلى المنتدى ودول الأوبك تشترك دول العبور والدول الرئيسية المؤثرة في الطاقة في المنتدى ومن بينها البرازيل والصين والهند والمكسيك وروسيا وجنوب إفريقيا.

إن حجم وتنوع هذه المشاركة هو بمثابة محطة لمنتدى الطاقة الدولي ليلعب دور الوسيط المحايد في النقاشات حول مواضيع الطاقة، ومن خلال المنتدى وفعالياته، يشارك وزراء المنتدى والمسؤولون والمديرين التنفيذيين في صناعة القرارات حول الطاقة وفي الحوارات حول الأهمية المتزايدة لأمن الطاقة العالمي. ويعزز المنتدى حوار الطاقة العالمي من قبل الأمانة العامة الدائمة ومقرها في الحي الدبلوماسي في الرياض عاصمة المملكة العربية السعودية.¹

ب. مهام وأهداف المنتدى الدولي للطاقة (IEF): من بين أهداف المنتدى الدولي للطاقة ما يلي²:

- تعزيز التفاهم المتبادل وإيلاء أهمية أكبر للمصالح المشتركة للطاقة بين الأعضاء؛
- تعزيز فهم أفضل لفوائد استقرار أسواق الطاقة وإبداء الشفافية بالنسبة لصحة الاقتصاد العالمي، بالإضافة إلى تحقيق أمن إمدادات الطاقة والتوسع في التجارة العالمية والاستثمار في موارد الطاقة والتكنولوجيا؛
- تحديد وتوزيع المبادئ التوجيهية التي تهدف إلى تعزيز شفافية السوق، استقرار واستدامة الطاقة؛
- الحد من الخلافات بين الدول المنتجة والمستهلكة والدول الأعضاء بشأن الطاقة، والعبور بشأن قضايا الطاقة العالمية وتعزيز الفهم الكامل من خلال الاعتماد المتبادل والوصول إلى المنافع التي يمكن الحصول عليها من التعاون فيما بينهم من خلال الحوار؛
- تعزيز الدراسات والأبحاث وتبادل وجهات النظر حول العلاقات البيئية بين تكنولوجيا الطاقة، والنمو، والقضايا البيئية والاقتصادية والتنمية المستدامة؛
- بناء الثقة من خلال تحسين تبادل المعلومات بين الدول، وتسهيل جمع وتصنيف ونشر المعلومات والبيانات والتحليلات التي تسهم في زيادة شفافية السوق والاستقرار والاستدامة.

¹ Bassam Fattouh and Coby van der Linde, The International Energy Forum Twenty years of producer-consumer dialogue in a changing world, IEF, Riyadh, Saudi Arabia, 2011. P03.
International Energy Forum Charter, IEF, Riyadh, 22 February 2011, p 05²

ثانياً: أهم الهيئات والمنظمات القطرية الفاعلة في مجالات الطاقة.

1. منظمة الدول المصدرة للبترول (أوبك OPEC أو OPEP):

أ. تعريف منظمة الأوبك OPEC أو OPEP:

تأسست منظمة الأوبك يوم 14 سبتمبر 1960 بمبادرة من الدول الخمسة الأساسية المنتجة للنفط (السعودية، إيران، العراق، الكويت، فنزويلا) في إجتماع عقد في العاصمة العراقية بغداد، وبذلك أصبحت أوبك أهم منظمة أنشأت من طرف الدول النامية لرعاية مصالحها، ولكن السبب الأساسي لهذه المبادرة هو التكتل في مواجهة شركات النفط الكبرى، انضمت قطر لهذه المنظمة عام 1961، ثم اندونيسيا وليبيا عام 1963، والإمارات والجزائر في 1967م، ونيجيريا 1971، والإكوادور والغابون 1973، إلا أن الدولتين الأخيرتين انسحبتا على التوالي عام 1992 و 1996، ولذلك فإن المنظمة تضم حالياً إحدى عشرة دولة ومقرها في العاصمة النمساوية فيينا.¹

ب. أهداف منظمة الدول المصدرة للبترول OPEC: تحددت أهداف منظمة الدول المصدرة للبترول

فيما يلي:²

- تحسين الشروط التعاقدية وضرورة التشاور حول موضوع تغيير الأسعار؛
- معالجة أوضاع صناعة البترول من وجهة نظر جماعية موحدة؛
- زيادة قدرة مصافي البترول في البلاد المنتجة؛
- تأسيس شركات بترول وطنية؛
- التفاهم فيما يتعلق بعمليات صيانة وإنتاج وتنقيب الموارد البترولية؛
- التنسيق بين الدول الأعضاء في السياسات البترولية التي حقق مصالحها الفردية والجماعية؛
- إيجاد السبل التي تضمن استقرار الأسعار في أسواق البترول العالمية للتغلب على التقلبات الضارة؛
- احترام مصالح الدول المنتجة، وضمان حصولها على دخل مضطرد، ومراعاة إمداد الدول المستهلكة بانتظام واعتدال، وضمان عائد منصف للمستثمرين في مجال البترول؛

¹ جهاد عودة، مقدمة في العلاقات الدولية المتقدمة، دار المكتب العربي للمعارف، مصر، 2014، ص 212.

² نفسه، ص ص 223، 224.

- المساواة في السيادة بين الدول الأعضاء، على أن تستوفي هذه الدول الإلتزامات المترتبة عليها وفق النظام الأساسي؛
 - فرضت المنظمة على الأعضاء عدم المساهمة في أي عمل يكون من شأنه إحباط أي قرار لها.
- حددت المنظمة لرئاسة أركانها مقرا يعين عن طريق المؤتمر، وهو السلطة العليا في المنظمة، وحددت الانجليزية لغة رسمية للمنظمة، واتخذت من جنيف بسويسرا مقرا لها في الخمس سنوات الأولى من إنشائها ولكنها انتقلت إلى مقرها الحالي في فينا بالنمسا منذ الأول من سبتمبر 1965 م.

2. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول :OAPEC:

أ. تعريف منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول:

أنشأت منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول، كمنظمة عربية إقليمية ذات طابع دولي، بموجب اتفاقية تم التوقيع على ميثاقها في مدينة بيروت في 9 يناير 1967، بين كل من المملكة العربية السعودية ودولة الكويت وليبيا، وتم الاتفاق على أن تكون دولة الكويت مقر للمنظمة.

كان ظهور أوبك في ذلك الوقت إنجازا عربيا مهما، إذ سادت ظروف تاريخية صعبة أعقبت الحرب العربية الإسرائيلية عام 1967، علاوة على الروابط التقليدية والتاريخية التي تجمع بين الدول العربية (اللغة والتاريخ والدين والمصير المشترك)، وبرزت الصناعة البترولية كعامل اقتصادي رئيسي مشترك بين معظم الدول العربية، ومن ثمة برزت حاجة الدول العربية المصدرة للبتترول إلى آلية ترسي أسس التعاون فيما بينها وتدعمها في المجالات الاقتصادية، وتختص دون غيرها بشؤون النفط لأهمية وزنه في الدخل الوطني لكل دولة، ولتأثيره على مختلف قراراتها محليا وقوميا ودوليا، لذلك بادرت الدول الثلاث أنفة الذكر إلى إنشاء المنظمة.¹

أما فيما يخص الدول الأعضاء فهم: دولة الإمارات العربية المتحدة، مملكة البحرين، الجمهورية الجزائرية، المملكة العربية السعودية، الجمهورية السورية، جمهورية العراق، دولة قطر، دولة الكويت، دولة ليبيا، جمهورية مصر والجمهورية التونسية.

¹ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول (أوبك)، نبذة تاريخية من الموقع:

<http://www.oapec.org/ar/Home/About-Us/History> تاريخ الاطلاع: 2013/06/08.

ب. أهداف منظمة أوابك: تهدف منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول إلى¹:

هدف المنظمة الرئيسي هو تعاون الأعضاء في مختلف أوجه النشاط الاقتصادي في صناعة البترول وتحقيق أوثق العلاقات فيما بينهم في هذا المجال وتقرير الوسائل والسبل للمحافظة على مصالح أعضائها المشروعة في هذه الصناعة منفردين ومجتمعين، وتوحيد الجهود لتأمين وصول البترول إلى أسواق استهلاكية بشروط عادلة ومعقولة وتوفير الظروف الملائمة لرأس المال وخبرة المستثمرين في صناعة البترول في الأقطار الأعضاء.

وتحقيقاً لذلك تتوخى (المنظمة) على وجه الخصوص:

- اتخاذ الإجراءات الكفيلة بتنسيق السياسات الاقتصادية البترولية لأعضائها؛
- اتخاذ الإجراءات الكفيلة بالتوفيق بين الأنظمة القانونية المعمول بها في الأقطار الأعضاء إلى الحد الذي يمكن (المنظمة) من ممارسة نشاطها؛
- مساعدة الأعضاء على تبادل المعلومات والخبرات وإتاحة فرص التدريب والعمل لمواطني الأعضاء في أقطار الأعضاء التي تتوفر فيها إمكانيات ذلك؛
- تعاون الأعضاء في حل ما يعترضهم من مشكلات في صناعة البترول؛
- الاستفادة من موارد الأعضاء وإمكانياتهم المشتركة في إنشاء مشروعات مشتركة في مختلف أوجه النشاط في صناعة البترول يقوم بها جميع الأعضاء أو من يرغب منهم بذلك.

المبحث الثاني: الطاقات التقليدية المصادر والأنواع.

تعد الطاقة التقليدية من أهم الموارد الأولية الإستراتيجية التي تحتاجها مختلف الاقتصاديات العالمية، كونها من أهم مصادر الطاقة، والتي تعتبر عامل أساسي في النشاطات التبادلية التجارية الخارجية وذلك لتحقيق الرفاهية والتقدم للمجتمعات، وتتميز الطاقات التقليدية عن غيرها من الموارد الطاقوية بميزات وخصائص معينة أكسبتها وأعطتها أهمية كبيرة من حيث منفعتها. وتضم الطاقات التقليدية ثلاثة مصادر رئيسية وهي الفحم والغاز الطبيعي والبتترول.

¹منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول (أوابك)، أهداف المنظمة، من الموقع:

<http://www.oapec.org/ar/Home/About-Us/Objective-of-the-Organization> تاريخ الاطلاع: 2013/06/08

المطلب الأول: البترول : طرق استكشافه، مشتقاته والعوامل المؤثرة في أسعاره.

تلعب الطاقة البترولية دورا رائدا في الوفاء باحتياجات العالم من الطاقة بنسبة عالية من إجمالي الاستهلاك، ونظرا لهذا الدور بالغ الأهمية فإن تسعيره يخضع لميكانيزمات وعوامل متعددة.

الفرع الأول: تعريف البترول وأهميته.

أولا: تعريف البترول.

يعرف البترول ب:

" يعتبر البترول مادة بسيطة ومركبة في ذات الوقت فهو بسيط من حيث أنه يتكون كيميائيا من عنصرين هما الهيدروجين والكربون، وهو مركب من حيث اختلاف خصائص مشتقاته باختلاف التركيب الجزيئي لكل منها، فكل مادة تتكون من جزيئات هي وحدات تركيبها الأساسية، وتحدد خصائص المادة بعدد ونوع الذرات التي تحدد وتكون جزئياتها وبعدد ونوع الروابط التي تساهم في هذا الإتحاد فينتج عنها كل مرة منتج نفطي ذو خصائص تختلف عن المنتجات الأخرى ".¹

" يحتل البترول مكان الصدارة في اقتصاديات الطاقة نظرا للدور الحيوي الذي يلعبه في نموذج التنمية في العالم المعاصر، وهو مادة بسيطة يعد الكربون والهيدروجين من أهم مكوناته، ومن الناحية الفيزيائية فهو سائل دهني له رائحة خاصة تختلف ألوانه بين الأسود والبني والأصفر، وتختلف لزوجته تبعا لكثافته التي تزداد كلما زادت نسبة الكربون ".²

" بأنه عبارة عن خليط معقد يتألف من ما يصل إلى 200 أو أكثر من المركبات العضوية والمواد الهيدروكربونية الخام في الغالب والتي تحتوي على تركيبات مختلفة ".³

" البترول عبارة عن سائل كثيف قابل للاشتعال بني غامق أو بني مخضر، يوجد في الطبقة العليا من القشرة الأرضية، وأحيانا يسمى نافثا من اللغة الفارسية (نافث أو نافثا التي تعني قابلية السريان)، وهو يتكون من خليط معقد من الهيدروكربونات، وخاصة من سلسلة الكان ولكنه يختلف في مظهره وتركيبه

¹حسين عبد الله، مرجع سبق ذكره، ص 1.

²محمد عزت محمد وآخرون، اقتصاديات الموارد والبيئة، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 2007، ص 157.

³Havard devold, Oil and Gaz Production Hand Book an Introduction to Oiland Gaz Production Transport Refining and Petrochemical Industry, Edition 3.0.Oslo, U.S.A, August 2013, P21.

ونقاوته بشدة من مكان لآخر. وهو مصدر من مصادر الطاقة الأولية الهام للغاية (حسب إحصائيات الطاقة في العالم)، البترول هو المادة الخام لعديد من المنتجات الكيميائية واللدائن¹.

من خلال هذه التعاريف نستخلص بأن البترول هو سائل طبيعي أسود أو بني اللون ذو رائحة مميزة يتكون من عنصرين هما الهيدروجين والكربون وتختلط بهما عناصر أخرى مثل الكبريت والأملاح والماء وشوائب أخرى...، ولكنه يختلف في مظهره وتركيبه ونقاوته بحسب مكان استخراجها.

ثانياً: تشكل البترول وأنواعه.

أشهر النظريات العلمية لتفسير تكون البترول تقول أنه نتيجة تراكم العديد من الصخور المشبعة بالمركبات العضوية تحت سطح الأرض في درجات حرارة مرتفعة وضغط شديد ولفترات زمنية طويلة تحللت تلك المركبات إلى البترول المتعارف عليه والذي يندفع بصورة سائلة من الآبار عند حفرها، ونتيجة مرور فترات زمنية طويلة على تلك الآبار ومع برودتها النسبية مع الوقت تحدث عملية الترسيب، فالمكونات العالية الكثافة تتجه إلى أسفل مخلفة ما يعرف بالبترول الثقيل في أسفل البئر بينما يطفو البترول الخفيف والذي يكون أكثر نقاء على السطح، وفي الحالات التي تكون فيها تلك المركبات قد دفنت على أعماق كبيرة فإن الضغط والحرارة الشديدة جدا تحولها إلى غاز طبيعي، وفي الحالات التي قد تكون دفنت فيها على أعماق صغيرة فإن عملية التحلل لا تكتمل وتتحول تلك المركبات إلى ما يعرف بشال البترول (Shale Oil)، وهو في الحقيقة عبارة عن صخور رسوبية مختلطة بالكيروجين وهو خليط من مواد عضوية وبالتالي فهو ليس في صورة البترول الممكن استخدامه مباشرة ومادة الكيروجين هي إحدى المواد الأولية للبترول، ويشكل الكيروجين ما بين 5% و 25% من شال البترول ويمكن حرق شال البترول مباشرة لتوليد طاقة حرارية، لتوليد الكهرباء من محطات الطاقة ولكنه يعتبر وقوداً غير عالي الكفاءة إذا ما قورن بالبترول العادي، كذلك يوجد ما يعرف بالبترول الرملي وهو خليط من الرمل والطيني والماء والبترول الثقيل، ونتيجة غلظ قوام البترول الرملي بدرجة كبيرة فإنه يتم استخراجها بطرق متعارف عليها أو عن طريق ضخه كسائل بعد تقليل لزوجته باستخدام بخار الماء أو بعض المذيبات، وهذه العملية تحتاج إلى طاقة عالية. أخيراً يوجد البترول العميق، وهو كما يدل اسمه بترول يوجد على أعماق كبيرة ويحتاج أيضاً إلى طاقة كبيرة لاستخراجها.²

¹هاني عبد القادر عمارة، مرجع سبق ذكره، ص 29.

²حاتم الرفاعي، مرجع سبق ذكره، ص ص 41، 42.

ومن حيث الكمية فإن أغلب البترول كان قد اكتشف في الستينات، ففي تلك الحقبة من الزمن بلغ مقدار هذه الاكتشافات نحو 40 مليار برميل في السنة، وأمست الاكتشافات البترولية تتراجع منذ هذا التاريخ، وحتى جهود التنقيب المكثفة التي أجريت في الثمانينات والناجمة عن الارتفاعات الكبيرة في أسعار البترول لم تؤدي إلى تراجع هذه المسار فمئذ أكثر من 20 عاما تفوق كمية الإنتاج السنوي كمية الاكتشافات الجديدة.¹

وبهذا شكل اكتشاف البترول نقطة تحول هامة في تاريخ البشرية ليتغير وقود العالم من الفحم إلى النفط.²

ثالثا: أهمية البترول.

للبنترول أهمية بالغة ويمكن تبينها من خلال مايلي³:

تعاظم الاهتمام بالبترول بعد أن اتضحت أهميته، وتزايد استهلاكه، فلم يعد استخدامه قاصرا بصفة أولية على توليد الطاقة فقط وإنما امتد إلى مجالات أرحب، بعد أن دخل كمادة أولية في الكثير من الصناعات، واشتق منه العديد من المنتجات، التي بلغت زهاء 2600 منتج، بل بعض الدراسات تشير إلى أنه يمكن الحصول على منتجات من البترول تصل إلى نحو 80 ألف منتج.

فالبترول يلعب دورا مهما، لأنه يوفر المادة الأولية الأساسية للصناعات البتروكيمياوية، وإقامة المشاريع الإنتاجية والخدمات المكتملة عن طريق توفير رؤوس الأموال اللازمة لإقامتها، وهذا الدور سيتعاظم في ظل التوقعات بزيادة الطلب العالمي على النفط، وهذا يفسر التسابق على امتلاك موارد البترول، ومحاولة السيطرة عليها التي أصبحت طابع العصر، فأصبح أكثر من غيره من المواد الأولية محلا للمنافسة على الاستئثار به من قبل الدول الكبرى، مما أدى إلى احتدام الصراع على مناطق وجود البترول في العالم، الذي استخدمت فيه كافة الأساليب النزيهة وغير النزيهة من الضغط السياسي والاقتصادي، والتغلغل باسم التجارة.

¹ كولن كامبل، نهاية عصر البترول، ترجمة عدنان عباس علي، سلسلة كتب ثقافية شهرية، الكويت، 2004، ص 39.

² صديق محمد غيفي، تسويق البترول، دار الشروق للطباعة والنشر، الطبعة التاسعة، الإسكندرية، 2002، ص 248.

³ خلود خالد الصادق بيوض، عقد الامتياز النفطي وتطبيقاته، المكتب الجامعي الحديث، مصر، 2012، ص ص 9-13.

وإذا كان هذا دور البترول في الحياة السلمية للأمم، فإن أهميته في الحرب اخطر وأعظم، فقد انتهى تقرير معهد الدراسات الإستراتيجية في لندن إلى القول بأن عام 1973 م الذي سادته النزاع في الشرق الأوسط واستخدم سلاح البترول، قد شهد نشوء قوة سادسة في العالم، هي مجموعة الدول المصدرة للبترول، التي أضيفت إلى القوة العسكرية لكل من الولايات المتحدة الأمريكية، والإتحاد السوفياتي، الصين، اليابان، دول السوق الأوروبية المشتركة، أما هذه القوة السادسة فقد قلبت بعض الموازين والمفاهيم وأضفت على منطقة الشرق الأوسط عامة، والمنطقة العربية خاصة ثوبا جديدا لا عهد للعالم به.

وبذلك تتضح أهمية البترول خاصة مع ما شهده العالم من تزايد مطرد في استخدامه، وعدم ظهور بدائل للبترول كمصدر اقتصادي للطاقة، حيث تشير الدراسات إلى أنه من غير المتوقع أن تظهر بدائل للبترول، كذلك أن الطاقة النووية مصدر غير متاح من الوجهة الاقتصادية، فضلا عن مخاطرها الهادمة، كما أن استخدام الطاقة الشمسية يبدو غير متاح أيضا، فالأرقام المؤكدة تشير إلى حقائق مذهلة، حيث أن كيلواط واحد من الطاقة الشمسية يكلف نصف مليون دولار، بينما كيلواط واحد من طاقة البترول يكلف 2 سنت فقط، والحال لا يختلف بالنسبة لمصادر الطاقة الأخرى، وبالرغم من أن الفحم قد يمثل مخرجا لمشكلة الطاقة لوفرة احتياطه، إلا أنه مصدر ملوث، يصاحب استخدامه الكثير من المشاكل، وللتخلص منها فإن ذلك يجعله أكثر تكلفة من البترول، فضلا عن أنه يحتاج إلى نفقات باهظة في نقله، ولهذا يظل البترول بين مصادر الطاقة المختلفة هو الأول دون منافس.

ويشكل البترول أهمية قصوى للدول المصدرة له، حيث يمثل عمودها الفقري، وتعتمد عليه اعتمادا كاملا باعتباره أساس حياتها الاقتصادية برمتها، ومنها الدول العربية، فبدون البترول لم يمن يتسنى للدول العربية المصدرة أن تباشر أي نشاط اقتصادي. ويمثل البترول العربي مكانا متميزا بين بترول العالم، ويرجع ذلك إلى ضخامة الاحتياطات البترولية التي تزخر بها مكامن البترول في الدول العربية والتي من المتوقع تعاضمها في المستقبل بحكم الاحتياطات الضخمة الموجودة في عدد من البلاد العربية التي لم يكشف عنها نهائيا حتى الآن، والتي كشفت عن المطامع الغربية فيها، ولم تستنفذ حيلة في الحصول على امتيازات في المنطقة العربية، وتشير توقعات بعض الهيئات في الدول الغربية إلى اتجاه الطلب نحو الارتفاع إلى عام 2020م حيث سيشهد العالم عجزا في احتياجاته من البترول وتتوقع تلك الهيئات أن

مجموع دول الأوبك ستقوم بتوفيره، والتي تشكل مجموعة الدول العربية الأغلبية فيها، وإذا تم الأخذ في الاعتبار أن صناعة البترول لها الصدارة عن ما عداها من الصناعات في الدول المصدرة للنفط.

ويمكن تلخيص أهمية البترول في النقاط التالية:¹

- يعتبر المصدر الرئيسي في استخدامات الطاقة للعديد من القطاعات، مثل قطاع النقل والمواصلات، ويعتبر كمادة أولية لإنتاج الزيوت المعدنية والشموع وغيرها؛
- أهميته في معظم الصناعات الحديثة؛
- أهميته في الصناعات البتروكيمياوية؛
- يدخل كمادة خام في صناعة البلاستيك والصبغ؛
- يعتبر أنظف مصادر الطاقة مقارنة بالفحم الحجري والوقود النووي؛
- سهولة نقله وتخزينه (يكون نقل الوقود السائل اقتصاديا أكثر سهولة من الصلب مثل الفحم ومن الغازات مثل الميثان، كما يمكن نقلها بواسطة السفن بصورة أسهل بكثير من الغازات)؛
- كثافة الطاقة (إذ يعطي الغازولين كمية طاقة تقدر بحوالي 40 كيلو وات/ساعة لكل غالون)؛
- يمكن تصنيفه ليعطي عدة أنواع من الوقود، بما في ذلك غازولين والكيروزان والمازوت، وهي أشكال تستخدم في عدة تطبيقات.

الفرع الثاني: احتياطي البترول.

أولا: أنواع احتياطي البترول

يمكن تقسيم الاحتياطي البترولي إلى ثلاثة أنواع هي:²

1. الإحتياطي المؤكد أو الثابت:

ونعني بذلك كميات البترول الثابت وجودها فعلا في باطن الأرض حيث تؤكد لنا الدراسات والبيانات الجيولوجية والهندسية إمكانية استخراج هذه الكميات في المستقبل وذلك على أساس التكنولوجيا السائدة وكذلك على أساس مستويات الطلب والتكاليف والأسعار السائدة في ذلك الوقت.

¹ريتشارد هاييونغ، سراب النفط "النفط والحروب ومصير المجتمعات الصناعية"، ترجمة أنطوان عبد الله، دار العربية للعلوم، لبنان، 2005، ص ص: 11، 12.

² رمضان محمد مقلد وآخرون، اقتصاديات الموارد البيئية، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 2004، ص 204.

2. الإحتياطي المحتمل أو المتوقع:

وهو يمثل الكميات الإضافية التي يمكن استخراجها بعد استخراج كميات الإحتياطي المؤكد من البترول. وهذه الإحتياطات تشمل البترول الممكن الحصول عليه عن طريق تطوير الحقول البترولية بحيث تنتج بطاقتها الكاملة إلى جانب اكتشاف وسائل تقنية حديثة في هذا المجال.

3. الإحتياطي الممكن:

يعرف بكميات البترول التي لم يتم اكتشافها بعد والتي يتصور الجيولوجيون وجودها في أماكن لم يتم مسحها جيولوجيا ولا البحث فيها عن البترول، وتكون هذه الإحتياطات غير محددة.

ثانيا: العوامل التي تغير الإحتياطي البترولي:

تخضع تقديرات الإحتياطي المؤكد من البترول إلى التغير بسبب عوامل عديدة هي:¹

1. معدل الإنتاج السنوي:

حيث ينخفض الإحتياطي المؤكد من البترول بمقدار ما يتم استخراجه منه، ومن الملاحظ أنه توجد علاقة عكسية بين معدل الإنتاج السنوي من البترول والإحتياطي منه، فكلما زاد معدل الإنتاج السنوي كلما قل الإحتياطي البترولي. وذلك بإفتراض ثبات العوامل الأخرى المؤثرة في حجم الإحتياطي البترولي.

2. الإكتشافات الجديدة:

يزداد الإحتياطي المؤكد من البترول بمقدار ما يتم إكتشافه منه، أي أنه هناك علاقة طردية بين الإكتشافات البترولية الجديدة والإحتياطي المؤكد منه.

3. تنمية أو إجراء التوسعات في الحقول السابق إكتشافها:

تؤدي عملية تنمية الحقول المكتشفة سابقا وإجراء التوسعات فيها أو استخدام تكنولوجيا حديثة في ذلك المجال إلى زيادة الإحتياطات المؤكدة من البترول.

4. إعادة تقدير الإحتياطي البترولي:

¹ رمضان محمد مقلد وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص ص 204، 205.

حيث أن عملية إعادة تقدير احتياطي البترول المؤكد الموجود في الآبار المحفورة في الحقل تؤدي إلى زيادة الاحتياطي البترولي، وخاصة عند توافر معلومات جيولوجية جديدة أفضل عن الحقل البترولي من حيث سمك الطبقة الحاملة للبترول ودرجة المسامية لهذه الطبقة، ومن الجدير بالذكر أن حوالي 80% مما أضيف إلى الاحتياطات الثابتة في الولايات المتحدة الأمريكية كان سببه إعادة التقدير بالنسبة لحجم الاحتياطي وإلى التوسعات في الحقول القديمة بدرجة أكبر منها إضافات ناتجة عن اكتشافات جديدة.

5. كذلك من بين الأسباب التي تؤدي إلى تغير الاحتياطي، اختلاف المفاهيم بين الشركات المنتجة وبين المهندسين، وكذلك الاعتبارات السياسية والتي كثيرا ما تدخل في تحديد الاحتياطات.

رابعا: النموذج الأساسي في الموارد الطاقوية التقليدية " نموذج هارولد هوتلنج ".

يعرف فيشر 1981م الاحتياطات بأنها الكميات المعروفة من المورد الممكن الربح من وراء استخراجها وبيعها بالأسعار السائدة في السوق، كما يوضح بروبست 1966 أن هناك احتياطات غير اقتصادية يمكن أن تصبح اقتصادية عن طريق تغير الظروف الاقتصادية أو تغير التقنيات المستخدمة في الاستخراج، ويفرق بروبست بين النضوب الجيولوجي والنضوب الاقتصادي، حيث ينصرف الأول إلى استخراج كامل الاحتياطي الموجود، بينما يعني النضوب الاقتصادي عدم ربحية الاستمرار في الاستخراج، ويخضع المخزون المتبقي لتأثير جملة من العوامل أهمها معدل الاستخراج والاكتشافات الجديدة التي تعتبر متغير خارجي لا علاقة له بمعدل الاستخراج الحالي، وانطلاقا من عرض مفهوم الاحتياطات يبرز تساؤل جوهري حول نمط الاستخراج الذي يعظم المكاسب عبر الأجيال، أي الكفاءة في توزيع المورد الناضب عبر الزمن بما يستجيب للمتغيرات البيئية والاجتماعية لتحقيق رفاهية الأجيال الحالية والمستقبلية.¹

الفرع الثالث: المنتجات البترولية والعوامل المؤثرة على أسعار البترول.

أولا: مراحل استخراج النفط واستغلاله.

يمكن أن نوجز أهم العمليات والنشاطات التي يشتمل عليها صناعة البترول كما يلي:²

1. عملية الاستطلاع والاستكشاف:

¹ آل شيخ حمد بن محمد، مرجع سبق ذكره، ص 95.

² خالد أمين عبد الله، محاسبة النفط، دار وائل للنشر، عمان، الأردن، 2001، ص ص 16-24. بتصرف

تشمل هذه المرحلة عمليات المسح الجيولوجي والجيوفيزيائي للمناطق المختلفة وتحليل الطبقات الصخرية وذلك من أجل تحديد المناطق التي ستجري فيها عمليات البحث.

2. عملية التنقيب والحفر:

وتشتمل كل العمليات الخاصة بتنظيف المكان وتسوية الأرض وشق الطرق ونقل الأجهزة ومعدات الحفر وبعد ذلك تبدأ عملية الحفر.

3. عملية الإنتاج والنقل:

وفي هاته المرحلة يتم إنتاج النفط بشكله الخام وتشمل هاته العملية جميع المصاريف التي تنفق على الزيت الخام من وقت استخراجها من الآبار وحتى شحنه ونقله إلى معامل التكرير.

4. عملية التكرير:

حيث أنه ليس من الممكن استخدام الزيت الخام بالصورة التي يوجد بها في باطن الأرض بل لا بد من تكريره للحصول على المشتقات البترولية التي تستعمل في حياتنا المعاصرة اليومية.

ويقصد بتكرير البترول تقطير الزيت الخام للحصول على المنتجات البترولية الصالحة للاستخدامات النافعة، وتبدأ عمليات تكرير أو تصفية البترول وتصنيعه عادة بعمليات التجزئة الطبيعية، والتي لا يتغير خلالها تكوين الجزيئات الهيدروجينية، كما لا تتكون من خلالها مركبات جديدة، والعمليات التي يتحول بها الزيت الخام إلى جزيئات صالحة للاستعمال هي: التقطير الفراغي، التكسير والإصلاح.¹

ثانيا: مشتقات ومنتجات البترول.

يشق من البترول الخام العديد من المنتجات البترولية والتي تتنوع من المنتجات الخفيفة مثل الغازات البترولية المسالة (LPG) جازولين/بنزين السيارات إلى الزيوت الثقيلة مثل زيت الوقود، والجدول التالي يمثل أهم مشتقات ومنتجات البترول من زيوت أساسية وزيوت ثانوية.

جدول رقم (1): المشتقات البترولية (الزيوت الأساسية والزيوت الثانوية).

الزيت الخام	منتجات الزيت
الغازات السائلة الطبيعية	

¹خلود خالد الصادق البيوض، مرجع سبق ذكره، ص 140.

الأساسية	
الهيدروكربونات الأخرى	
الإضافات/ مكونات التوليف	
زيوت تغذية معمل التكرير	
غاز التكرير	سولار مركبات النقل
الإيثان	التسخين والزيوت الغازية الأخرى
الغازات البترولية المسالة	وقود المستودعات: محتوى كبريتي منخفض
النفط (النفثا)	وقود المستودعات: محتوى كبريتي عالي
جازولين/بنزين الطائرات	المواد المتطايرة البيضاء
وقود المحركات النفاثة من نوع الجازولين/البنزين	زيوت التشحيم
البنزين الخالي من الرصاص	البيتومين (القار)
البنزين العادي	شمع البرافين
وقود المحركات النفاثة من نوع الكيروسين	كوك البترول
أنواع الكيروسين الأخرى	المنتجات الأخرى

المصدر: الترجمة العربية لدليل إحصاءات الطاقة، منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، وكالة الطاقة الدولية، 2005، ص 74.

ثالثاً: العوامل المؤثرة في أسعار البترول.

يجب التمييز بين مرحلتين هامتين في مسار أسعار النفط الخام في العالم: الأولى هي مرحلة ما قبل ظهور منظمة الأقطار المصدرة للبترول أوبك وجهودها المضنية منذ أكثر من عقد من الزمن في المرحلة الثانية لتحقيق التوازن والعدالة في أسعار البترول، وهناك عوامل كثيرة تؤثر في تحديد مستوى الأسعار المستخدمة في التبادلات التجارية الخارجية البترولية، نوجز الأهم منها فيما يلي:¹

1. الموقع:

الموقع الجغرافي لمنافذ التصدير لأي نوع من النفط الداخلة إلى السوق يحدد كلفة النقل من منفذ التصدير إلى نقطة الاستلام أو الاستهلاك، فكلما قربت منافذ التصدير من الاستلام كلما كانت أجور

¹وليد نزهت، نشأة أسعار النفط في السوق الدولية وأبعادها على سياسة الدول، المؤتمر العالمي لدراسات نفط العراق، 2011/12/22، موقع النفط والغاز الطبيعي العربي: 2014/09/21

www.arab-oil-naturalgas.com/studies/s-46.htm

الشحن أقل مما يقلل من السعر. وهذا ما يجعل منافذ التصدير في الخليج العربي والبحر الأبيض المتوسط متميزا بالنسبة للدول المستهلكة الكبرى في جنوب شرق آسيا وأوروبا.

2. التصفية:

طاقات التصفية المتاحة وأنماطها وتطورها وتعقيدها التقنية في الدول المستهلكة الكبرى هي التي تحدد أسعار المنتجات النفطية وبالتالي أسعار النفط الخام، وإن كانت العلاقة بينهما غير متوازنة بسبب أنظمة الضرائب المحلية التي تعمل بمعزل عن القيمة الحقيقية للنفط الخام، أو بالأحرى فإن أسعار المشتقات النفطية لا تتناسب مع أسعار النفط الخام المصفى.

3. المخزون:

إن المخزون من النفط الخام ومشتقاته لدى الدول المستهلكة في أنحاء العالم وتغير مستوياتها إزاء الطلب الآني أو المستقبلي يلعب دورا كبيرا في أسعار أنواع النفوط المخزونة، وقد أثر الخزين المرتفع في الولايات المتحدة الأمريكية بداية 2006 إلى تراجع سعر النفط بحوالي 12 دولار عن أقصى ما وصل إليه منذ أوائل العام نفسه.

4. التغيرات الموسمية:

التغيرات الموسمية الاعتيادية لها تأثير قليل على أسعار النفط لأنها تدخل عادة في حساب الأسعار، إلا أن التقلبات المناخية غير المتوقعة تؤثر على الأسعار بشكل مباشر، والكوارث التي حدثت كتسونامي في اندونيسيا وإعصار كاترينا في ولاية لويزيانا الأمريكية خير مثال على ذلك.

5. البدائل:

اقتصاديات مشاريع البدائل المتوفرة أو الممكنة للطاقة النفطية وسياسات ترشيد استهلاك الطاقة في الدول الصناعية كفيلة بأن تثقل أو تخفف من وطأة أسعار النفط، وبالعكس فإن زيادة أسعار النفط سنوات 1980/1979 و1973/1974 كانت حافزا مهما عن العمل على إيجاد البدائل للطاقة بصورة عامة وللنفط بشكل خاص، وما التطورات التقنية الحاصلة في إنتاج النفط من (رمال القار) و(السجيل النفطي) في تلك الفترة إلا دليل على ذلك.

6. التقنيات الحديثة:

التقنيات الحديثة في صناعة النفط الإستخراجية والتحويلية وتقدمها المستمر في تحسين نمط وأساليب العمليات النفطية بمراحلها المختلفة وتخفيض الكلف وزيادة كفاءة استخلاص النفط من الحقول والمكامن النفطية تؤدي إلى التأثير الايجابي على مجمل الأسعار أيضا.

7. السياسات:

لا شك بأن لسياسات الحكومات المنتجة والمستهلكة للنفط واستراتيجياتها دورا مهما في صياغة أسعار النفط، والدول الفاعلة في التأثير القوي على الأسعار هي الدول المنتجة والدول المستهلكة الكبرى، إضافة إلى سياسات الشركات النفطية الكبرى التي تسيطر على الجزء الأكبر من تجارة النفط العالمية.

8. الاقتصاد:

تطور الاقتصاد العالمي والوضع المالي الدولي يشكلان عاملين مؤثرين على أسعار الطاقة عامة، وأسعار النفط خاصة، فالانتعاش والركود الاقتصادي اللذان يتواليان في العالم بسبب الأوضاع العامة دوليا والخاصة بالدول المستهلكة الكبرى يؤديان إلى ارتفاع أو انخفاض في الأسعار.

9. البيئة:

التأثيرات البيئية لصناعة النفط واستخداماتها ومستويات تلك التأثيرات على البشر في بيئته الجوية والبرية والبحرية تؤدي إلى تحديات في مواقع وأنماط العمليات النفطية مما يؤثر على الكلف وبالتالي على الأسعار، فكم من المشاريع التي قد تضيف طاقات جديدة لإنتاج النفط أو بدائله أعيقت بسبب تأثيراتها البيئية مما ابقت أسعار النفط عالية ومتصاعدة بسبب صد المرونات الممكنة بهذا الشأن.

ومن العوامل الرئيسية الأخرى المؤثرة على أسعار البترول هناك عاملان لهما التأثير الأكبر على السعر وهما دورهما يتأثران بصورة مباشرة به ويتمثل هذين العنصرين في العرض والطلب على البترول ويمكن توضيح ذلك فيما يلي:¹

1. الطلب على البترول: يرتبط الطلب على البترول بعدة عوامل:

¹ علي لطفي، الطاقة والتنمية في الدول العربية، منشورات المنظمة العربية للتنمية الإدارية، مصر، 2008، ص ص 84،85.

- مستوى النشاط الاقتصادي ومعدلات نموه، ويعبر عن هذا الارتباط بمعامل المرونة أو مرونة الطلب الداخلية التي تحسب بقسمة معدل التغير في الطلب على الطاقة عبر فترة زمنية معينة على معدل التغير في الناتج المحلي الإجمالي خلال الفترة نفسها؛
- أسعار الطاقة ذاتها، وبصفة خاصة الأسعار للمستهلك النهائي التي تتضمن في حالة المنتجات البترولية قدرا كبيرا من ضرائب الاستهلاك التي تبلغ في دول الإتحاد الأوروبي نحو 70% من تلك الأسعار وتؤثر سلبا على طلب المستهلك النهائي؛
- معدل النمو السكاني ودرجة التصنيع معبرا عنها بقيمة الناتج الصناعي منسوبا إلى الناتج المحلي الإجمالي؛
- معدل التحسن في تقنيات وكفاءة استخدام الطاقة، والتي ينعكس أثرها في انخفاض كثافة الطاقة، ومن ثم انخفاض حجم الطاقة اللازمة لانجاز عمل معين.

2. العرض على البترول: يخضع العرض العالمي للنفط لعدد من العوامل وهي:

- الطلب على النفط وسعره، إذ يعتبر العرض استجابة لما طلبه المستهلكون عند الأسعار السائدة؛
- الإمكانيات الإنتاجية المتاحة في الحقول في وقت معين، وليس معنى توفر احتياطات نفطية كبيرة أن يصبح من السهل زيادة الإنتاج فور ارتفاع الطلب، إذ يلزم تنمية الحقول المكتشفة وتزويدها بالوسائل القادرة على استخراج النفط من باطن الأرض ومعالجته وتخزينه وضخه حتى سطح الناقل أو موقع المصفاة، كما يعتمد أيضا على مدى تقدم التقنيات المستخدمة في تلك العمليات، وحتى إذا توافرت الإمكانيات الإنتاجية فإن معدل الإنتاج لا يجب أن يتجاوز المستوى الذي تحدده الاعتبارات الفنية، وهو الحد الأعلى لمعدل الإنتاج الرشيد وبما لا يضر الخزان الأرضي ويؤثر سلبا على حجم ما يمكن استخراجه من النفط على مدى عمر الحقل؛
- سياسة الدولة المنتجة للنفط ومدى حاجتها إلى النفط لمواجهة استهلاكها المحلي، أو لتصديره تحقيقا لمورد نقدي يلبي احتياجاتها المالية، أو الاحتفاظ به لمواجهة احتياجات أجيال المستقبل، ويدخل في هذا الإطار السياسة الإنتاجية التي تقرها أوبك بالنسبة لتحديد سقف الإنتاج وتوزيع الحصص بين الأعضاء، وكذلك مدى التزام الأعضاء بتلك الحصص؛
- كما تقوم الدول المستهلكة للبترول بفرض ضرائب بترولية تختلف تبعا للاعتبارات الداعية لفرضها، فالضريبة على البنزين تحقق حصيلة مالية تستخدم في تمويل البنية الأساسية لتمويل الخزنة العامة.

المطلب الثاني: أنواع الفحم وأسباب تقلص دوره كمصدر للطاقة.

من خلال هذا المطلب سنوضح أهم أنواع الفحم ومشتقاته ومخاطر إنتاجه وأسباب تقلص دوره كمصدر للطاقة.

الفرع الأول: مفهوم الفحم وتطور نشأته

أولاً: تعريف الفحم.

الفحم من أهم المصادر الطبيعية للطاقة خلال القرن الماضي ومازال يستعمل حتى يومنا هذا، ويقدر احتياطي الفحم الموجود داخل باطن الأرض بمئات البلايين من الأطنان، إلا أن استخدامه يؤدي إلى عدة مشاكل تؤثر على البيئة والإنسان كونه مصدر رئيسي لتلوث الهواء، حيث أن احتراقه يؤدي إلى تجمع غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو مما يؤدي إلى رفع درجة حرارة الجو وذلك ما يعتبر من المشاكل الرئيسية التي تواجه سكان العالم وهذا ما يعرف بمشكلة الاحتباس الحراري، هذا إضافة إلى أن التعيين السطحي للفحم يخلف أراضي غير قابلة للزراعة نتيجة لتلوثها.¹

ويعرف الفحم أيضاً أنه: " مصدر من مصادر الوقود الأحفوري المتوفرة بكثرة تتجاوز النفط والغاز، ولا يزال يوجد من الفحم في أنحاء العالم ما يكفي نحو 130 سنة، ويثير تعدين الفحم عدداً من التحديات البيئية بما فيها تعرية التربة، والتلوث الصوتي، وتلوث المياه، الآثار على التنوع البيولوجي المحلي، غير أن أهم تحد يواجه صناعة الفحم والمجتمع الدولي هو كيفية التوفيق بين الاستخدام المتزايد للفحم والإجراءات المتعلقة بتغير المناخ، ووفقاً للمعهد العالمي للفحم، تتعهد صناعة الفحم بخفض انبعاثاتها من غازات دفيئة إلى الحد الأدنى، ويجري حالياً اتخاذ إجراءات في عدد من المناطق، وتفيد الوكالة الدولية للطاقة بأن الاستعاضة من محطات الطاقة القديمة المستخدمة للفحم بمحطات أكبر وأكثر كفاءة يمكنه أن يقلل من انبعاثات الغازات الدفيئة بنسبة 5,5%، وتعتبر تكنولوجيا احتجاز الكربون وتخزينه حلاً محتملاً

¹ منى البرادعي، مذكرات في اقتصاديات البترول، جامعة الدول العربية، معهد البحوث والدراسات العربي، القاهرة، 2007، ص 15.

يمكن أن يحقق تخفيضات هائلة في انبعاثات الغازات الدفينة الصادرة عن توليد الطاقة بالفحم مع الإبقاء على الهياكل الأساسية للطاقة الضرورية للنمو.¹

من خلال ما سبق يمكن استنتاج أن الفحم هو أحد المصادر الهامة للطاقة في هذا العصر، يستخرج من باطن الأرض ولا يوجد للفحم تركيب محدد وثابت، فهو مزيج من مواد متعددة لذا تتعدد أنواع الفحم ودرجة جودته من مكان لآخر، وهو بصفة عامة يحتوي على قدر معين ومتغير من الكربون وعليه يتوقف نوع الفحم ورتبته، كما يحتوي على بعض المواد المتطايرة، بالإضافة إلى قدر قليل من المواد المعدنية وبعض الشوائب الأخرى.

ثانياً: نشأة وأصل الفحم.

الفحم هو مادة عضوية معقدة تتكون من حلقات كربون مدمجة ترتبط بعضها البعض عن طريق الهيدروكربونات المتنوعة وغيرها من الروابط الذرية كالأكسجين والنيتروجين والكبريت، وعادة ما يكون تركيبته في المتوسط على النحو التالي: $C_{10}H_8O$ (ويمكن لهذه النسبة وهي 10 ذرات كربون إلى ثماني ذرات هيدروجين أن تبرز الفرق بين الفحم والنفط الخام الذي تبلغ النسبة فيه عشر ذرات كربون إلى سبع عشرة ونصف ذرة من الهيدروجين)، ويتكون الفحم من المواد النباتية الميتة التي تراكمت في المستنقعات، وعادة ما تتواجد في رواسب مصبات الأنهار ودلتاها، وتصلدت وتغيرت بفعل الضغط المتزايد ودرجات الحرارة العالية، وفي نمط مشابه لعملية التحول التدريجي للنفط فإن أولى مراحل عملية التحول هي التحلل اللاهوائي للمادة النباتية مما يسبب تحررالمادة الطيارة وتبديدها، وبالتالي ينتج عن ذلك كتل مدمجة غير منتظمة البنية من المركبات الغنية بالكربون، أما المرحلة الثانية فهي عملية التفحم التي تتواصل عبر طبقات الخث والليجنايت والفحم شبه القاري والفحم القاري وفحم الانتراسايت وصولاً إلى طبقات الجرافيت، وتزداد نسبة الكربون تدريجياً في كل طبقة من هذه الطبقات.²

ثالثاً: الفحم و الثورة الصناعية.

بعد أن شعر الأوروبيون بالضيق نتيجة نقص هذا المصدر الهام من الطاقة كان لا بد لهم من البحث عن بديل فكان الفحم الحجري هو ذلك البديل وكان موجوداً بغزارة في أوروبا، ونتيجة أن احتراقه ينتج عنه الكثير من الرماد والدخان، فإن الفقراء هم أول من اضطر إلى استخدامه مع بداية ندرة الخشب

¹ مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية، تقرير أمانة الاونكتاد، استعراض النقل البحري، جنيف، 2009، ص 25.

² فيل أوكيف وآخرون، مستقبل استخدام الطاقة، ترجمة عائشة حمدي، مجموعة النيل العربية، 2009، ص 264.

وغلاء ثمنه، ولكن مع تزايد ندرة الخشب مع الوقت فإنه لم يأت القرن السابع عشر إلا واضطر الأثرياء أيضا إلى استخدامه في منازلهم.

وأمكن التعرف على بعض المزايا للفحم الحجري، فإنه يمكن معالجته للحصول على فحم الكوك والذي له درجة اشتعال عالية فاستخدم مع بدايات القرن السابع عشر لإنتاج الحديد والفولاذ، ثم انطلقت الثورة الصناعية مع تصنيع أول آلة حديدية تعمل بالبخار والذي ينتج من تسخين المياه بواسطة الفحم، وقد كانت بلا شك نقلة حضارية كبيرة من المجتمع الزراعي إلى المجتمع الصناعي لا يضاهاها على مدار آلاف السنين السابقة إلا نقلة الإنسان من حياة الرعي إلى الزراعة، وانتقلت الثورة الصناعية من أوروبا الغربية إلى الولايات المتحدة الأمريكية وكذلك الإمبراطورية الروسية، وانتقلت حمى استخدام الفحم إلى العديد من أنحاء العالم ولكن مع تركيز كبير لها في أوروبا، وانطلقت افران المصانع وآلات البخار والعربات والسفن البخارية في أنحاء العالم كله، وكل ذلك بفضل طاقة الفحم، ويكفي أن نعلم أن الفحم المستخرج في العالم سنة 1800 م بلغ 15 مليون طن، وأن ذلك الرقم ارتفع إلى 700 مليون طن في عام 1900 م، وأن استهلاك العالم من الفحم في آخر عامين من القرن التاسع عشر كان أكثر مما استهلكه العالم على مدار القرن الثامن عشر بأكمله.¹

الفرع الثاني: أنواع الفحم ومخاطر إنتاجه واستخدامه.

أولا: أنواع الفحم وجودته.

الفحم عبارة عن كتل سوداء قد تترك أثرها على اليد وهي قابلة للاشتعال وينقسم الفحم إلى:²

1. فحم نباتي (charcoal):

الفحم النباتي هو مخلفات مكونة من كربون صرف تنتج عن عملية نزع الماء من المواد النباتية، طريقة تحضيره تسمى بالتقطير الإتلافي (الحرق بمعزل عن الهواء) .

إن وجود الأنسجة النباتية في الفحم النباتي والحجري يدل على أنهما من أصل نباتي، والفحم النباتي يصنعه الإنسان بتسخين الخشب، فلأن الخشب يفقد كمية من الماء عند تحويله إلى فحم نباتي

¹حاتم الرفاعي، مرجع سبق ذكره، ص ص 22،23.

²هاني عبر القادر عمارة، مرجع سبق ذكره، ص ص 48-55.

وتزداد نسبة المسامات فيه، والماء في الخشب هو المسؤول أيضا عن الدخان الكثيف عند حرقه، أما كون الفحم الحجري أثقل من الفحم النباتي فيرجع إلى المكونات المعدنية التي توجد فقط في الفحم الحجري .

2. الفحم الحجري:

الفحم الحجري هو صخر أسود أو بني اللون قابل للاشتعال والاحتراق، وعند احتراق الفحم الحجري يعطي طاقة على شكل حرارة، ويمكن استعمال الحرارة الصادرة عن احتراق الفحم الحجري في تدفئة المنازل، وكوقود للقطارات في بداية عهد اختراع الآلة البخارية، والاستخدام الأساسي اليوم لهذه الطاقة هو في إنتاج الكهرباء وتعطي محطات إنتاج الكهرباء باحتراق الفحم الحجري ثلثي الكهرباء في العالم.

ويستعمل كذلك في إنتاج فحم الكوك، وهو مادة خام أساسية في صناعة الحديد والفولاذ، وتنتج مواد أخرى عن عملية إنتاج فحم الكوك، يمكن استعمالها في صناعة الأدوية والأصباغ والأسمدة.

وكان الفحم الحجري في فترة ماضية المصدر الرئيسي للطاقة في جميع البلدان الصناعية، وقد أنتجت المحركات البخارية التي تعمل بالفحم الحجري معظم القدرة اللازمة لهذه البلدان منذ بداية القرن 19 م وحتى القرن 20 م، ومنذ بداية القرن 20 م، أصبح النفط والغاز الطبيعي المصدرين الرئيسيين للطاقة في معظم أرجاء العالم، وعلى نقيض الفحم الحجري فإن النفط يمكن تحويله إلى بنزين وديزل ومواد أخرى لازمة لتشغيل وسائل المواصلات الحديثة.

3. فحم الكوك:

فحم الكوك هو مادة كربونية قابلة للاستخدام كوقود بإحراقها، ويتم تصنيعها بالتقطير الإتلافي للفحم الحجري أو الفحم البيتوميني، ويكون شكل الفحم في النهاية على هيئة أحجار سوداء ورمادية جافة لكنها ليست شديدة الصلابة وقابلة للكسر .

وهناك عوامل عديدة تحدد جودة الفحم المنتج بواسطة أي طريقة لإنتاجه وهذه العوامل هي:¹

أ. نوعية الأخشاب المستخدمة:

¹هاني عبد القادر عمارة، مرجع سبق ذكره، ص 50.

حيث لنوع الخشب أهمية كبرى لجودته ومنذ قديم الأزل يعرف الفلاح هذه المعلومة، فمثلا في مصر والدول العربية يفضلون الفحم الناتج من خشب أشجار الحمضيات مثل شجر البرتقال والجوافة والمانجو والزيتون وهي أفضل الأنواع لإنتاج فحم جيد وهذا يرجع لمكونات السليلوز الرئيسي للخشب وتفاوت نسب امتصاصه لمكونات التربة.

ب. نسبة الكربون:

نسبة الكربون ودرجات الحرارة لها أهمية كبيرة في جودة الفحم المنتج وكلما زادت درجات الحرارة عن 400 درجة مئوية قلت جودة الفحم الناتج حيث ينخفض الكربون وهو المكون الرئيسي للفحم الجديد.

ج. نسبة الرطوبة في الفحم: كلما زادت نسبة الرطوبة قلت جودته.

د. كمية الرماد الناتج ولونه:

ويحدده أيضا المكون الرئيسي للخشب المستخدم وكمية الأملاح والمكونات التي تتخلل السليلوز.

هـ. حجم الفحم:

ينتج عن صناعة الفحم وتداوله ونقله من مكان إلى آخر تكسر نسبة لا بأس بها من الفحم الذي لا يصلح للاستخدام فللحجم المناسب أهمية أيضا.

ثانيا: مخاطر إنتاج الفحم واستخدامه.

تتمثل مخاطر الفحم في:¹

اشتعال غاز الميثان الناتج عن تفتيت الفحم، ويكون خليطا متفجرا عن اختلاطه بالهواء، كذلك قد يستعمل غبار الفحم عند اختلاطه بالهواء (حيث يكون معه خليطا مثل غاز الميثان)، ويؤثر غاز الميثان وغبار الفحم المتطاير تأثيرا كبيرا على سلامة ونظافة البيئة المحيطة بموقع المنجم، كذلك تقع مناجم الفحم عادة في مناطق منعزلة بعيدة عن الأسواق والمدن التي تستهلك هذا الفحم، مما يستوجب نقله إلى أماكن استخدامه، وقد يحدث تلوث للبيئة في أثناء عمليات نقل الفحم، هذا ما يجعل الفحم من حيث المخاطر الصحية والبيئية أخطر مصادر الطاقة على الإطلاق، حيث تتخلف عنه كميات هائلة من

¹حسن أحمد شحاتة، مرجع سبق ذكره، ص ص 67-69.

النفائات الصلبة والسائلة والضارة للإنسان والبيئة وتسهم الحوادث العنيفة الناتجة عن استخراج الفحم بأكثر نصيب في معدل الوفيات وتتمثل المخاطر الصحية والمهنية للفحم فيما يلي:

- حوادث مميتة بسبب انهيار مناجم الفحم؛
 - أمراض عمال المناجم بسبب تعرضهم للغبار (أمراض الرئة والالتهابات)؛
 - الوفيات والإصابات بسبب نقل الفحم بطرق النقل المختلفة؛
 - إصابة العاملين في المحطات العاملة بالفحم بأمراض الجهاز التنفسي.
- أما المخاطر التي يتعرض لها عموم الجمهور، فتتمثل في عدد منها:
- المخاطر انبعاثات غازات ثاني أكسيد الكبريت وأكسيد النتروجين وأول أكسيد الكربون؛
 - المخاطر الناتجة عن تلوث المياه السطحية والمياه الجوفية؛
 - المخاطر الناتجة عن نفائات الفحم المتكونة بأحجام كبيرة.

الفرع الثالث: أسباب تقلص دور الفحم كمصدر للطاقة.

بصفة عامة يمكن القول أن هناك بعض المشكلات التي تعوق حركة نمو الفحم وزيادة نسبة مساهمته في الطاقة، وتتلخص هذه المشكلات في نوعين:¹

- مشكلات متعلقة بإنتاج الفحم.
- مشكلات متعلقة باستهلاك الفحم.

فبالنسبة للمشكلات المتعلقة بإنتاج الفحم فهي تتمثل في:

- طول الفترة الزمنية اللازمة لإعداد منجم للاستخدام، حيث تطول هذه الفترة لتصل إلى سبع أو ثمان سنوات؛
- كبر نفقة التعدين والشحن أو النقل وتزايدها باستمرار، وهذه تعتبر من أهم عناصر النفقات بالنسبة للفحم، وتعتبر مشكلة نقل الفحم من أهم المشكلات حيث أنه يتم ذلك برى عن طريق السكك الحديدية وهذا يتطلب أعدادا كبيرة منها مما يؤدي إلى ارتفاع تكلفة النقل؛
- الحاجة إلى أماكن واسعة لتخزين الفحم المنتج؛

¹رمضان محمد مقلد وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 247.

- الحاجة إلى الموارد البشرية بصفة عامة، والمدرّبة بصفة خاصة، وكذلك الحاجة إلى استخدام طرق تكنولوجية أحدث لتحسين كفاءة الإنتاج؛
 - الحاجة إلى رأس المال بدرجة كبيرة، وذلك لتنمية مناجم الفحم الموجودة فعلاً وزيادة إنتاجيتها إلى جانب فتح مناجم جديدة.
- أما بالنسبة للمشكلات المتعلقة باستهلاك الفحم، فهذه تتمثل فيما يسببه استخدام الفحم من تلوث بيئي نتيجة استخدامه كوقود، حيث يتصاعد ثاني أكسيد الكربون إلى الجو فيلوثه، كما ترتفع نسبة الكبريت الناتجة عن احتراقه. بالإضافة إلى ذلك توجد عوامل أخرى نذكر منها:¹
- اكتشاف البترول بكميات ضخمة، ووجود معظم هذه الاكتشافات في أيدي الشركات الأمريكية والأوروبية الكبرى، وقد سهل هذا في الحصول على أي كميات وبسعر رخيص لغزارة الإنتاج؛
 - رخص البترول وذلك على أساس المحتوى الحراري له بالمقارنة بالفحم؛
 - سهولة نقل البترول وخاصة عن طريق مد خطوط الأنابيب؛
 - وجود صعوبات تواجه منتجي الفحم عند استخراجهم، إلى جانب تكاليف نقله العالية جداً إلى أماكن استخدامه، هذا بالإضافة إلى الحاجة لوجود مخازن واسعة جداً لاستقبال كميات الفحم؛
 - نظافة استخدام البترول بالمقارنة باستخدام الفحم، حيث يسبب استهلاك الفحم قدراً كبيراً من التلوث البيئي كوقود وما ينتج عن ذلك من مخلفات ضارة بالبيئة؛
 - سعي الدول الصناعية للحفاظ على البيئة وسن القوانين التي تهدف إلى حماية البيئة والتقليل من درجة تلوثها، فقد أدى ذلك إلى إغلاق المئات من مناجم الفحم وتقليل الاستثمارات فيه.
- وسوف يساعد على المضي قدماً في زيادة الاعتماد على الفحم في العالم ما يلي:²
- تخفيف القيود البيئية لمنع حرق الفحم، الذي يحتوي على نسبة عالية من الكبريت؛
 - طرق حديثة لمعالجة الفحم لاستخلاص الكبريت منه؛
 - التغلب على مشاكل العمالة، عن طريق تحسين طرق استخراج الفحم من المناجم العميقة؛
 - التحكم الآلي في استخراج الفحم من المناجم؛

¹ رمضان محمد مقلد وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 234.

هاني عبد القادر عمارة، مرجع سبق ذكره، ص 259.

- النجاح في التحويل المباشر للفحم إلى غاز في باطن الأرض دون الحاجة إلى استخراجها إلى السطح وذلك بحفر آبار لحرق الفحم في باطن الأرض وتحويله إلى غاز.

المطلب الثالث: وقود الغاز الطبيعي.

بعد أن كان الغاز الطبيعي يعامل كنتاج عرضي من عمليات إنتاج البترول، قد أصبح يستهدف بذاته في عمليات الاستكشاف والإنتاج والتطوير، فتشكلت بذلك سلسلة مترابطة من الصناعات المعتمدة على الغاز، وأصبح مصدرا رئيسيا من مصادر الطاقة، ونظرا لزيادة الاهتمام العالمي بتحسين الظروف البيئية وحمايتها فقد إزداد استخدام الغاز الطبيعي.

الفرع الأول: نهضة الغاز الطبيعي.

أولا: تعريف الغاز الطبيعي.

الغاز الطبيعي يتكون من العوالم وهي كائنات مجهرية، تتضمن طحالب وكائنات أولية ماتت وتراكمت في طبقات المحيطات والأرض، وانضغطت البقايا تحت الطبقات الرسوبية، وعبر آلاف السنين قام الضغط والحرارة الناتجان عن الطبقات الرسوبية بتحويل هذه المواد العضوية إلى غاز طبيعي.¹

ويعرف أيضا الغاز الطبيعي على أنه " مجموعة الغازات المتشكلة بترسبات الجوفية سواء كان سائلا أم غازيا، ويتكون بشكل أساسي من غاز الميثان ويتضمن الغاز المصاحب للنفط، الغاز الغير مصاحب للنفط، غاز المناجم (الميثان من مناجم الفحم).²

ويمكن تعريف الغاز بأنه: تطلق عبارة الغاز الطبيعي على الغاز المنتج على سطح الأرض من التجمعات الجوفية التي يتفاوت تركيبها تفاوتاً بينا قد ترافق أو لا ترافق مباشرة تجمعات البترول الخام، ويحتوي الغاز (إلا في حالات قليلة) على ما لا يقل عن 95% من الهيدروكربونات، أما الباقي فيتكون من النيتروجين وثنائي أكسيد الكربون، يصاحبها في بعض الحالات نسبة ضئيلة من كبريت الهيدروجين،

¹ نصري ذياب، مرجع سبق ذكره، ص 79.

² محمد البدرابي، جمع بيانات الطاقة "النفط ومشتقاته والغاز الطبيعي، الكهرباء، الطاقات المتجددة"، إدارة الإحصاء بالأمم المتحدة، المعهد العربي للإحصاء والتدريب -الايكو-، 2013، ص 16.

والمادة الهيدروكربونية الرئيسية هي غاز الميثان الذي هو أخف البارفينات والهيدروكربونية وأكثرها تطايراً، أما البارفينات الأثقل التي تتميز بدرجة غليان أعلى، هي الإيثان والبروبان، البيوتان، البنتان، الهكسان، الهبتان، فإنها توجد بنسب متناقصة، ومع أن ما يتراوح 70% إلى حوالي 100% حجماً من المواد الهيدروكربونية في الغاز الطبيعي قد يتألف من الميثان.¹

ومن هذه التعاريف يمكن أن نستنتج أن: الغاز الطبيعي هو مجموعة من الغازات ولكن غاز الميثان هو العنصر الأساسي في تركيبته، فاستخراجه يتم من مستودعات طبيعية تحت الأرض وهو ليس منتجاً كيميائياً مميزاً، وعند استخراجها من حقل الغاز أو مصاحباً للزيت الخام، يحتوي الغاز الطبيعي على خليط من الغازات والسوائل (ولا تنتمي بعض هذه الغازات أو السوائل لمنتجات الطاقة)، وبعد خضوع هذا الخليط لعمليات المعالجة يصبح الغاز الطبيعي واحداً من أهم الغازات القابلة للتسويق بين مكونات الخليط الأصلي، ولا يزال الغاز الطبيعي أثناء هذه المرحلة عبارة عن خليط من الغازات ولكن الميثان يشكل الجزء الأكبر منه أي أكثر من 85%.

ثانياً: نهضة الغاز الطبيعي.

خلال معظم فترات القرن التاسع عشر، تم استخدام الغاز كمصدر للإضاءة، ولكن لصعوبة نقله. سرعان ما أصبحت المصابيح الكهربائية تمثل الاتجاه السائد في العالم، وقد تم إنشاء أول خط أنابيب رئيسي لنقل الغاز الطبيعي عام 1891 لتوصيل حقول البترول والغاز الطبيعي المحلية بمدينة شيكاغو الأمريكية، على الرغم من ذلك لم يكن هذا الأمر فعالاً ولم يكن الاستثمار حقيقياً في البنية الأساسية لخطوط الأنابيب، وفي الثلاثينيات والأربعينيات من القرن العشرين عندما سمحت التطورات التكنولوجية المتنوعة في مجالات اللحام وخطوط الأنابيب المتحركة بإنشاء بنية أساسية وعملية، ومن الناحية التجارية مكونة من خطوط أنابيب كبيرة لنقل الغاز الطبيعي في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية واليابان.

بمجرد توفر وسائل نقل فعالة للغاز الطبيعي، تم اكتشاف استخدامات جديدة للغاز الطبيعي، فاليوم يتم استخدام الغاز الطبيعي أيضاً كمقوم أساسي في إنتاج مجموعة متنوعة من المنتجات الكيميائية والصيدلانية والبلاستيكية.

¹ محمد مجدي واصل، مبادئ الكيمياء والهندسة، الأكاديمية الحديثة للكتاب الجامعي، مصر، 2010، ص 145.

أدت أزمة البترول إلى إحداث نهضة في الغاز الطبيعي، فقد تحول مالكو المنازل وأصحاب المصانع من استخدام البترول إلى استخدام الغاز الطبيعي للتدفئة والتسخين، والأكثر أهمية من ذلك تحولت جميع عمليات إنتاج الكهرباء من استخدام البترول إلى استخدام الغاز عام 1973، كان يتم استخدام البترول لإنتاج 979 تيراواط في الساعة من الكهرباء، وهو ما يمثل ما يقرب من 22% من إنتاج الكهرباء ولجميع دول منطقة التعاون والتنمية الاقتصادية (OECD).¹

الفرع الثاني: أنواع الغاز الطبيعي ومميزاته.

أولاً: أنواع الغاز الطبيعي.

جرى العرف على تقسيم الغاز الطبيعي تبعاً لسلوكه أثناء صعوده داخل البئر إلى سطح الأرض إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي:²

1. الغاز الجاف Dry Gaz:

يتواجد داخل المكمن الطبيعي في حالة غازية، ويظل إلى أن يصل إلى سطح الأرض، ولذا تجري معاملته على السطح باعتباره غازاً خالصاً، ويتراوح متوسط الميثان فيه ما بين 96% و 9% من الحجم.

2. الغاز الغني Rich Gaz:

يحتفظ بحالته الغازية طوال تدفقه خلال مسام البئر، ويتميز هذا النوع -بالمقارنة مع النوع الأول- باحتوائه على كمية أكبر من الهيدروكربونات الأثقل وزناً من الميثان.

3. مكثفات الغاز Gaz Condensate:

يوجد هذا النوع من الغاز في حالته الابتدائية داخل المكمن كطور غازي، ويتميز بأنه مع تدفقه وانخفاض ضغطه يفصل عنه فوراً -داخل المكمن- طور سائل تتزايد كميته باستمرار مع انخفاض الضغط حتى يصل الضغط في المكمن إلى حد معين تبلغ فيه هذه الكمية أقصاها، ثم يبدأ هذا الطور السائل في التحول إلى طور غازي مرة أخرى مع استمرار انخفاض الضغط، وتعرف هذه الظاهرة باسم التكثيف الرترو جرادى، ويحتوي هذا الغاز على نسبة عالية من الهيدروكربونات الأثقل وزناً من البيوتان على هيئة أبخرة الجازولين أو النافثا أو الكيروسين أو السولار، وتعرف هذه إجمالاً بالمكثفات البترولية.

¹ كارل بيلني جيرارد ريد، لعبة الطاقة الكبرى، ترجمة أسماء عليه، مجموعة النيل العربية، 2014، ص 64.

² رمضان محمد مقلد وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص ص 251، 250.

كما يمكن ذكر أنواع أخرى قد تندرج ضمن المجموعات الرئيسية السابقة من الغازات وهي:¹

1. الغاز الطبيعي المسيل (Liquified Natural Gaz LNG):

يتألف الغاز الطبيعي المسيل من الميثان والإيثان وهو المادة الرئيسية التي يتألف منها الغاز الطبيعي ولا يمكن تسييله تحت الضغط في الحالة العادية من درجات الحرارة، ولكن يمكن تسييل الغاز الطبيعي تحت ضغط جوي واحد وذلك بتبريده إلى 160° م تحت الصفر ويعرف بالغاز الطبيعي المسيل.

2. غاز البترول المسيل (Liquified Petroleum Gaz LNG):

يتكون غاز البترول من البروبان والبيوتان اللذين يمكن بالرغم من طبيعتهما الغازية في درجة حرارة وضغط الجو الاعتياديين إسالتهم بضغط مساو لعدة ضغوط جوية وبالتالي تخزينهما بسهولة كسوائل في أوعية خفيفة الضغط.

ويستعمل غاز البترول المسيل على نطاق واسع في أعمال الطهي وتسخين المياه والتدفئة وتكييف الهواء والتبريد والإنارة في المساكن والفنادق كما يمكن استعماله كوقود ذا درجة عالية من الأوكتن للحافلات والشاحنات والجرارات .

3. غازات الوقود المصنعة: إن غازات الوقود المصنعة الشائعة هي:

أ. غاز الفحم (Gaul Gaz):

ينتج هذا الغاز من كربنة (Carbenizyation) الفحم، أي بتسخين الفحم بمعزل عن الهواء، ويتكون من مزيج من المواد المتطايرة من الفحم والمواد الناتجة من تكسير هذه المواد في درجات الحرارة العالية وتعتمد كمية الغاز وتركيبته درجة حرارة الكربنة ويستعمل هذا الغاز لأغراض الإنارة والتسخين.

ب. غاز فرن الكوك (Coke Oven Gaz):

إن إنتاج غاز فحم الكوك يصاحبه إنتاج الكثير من غاز فرن الكوك الذي هو غاز وقودي ممتاز.

ج. غاز المولدات (Producer Gaz):

¹ محمد مجدي واصل، مرجع سبق ذكره، ص ص 152-157 بتصرف

ينتج عن الاحتراق الجزئي لأي مادة كربونية مع الهواء الرطب، حيث يمر الهواء الرطب خلال طبقة سميكة من الفحم أو الكوك الساخن ويستعمل بصورة رئيسية كوقود الأفران وكذلك يمكن استعماله كوقود لمحركات الاحتراق الذاتي كمحركات الحافلات والشاحنات.

د. غاز الماء (Water Gaz):

ينتج هذا الغاز بتفاعل الكوك أو الفحم الساخن مع البخار في درجة حرارة 900°م ويسمى هذا الغاز الأزرق وذلك للون لهبه عند الاحتراق.

هـ. غاز الماء المكربن (Carburrted Gaz):

يتمزج غاز الماء لغرض زيادة قيمته الحرارية مع زيت الغاز في حجرة ذات درجة حرارة عالية ومبنية من الأجر المقاوم للحرارة، فيتفاعل غاز الماء مع المنتجات المتطايرة والمركبات ذات الوزن الجزيئي القليل الناتجة عن التكسير الحراري لزيت الغاز منتجا آخر هو غاز الماء المكربن.

كما أن القيمة الحرارية لغاز الماء المكربن معادلة تقريبا القيمة الحرارية لغاز الفحم ويستعمل غاز الماء المكربن للأغراض المنزلية عوضا عن غاز الفحم.

و. غاز فرن الصهر (Blast Furnace Gaz):

ينتج في فرن الصهر من الاحتراق غير التام لفحم الكوك، القيمة الحرارية لهذا الغاز منخفضة.

ز. غاز المجاري (Sewage Gaz):

ينتج غاز المجاري خلال عملية الهضم اللاهوائية لنفايات المجاري ويحتوي على 65% إلى 60% من غاز الميثان ولذلك فهو وقود جيد، ويستعمل هذا الغاز في مدن عديدة لتوليد الطاقة الكهربائية.

ثانيا: استخدام الغاز الطبيعي ومميزاته.

للغاز مجموعة من المميزات تميزه عن غيره من الطاقات وكذلك له طرق خاصة للاستفادة منه

واستخدامه، ويمكن توضيح ذلك كما يلي:¹

¹رمضان محمد مقلد وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 252.

1. استخدام الغاز:

تتلخص طرق الاستفادة من الغاز الطبيعي في فصل غازات الميثان والإيثان واستخدامهما محليا كوقود في إنتاج الحديد والألمنيوم والاسمنت وتوليد الكهرباء وتحلية المياه وإنتاج الأسمدة والبتروكيماويات، ويمكن إنتاج الإيثان من الإيثان بنسبة عالية، ويعتبر حجر الأساس في صناعة البتروكيماويات حيث ينتج عنه -مع مواد أخرى- البلاستيك والألياف الصناعية والأحماض العضوية والمذيبات، أما باقي مكونات الغاز وهي البروبان والبيوتان والمكثفات البترولية فيتم تسيلها وتصديرها أو استخدامها محليا، كما يمكن إنتاج البروبيلين من البروبان، وهو يمثل المادة الخام لإنتاج البلاستيك والمنظفات الصناعية والألياف الصناعية، وينتج البيوتادين من البيوتان والذي يعتبر المطاط الصناعي من أهم منتجاته.

2. مميزات الغاز الطبيعي: للغاز الطبيعي عدة مميزات وخصائص نذكر منها:

- يتميز الغاز الطبيعي بالنظافة في الاستعمال وذلك لخلوه من الشوائب الكبريتية، ولذلك فإن استخدامه وحرقه في الأفران لا يؤدي إلى تلوث الجو، فلا ينتج من استخدامه كوقود أكاسيد الكبريت والنتروجين التي تنتج من استخدام زيت الوقود وذلك لخلوها منها (وهذا يعتبر حلا لمشكلة تلوث البيئة والهواء والمياه في المدن الصناعية المكتظة بالسكان)؛
- يتميز الغاز بسرعة الاشتعال ولذلك فهو يعتبر وقودا مثاليا وخاصة في الاستعمالات المنزلية؛
- كذلك لبعض مكونات الغاز -كالميثان والإيثان- مميزات تتمثل بسر التحكم في درجة حرارة الأفران ، وذلك لوجودها في الحالة الغازية إلى جانب ارتفاع طاقتها الحرارية أيضا.
- رخص ثمنه النسبي بالمقارنة مع البترول.

الفرع الثالث: أهمية الغاز الطبيعي.

تبرز أهمية الغاز الطبيعي في النقاط التالية¹:

بالرغم من كونه وقود الأحفوري إلى أنه أقلها تلويثا للهواء كما أن استخدام الغاز الطبيعي كوقود من محطات توليد الطاقة الكهربائية خاصة المحطات التي تعمل بنظام الدورة المركبة، يساهم في تقليل استخدام الوقود حيث تصل كفاءة هذه المحطات إلى 55-65% مقارنة بنحو 35% للمحطات العادية.

¹ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، ملخص دراسة دور الغاز الطبيعي في تحقيق التنمية المستدامة في الدول العربية، دولة الكويت، أكتوبر 2015، ص 10.

ولا يقتصر دور الغاز الطبيعي على استخدامه كوقود في توليد الكهرباء بل يمكن استخدامه كوقود مضغوط في المركبات وهو خيار لجأت إليه بلدان عدة على مستوى العالم كأحد الحلول الفعالة في تخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

كما أن الاستمرار في إتباع سياسات الحد من حرق الغازات المصاحبة مع أو الذائبة في الزيت الخام وسوائل الزيت الخام وسوائل الغاز الطبيعي في مواقع الإنتاج، يشكل خطوة على الطريق الصحيح نحو الحفاظ على البيئة، واستغلال موارد الغاز في تلبية احتياجات مختلف القطاعات.

وبالتالي يمكن للغاز الطبيعي لعب أدوار مهمة في عدة مجالات قطاعية تساهم في تحقيق التنمية المستدامة.

ويتوقع أن يلعب الغاز دوراً رئيسياً في تلبية الطلب العالمي على الطاقة على المدى الطويل.¹ والشكل التالي يبين أهمية الغاز الطبيعي واستخداماته في مختلف القطاعات

الشكل رقم (01): أهمية الغاز الطبيعي واستخداماته في مختلف القطاعات.



¹ياسين الصياد، أسواق نقل النفط والغاز الطبيعي ... لا بديل عن السفن، مجلة النفط والتعاون العربي، العدد 146، ص 107.

المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، ملخص دراسة دور الغاز الطبيعي في تحقيق التنمية المستدامة في الدول العربية، مرجع سبق ذكره، ص 10.

المبحث الثالث: واقع التبادلات التجارية الخارجية للطاقات التقليدية.

تحتل الطاقات التقليدية مكانة هامة في الكثير من اقتصاديات العالم فهي تمثل مصدر أساسي للعملة الصعبة عن طريق إيرادات التصدير، من خلال معاملات التبادلات التجارية الخارجية، ويشهد هذا الأخير الكثير من التغيرات ولدت نوعا من عدم التوازن جعلتها محط للدراسة والمتابعة المستمرة، وسنقوم في هذا المبحث بتناول المشهد العالمي للمبادلات التجارية الخارجية لمختلف أنواع الطاقات التقليدية.

المطلب الأول: التبادلات التجارية الخارجية للغاز الطبيعي والفحم.

أدى اهتمام الدول المنتجة والمستهلكة للغاز الطبيعي والفحم إلى تنامي حجم سوق المبادلات التجارية والإقليمية والعالمية المتعلقة بهاته المادتين وبمقتضى هذه الزيادات تنسق السياسات وتشخص المعطيات بقصد معرفة آفاق استخدامهما ومدى المساهمة في الإمدادات الطاقوية الحالية والمستقبلية.

الفرع الأول: الطاقة على الصعيد العالمي.

تميز الطلب عالمي و العربي على الطاقة بما يلي:¹

أولا: الطلب على الطاقة عالميا.

بلغ الطلب العالمي على الطاقة عام 2014 نحو 12928.4 مليون طن مكافئ نפט (ما يعادل حوالي 259.6 مليون برميل مكافئ نפט يوميا)، أي بنسبة زيادة حوالي 0.9% بالمقارنة مع عام 2013، واستأثرت الدول الصناعية بحصة 42.5% من إجمالي الطلب العالمي على الطاقة مقابل نحو 7.7% للدول المتحولة و 49.8% لبقية دول العالم، وقد شكل الطلب على النفط حوالي 32.6% من إجمالي الطلب العالمي على الطاقة لعام 2014، وبلغت حصة الفحم 30% والغاز الطبيعي 23.7%، والطاقة الكهرومائية 6.8%، والطاقة النووية 4.4% والطاقة المتجددة 2.5% خلال العام المذكور.

ثانيا: الطلب على الطاقة عربيا.

¹صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد 2015، الفصل الخامس: التطورات في مجال النفط والطاقة، ص 119، 120.

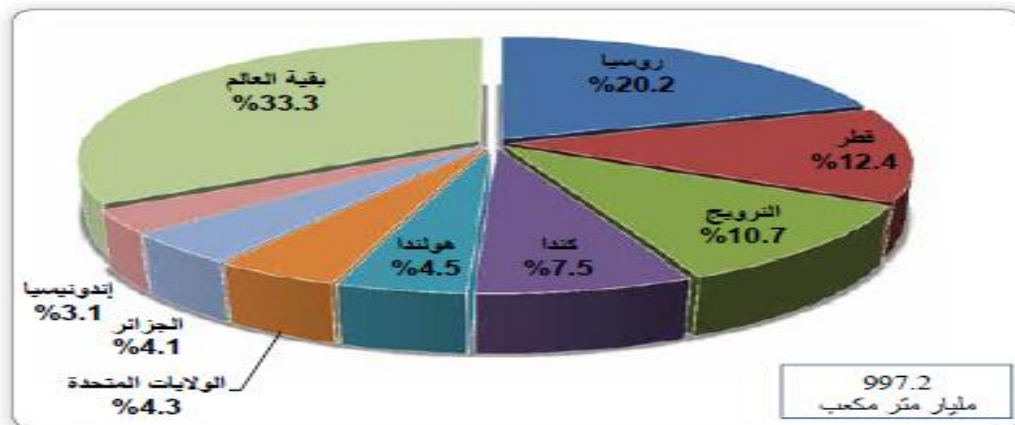
يتسم الطلب على الطاقة في الدول العربية بالاعتماد على الغاز والنفط كمصدرين رئيسيين لتغطية احتياجات الطاقة فيها، حيث يلبين معا 98.2% من إجمالي استهلاكها من الطاقة عام 2014، ويأتي الغاز الطبيعي في المركز الأول حيث بلغت حصته 50.5% من إجمالي الاستهلاك يليه النفط بحصة 47.7%، بينما تقوم مصادر الطاقة الأخرى وأهمها الطاقة الكهرومائية والفحم بدور ثانوي ومتناقص بصورة مستمرة، حيث بلغت حصتهما معا 1.8% في عام 2014، وقد ارتفع الطلب على الطاقة في الدول العربية في عام 2014 بنسبة 4.3% ليصل إجمالي الطلب إلى حوالي 14.3% مليون برميل مكافئ نفط يوميا بالمقارنة مع 13.7 مليون ب م ن ي في عام 2013.

الفرع الثاني: التبادلات التجارية الخارجية للغاز الطبيعي.

أولا: التبادلات التجارية العالمية للغاز الطبيعي

شهدت التجارة العالمية للغاز الطبيعي في عام 2014 تراجعا ملحوظا بلغت نسبته 3.4%، حيث بلغ إجمالي حجم صادرات الغاز الطبيعي عالميا نحو 997.2 مليار م³ مقارنة بحوالي 1032.8 مليار متر مكعب عام 2013، وتشتمل هذه الكميات ما تم تصديره بواسطة خطوط الأنابيب وعلى شكل غاز طبيعي مسيل، هذا ويشكل حجم تجارة الغاز الطبيعي سواء عبر الأنابيب أو مسيلا نحو 29.4% من إجمالي استهلاك الغاز الطبيعي على الصعيد العالمي، أما الباقي فيستهلك محليا في مناطق إنتاجه¹. والشكل الموالي يبين توزيع صادرات الغاز الطبيعي بالعالم لسنة 2014.

الشكل رقم (02): صادرات الغاز الطبيعي في العالم عام 2014



منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو، تقرير الأمين العام السنوي الثاني والأربعون، الكويت، 2015، ص 206.¹

المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام السنوي الثاني والأربعون، مرجع سبق ذكره، ص 208.

يتبين من خلال الشكل أعلاه، توزيع صادرات الغاز الطبيعي في مناطق العالم لعام 2014، وجاءت روسيا في المرتبة الأولى عالمياً، حيث بلغت حصتها نحو 20.2% من إجمالي الصادرات العالمية، وجاءت دولة قطر في المرتبة الثانية بنسبة 12.4%، تليها النرويج بنسبة 10.7%، ثم كندا 7.5%، هولندا 4.5%، الولايات المتحدة 4.3%، الجزائر 4.1%، اندونيسيا 3.1%. وشكلت صادرات الدول المذكورة مجتمعة نحو 66.7% من إجمالي الصادرات العالمية.

وتأتي منطقة الاتحاد السوفيتي السابق في المرتبة الأولى بنسبة 27.2% من إجمالي الصادرات، تليها أوروبا في المرتبة الثانية بنسبة 16.1%، ثم منطقة آسيا/المحيط الهادي بنسبة 8.3% من الإجمالي العالمي، وتأتي في المرتبة الأخيرة أمريكا الجنوبية بنسبة 4.3%.

وقد تراجعت واردات الولايات المتحدة الأمريكية من الغاز الطبيعي عبر خطوط الأنابيب من كندا في عام 2014 إلى 74.6 مليار م³ مقارنة بنحو 78.9 مليار متر مكعب عام 2013، بينما بلغت واردات الولايات المتحدة من الغاز الطبيعي المسيل نحو 1.7 مليار م³ فقط قادمة من ترينيداد، توباغو، النرويج، واليمن، وهي تمثل نحو 2.2% من إجمالي الواردات، وفي المقابل، بلغ إجمالي صادرات الولايات المتحدة الأمريكية من الغاز الطبيعي عام 2014 نحو 42.7 مليار متر مكعب¹.

ثانياً: التبادلات التجارية للغاز الطبيعي للدول العربية.

انخفض إجمالي الصادرات العربية من الغاز الطبيعي بنوعيه (غاز الأنابيب والغاز الطبيعي المسيل) خلال عام 2014، متراجعا بحوالي 3.7% ليبلغ 997,2 مليار متر مكعب مقارنة بحوالي 1035,9 مليار متر مكعب في عام 2013، فقد انخفضت الكميات المصدرة بواسطة الأنابيب بنسبة 6,6% لتصل إلى 663.9 مليار متر مكعب في عام 2014، مشكلة حصة 66.6% من إجمالي صادرات الغاز العالمية في عام 2014 مقارنة بحصة 68.6% في عام 2013، بينما ارتفعت صادرات الغاز الطبيعي المسيل بواسطة الناقلات بنسبة 2.5% لتبلغ 333.3 مليار متر مكعب مستأثرة بحصة 33,4% من إجمالي الصادرات العالمية خلال 2014 مقارنة بحصة 31,4 خلال العام السابق.

¹منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام السنوي الثاني والأربعون، مرجع سبق ذكره، ص 207، 208.

وشهدت كميات الغاز الطبيعي المصدرة من الدول العربية بشكل عام (أي إجمالي صادرات الغاز الطبيعي عبر الأنابيب والغاز المسيل) إلى الأسواق العالمية، انخفاضاً طفيفاً في مستوياتها خلال عام 2014 لتصل إلى حوالي 198.2 مليار م³ مقابل 206 مليار م³ في عام 2013، أي بنسبة انخفاض 3.8% مستحوذة على نسبة 19.9% من الإجمالي العالمي، واحتلت قطر المرتبة الأولى بين الدول العربية حيث بلغت صادراتها حوالي 123.5 مليار م³ أي ما نسبته 62.3% من إجمالي صادرات الدول العربية في عام 2014، تلتها الجزائر في المرتبة الثانية حيث بلغ إجمالي صادراتها حوالي 40.8 مليار متر مكعب بحصة بلغت 20.6% من إجمالي صادرات الدول العربية، ثم عمان بحصة 5.3% والإمارات بحصة 4%، ليبيا 3%، اليمن 4.5% وأخيراً مصر 0.2%¹. كما يوضحه الجدول الموالي.

الجدول رقم (02): صادرات الدول العربية من الغاز الطبيعي بنوعيه لعامي 2013، 2014 (بمليار م³)

الدولة	2014			2013		
	الإجمالي	على ظهر الناقلات	عبر الأنابيب	الإجمالي	على ظهر الناقلات	عبر الأنابيب
الجزائر	40.8	17.3	23.5	42.9	14.9	28.0
عمان	10.6	10.6	0.0	11.5	11.5	0.0
ليبيا	6.0	0.0	6.0	5.2	0.0	5.2
مصر	0.4	0.4	0.0	3.9	3.7	0.2
قطر	123.5	103.4	20.1	125.5	105.6	19.9
الإمارات العربية المتحدة	8.0	8.0	0.0	7.4	7.4	0.0
اليمن	8.9	8.9	0.0	9.6	9.6	0.0
إجمالي الدول العربية	198.2	148.6	49.6	206.0	152.7	53.3
الإجمالي العالمي	997.2	333.3	663.9	1035.9	325.3	710.6
حصة الدول العربية من الإجمالي (في المائة)	19.9	44.6	7.5	19.9	46.9	7.5

المصدر: صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد 1015، مرجع سبق ذكره، ص 134. و تستأثر الجزائر بالجزء الأكبر وبنحو 47.4% من إجمالي صادرات الدول العربية من الغاز الطبيعي عبر الأنابيب، من جهة أخرى، تشكل صادرات قطر الجزء الأكبر وبنسبة حوالي 69.6% من إجمالي صادرات الدول العربية من الغاز الطبيعي المسيل المصدر على متن الناقلات.

وفيما يتعلق بوجهة صادرات الغاز الطبيعي، تعتبر أوروبا الوجهة لكامل صادرات شمال إفريقيا من الغاز الطبيعي عبر الأنابيب خارج حدود المنطقة. وتقتصر صادرات قطر عبر الأنابيب على دول المنطقة القريبة، كما توقفت الصادرات المصرية عبر الأنابيب على خط الغاز العربي بشكل كامل بسبب الظروف التي تمر بها المنطقة، وفيما يخص وجهة صادرات الغاز الطبيعي المسيل، غطت صادرات قطر معظم أسواق العالم لتشمل أمريكا الشمالية واللاتينية، أوروبا، منطقة آسيا، المحيط الهادي والشرق

¹صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد 2015، مرجع سبق ذكره، ص 133، 134.

الأوسط. وإتجهت صادرات الجزائر إلى أوروبا بالإضافة إلى كميات متواضعة إلى آسيا، المحيط الهادي، أمريكا اللاتينية والشرق الأوسط¹.

ثالثا: الآفاق المستقبلية والصعوبات المحيطة بتجارة الغاز الطبيعي.

1. الآفاق المستقبلية لتجارة الغاز الطبيعي:

وفيما يلي استعراض للآفاق المستقبلية للطلب على الغاز الطبيعي وفقا لسيناريو السياسات الجديدة (2011-2035):²

من المتوقع أن يرتفع الطلب العالمي على الغاز الطبيعي خلال فترة التوقع بحوالي 1606 مليار متر مكعب، أي بمعدل 1,6% سنويا، ليصل إلى 4976 مليار متر مكعب بحلول عام 2035، مقارنة بـ 3370 مليار متر مكعب في عام 2011.

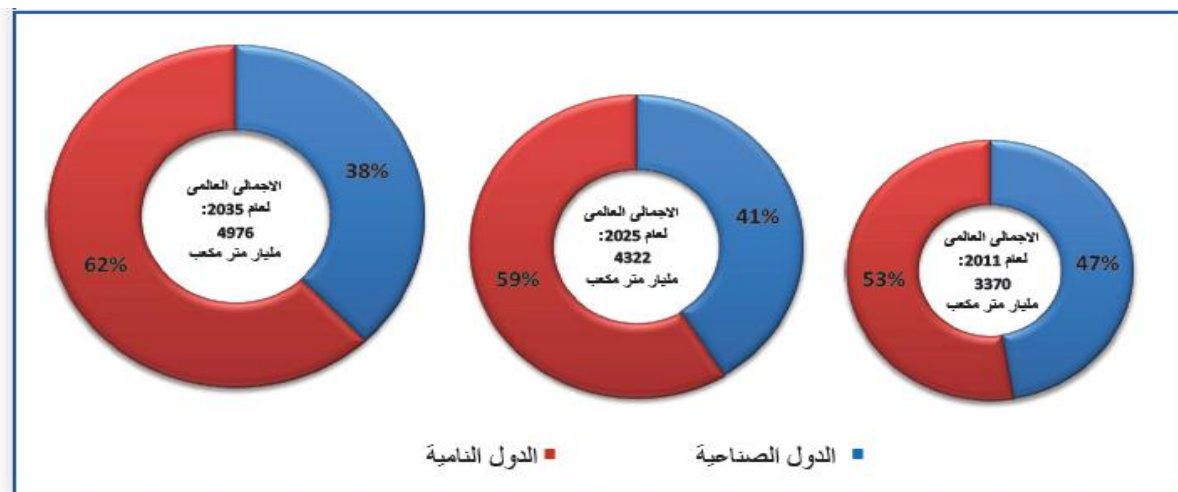
وعلى مستوى المجموعات الدولية، يتوقع ارتفاع الطلب على الغاز الطبيعي في الدول الصناعية بشكل طفيف ليصل إلى 1885 مليار متر مكعب في عام 2035 مقارنة بـ 1597 مليار متر مكعب في عام 2011 بزيادة قدرها 289 مليار متر مكعب فقط، أي بمعدل نحو 0,7% فقط سنويا، كما يتوقع تراجع حصة الطلب على الغاز الطبيعي في الدول الصناعية من إجمالي الطلب العالمي، بحوالي 9% خلال الفترة (2011-2035) من 47% في عام 2011 إلى 41% في عام 2020، وتستمر الحصة في التراجع لتصل إلى 38% في عام 2035. بينما يتوقع ارتفاع الطلب على الغاز الطبيعي في الدول النامية ليصل إلى 3086 مليار متر مكعب في عام 2035، مقارنة بـ 1773 مليار متر مكعب في عام 2011 بزيادة قدرها 1313 مليار متر مكعب، بمعدل نمو 2,3% سنويا، لترتفع حصة الطلب على الغاز الطبيعي في الدول النامية من إجمالي الطلب على العالمي من 53% في عام 2011، إلى 59% في عام 2020، وتستمر هذه الحصة في الارتفاع لتصل إلى 62% في عام 2035، كما يتضح من الشكل رقم (03).

¹ صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد 2015، مرجع سبق ذكره، ص 135.

² ماجد إبراهيم عامر، الواقع الآفاق المستقبلية للطلب على النفط الخام والغاز الطبيعي في الدول الصناعية والانعكاسات على الدول الأعضاء، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد الأربعون، العدد 149، ص 129.

الشكل رقم (03): تطور الطلب العالمي على الغاز الطبيعي بحسب المجموعات الدولية المختلفة

(2035-2011)



المصدر: ماجد إبراهيم عامر، مرجع سبق ذكره، ص 129.

2. الصعوبات المحيطة بالغاز الطبيعي:

يعد الغاز الطبيعي ملائماً لمنظومة الطاقة الساعية إلى إزالة الكربون تدريجياً، وذلك في المواطن التي يحل فيها محل الوقود ذي الكثافة الكربونية أو يعزز دمج المصادر المتجددة: فزيادة الاستهلاك الذي يكاد يسجل 50% يجعله الوقود الحفري الأسرع نمواً، تعد الصين والشرق الأوسط المراكز الرئيسية لنمو الطلب على الغاز، ليفوق استهلاكهما الاتحاد الأوروبي، والذي لا يصل استخدام الغاز فيه إلى أعلى معدل تم تسجيله في عام 2010، ومع الانخفاض الفعلي في أسعار الغاز بأمريكا وغيرها من المناطق بسبب العرض الوفير والصلات التعاقدية بأسعار النفط، توجد وفرة من الغاز ذي الأسعار التنافسية الذي يبحث عن مشتريين.

ولكن نطاق التوسع طويل المدى يظل مقيداً بشكل أكبر إذا ما أدى الاستثمار المؤجل في البيئة الحالية منخفضة الأسعار إلى تضيق الأسواق بحلول 2020. إن خمس الزيادة المتوقعة في الطلب العالمي تتكون من الغاز المنقول لمسافات طويلة عبر الأنابيب ذات الكثافة الرأسمالية العالية أو مشاريع الغاز الطبيعي المسال، فالسيطرة على تكاليف تلك المشاريع (على عكس العديد من الأمثلة الحالية التي شهدت تجاوزات) ستكون ضرورية بالنسبة إلى الوضع التنافسي للغاز في المستقبل.

في مختلف مواضع سلسلة الإمداد فسوف تضعف المزايا البيئية للغاز إذا لم يتم اتخاذ خطوات جماعية للتعاظم مع تلك التسريبات، ويمثل الغاز غير التقليدي 60% من نمو العرض العالمي للغاز، ولكن انتشار تطوره خارج أمريكا الشمالية، موطن ثورة للغاز الخفيف، يظل تدريجياً وغير متناسق بشكل أكبر، أما وتيرة نمو الغاز غير التقليدي بالصين فتظل غير واضحة بالنسبة إلى الأسواق: حيث أن السياسات التي تشجع هذا التطور موجودة بالفعل-مع توقعات- تجاوز الإنتاج لمعدل 250 مليار متر مكعب بحلول عام 2040، ولكن الأوجه المتعلقة بالجيولوجيا ومحدودية توافر المياه والكثافة السكانية في بعض المواقع الرئيسية الغنية بالمصادر، وكذلك المشكلات النظامية المرتبطة بالتعسير وإمكانية الوصول للمصادر وإلى الأنابيب المحلية، تعيق أي ارتفاع ملحوظ في القدرة الإنتاجية.¹

وبشكل عام، يعتبر الغاز الطبيعي أنظف وقود أحفوري للاحتراق، ويمكن استخدامه بفاعلية وكفاءة في الكثير من الحاجات المنزلية والتجارية والصناعية.²

الفرع الثالث: التبادلات التجارية الخارجية للفحم.

أولاً: الوضع العالمي.

تشير الإحصائيات العالمية التي تصدرها الرابطة العالمية للفحم على موقعها الإلكتروني (www.worldcoal.org) للعام 2012 إلى أن الفحم يعتبر من المصادر الرئيسية لتوليد الكهرباء على مستوى العالم، وما يزيد من أهمية الفحم، طبقاً لهذه الإحصائيات أنه يوفر ما يقرب من 30% من احتياجات الطاقة على مستوى العالم، ولا يتوقف استخدام الفحم على تشغيل محطات الكهرباء فقط وإنما يدخل مباشرة في إنتاج الطاقة الحرارية لتشغيل عدد مهم من الصناعات مثل الحديد والاسمنت،³

وبلغ الإنتاج العالمي من الفحم الحجري حوالي 8.16 مليار طن خلال عام 2014، منخفضاً بحوالي 0.7% عن إنتاج عام 2013 الذي بلغ 8.23 مليار طن تقريباً. وقد استمرت الصين في احتلال

¹ International Energy Agency, Secoure Sustainable Together, World Energy Outlook, Arabic Translation, France, 2015, P 05.

² عبد الله رزق، اقتصاديات ناشئة في العالم، دار الفرابي للنشر، لبنان، 2009، ص 198.

³ إبراهيم نوار، البحث عن بديل: القيود البيئية والاعتبارات الاقتصادية لاستخدام الفحم، المركز العربي للبحوث والدراسات، 22 ماي 2014 على الموقع: www.acrseg.org/6872 تم الاطلاع عليه بتاريخ: 2014/07/16.

الصدارة في إنتاج الفحم الحجري رغم تراجع إنتاجها بمعدل 2.6% من 3974 مليون طن عام 2013 إلى 3874 مليون طن عام 2014. وتراجع إنتاج الفحم في أوكرانيا، كما تراجع الإنتاج في أندونيسيا¹. ولا تتجاوز حصة الفحم 1.1% من إجمالي استهلاك الطاقة في الدول العربية في عام 2014، حيث جرى استهلاك كميات بسيطة من الفحم لا تزيد عن 158 ألف م ن ي، واستهلكت الدول العربية 0.2% من إجمالي استهلاك العالم من الفحم في عام 2014.²

ثانياً: صادرات وواردات الفحم بالعالم.

01. صادرات العالم من الفحم: يمثل الجدول الموالي أهم الدول المصدرة للفحم لعام 2014.

الجدول رقم (03): أهم الدول المصدرة للفحم عبر العالم لعام 2014 (مليون طن)

الدول	أستراليا	اندونيسيا	الإتحاد الروسي	كولومبيا	جنوب إفريقيا	الولايات المتحدة	هولندا	كندا	منغوليا	كازاخستان	العالم ككل
الصادرات	375	409.2	155.5	81.2	69	88.2	31.31	34.5	19.8	30.9	1369.3

Source : International Energy Agency, Coal Information : overview from the publication Coal Information, Paris, 2017 Edition, p 05.

من خلال الجدول يتبين أن إجمالي صادرات الفحم بالعالم لعام 2014 قدر بحوالي 1369.3 مليون طن. وتعتبر أندونيسيا كبرى دول العالم المصدرة للفحم الحراري عالي الجودة في حين تحتل أستراليا المكانة الأولى في تصدير فحم الكوك الذي يستخدم في تشغيل أفران صناعة الحديد والصلب. كما أن كل صادرات الفحم من جنوب إفريقيا إلى العالم عبارة عن فحم حراري في حين أن صادرات كندا أغلبها من فحم الكوك، على أن نوعية الفحم تختلف من بلد إلى آخر ومن منجم إلى غيره. وكلما ارتفعت درجة ونوعية الفحم كلما ارتفع سعره وانخفضت خطورة إنبعاثاته الغازية.

02. واردات العالم من الفحم:

يبين الجدول التالي أهم الدول المستوردة للفحم في العالم لعام 2014 (مليون طن).

¹ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام السنوي الثاني والأربعون، مرجع سبق ذكره، ص 127.

² صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد 2015، مرجع سبق ذكره، ص 123.

الجدول رقم (04): أهم الدول المستوردة للفحم في العالم لعام 2014.

الدول	الصين	الهند	اليابان	كوريا الجنوبية	هولندا	منظمة التعاون والتنمية	غير منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	مجموع العالم
الواردات	357.4	237.6	188.1	131	47.3	639.4	773.1	1412.5

Source : International Energy Agency, Coal Information : overview from the publication Coal Information, op sit, p 06.

بلغ إجمالي واردات العالم من الفحم عام 2014 بـ 1412.5 مليون طن، و تصدر الصين قائمة الدول المستوردة للفحم بما قدره 357.4 مليون طن

فعلى نطاق التجارة العالمية للفحم تبرز الدول الصناعية الصاعدة مثل الصين والهند وكوريا الجنوبية والدول الصناعية التقليدية مثل اليابان وألمانيا على قمة قائمة الدول المستوردة للفحم في العالم وذلك على الرغم من كل القيود والمعايير البيئية المفروضة عالمياً بمقتضى بروتوكولات كيوتو (Kyoto)¹، ويقوم العلماء بتشجيع من وكالة الطاقة الدولية (IEA) وغيرها من المؤسسات الدولية العاملة في مجالات تحسين استخدام مصادر الوقود وتنويعه وزيادة الاعتماد على مصادر الطاقة النظيفة على ابتكار تكنولوجيا جديدة تقلل من نسبة الانبعاثات الملوثة للبيئة الناتجة عن حرق الفحم أو استخدامه .

ثالثاً: الآفاق المستقبلية لتجارة الفحم والأوقات العصيبة التي تنتظره.

ارتفع نصيب الفحم من المزيج العالمي للطاقة من 23% في عام 2000 إلى 29% في 2015 غير أن القوة الدافعة لصعود الفحم تتراجع، وقد يشهد الفحم تأثيرات عكسية.

أطلقت توقعات باستمرار النمو القوي للطلب وخاصة في الصين استثمارات كبرى في العرض خلال السنوات الأخيرة، ولكن الاستخدام الفعلي للفحم قد تراجع، مما أدى إلى فائض في الإنتاج وانخفاض شديد في الأسعار، ومن خلال أهم التوقعات فإن الوقود الذي لبي 45% من الزيادة في الطلب العالمي على الطاقة على مدى العقد الماضي يلبي فقط نحو 10% من النمو الإضافي حتى عام 2040 إجمالاً بسبب زيادة الطلب على الفحم بواقع ثلاثة أضعاف من جانب الهند ودول جنوب غرب آسيا، ومن المتوقع أن ينخفض الاستهلاك في الدول الأعضاء بمنطقة التعاون الاقتصادي والتنمية، حيث يواجه الفحم قيوداً

¹ إبراهيم نوار، مرجع سبق ذكره.

صارمة على مدى نفس الفترة: فاستهلاك الفحم في دول الاتحاد الأوروبي ينخفض إلى نحو ثلث المستويات الحالية في عام 2040،

الصين بصدد أن تصبح الطرف الذي لا يمكن التنبؤ بتحركاته في أسواق الفحم مع العلم أن توقعاتنا تشير إلى فترة من الثبات والاستقرار يتبعها تراجع بطيء في الطلب على الفحم، وبحلول عام 2040 من المتوقع أن يمثل استهلاك آسيا من الفحم أربعة من كل خمسة أطنان يتم استهلاكها حول العالم، ويظل الفحم بمثابة العمود الفقري لمنظومة الطاقة بالنسبة إلى العديد من الدول في سياق السيناريو المركزي، غير أن استمرار استخدامه حول العالم يكون متوافقا مع السياسات البيئية الصارمة فقط إذا ما تم استعماله بكفاءة الطرق الممكنة، بتقنيات ضبط متقدمة للحد من تلوث الهواء، وفي حال ما تم إحراز تقدم في إظهار أن ثاني أكسيد الكربون يمكن تكوينه وتجزئته بأمان وبتكلفة فعالة.¹

المطلب الثاني: التبادل التجاري الخارجي للبترو

لقد اكتسب نشاط التبادل التجاري للقطاع النفطي منذ بدايته خصوصية شديدة وأهمية بالغة بين الدول المنتجة والمستهلكة.

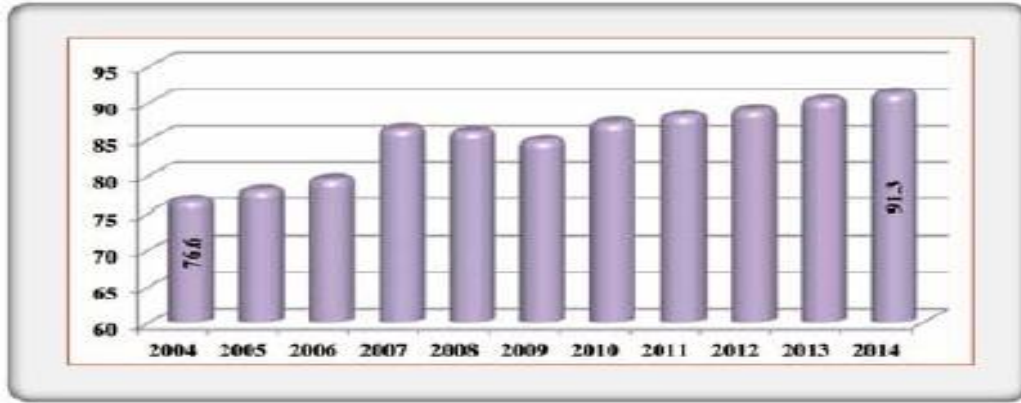
الفرع الأول: الطلب العالمي على البترول

شهد الطلب العالمي على البترول تطورا ملحوظا خلال الفترة (2004-2014)، حيث إرتفع من 76.6 مليون ب/ي في عام 2004 إلى 86.5 مليون ب/ي في عام 2007، ويعزى ذلك الإرتفاع بالدرجة الأولى إلى معدلات النمو الإقتصادي المرتفعة لا سيما في اقتصاد الولايات المتحدة الأمريكية والصين والهند ومنطقة اليورو. وفي عام 2008، انخفض الطلب إلى 86.1 مليون ب/ي، وواصل انخفاضه في عام 2009 ليصل إلى 84.8 ملون ب/ي وهو أدنى مستوى له خلال فترة الدراسة، متأثرا بالتباطؤ في أداء الاقتصاد العالمي الذي أفرزته الأزمة المالية العالمية، محققا بذلك أكبر انخفاض له منذ عام 1982 عندما بلغ الانخفاض 1.6 مليون ب/ي، وبعد ذلك عاود الطلب ارتفاعه ليصل إلى 87.3 مليون ب/ي في عام 2010 نتيجة لانتعاش نمو الاقتصاد العالمي، وواصل الارتفاع ليصل إلى أعلى مستوى له خلال فترة الدراسة وهو 91.3 مليون ب/ي في عام 2014، وبذلك تكون المحطة النهائية هي

¹International Energy Agency, Secure Sustainable Together, World Energy Outlook, Arabic Translation, OP CIT, PP: 05, 06.

ارتفاع الطلب العالمي على البترول خلال الفترة المدروسة بحوالي 14.7 مليون ب/ي، أي بمعدل نمو بلغ 1.8% سنوياً¹. وهذا ما يوضحه الشكل الموالي.

الشكل رقم (04): إجمالي الطلب العالمي على البترول 2009-2014 (مليون برميل في اليوم).



المصدر: ماجد إبراهيم عامر، تطور خارطة سوق النفط العالمية والانعكاسات المحتملة على الدول الأعضاء في أوبك، مرجع سبق ذكره، ص 15.

الفرع الثاني: واردات البترول العالمية والعربية

يمكن إيجازها تطورات الواردات البترولية العالمية والعربية في الفترة 2004 و 2014 كما يلي:²

شهد إجمالي الواردات البترولية العالمية ارتفاعاً من 56.6 مليون ب/ي في عام 2004 إلى 63.9 مليون ب/ي في عام 2014، أي بنحو 4.3 مليون ب/ي، أو بمعدل نمو بلغ 0.7% سنوياً.

شهدت مجموعة دول أوروبا الشرقية ارتفاعاً في إجمالي وارداتها البترولية من 1.4 مليون ب/ي في عام 2004، أي ما يعادل 2.3% من الإجمالي العالمي، ليصل إلى 2.5 مليون ب/ي في عام 2014، أي ما يعادل 3.9% من ذلك الإجمالي، وبمعدل نمو سنوي بلغ 6.1%.

وشهدت مجموعة دول الشرق الأوسط و أفريقيا ارتفاعاً في إجمالي وارداتها البترولية من 2.6 مليون ب/ي في عام 2004 إلى 3.8 مليون ب/ي عام 2014، أي بمعدل نمو بلغ 3.7% سنوياً، لترتفع حصتها من إجمالي الواردات البترولية العالمية من 4.4% عام 2004 إلى 5.9% في عام 2014 .

¹ ماجد إبراهيم عامر، تطور خارطة سوق النفط العالمية والانعكاسات المحتملة على الدول الأعضاء في أوبك، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد الثاني و الأربعون، العدد 156، 2016، ص 15

² نفسه، ص ص 31، 32.

كما شهدت مجموعة دول آسيا الهادي أيضا ارتفاعا في إجمالي وارداتها البترولية من 21 مليون ب/ي في عام 2004 إلى 27.9 مليون ب/ي في عام 2014، أي بمعدل نمو بلغ 2.9 % سنويا، لترتفع حصتها من الإجمالي العالمي من 35.2 % في عام 2004 إلى 43.6 % في عام 2014.

وفي المقابل، شهدت مجموعة دول أمريكا الشمالية انخفاضا كبيرا في إجمالي وارداتها البترولية من 13.5 مليون ب/ي عام 2004 إلى 9.6 مليون ب/ي عام 2014، أي بمعدل تراجع بلغ 3.4 % سنويا، لتتخفف حصة دول المجموعة من إجمالي الواردات البترولية العالمية من 22.6 % عام 2004 إلى 14.9 % في عام 2014. كما انخفض إجمالي الواردات البترولية لمجموعة دول أوروبا الغربية من 17.7 مليون ب/ي، أي ما يعادل 29.7 % من الإجمالي العالمي عام 2004، ليصل إلى 16.8 مليون ب/ي في العام 2014، أي ما يعادل 26.3 % من ذلك الإجمالي، بمعدل تراجع 0.5 % سنويا.

كما شهدت مجموعة دول أمريكا الجنوبية انخفاضا طفيفا في إجمالي وارداتها البترولية من 3.4 مليون ب/ي عام 2004 إلى 3.3 مليون ب/ي عام 2014، أي بمعدل تراجع بلغ 0.2 % سنويا، لتتراجع حصة دول المجموعة من 5.7 % عام 2004 إلى 5.2 % عام 2014.

الفرع الثالث: صادرات البترول العالمية والعربية.

بلغ إجمالي الصادرات العالمية من النفط ومنتجاته نحو 56.7 مليون ب/ي في عام 2014، مرتفعة بحوالي 1 مليون ب/ي أي بنسبة قدرها 1.8 % مقارنة بالعالم السابق. وقد استأثرت منطقة الشرق الأوسط بحصة 34.8 % من إجمالي تلك الصادرات تليها دول أمريكا الشمالية ودول الإتحاد السوفيتي السابق بحصة 15.7 % لكلا منهما، ثم دول آسيا والمحيط الهادئ بحصة 10.9 %. وعلى مستوى الدول العربية، شكلت الصادرات البترولية من الدول العربية حوالي 36.5 % من إجمالي الصادرات البترولية العالمية، إذ قدرت بنحو 20.7 مليون ب/ي في عام 2014، بانخفاض حوالي 1.9 % مقارنة بحجم صادراتها لعام 2013.

والجدير بالذكر أن أربع دول عربية وهي الإمارات والسعودية والعراق والكويت قد إستحوذت على أكثر من 80 % من إجمالي الصادرات البترولية للدول العربية خلال عام 2014، أما فيما يتعلق بوجهة الصادرات من الدول العربية، متمثلة في مجموعة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، إلى بقية دول العالم خلال عام 2014 فقد إستأثرت السوق الآسيوية على حوالي 71 % من إجمالي الصادرات العربية، منها الصين، اليابان والهند بنسبة 16.3 % و 14.9 % و 11.6 % على التوالي، ودول آسيوية أخرى بنسبة

27.9% والسوق الأوروبية على حولي 15.3% وأمريكا الشمالية بحصة 9.8%¹ وهذا ما يظهر من خلال الجدول الموالي.

الجدول رقم (05): الصادرات النفطية العالمية حسب المناطق (2013-2014) بمليون ب/ي

2014	2013	
8.9	7.9	أمريكا الشمالية
3.9	3.7	أمريكا اللاتينية والوسطى
2.3	2.4	الدول الأوروبية
8.9	8.6	الاتحاد السوفيتي سابقاً
26.0	26.1	الشرق الأوسط وأفريقيا، ومنها:
20.7	21.1	- الدول العربية
6.2	6.5	دول آسيا والمحيط الهادي
0.5	0.5	بقية دول العالم
56.7	55.7	الإجمالي العالمي
36.5	37.9	حصة الدول العربية من الإجمالي العالمي (في المائة)

المصدر: صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد 2015، مرجع سبق ذكره، ص 133.

المطلب الثالث: التحديات التي تواجه التبادل التجاري الخارجي للطاقات التقليدية.

تشير الأحداث الاقتصادية إلى تذبذب في حركة التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية، فتارة تشهد ازدهارا في العرض والطلب وتارة أخرى تشهد انخفاضا، وهذا يرجع إلى عدة أسباب لعل من أهمها يدور حول خصائص وطبيعة الطاقات التقليدية التي تعرف تذبذبا في الأسعار، الإنتاج، الاحتياطي والاستهلاك والطلب وتعرف تحديات وصعوبات كثيرة نذكر منها.

الفرع الأول: تقلبات أسعار الطاقات التقليدية.

تتسم أسعار السلع الأساسية بالتقلبات، وينطبق ذلك على أسعار النفط التي ليست بمنأى عن ذلك، ولكن مسيرة حركة أسعار النفط وتقلباتها الحادة خلال السنوات الأخيرة فتحت بابا واسعا للجدل.²

ففي بعض الأحيان تكون سياسات الدول والمنظمات سببا في التذبذب الحاصل، فالانتقاد الذي تعرضت له (OPEC) أثر على الاقتصاد العالمي، فسياساتها الغير عقلانية التي دفعت بأسعار البترول الخام في الأسواق الدولية إلى الارتفاع بوتائر متصاعدة أدت إلى ظهور ما يعرف بأزمة الطاقة في الدول الغربية والتي أثرت على مختلف نواحي الحياة خاصة على أسواق المركبات وبدائلها، وعلى استهلاك

¹ صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد 2015، مرجع سبق ذكره، ص 132، 133.

² علي رجب، تطور مراحل تسعير النفط الخام في الأسواق الدولية، مجلة النفط والتعاون العربي، العدد 141، ص 71.

الطاقة وتكاليف المنتجات الصناعية والزراعية والخدمية المعتمدة على النفط كوقود، كما أثرت على الموارد المالية للدول، هذا الواقع سرع من عملية ظهور تحولات تكنولوجية هامة أسهمت في إنتاج بدائل غير نفطية لمصادر الطاقة وقد انتشر بعضها سريعا وعلى مجال واسع، مثل الطاقة الشمسية بالإضافة إلى زيادة إحلال الغاز و الفحم والمصادر النووية محل النفط الخام.¹

وقد تحولت أزمت أسعار النفط من الارتفاع المفاجئ خلال فترة السبعينات من القرن الماضي. وما يقال عن ارتفاع أسعار النفط وغيرها من مصادر الطاقة التقليدية (غاز فحم، بترول) من تأثير على التبادلات التجارية الخارجية فهو يقال على انخفاض أسعارها، إذ ينعكس أي تغير في أسعار الطاقة على اقتصاديات كافة الدول وبالتالي على الاقتصاد العالمي.

إن الاعتماد على ربيع الصادرات النفطية سوف يترتب عنه بالضرورة تذبذب في المداخل من العملة الصعبة التي تستعمل في اقتناء المستلزمات الاستهلاكية للمجتمع من العالم الخارجي، إضافة إلى اللوازم من وسائل وعوامل إنتاج، هذا التذبذب قد يرجع في أحد جوانبه إلى عامل الأسعار، أين يتولد خطر كبير يؤثر بشكل كبير على الاقتصاديات المعتمدة على الصادرات النفطية، وبتحليل سعر النفط الخام نجد أنه أمر غاية في التعقيد، لكونه يتضمن عوامل عديدة منها الطلب العالمي على النفط وموقف دول منظمة الأوبك واحتياجات التنمية في البلدان النفطية، إضافة إلى التضخم العالمي وأسعار الطاقة البديلة للنفط، إضافة إلى عوامل أخرى تقنية واقتصادية وسياسية، غير أن أهم محددات سعر النفط هي الطلب العالمي وسياسة الإنتاج وأسعار بدائل النفط.²

الفرع الثاني: استنزاف الطاقات التقليدية.

يواصل الطلب على الطاقة ارتفاعه لسببين رئيسيين هما الزيادة المستمرة في عدد سكان العالم، والطلب المتزايد من الدول النامية بغية تحسين مستويات المعيشة فيها، وفي الوقت الحاضر، تتم تلبية نسبة كبيرة نحو 70% من الطلب العالمي على الطاقة بأنواع الوقود الأحفوري السائلة (النفط والغاز) وذلك بسبب توافرها وسهولة استعمالها، لكن من المتوقع أن يصل الإنتاج العالمي للوقود الأحفوري السائل إلى الذروة قريبا، ومن ثم يبدأ في التناقص، ويمكن ملاحظة أن إنتاج الوقود الأحفوري السائل (النفط

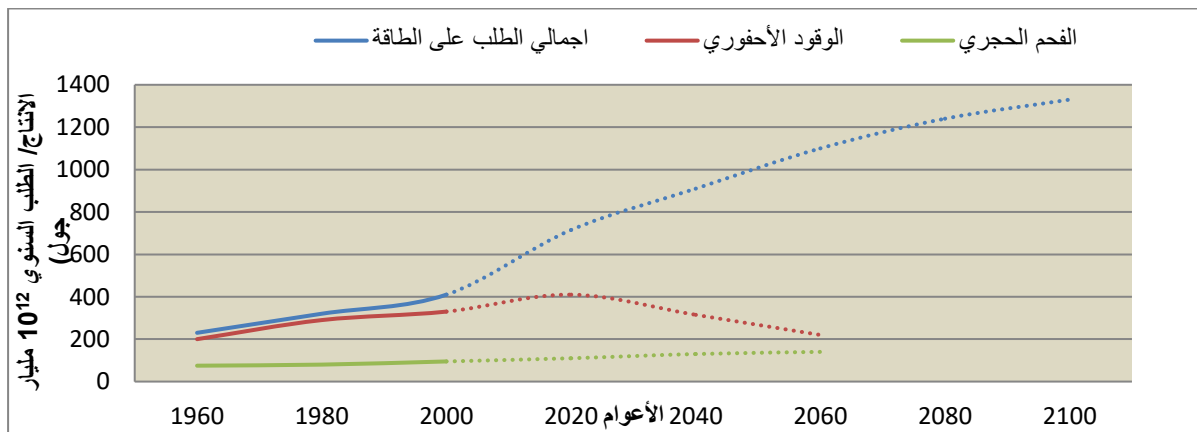
¹ معروف هوشيار، تحليل الاقتصاد الدولي، دار جرجير للنشر والتوزيع، الأردن، 2006، ص 84.

² التنير سمير، التطورات النفطية في العالم العربي والعالم ماضيا وحاضرا دار المنهل اللبناني، بيروت، لبنان، 2007، ص 08.

والغاز) على الصعيد العالمي سيواصل ارتفاعه على مدى الأعوام الخمسة عشر القادمة (كما يظهر من خلال الشكل رقم (05))، ومن المتوقع أن يبقى إنتاج الفحم الحجري ثابتاً تقريباً خلال العقد القادم لأسباب بيئية وبعد ذلك يبدأ في التناقص.

في هذه الأثناء، ونتيجة لتزايد نمو السكان العالمي ولرغبة الشعوب في تحسين مستويات المعيشة لديها، نجد أن الطلب يتزايد على أنواع الوقود السائل، ومن المتوقع أن يتباطأ نمو تعداد السكان العالمي البالغ 6,1 مليارات والذي يرتفع بمعدل 1,4% سنوياً ليصل إلى ما بين 10 و 12 مليار في نهاية القرن، ومن ثم سيتباطأ الطلب العالمي على الوقود السائل ليصل إلى نحو $10^{12} \times 1,6$ مليار جول سنوياً، واعتباراً من الفترة الواقعة ضمن الأعوام العشرين التالية ستكون هناك فجوة متنامية بين الطلب على أنواع الوقود السائل وإنتاجها.¹ والشكل التالي يوضح تقديرات الإنتاج العالمي للوقود التقليدي.

الشكل رقم (05): تقديرات الإنتاج العالمي للوقود الأحفوري.



المصدر: ت. نجات وزير أوغلو، مرجع سبق ذكره، ص 17.

الفرع الثالث: الآثار البيئية الناجمة عن استغلال مصادر الطاقة التقليدية.

لو لم يحدث التحول إلى الاعتماد على الوقود الأحفوري من الفحم الحجري إلى النفط لكان لذلك آثار بيئية مدمرة على صحة الإنسان في فترة وجيزة من الزمن، وتشمل الأخطار البيئية التي تواكب استخلاص الفحم الحجري من الطبيعة واستخدامه الأخطار البيئية المختلفة التالية:

¹ ت، نجات وزير أوغلو، التحديات البيئية وعصر ما بعد الوقود الأحفوري "المخاطر والغموض في أسواق الطاقة العالمية المتغيرة والانعكاسات على منطقة الخليج العربي"، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، 2006، ص 16.

- يعتبر تعدينه عملاً غير مريح وخطير خصوصاً إذا ما تم ذلك تحت سطح الأرض لما يواكب ذلك من أخطار حدوث الحرائق والانفجارات وتجمع الغازات السامة مثل أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان وكبريت الهيدروجين؛
- أما تعدينه من سطح الأرض عن طريق إزالة الغطاء الترابي فيؤدي إلى المسارعة في تعرية وتشويه المناظر الطبيعية إذا لم يواكب ذلك تشريع يجبر الشركات التي تعمل على تعدينه على إعادة تأهيل مواقع المناجم.
- تلويث الهواء إذ تنبعث من احتراق الفحم الحجري كميات من ثاني أكسيد الكبريت، كما أن الحرارة الناتجة عن عمليات الحرق يؤدي إلى أكسدة نيتروجين الهواء الجوي وتكوين أكاسيد النيتروجين المختلفة، وجميع هذه الأكاسيد لها أخطار عظيمة على الأنظمة البيئية الطبيعية كونها تهيج الأنسجة وتؤثر على العمليات الغذائية للنبات فتتلف الأوراق، كما يواكب انبعاثها سقوط أمطار حمضية مما يؤدي إلى إتلاف المحاصيل، ومما تجدر الإشارة إليه أنه بالإمكان انتزاع الكبريت من الفحم قبل حرقه والتقليل من تكوين أكاسيد النيتروجين خلال عمليات الحرق، أما غاز ثاني أكسيد الكربون فيبرز أثره السلبي في دوره في ظاهرة الإحترار العالمية.
- النشاط الإشعاعي وتحرر الفلزات الثقيلة حيث تؤدي عمليات حرق الفحم التي تحرر كميات كبيرة من العناصر الثقيلة والمشعة مثل الزئبق والكاديوم والكروم والرصاص والسيلينيوم والزرنيخ والنحاس والكلور واليورانيوم والثوريوم، وقد تصل هذه العناصر السامة إلى مصادر المياه السطحية أو الجوفية في المناطق المطيرة فتلوثها كيميائياً.

أما الاعتماد على الوقود السائل فيواكبه أخطار بيئية تماثل تلك التي تواكب الاعتماد على الفحم الحجري، خصوصاً انبعاثات غازات الكبريت والكربون الملوثة للهواء والمحرومة للعناصر الثقيلة، أما الغاز الطبيعي فيعتبر أقل ضرراً وتتركز خطورة الاعتماد عليه كمصدر للطاقة في مداولته وما يمكن أن يواكب ذلك من خطر حدوث الانفجارات والحرائق خلال عمليات نقله وتخزينه، ويمكن أن يؤدي الاعتماد عليه إلى تقليل ظاهرة الإحترار العالمي كون كميات غاز ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن احتراق تعادل نصف الكميات الناتجة عن احتراق الوقود السائل.¹

¹ عابد عبد الله، أساسيات علم البيئة، دار وائل للنشر والطباعة، الأردن، الطبعة الثانية، 2004، ص ص 137، 138.

- يصاحب عمليات حرق الوقود إنبعاثات العديد من الملوثات الصلبة والغازات التي تتصاعد في الهواء الجوي على هيئة أدخنة محملة بمواد كيميائية سامة وغازات خطيرة تتسبب في تلوث الهواء والمياه والتربة مما ينعكس سلبا على صحة الإنسان والكائنات الحية والنباتات.¹
- الأمطار الحمضية: حيث تبين الآن بما لا يدع مجالا للشك أن السبب الرئيسي في تكوين الأمطار الحمضية هو محطات توليد الكهرباء والمراكز الصناعية الضخمة التي تنتشر في الكثير من الدول، والتي تحرق كميات ضخمة من الوقود.²

ويمكن إبراز بعض المخاطر والتأثيرات البيئية للطاقات التقليدية في الجدول التالي:

الجدول رقم (06): أهم التأثيرات البيئية لمصادر الطاقات التقليدية.

مصدر الطاقة	التأثيرات البيئية
الفحم	<ul style="list-style-type: none"> ▪ تلوث المياه السطحية والجوفية. ▪ اضطراب وتغيرات في استخدام الأراضي وتدهور النظام البيئي. ▪ انبعاثات غازات ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت والنيتروجين.
النفط	<ul style="list-style-type: none"> ▪ تلوث سطح التربة بالغازات الثقيلة وبمخلفات الرماد والخث. ▪ تدهور التربة وانجرافها نتيجة عمليات الاستخراج والنقل.
الغاز الطبيعي	<ul style="list-style-type: none"> ▪ تغيرات عالمية في المناخ بسبب انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون والغازات الحابسة للحرارة. ▪ تلوث البحار والمحيطات.

المصدر: شحاتة حسن أحمد، مرجع سبق ذكره، ص 66.

¹ السيد المراكبي، الحماية القانونية للبيئة من التلوث، دار النهضة العربية، مصر، 2010، ص 197.

² عبد القادر رزيق المحادمي، التلوث البيئي "مخاطر الحاضر وتحديات المستقبل"، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2000، ص 15.

خلاصة الفصل الأول:

تلعب الطاقة في حياتنا دورا كبيرا لا ينافسها فيه إلا ضروريات الحياة من ماء وغذاء وهواء، وتعتبر الطاقات التقليدية (فحم، بترول، غاز طبيعي) من أهم الطاقات، حيث تتباين من حيث الوفرة وأماكن تواجدها مما أوجد أسواقا تباع فيها الطاقة وتشتري.

وبالرغم من سيطرة التامة للطاقات التقليدية على سوق التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية غير إن هذه الطاقات تشهد تطورات متسارعة سواء من ناحية كمية التصدير والاستيراد أو من ناحية نوعية الطاقة المتبادلة، ويرجع ذلك إلى عوامل متشعبة ومتنوعة ومتداخلة فيما بينها لعل أهمها: سعر الطاقات، الحالة الاقتصادية العالمية السائدة من تضخم أو ركود أو نمو وازدهار، السياسات المتبعة من قبل الحكومات والهيئات والمنظمات الدولية للطاقة وغيرها من العوامل. علاوة عن الآثار البيئية السلبية الناجمة عن استغلال و حرق هاته المصادر الطاقوية.

كل هذه العوامل والأسباب مجتمعة تجعل من استقرار التبادل التجاري الخارجي الطاقوي أمرا صعبا حتى وإن كان في فترة زمنية ما يخدم جهة اقتصادية فهو قد يضر بالأخرى، سواء المصدرة منها أو المستوردة، وهذا ما ينعكس بدوره على كل الجهات المعنية وعلى دول العالم ككل مما ينتج عن هذه التقلبات أزمات طاقوية ترمي بضلالها على المجتمع الدولي ككل.

الفصل الثاني:

الإطار العام للطاقات

المتجددة ومدى مساهمتها في

الإمدادات الطاقوية

تمهيد الفصل الثاني:

في ظل عدم ثبات التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية من تذبذب في أسعار الموارد الطاقوية أو عدم استقرار العلاقات السياسية والاقتصادية الدولية وبروز مشكلة نضوب مصادر الطاقات التقليدية مقابل انتشار مفرط للغازات التي تضر بالبيئة، تزايد الاهتمام العالمي بموضوع الطاقات المتجددة كمصدر رئيسي و مستقبلي للطاقة بحيث تكون بديلا للطاقة الأحفورية، كونها مصادر طاقوية لا تنضب كما أنها نظيفة وصديقة للبيئة وتخفف معدلات استخدام الطاقات التقليدية وتحافظ عليها كاحتياطي استراتيجي للأجيال القادمة، من هذا المنطلق ولأهمية البالغة التي يحظى بها الموضوع ارتأينا في هذا الفصل تقديم مختلف الجوانب المتعلقة بالطاقات المتجددة من ناحية التعريف بها، ذكر مصادرها والتركيز أكثر على اقتصادياتها ومدى مساهمتها في الإمدادات الطاقوية العالمية وكيفية ترشيد استخدامها وللإحاطة جيدا بهذا الموضوع قسمنا هذا الفصل إلى ثلاث مباحث:

المبحث الأول: مدخل إلى الطاقات المتجددة.

المبحث الثاني: مصادر الطاقات المتجددة.

المبحث الثالث: مشاركة الطاقات المتجددة ضمن توليفة الإمدادات الطاقوية الراهنة.

المبحث الأول: مدخل إلى الطاقات المتجددة.

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

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

المطلب الأول: مفهوم الطاقة المتجددة وأسباب البحث عن المصادر البديلة للطاقة.

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

الفرع الأول: أسباب و دوافع البحث عن مصادر بديلة للطاقة التقليدية.

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

وعليه فالبدائل المطروحة يمكن تقسيمها إلى قسمين، أولهما هو الطاقة النووية والتي يتم توليدها عن طريق التحكم في تفاعلات انشطار أو اندماج الأنوية الذرية، وتستغل هذه الطاقة في محطات توليد

¹ فؤاد قاسم الأمير، حل مشكلة الطاقة هو التحدي الأكبر للبشرية في القرن الحادي والعشرون، مؤسسة الغد للدراسات والنشر، 2005، ص 147.

الكهرباء النووية لتسخين المياه وإنتاج بخار الماء الذي يستخدم بعد ذلك لإنتاج الكهرباء والطاقة النووية هي أشد أنواع الطاقة المعروفة فاعلية، وقد وجد العلماء استعمالات كثيرة لهذه الطاقة، ولاسيما في إنتاج الكهرباء، ولكنهم لم يستطيعوا حتى الآن الاستفادة من كامل قدراتها ويمكن أن تزود الطاقة النووية العالم كله بالكهرباء لملايين السنين ولو أمكن تطويرها تطويرا كاملا.¹

وثاني تلك البدائل في الطاقة المتجددة وتشمل الكهرباء المائية المتولدة من السدود المقامة على الأنهار والطاقة الجيوحرارية والوقود الحيوي والطاقة الشمسية والرياح وطاقة المد والجزر، فهي تختلف عن سابقتها في أنها مصادر طاقة لا تنفذ مع استخدامها، ولكنها تتجدد تلقائيا.²

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

ومن ناحية المميزات النسبية للطاقة المتجددة مقارنة باستخدام الطاقة النووية، يمكن حصرها في:³

- خفض نسب الإشعاعات الذرية بالغلاف الجوي وما يتبعها من خسائر مادية وبشرية؛
- تقليل الانبعاثات الغازية المتسببة في ظاهرة الاحتباس الحراري؛
- تخليص الأجيال القادمة من مخاطر إدارة النفايات الذرية؛
- تزايد فرصة العمل البديلة بما توفره من الوظائف الثابتة بقطاع الطاقة؛

¹أمينة مخلفي، أثر تطور أنظمة استغلال النفط على الصادرات "دراسة حالة الجزائر بالرجوع إلى بعض التجارب العالمية"، رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه علوم، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، نوقشت بتاريخ 11 مارس 2013، ص 25.

²حاتم الرفاعي، مرجع سبق ذكره، ص 111.

³حمدي هاشم، تغيرات المناخ العالمي مظاهرها وأبعادها الاقتصادية والسياسية، من الموقع:

تم الإطلاع عليه بتاريخ: 2014/03/15.

<http://www.feedo.net/Environment/EnvironmentalProblems/ClimateChanges/UniversalClimate.htm>

- نشر ثقافة المعيشة الخضراء وانتعاش أسواقها العالمية؛
 - رفع معطيات الحضور البشري الإيجابية مع تلاشي مخاوف الحياة على الكرة الأرضية.
- توجد مجموعة من الأسباب الرئيسية تدفع العالم نحو تطوير واستخدام مصادر طاقوية بديلة منها:

أولاً: التوفيق بين استهلاك الطاقة واحترام البيئة

يعد استهلاك الطاقة السبب الأول في تلوث البيئة، فانبعاثات الكربون وثنائي أكسيد الكبريت واليورانيوم والغبار تعد أسباب رئيسية في ارتفاع حرارة الأرض، والأمراض التي تصيب الجهاز التنفسي، وببساطة أكثر تشبع الهواء في بعض المدن الكبرى (المكسيك، بانكوك)، وتكمن الصعوبة كلها في عدم عرقلة التطور الاقتصادي الضروري، وذلك عبر تقليل تأثير استهلاك الطاقة على الطبيعة، وهذه مسؤولية عالمية ومحلية، لذا يجب على الحكام، الصناعيين والمواطنين جميعاً الاهتمام بهذه المسألة. وتعد أوروبا الرائدة في هذا المجال، وللولايات المتحدة والأسواق الناشئة تحفظات بهذا، معتبرين أن الالتزامات التي تقترحها أوروبا بمثابة عقوبات تفرض على اقتصاداتها، وعلى الرغم من ذلك، فثمة حلول يمكنها الحد من ارتفاع التلوث: الحد من الطلب على الطاقة، تطوير الطاقات المتجددة، تغيير سلوك الاستهلاك... الخ.

ثانياً: أمن الطاقة العالمي

تظهر التوقعات الحالية للاستهلاك العالمي للطاقة استمرار ارتفاع الطلب، المعتمد في تلبيته بدرجة كبيرة جداً عن مصادر الطاقة الأحفورية وخاصة البترول، ويتركز هذا الطلب في الدول الصناعية، في حين تتركز منابع الإنتاج في منطقة شبه الجزيرة العربية، وهي منطقة مملوءة بالصراعات .

كما يضع النمو السريع لدول نامية كالصين والهند ضغطاً متزايداً على أسواق البترول العالمية، وهي مشكلة من المرجح أن تتفاقم مع مرور الوقت. أضف إلى كل ذلك أن استمرارية استهلاك مصادر الطاقة الأحفورية بنفس المعدل سيؤدي إلى استنزاف هذه المصادر واحتمال نضوبها خلال عقود قليلة قادمة، وهو الأمر الذي إذا تحقق سيؤدي إلى صدمة عالمية كبرى بالنظر إلى ارتباط اقتصاديات الدول بها، كما سيؤدي إلى زيادة حدة تخلف الدول النامية لأنها في حاجة أكبر للطاقة من أجل دفع عجلة تنمية اقتصادياتها، وعليه ومن أجل تحقيق استدامة قطاع الطاقة لابد من البحث وتطوير المصادر المتجددة لتلبية هذا التزايد في الطلب.

وتقترب البشرية مما يسمى بمرحلة نفاذ البترول، إن الوقود الأحفوري له حياة محددة، كما أن "ثروة النفط" حيث يتجاوز استخدامه الإنتاج يعتقد أنها فترة وشيكة للغاية إن لم تكن قد بدأت بالفعل، ويعتمد العالم المتقدم -إلى حد كبير- على الوقود الأحفوري، وتتواجد الكثير من مصادره في المناطق التي تعاني من اضطرابات سياسية، إن ضمان أمن الطاقة واستمرار توافرها يعد تحديا كبيرا. ويرى المؤيدون للطاقة النووية أن استخدامها قد يعزز أمان الطاقة نظرا لتوافرها بكثرة، كما يمكن استخدام استراتيجيات إعادة المعالجة لمضاعفة العمر الافتراضي للوقود المستهلك.¹

ثالثا: الاستعداد لنفاذ مصادر الطاقة الأحفورية مع انخفاض تكلفة الطاقات المتجددة

يواجه هذا التحدي الكبير البترول والغاز الطبيعي، بصورة خاصة، فلم يتبق من احتياطي هذا المصدر للطاقة إلا ما يكفي لعشرات السنين فقط، وعلى الرغم من كثرة الخيارات المستقبلية إلا أن التقنيات الحديثة لهذه الخيارات مازالت في مرحلة التجربة، في الوقت الذي يجب إلا تبقى مشاريع على الورق، وتعد خلايا الوقود والاندماج النووي تحديا من الأفكار الرئيسية.²

ويتزامن هذا مع انخفاض تكلفة الطاقات المتجددة الذي يعبر أحد الحوافز التي تدفع العالم نحو استخدام هذه الطاقات وإحلالها محل الطاقات التقليدية، حيث عرفت خلال السنوات الأولى لبداية الاهتمام بها ارتفاعا، ثم ما لبثت في الانخفاض، ويمكن إرجاع سبب نقص التكاليف إلى تحسن تكنولوجيات إنتاجها والتي ستتطلب عقود أخرى من العمل حتى تصل مرحلة نضوجها، وهو ما تطلبته تكنولوجيات الطاقات التقليدية في بدايتها.

الفرع الثاني: مفهوم الطاقات المتجددة.

تعرف الطاقات المتجددة على أنها:

الطاقة المتجددة هي الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو التي لا يمكن أن تنفذ، وتختلف مصادرها جوهريا عن مصادر الوقود العادي (بترول وفحم وغاز طبيعي) أو الوقود النووي، وعادة لا تترك الطاقة المتجددة مخلفات كثاني أكسيد الكربون أو غازات ضارة أو تعمل على زيادة الاحتباس الحراري كما يحدث عند احتراق الوقود العادي أو المخلفات الذرية الضارة، وتنتج الطاقة

¹ فيل أوكيف وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 300.

² لودوفيك مون، الطاقة النفطية والطاقة النووية، ترجمة مارك عبود، مكتبة الملك فهد الوطنية، الرياض، 2014، ص

المتجددة من الرياح والمياه والشمس، كما يمكن إنتاجها من حركة الأمواج والمد والجزر أو من حرارة الأرض الكامنة، وعموما فإن إنتاج الطاقة المتجددة ينتج غالبا من محطات القوى الكهرومائية بواسطة السدود العظيمة على مساقط المياه والأنهار، وتخطط بعض الدول لتغطية 20% من احتياجاتها من الطاقة حتى عام 2020 وأكد رؤساء الدول في مؤتمر كيوتو باليابان على تخفيض إنتاج ثاني أكسيد الكربون في الأعوام القادمة، وذلك لتجنب التهديدات الرئيسية لتغير المناخ بسبب التلوث واستنفاد الوقود الأحفوري، بالإضافة إلى المخاطر الاجتماعية والسياسية للوقود الأحفوري والطاقة النووية.¹

تعرف الطاقات المتجددة على أنها: عبارة عن مصادر طبيعية متجددة، غير ناضبة، نظيفة لا ينتج عن استخدامها أي تلوث، أو قدر قليل منه، فنجد أن الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، والماء والحرارة لا تطرح أي ملوثات، أما احتراق الكتلة الحيوية (la Biomasse) فإنها تطرح بعض الغازات الملوثة، لكنها أقل كمية من تلك الناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري.²

وتعرف أيضا: أنها تلك المصادر التي تزداد وتنمو عبر الزمن ولا يؤثر معدل استهلاكها أو استخراجها الحالي على معدل إنتاجها المستقبلي، بل تبقى احتياطياتها قائمة مثل الطاقة الشمسية، والطاقة الهوائية (طاقة الرياح)، والحرارة الجوفية (Géothermal) وطاقة الكتلة الحية وأمواج المحيطات أو كهرباء المساقط المائية.³

وتعرف الطاقات المتجددة أيضا بأنه مصطلح يستخدم لوصف إمدادات الطاقة التي لا تنتهي، الشمس والرياح والمياه هي أمثلة على الطاقة المتجددة حيث أن استخدامها لإنتاج الطاقة لا يقلل من مخزونها، الوقود الأحفوري هو مثال آخر من الطاقة المتجددة وهو عادة ما ينتج من المواد العضوية.⁴

¹ زاهر أحمد محمد، طرق وأساليب توليد الطاقة وانعكاساتها على ظاهرة الاحتباس الحراري، ندوة ظاهرة الاحتباس الحراري وآثاره على أمن وسلامة الإنسان، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية، الإمارات العربية المتحدة، 2009، ص 11.

² Chems Eddine hitour, pour une Stratégie Energetique de L'Algérie aL'horizon 2030, office des publication universitaire, Alger, 2003, p41.

³ آل الشيخ محمد بن محمد، مرجع سبق ذكره، ص 69.

⁴ David Pimentel, Biofuels, Soler and Wind as Renewable Energy Systems- Benefits and Risks, Cornell University Collego of Agriculture ans Life Sciences 5126 Comstoch hall Ithaca, USA, 2008, P156.

وتعرف مختلف الهيئات الدولية الطاقات المتجددة كما يلي:¹

- تعريف وكالة الطاقة العالمية (IEA): تتشكل الطاقة المتجددة من الطاقة الناتجة عن مسارات الطبيعة التلقائية كأشعة الشمس، والتي تتجدد في الطبيعة بوتيرة أعلى من وتيرة استهلاكها.
- تعريف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC): الطاقة المتجددة هي كل طاقة يكون مصدرها شمسي، جيوفيزيائي وبيولوجي والتي تتجدد في الطبيعة بوتيرة معادلة أو أكبر من نسب استعمالها، وتتولد من التيارات المتتالية والمتواصلة في الطبيعة كطاقة الكتلة الحيوية والطاقة الشمسية وطاقة باطن الأرض، حركة المياه، طاقة المد والجزر في المحيطات وطاقة الرياح، وتوجد العديد من الآليات التي تسمح بتحويل هذه المصادر إلى طاقات أولية للحرارة والطاقة الكهربائية وإلى طاقة حركية باستخدام تكنولوجيات متعددة تسمح بتوفير خدمات الطاقة. وعليه نستنتج ان الطاقة المتجددة هي عبارة عن طاقة لا يكون مصدرها مخزون ثابت ومحدود في الطبيعة، تتجدد بصفة دورية أسرع من وتيرة استهلاكها، وتظهر في الأشكال عديدة منها الكتلة الحيوية، أشعة الشمس، الرياح، الطاقة الكهربائية، وطاقة باطن الأرض.

هي الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو التي لا يمكن أن تنفذ (طاقة مستدامة)، ولا تنشأ عن الطاقة المتجددة في العادة مخلفات كثاني أكسيد الكربون أو غازات ضارة أو تعمل على زيادة الاحتباس الحراري كما يحدث عند احتراق الوقود الأحفوري أو المخلفات الذرية الضارة الناتجة عن مفاعلات القوى النووية. والطاقات المتجددة هي وسيلة لنشر المزيد من العدالة في العالم بين دول العالم الغني ودول العالم الفقير، وهي ليست حصراً على الذين يعيشون اليوم، فالحد الأقصى من استعمال الشمس والرياح اليوم لن يقلل من فرص الأجيال القادمة، بل بالعكس، فعندما نعتمد على الطاقة المتجددة سنجعل مستقبل أولادنا وأحفادنا أكثر أماناً، فالطاقة المتجددة بأنواعها من طاقة شمسية وطاقة رياح وطاقة عضوية وغيرها من الطاقات "الطبيعية" تعتبر بالفعل الأمل في توفير الطاقة في المستقبل من ناحية لأنها طاقات لا تنتضب، ومن ناحية أخرى لأنها غير ملوثة للبيئة، بالإضافة إلى ذلك، تطبيق التقنيات الحديثة لتوليد هذه الأنواع من الطاقة سيوفر فرص عمل متعددة للشباب.

¹ زواوية أحلام، دور اقتصاديات الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة في الدول العربية، مكتبة الوفاء القانونية، الإسكندرية، الطبعة الأولى، 2014، ص ص 122، 123.

المطلب الثاني: أهمية الطاقة المتجددة وخصائصها.

لقد أصبحت الطاقة المتجددة تحظى بأهمية كبيرة على الصعيد الدولي وذلك لنظافتها فضلا عن كونها غير قابلة للنفاذ، وسنقوم في هذا المطلب بشرح أهمية الطاقات المتجددة وتناول فوائد استخدامها.

الفرع الأول: أهمية الطاقات المتجددة وفوائد استخدامها.

أولا: أهمية الطاقة المتجددة.

للطاقات المتجددة أهمية بالغة ويمكن أن نلخص هذه الأهمية في النقاط التالية:¹

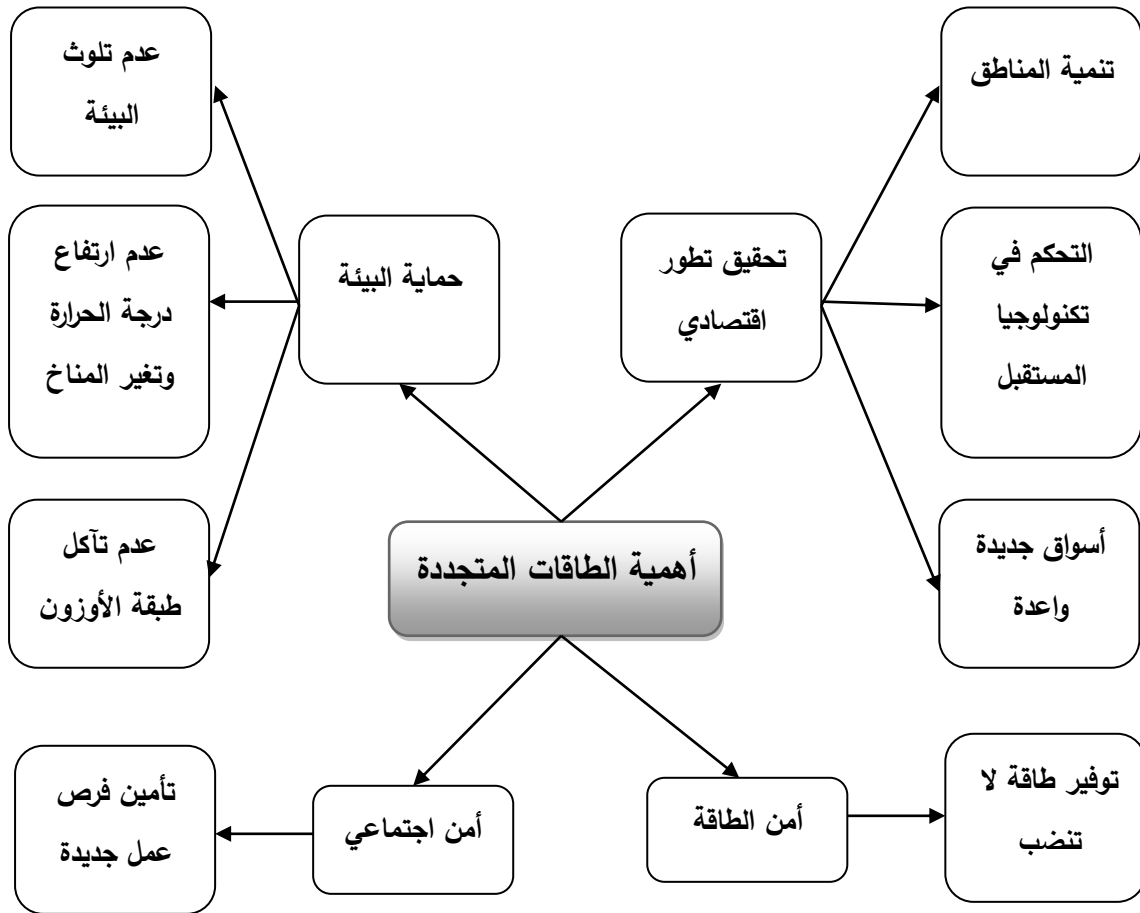
1. إن المصادر المتجددة مرشحة لأن تلعب دورا هاما في حياة الإنسان، وأن تلبى نسبة عالية من متطلباته، وهي مصادر دائمة طويلة الأجل إن لم نقل أبدية لارتباطها بالشمس، والرياح والحرارة وغيرها.
2. نظافة هذه المصادر على عكس الوقود الحفري، الذي تزايدت التأكيدات حول تسببه في الكثير من المشاكل البيئية، فالجدير بالذكر أن جميع مصادر الطاقات الجديدة والمتجددة أو معظمها آمنة ونظيفة بيئيا، ومنه عدم تخصيص مبالغ إضافية لمعالجة ما يمكن معالجته من المضار.
3. تتعدد أشكال الطاقة في هذه المصادر يتفق مع تعدد احتياجات الإنسان من الطاقة، ويمثل في الوقت ذاته نقطة ايجابية في جانب استغلال هذه المصادر، فبدل الدخول في متاهات تحويل الطاقة من شكل إلى آخر عبر سلسلة من العمليات، والتي تؤدي إلى إهدار نسبة عالية من مخزون الطاقة الأساسي في المواد الأحفورية، فإن مصادر الطاقة البديلة هذه تتيح إنتاج الطاقة المطلوبة مباشرة، فالخلايا الشمسية مثلا يمكن إنتاج الطاقة الكهربائية مباشرة، والمجمعات الشمسية تتيح إنتاج طاقة حرارية مباشرة أيضا.
4. إن عملية استغلال الطاقات الجديدة والمتجددة وإحلالها محل الطاقة التقليدية، ستوفر مردودات اقتصادية هامة، فقد أعطت التقييمات الاقتصادية لاستعمال منظومات الطاقات الجديدة والمتجددة، وبالخصوص منظومات الطاقة الشمسية مردودات اقتصادية فعالة خلال فترة التشغيل الصغرى، فإذا ما زادت عن ذلك زادت مردوداتها الاقتصادية، فأسواق خلايا الوقود مثلا تضاعفت خلال فترة قصيرة نتيجة للتقدم الكبير الذي تحقق في هذا المجال حيث أمكن رفع كفاءة تلك الخلايا مع خفض تكلفة إنتاجها، كما أن الدول النامية تواصل طريقها قدما للتوسع في استخدام طاقة الهيدروجين، فيما شهد سوق السخانات التي تعمل بالطاقة الشمسية توسعا بنسبة أكثر من 25% خلال السنوات القليلة الماضية.

¹فريدة كافي، الطاقات المتجددة ودورها في الإقتصاد وحماية البيئة- دراسة حالة الجزائر-، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، قسم العلوم الاقتصادية، جامعة باجي مختار عنابة، الجزائر، 2015، ص69.

5. إن استعمال هذه المصادر سوف يؤدي إلى ترشيد استهلاك الطاقة الحفرية، وخاصة النفط ومشتقاته مما يؤدي إلى وفرته حيث يمكن تصديره إلى سوق النفط العالمية، ومنه جلب العملة الصعبة لدعم الاقتصاديات الوطنية - هذا بالنسبة للدول المنتجة للنفط- وإقامة المشاريع التنموية.

6. المردودات الاجتماعية الناتجة عن استعمال مصادر الطاقة البديلة، وذلك من خلال توفير الطاقة اللازمة للاستعمالات اليومية لسكان المناطق النائية، كالتبخ والتدفئة وتسخين الماء، ومنه النهوض بمتطلبات الحياة الضرورية لهؤلاء السكان.

الشكل رقم (06): أهمية الطاقات المتجددة.



المصدر: هاجر بربطل، دور الشركة الجزائرية الأجنبية في تمويل وتطوير الطاقات المتجددة في الجزائر-دراسة حالة الشركة الجزائرية الإسبانية-، رسالة دكتوراه الطور الثالث (Imd)، قسم العلوم الاقتصادية، جامعة محمد خيضر-بسكرة، الجزائر، 2016، ص 105.

ثانيا: فوائد استخدام الطاقات المتجددة.

يمكن إبراز أهم الفوائد من استخدام الطاقات المتجددة من خلال الجدول التالي:

الجدول رقم (07): فوائد استخدام الطاقات المتجددة.

المجال	الفوائد
في المجال العسكري	<p>من أهم التطبيقات العسكرية للطاقة المتجددة استخدامها في تيسير الحياة في المدن العسكرية الجديدة، والوحدات المتمركزة بالمناطق النائية، وتستخدم المصادر المختلفة للطاقة المتجددة لشتى الأغراض، لتوليد الكهرباء، وتحلية مياه البحر، والطهي، واستخدام الأنظمة المركزية للسخانات الشمسية، بغرض توفير متطلبات الإيواء للمجتمعات العسكرية في المناطق النائية، ومن أهم التطبيقات المستخدمة :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ نظام التسخين الشمسي للكليات العسكرية لاستخدامات الطلبة، استخدام السخانات الشمسية الميدانية، لإمداد الوحدات بالمياه الساخنة للجنود، إمداد المناطق السكنية والمدن العسكرية بالسخانات الشمسية تحلية المياه؛ وتحظى طاقة الرياح بنصيب كبير في التطبيقات العسكرية، حيث تستغل بقدرات عالية، مما يتيح تنفيذ مشروعات لطاقة الرياح على مستوى كبير كالآتي: ▪ تستخدم طاقة الرياح مع نظام مشترك للديزل بالاستعانة بالحاسب الآلي للتحكم والمراقبة، كما تستخدم طاقة الرياح في تحلية مياه البحر.
استخدام المنزلي التجاري	<ul style="list-style-type: none"> ▪ تسخين المياه، باستخدام المجمعات الشمسية دون تحويلها إلى أي شكل آخر من أشكال الطاقة، وهو أرخص و أنظف أنواع الطاقة؛ ▪ تسخين المياه بالطاقة الشمسية، لا يمثل بندا أساسيا في ميزانية الدولة.
الاستخدام الزراعي و الصناعي	<ul style="list-style-type: none"> ▪ تجفيف المنتجات الزراعية، اتجهت بعض المصانع لاستخدام الطاقة الشمسية في بعض عمليات التسخين والتبخير، خاصة في مصانع الأغذية، والبلاستيك، والصباعة، بالإضافة إلى المخابر الآلية، والعديد من الصناعات الأخرى التي تتطلب درجة حرارة متوسطة أو منخفضة، شحن بطاريات بعض أنواع المحطات التليفزيونية واللاسلكية، أجهزة الإنارة الملاحية، شحن البطاريات الكهربائية، مضخات الري الشمسية لرفع المياه لري الأراضي الزراعية ، وتقطير المياه، تشغيل وحدات تحلية المياه، كهربية القرى النائية.

Source : Francis Meunier, Les Energies Renouvelables, le Cavalier Bleu, France, 2007, PP 48,49.

الفرع الثاني: خصائص الطاقات المتجددة:**أولاً: مزايا استخدام الطاقة المتجددة.**

تتميز مصادر الطاقة المتجددة بتنوع وتعدد استخداماتها، حيث تستخدم في العديد من المجالات، مثل توليد الكهرباء، الاستخدامات المنزلية الصغيرة (الطبخ والتدفئة)، المجالات الصناعية، وتحلية المياه، لذلك فإن استخدام مصادر الطاقة المتجددة يحقق العديد من المزايا ومنها:¹

1. تنوع مصادر الطاقة:

تحقيق وفر في المصادر التقليدية للطاقة، توفير احتياجات الطاقة للقطاعات المختلفة، بالإضافة إلى إمكانية تحقيق فائض في المستقبل من الطاقة الكهربائية المنتجة من المصادر المتجددة للتصدير.

2. تحسين البيئة:

تعتبر مصادر الطاقة المتجددة مصادر نظيفة لا تؤثر على البيئة، لذلك فإن استخدام هذه المصادر يساعد على تقليل انبعاث الغازات الناتجة عن إنتاج الطاقة الكهربائية باستخدام المصادر التقليدية.

3. توفير الطاقة الكهربائية:

يمكن إنشاء العديد من مشاريع إنتاج الطاقة الكهربائية في المناطق النائية والريفية، حيث يتوافر العديد من مصادر الطاقة المتجددة في هذه المناطق، مثل طاقة الرياح، الحرارة الشمسية، الكتلة الحيوية، وذلك لدفع عمليات التنمية والتطوير لهذه المناطق من إيجاد فرص عمل جديدة، إنشاء المصانع والمدن السكنية الجديدة وتحسين مستوى المعيشة لسكان هذه المناطق.

4. رفع مستوى المعيشة:

يساعد إنتاج الكهرباء من المصادر المتجددة في العديد من المناطق النائية والريفية في تحسين مستوى المعيشة للأفراد وتوفير احتياجات هذه المناطق من الكهرباء بالتكلفة المناسبة لهم، تحسين نوعية الحياة لما يوفره من خدمات تعليمية وصحية أفضل لسكان هذه المناطق، توفير فرص عمل للعمالة المحلية في هذه المناطق في مجالات تصنيع وتركيب معدات الطاقة المتجددة وصيانتها وغيرها.

¹ محمد مصطفى الخياط وإيناس محمد إبراهيم الشيتي، استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تنمية مشروعات الطاقة المتجددة، المؤتمر العلمي السابع عشر لنظم المعلومات وتكنولوجيا الحاسبات، القاهرة، مصر، 2010، ص 04

كما يمكن إبراز مجموعة أخرى من المزايا:¹

1. تسمح الطاقات المتجددة على المدى الطويل بالسيطرة على أسعار الطاقة:

انضمام تكاليف الإنتاج حيث أن بعض التقنيات كالطاقة الكهرومائية والرياح اليوم وصلت تقريبا إلى التكافؤ مع تكلفة الكهرباء الحرارية، في حين أن المصادر الأخرى (الطاقة الشمسية الضوئية، والكتلة الحيوية) تقلل من الفجوة التنافسية في الأسعار بسبب الابتكارات التكنولوجية ونظم الحوافز المتنوعة، بالإضافة إلى الاستثمار في معدات إنتاج الطاقة المتجددة (توربينات الرياح، وحدات الطاقة الشمسية والكتلة الحيوية...) وتحفيزات الإنتاج في المستقبل القريب بشروط تنافسية مع تكاليف التشغيل التي تقلصت من قبل إلى حد كبير بالمقارنة مع مصادر الطاقة الأخرى.

2. الطاقة المتجددة ناقلات أكثر ملائمة لتطوير إنتاج الطاقة اللامركزية:

باستخدام هذه الأشكال من الطاقة يساعد على تنمية الموارد الطبيعية للأقاليم في الشركات والمجتمعات والأفراد.

3. كما تساهم في تحقيق الأمن في الإمدادات المحلية وسد الاستهلاك والحد من نقص الوقود وعدم استقرار الطاقة

4. تساعد الطاقة المتجددة على الحد من الآثار البيئية لإنتاج الطاقة:

الحد من انبعاثات الغاز والمسببة للاحتباس الحراري والحد من مسببات تلوث الماء والهواء، إذ تقلل من النفايات وتحافظ على التنوع البيولوجي والمناخ وبالتالي فهي مفيدة لصحة الإنسان والحيوان.

5. الطاقة المتجددة توفر إمكانات كبيرة للتنمية الصناعية:

النمو القوي في الأسواق العالمية في مجال الطاقات المتجددة يثير العديد من الفرص للاستثمار في الأنشطة التي تقع في سلاسل القيمة طويلة الأجل.

¹Le livre blanc : des énergies renouvelables « des choix qui fondent notre avenir, impression chirat, Paris, France, 2012, P08.

وهناك ميزة مهمة لمعظم الطاقات المتجددة ولكن ليس جميعها وهي كثافة الطاقة المنخفضة أو الطاقة المتولدة لوحدة مساحة الأرض، مثلا الطاقة الشمسية وطاقة الرياح لها طاقة منخفضة.¹

ثانيا: عيوب الطاقة المتجددة.

بالرغم من أن الطاقة المتجددة تعتبر بالدرجة الأولى عن مصدر للطاقة المجانية وغير الملوثة إلا أن انتهاجها حاليا يعتبر خيار وليس كضرورة حتمية في بعض الدول، وهذا نظرا لتكلفتها الاستثمارية وطول فترة استرداد تكاليف مشاريعها، وعليه فإن من بعض عيوب الطاقات المتجددة ما يلي:²

▪ إن استغلال القوة المائية لإنتاج الطاقة الكهربائية يستلزم نفقات باهظة تصرف على إنشاء السدود، محطات التوليد، مد الخطوط لنقل الطاقة، محطات توليد الطاقة وغيرها من التكاليف، مما يجعل تكاليف إنشاء محطة مائية لتوليد الكهرباء باهظة التكاليف مقارنة بتكاليف إنشاء محطة حرارية (باستثناء محطات الوقود النووي التي لا تزال حتى الوقت الحاضر أبهظ من جميع المحطات المائية والحرارية إنشاء واستخداما)، كما ينبغي قبل إنشاء المحطة المائية تحويل المجرى الواسع للماء الساقط إلى مجرى ضيق ينصب الماء منه في الأنابيب بهدف تركيز قوة سقوطه، وفي المعدل يبلغ رأس المال اللازم لإنشاء محطة كهرومائية نحو أربعة أمثال ما يلزم لإنشاء محطة حرارية تستخدم الفحم أو البترول؛

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

▪ الطاقة الشمسية غير متاحة باستمرار، إذ لا بد من تطوير نظام لتخزينها، حيث أن الكمية المتاحة للطاقة الشمسية في أي نقطة ليست من الكبر بحيث تكفي للإفادة منها وهذا لانتشار أشعة الشمس

¹ روبرت ل. ايفانز، شحن مستقبلنا بالطاقة "مدخل إلى الطاقة المستدامة"، ترجمة فيصل حردان، سلسلة كتب التقنيات الاستراتيجية والمتقدمة، المنظمة العربية للترجمة، لبنان، 2011، ص 132.

² زواوية أحلام، مرجع سبق ذكره، ص ص: 152-155.

الساقطة وعدم تركيزها، وهو ما يستدعي تجميع هذه الطاقة وتحويلها إلى صورة نافعة وفقا لتقنيات باهظة تستدعي التغلب على بعض الصعوبات الفنية في هذا المجال؛

▪ إن معالجة الهيدروكربونات لإنتاج الهيدروجين تؤدي حتما إلى انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون بصورة متناسبة ومقدار الكربون في المادة الخام المستخدمة، فإن إنتاج الهيدروجين من الفحم الحجري مثلا سيؤدي إلى إنتاج كميات من ثاني أكسيد الكربون تفوق كمياته المنتجة من الغاز الطبيعي، ومن الضروري في الاقتصاد القائم على الكربون المنخفض القيام بدراسة تفصيلية للانبعاثات الصادرة عن الإنتاج وعن استعمال وقود الهيدروجين؛

▪ إن التخزين أو التخلص بعيد الأمد من مواد النفايات النووية مازال موضوعا قيد التعامل معه من قبل بلدان عديدة تقوم بتشغيل محطات نووية، حيث يحتوي الوقود النووي المستهلك في المفاعل على مجال كبير من المواد المشعة، وبالرغم من أن ما نسبته 3% فقط من الوقود الأصلي يبقى كنفائات وهي محتوية على مخلفات انشطار شعاعية ذات متوسط عمر تتراوح ما بين بضع ثواني وملايين السنين، إلا أن عملية التخلص من هذه النفايات تكون عن طريق تبخر النفايات التي هي في الأغلب سائلة، والباقي الذي هو مواد صلبة توضع في علب التخزين لعدم إمكانية التخلص منها إلا عن طريق تخزينها بوضعها في المحطات العميقة، أو التخزين تحت الأرض في طبقات مستقرة جيولوجيا، ومن الطبيعي أن زيادة الإشعاع تؤثر تأثيرا كبيرا على صحة الإنسان، وعندما تصل درجة الإشعاع إلى نحو 800 ريم* فإن هذا يؤدي حتما إلى الإصابة بالسرطان وحدث الوفاة، وسوف يبقى حادث مفاعل تشيرنوبيل أكبر وأقوى شاهد على المخاطر التي تتجم عن استخدام الطاقة النووية والمفاعلات النووية.

المطلب الثالث: تحسين كفاءة الطاقة والآثار الناتجة والمصاحبة لإنتاج الطاقات المتجددة.

إن إتباع وسائل معينة لعلاج المشاكل الناشئة من الاستخدام غير الرشيد أو غير الكفاء للطاقة سيؤدي في النهاية إلى عدم إمكانية استمرار قدرة موارد على الوفاء بالاحتياجات من الطاقة لفترة أطول لهذا وجب إتباع أساليب من شأنها تحسين الكفاءة الإستخدامية للطاقة .

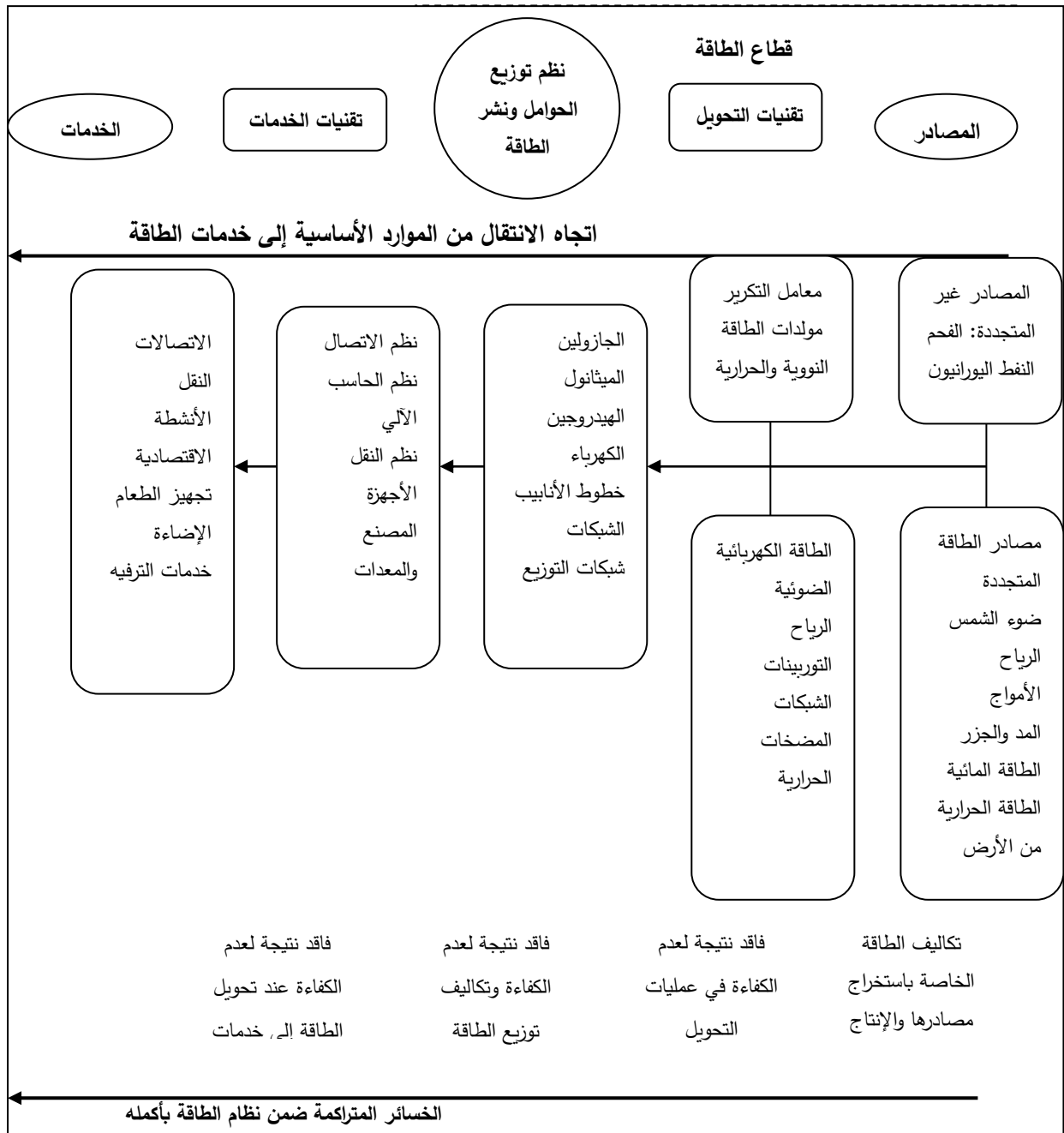
الفرع الأول: التحسين من كفاءة الطاقة.

▪ أولا: الكفاءة الطاقة

*الريم REM هو وحدة تستخدم في قياس الإشعاع وتتكون كلمة ريم من الأحرف الأولى للكلمات الانجليزية Rpentgen Equivalent Man

إن الكفاءة -بوجه عام- هي نسبة إجمالي المخرجات من الطاقة إلى إجمالي مدخلاتها، وعادة ما يعبر عنها بالنسبة المئوية، وهناك مجالان رئيسيان في نظام الطاقة تمثل الكفاءة عنصرا مهما فيهما، وأول هذين المجالين هو تحول أحد موارد الطاقة الرئيسية إلى مصدر ثانوي للطاقة أو حامل للطاقة كتحويل الفحم إلى كهرباء، والثاني هو تحويل مصادر الطاقة الثانوية إلى خدمات للطاقة، والشكل (07) يعطي نظرة شاملة على نظام الطاقة.

الشكل رقم (07): نظم الطاقة.



المصدر: فيل أوكيف، مرجع سبق ذكره، ص 163.

ويعد الجانب الأيسر من الشكل (07) مصادر الطاقة التي يمكن أن يتحقق فينهايتها خدمات طاقة من خلال عمليات تحويل، إن عملية التحويل لموارد طاقة غير متجددة كتحويل الفحم إلى كهرباء تختلف اختلافا كبيرا عن الطاقة الناتجة عن الرياح أو الطاقة الكهربائية الضوئية، والعمليات المختلفة تخضع لقوانين أو لوائح مختلفة، إن كفاءة عملية التحويل هي الخطوة الأولى في تحديد كفاءة مسار معين لتحويل الطاقة إلى خدمة، وتنتج معظم الطاقة من خلال عمليات تحكمها قوانين الديناميكا الحرارية والتي أسفرت عنها التجارب المبكرة التي تربط الحرارة بالعمل الميكانيكي.

وقوانين الديناميكا الحرارية تضع الحدود الخاصة بالمحرك الحراري الذي يستخدم بكثرة في عمليات التحويل -على سبيل المثال في محطات الطاقة الحرارية ومحرك الاحتراق الداخلي والمحركات النفاثة، وفي الواقع فإن أي محرك يستخدم الحرارة في إنتاج العمل الميكانيكي يسمى محركا حراريا، وهو يعمل باستخدام التفاوت في درجات الحرارة لإنتاج عمل ميكانيكي.¹

ويتضح من الشكل (07) أن هناك فاقدًا (أو تكاليف طاقة) ترتبط بكل خطوة من خطوات نظام الطاقة:²

- الموارد: إن تجميع الموارد قد يتطلب مدخلات من الطاقة، فمثلا تحتاجها في منجم الفحم وفي الحفر ونقل البترول والغاز، وفي إرساء تقنيات حديثة للحصول على الطاقة المتجددة.
- النقل أو التحويل: كميات الفاقد المرتبطة بتحويل الموارد الرئيسية إلى موارد ثانوية أو في تكرير (تنقية) الموارد الرئيسية.
- الناقلات والتوزيع: كميات الفاقد من نظم التوزيع الكهربائية وتكاليف الطاقة المرتبطة بنظم الضخ إلى الأنابيب، وتوزيع شحنة الوقود.
- التقنيات الخاصة بخدمات الطاقة: كميات الفاقد المرتبطة بمجموعة من التقنيات التي تستغل طاقة التحويل في إنتاج خدمات مفيدة كالمصباح الزجاجي الذي يمنحنا الإضاءة والمركبة التي ننتقل بها من مكان لآخر.

و يقصد بتحسين كفاءة الطاقة الحد من الآثار السلبية الناتجة عن هذا الاستخدام خاصة في ظل الاعتماد المتزايد على مصادر الطاقة الأحفورية أو التقليدية، فما يميز مستوى الكفاءة الحالية

¹ قيل أوكيف، مرجع سبق ذكره، ص ص: 162، 163.

² نفسه، ص 166.

في إنتاج واستهلاك الطاقة اليوم هو عدم وصوله وبدرجات متفاوتة بين الدول إلى المستوى المطلوب والممكن تحقيقه، وبالتالي فهناك تحدي واضح يتمثل في تطوير فرص استخدام أكثر كفاءة في معظم القطاعات الاقتصادية.

ثانياً: العالم وكفاءة الطاقة.

إن كفاءة الطاقة المسألة متعارف عليها كخيار أساسي في أيدي صناع السياسات ولكن الجهود الحالية لا 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 بنسبة 16% عام 2015، بينما اعتمدت الولايات المتحدة معايير جديدة لترشيد استهلاك الوقود كما التزم الإتحاد الأوروبي بتقليل الطلب على الطاقة بنسبة 20% بحلول عام 2020 واعترمت اليابان تخفيض استهلاكها من الكهرباء بنسبة 10% بحلول عام 2030، في سيناريو السياسات الجديدة، ستساعد تلك التدابير على الإسراع من وتيرة التقدم المخيبة للآمال لبطنها من حيث كفاءة الطاقة عالمياً على مدار العقد المنصرم، ولكن حتى هذه التدابير والسياسات الجديدة الأخرى، فإن نصيباً ملحوظاً في إمكانية تحسين كفاءة الطاقة (البالغ أربعة أخماس الإمكانية في قطاع المباني وأكثر من النصف في قطاع الصناعة) 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 منافعتها 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 الكفوءة من حيث استهلاكها 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

¹International Energy Agency, World Energy Outlook 2012, Arabic Translation, France, 2012, PP 2,3.

رابعاً: الحوافز لزيادة كفاءة استخدام الطاقة

لألوائح التنظيمية دور مهم في وضع معايير الطاقة، خصوصاً المنشآت الجديدة، كما تعد المساعدات المالية والمنح مفيدة في هذا الصدد. فهي تمنح من قبل السلطات العمومية أو وكالات تعزيز كفاءة استخدام الطاقة -مثل هيئة البيئة وإدارة الطاقة- وهي تشجع المستهلكين على اختيار المعدات الأقل استهلاكاً للطاقة، وأما الضرائب فهي أداة مفيدة هي الأخرى، كما أن تزويد المستهلكين بالمعلومات من الأدوات الرئيسية المهمة.¹

الفرع الثاني: ترشيد استهلاك الطاقة.

أولاً: ترشيد استهلاك الطاقة سياسات وتكنولوجيات.

لقد قامت الكثير من الدول إضافة إلى التشريعات المساندة وبرامج التوعية بتبني سياسات وبرامج لترشيد الاستهلاك القطاعي للطاقة تضمنت الآتي:²

- تنفيذ برامج رفع كفاءة استخدام الطاقة على جانبي العرض والطلب؛
- خفض معدل نمو الطلب على الطاقة الكهربائية؛
- تبني برامج إدارة الطلب على الطاقة متضمنة سياسات التسعيرة وإعادة توزيع الأحمال؛
- تشجيع تقانات الطاقات المتجددة.

كما وتشمل إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة: رفع كفاءة استخدام الطاقة على جانبي التزويد Supply Side والطلب Demand Side.

ففي الجانب المتعلق بالتزويد: نجد أن خيارات عرض الطاقة التي تزيد الكفاءة هي:

- زيادة دور الغاز الطبيعي؛
- التقدم الواعد لتكنولوجيا الطاقة الأحفورية؛
- التخفيف من الضياعات والمفاقد الفنية؛
- الطاقات المتجددة لتوليد الطاقة الكهربائية.

¹لوفيك مون، مرجع سبق ذكره، ص 85.

²إبراهيم جاويش، ترشيد استهلاك الطاقة نحو اقتصاد أفضل وبيئة آمنة، مجلة جامعة دمشق، المجلد السادس عشر، العدد الأول، 2000، ص ص 111، 112.

ففي مجال توليد الطاقة الكهربائية من الوقود، ثمة إمكانيات كبيرة لتحقيق كفاءة تتراوح بين 60 و70% في الدارات المختلطة -أو أكثر على المدى الطويل- مقارنة مع المتوسط العالمي البالغ معدله 30% حالياً، كما يمكن تحقيق مكاسب كبيرة في الكفاءة بالإستعاضة عن إنتاج الحرارة والطاقة كل على حدي بتكنولوجيا التوليد المشترك للطاقة الحرارية الكهربائية.

أما في الجانب المتعلق بالطلب، فهناك عدة عوامل رئيسية يمكن أن تسهم إسهاماً جدياً في تخفيض الاستهلاك الكثيف للطاقة، ومن ثم الحد من تغير المناخ وتلوث البيئة، وهي:

- تحسين المردود وتقليل الضياعات والمفاقد في تجهيزات المنشآت القائمة المستهلكة للطاقة؛
- إدخال التكنولوجيا وطرائق الإنتاج الحديثة الأكثر كفاءة في المنشآت والمعدات الجديدة؛
- التحول عن استخدام المواد ذات الاستهلاك الكثيف للطاقة والتوجه نحو مواد وأنماط معيشية (الخدمات المعلوماتية) ذات استهلاك أقل للطاقة؛
- تغيير المنتج، بإنقاص وزنه مثلاً، دون التأثير في وظيفته التي يؤديها؛
- إعادة استخدام المنتج، كالأواني الزجاجية مثلاً؛
- تدوير مخلفات الإنتاج للحصول على الطاقة أو مواد أولية للإنتاج.

ويعد ترشيد الاستهلاك النهائي للطاقة في مختلف القطاعات الإنتاجية والخدمية من أهم محاور

العمل الجاد في هذا المجال:¹

1. قطاع الأبنية: المسؤولة عن 30-40% من الانبعاثات العالمية والترشيد:

- يرتبط بالبناء نفسه:
- تصميم المبنى وفق أساليب التصميم المعماري البيئي؛
- تنفيذ المبنى مع العزل الحراري اللازم والألوان المناسبة للغلاف الخارجي.
- يرتبط بالأجهزة والنظم والمعدات المستهلكة للطاقة: على سبيل المثال:

¹ الأمم المتحدة، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، تكنولوجيا قطاع الطاقة للتخفيف من تغير المناخ، الاجتماع الخامس للجنة الاستشارية للتنمية العلمية والتكنولوجية والابتكار التكنولوجي، بيروت، 29-30 مارس، 2010، ص ص

- استبدال المصابيح المتوهجة بالمصابيح الموفرة للطاقة (تسمح بتوفير 70% من استهلاك الإنارة) والأجهزة الكهربائية المنزلية ذات الاستعمال اليومي (تلفاز-براد...) يتيح توفير 12% من الاستهلاك الكهربائي وفق دراسات الإتحاد الأوروبي؛
- استهلاك أجهزة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (راديو-تلفاز-إنترنت...) في المنازل يمثل 15% من الاستهلاك المنزلي، ويمكن تخفيضها إلى النصف باستعمال تقنيات متوفرة (IEA).
 - يرتبط بالإنسان: تشريعات أفضل للطاقة/ توعية/ رفع المستوى الفني للعاملين.
- 2. قطاع النقل: حوالي 60% من استهلاك النفط.
 - أوصت IPCC (اللجنة الدولية للتغيرات المناخية) بتحسين الاقتصاد في استهلاك الوقود بنسبة 50% وهناك مبادرة لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة في هذا الإطار.
 - هناك سياسات وإجراءات لتخفيض الانبعاثات تتمثل ب:
 - تكامل شبكات النقل والإدارة المتكاملة لها وإدارة حركة المرور؛
 - تشجيع برامج الصيانة وتدقيق الطاقة؛
 - تشجيع استخدام الاتصالات السلكية واللاسلكية وتقنيات المعلومات للحد من الطلب على النقل؛
 - نقل المحروقات بواسطة الأنابيب عندما يكون ذلك ممكناً؛
 - اعتماد التكنولوجيات والمواصفات المتقدمة؛
 - توعية وتثقيف عامة الجمهور على وسائل بسيطة لترشيد الاستهلاك.
- 3. قطاع الكهرباء: 69% من الطاقة الكهربائية مصدرها الوقود الأحفوري (42% من الفحم، 21% من الغاز، 6% من البترول)، من الممكن اعتماد و تطوير تكنولوجيات لتحسين كفاءة الإنتاج والنقل والتوزيع بحيث تنخفض الخسارة الفنية على الشبكات الكهربائية.
- 4. قطاع الصناعة: المسؤولة عن 22%-33% من الانبعاثات، وسائل الترشيد متعددة، تكنولوجيا متقدمة، الصيانة، تدقيق الطاقة، استرداد الحرارة الضائعة، تحسين عامل القدرة.

ثانياً: أساليب ترشيد استهلاك الطاقة.

إن أساليب ترشيد استهلاك الطاقة يرتبط أولاً بالاستخدام المتطور في العمليات الصناعية والمنزلية لخفض الاستهلاك النوعي للطاقة وعلى مجموعة من الإجراءات التنظيمية والإدارية والتشريعات التي تساهم في التمكين من تحديد فرص ترشيد لاستهلاك الطاقة ومن هذه الإجراءات:¹

- التوليد المشترك للحرارة والكهرباء بالمصانع؛
- استرجاع الحرارة الضائعة بالمصانع؛
- تحسين كفاءة الاحتراق بالمصانع؛
- التحكم بالعمليات الصناعية بالمصانع؛
- استخدام نظم إدارة الطاقة بالمصانع؛
- تحسين معامل القدرة بالمصانع؛
- استخدام أجهزة إنارة عالية الكفاءة؛
- استخدام المحركات ذات الكفاءة العالية؛
- إجراءات الاقتصاد بالطاقة بإتباع منهج الأبنية الخضراء وتحسين كفاءة المكونات الفردية للأبنية بما في ذلك سخانات المياه، ومعدات الطبخ، والأدوات المنزلية، والتجهيزات المكتبية، والالكترونيات، ونظم التدفئة والتهوية والتكييف والإضاءة، هذا وأشارت دراسات حول كفاءة الطاقة أجريت في أمريكا الشمالية وأوروبا خلال التسعينيات إلى أنه في مقابل توفير كل بيتاجول من الطاقة تم استحداث ما بين 40 و100 وظيفة؛
- توظيف الطاقة النظيفة في القطاعات المختلفة (النقل، الزراعة،...).

ثالثاً: تقنيات ترشيد استهلاك الطاقة.

تتمثل أهم تقنيات ترشيد استهلاك الطاقة فيما يلي:²

إن مبدأ ترشيد الطاقة ليس فقط هدف استراتيجي يحد من إهدار الطاقة ويوفر بلايين الدولارات سنوياً، بل هو ثقافة تعطي انطبعا حضارياً متقدماً لمجتمعاتنا وتساهم في الحفاظ على البيئة وتطبيق بعض المبادئ الإسلامية التي تدعو دائماً وتحث على عدم التبذير وعدم الإسراف والحفاظ على الثروات.

¹مؤتمر الطاقة العربي العاشر، فرص ترشيد استهلاك الطاقة في الدول العربية، أبو ظبي، دولة الإمارات العربية المتحدة، 21-23 ديسمبر 2014، ص 34.

²نفسه، ص 36-38.

في الحقيقة يوجد الكثير من الأمور التي يستطيع كل مواطن عادي خارج نطاق المؤسسات التشريعية والتنفيذية سواء في البيت أو في المكتب أو في المجمع التجاري والسكني أن يساهم ولو بشكل بسيط جدا من إهدار الطاقة مثل: استخدام عوازل في تصميم البناء، استخدام حرارة معتدلة لجميع المكيفات، استخدام أدوات كهربائية منزلية ذات استهلاك كهربائي عالي الكفاءة، إقفال الإنارة في الأماكن التي لا يتواجد فيها أحد، الحد من إنارة المناطق الخارجية للبيت، الحد من استخدام السيارة إلا عند الضرورة. على مستوى المنطقة والمدينة يمكن عمل الكثير من الأشياء التي تؤدي وتصب في مفهوم ترشيد الطاقة منها: استخدام الطاقة الشمسية للإنارة خاصة الطرق البعيدة، استخدام إنارة ذات توقيت دقيق متزامن مع غروب وشروق الشمس، الترشيد في كمية الإنارة خاصة في المشرعات الكبيرة مثل الجامعات والمجتمعات السكنية والتجارية، إغلاق الإنارة في الكثير من المباني الحكومية والتجارية خارج وقت الدوام. ويهدف التعرف على التجربة الألمانية الثرية والتميزة في مجال ترشيد وإنتاج الطاقة في المباني من خلال الاعتماد على مصادر الطاقة النظيفة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة الحرارة الكامنة في باطن الأرض وغيرها من أنواع الطاقة المتجددة.

هناك العديد من التقنيات لترشيد استهلاك الطاقة نذكر منها:¹

1. يجب التركيز عند وضع برامج ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة في القطاع الصناعي، على ترشيد استهلاك المشتقات النفطية، والغاز الطبيعي، والكهرباء، وذلك بتحديد الطرق الإنتاجية وخطوط الإنتاج المناسبة للاستفادة من الطاقة القصوى للمنتجات الطاقية المستخدمة في العمليات الإنتاجية، وتصميمها لتكون أقل استهلاكاً للطاقة، وإجراء دراسة دقيقة ومفصلة لتسلسل مراحل الإنتاج، وتقنية كل مرحلة، مع تحديد مدخلاتها ومخرجاتها، وصولاً إلى ميزان طاقة للعمليات المختلفة يحقق ترشيد استخدام الطاقة في كل عملية من العمليات الإنتاجية؛
2. يجب إجراء دراسة دقيقة لتخزين المواد الأولية الداخلة في العمليات الصناعية من التأكد من سهولة انسيابيتها للدخول إلى خطوط الإنتاج، وتخزين المواد البترولية اللازمة للإنتاج والمواد المصنعة الجاهزة، مع التأكد من سهولة تحميلها ونقلها بأقل استهلاك ممكن للطاقة؛

¹ مؤتمر الطاقة العربي الثامن، ترشيد استخدام الطاقة في القطاع الصناعي في الدول العربية، قطر، 14-17 ماي 2006، ص ص 22، 23.

3. دراسة الشبكة الكهربائية ذات الجهد المتوسط للمنشأة الصناعية وتوزيع الأحمال على مراكز التحويل داخل المنشأة بشكل دقيق ودراسة الشبكة ذات الجهد المنخفض وتوزيع الأحمال على الأطوار، والتأكد من عدم انخفاض معامل القدرة الكهربائية في المنشأة الصناعية عن 0,9 وأن لا يقل حمل المحركات الكهربائية المستخدمة ومراكز التحويل عن 80% من الحمل الاسمي، وتحقيق تهوية طبيعية أو ذاتية للكابلات والمحركات الكهربائية، والاستفادة من الإنارة الطبيعية قدر الإمكان.

4. وضع برامج صيانة دورية للألات والأجهزة المستخدمة في خطوط الإنتاج ومراقبة استهلاكها من الطاقة والتأكد من حسن أدائها، وصيانة المبادلات الحرارية لمنع ترسب الأملاح والرماد داخلها.

5. إجراء تدقيق طاقي دوري ومطابقة النتائج مع المؤشرات التصميمية وتدارك الانحرافات.

وقد بينت الخبرات المكتسبة في مجال تحسين كفاءة استخدام الطاقة توافر تقنيات وتطبيقات أثبتت نجاحها في تحقيق كفاءة عالية لاستخدام الطاقة في قطاع الصناعات التحويلية وهي:¹

أ. التوليد المشترك للحرارة والكهرباء (Cogénération):

تعمل محطات التوليد الكهربائية التقليدية بكفاءة لا تتجاوز 35% مما يؤدي إلى ضياع حوالي 65% من الطاقة الكامنة كحرارة لا يستفاد منها. وقد توصلت التقنيات الحديثة إلى استخدام محطات التوليد الكهربائية ذات الدورة المركبة بكفاءة تزيد عن 55%، وكذلك التوليد المشترك للحرارة والكهرباء في مواقع الاستهلاك وخاصة في الصناعات التي تحتاج إلى الحرارة والكهرباء.

ب. استرجاع الحرارة الضائعة (Waste Heat Recovry):

يعتبر استرجاع الحرارة الضائعة أحد أهم الفرص المتاحة لترشيد الطاقة في المنشآت الصناعية ومحطات توليد الكهرباء، وتتوافر فرص استرجاع الحرارة الضائعة في صناعات التعدين والزجاج والأسمدة والصناعات الغذائية وتكرير النفط والصناعات النسيجية.

ج. تحسين كفاءة الاحتراق:

¹ اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، ترشيد استهلاك الطاقة في قطاع الصناعة، مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، جوهانسبورغ، جنوب إفريقيا، 26 أوت-04 سبتمبر 2002، ص ص 7-9.

تتحقق الكفاءة الأمثل للاحتراق عندما يتم حرق الوقود مع الكمية المناسبة من الهواء لتأمين الاحتراق الكامل، ويتم التحكم بهواء الاحتراق وتنظيم درجة الحرارة، والضغط ونسبة الهواء إلى الوقود باستخدام أنظمة التحكم الالكترونية، ومحطات الغازات المحمولة، مما يساهم في تحسين كفاءة الأفران.

د. التحكم بالعمليات الصناعية:

إن تطوير نظم للتحكم بمدخلات الطاقة باستخدام الحواسيب الالكترونية (الميكروبروسيسر) يساهم في تحسين كفاءة المنشأة، وقد أثبت استخدام هذه النظم المتطورة فعالية كبيرة، ويمكن لها أن تساهم في تحقيق وفر يتراوح بين 5-10% من إجمالي الطاقة المستهلكة.

هـ. استخدام نظم إدارة الطاقة (Energy Management Systems):

إن التحكم بالاستخدام الأمثل لمصادر الطاقة بالتوافق مع نظم تشغيل وصيانة جيدة يؤدي إلى تحقيق كفاءة طاقة عالية، وذلك ببرمجة أوقات التشغيل والإيقاف للتجهيزات والتحكم في استهلاك الطاقة الكهربائية للاستفادة من الأسعار المخفضة خارج أوقات الذروة وتجنب الغرامات، كما أن التحكم في إنارة المباني وأنظمة التدفئة والتهوية والتكييف يؤدي إلى ترشيد جيد للطاقة.

و. تحسين معامل القدرة:

يؤدي تحسين معامل القدرة الكهربائية في معظم الصناعات عن طريق توصيل مكثفات كهربائية بالنظم المركبة بالصناعة إلى خفض استهلاك الطاقة في هذه الصناعة.

ز. المحركات عالية الكفاءة:

يشكل استخدام المحركات الكهربائية حوالي 70% تقريبا من الطاقة الكهربائية الكلية المستخدمة في الصناعة، لذا فإن استخدام المحركات ذات الكفاءة العالية وأجهزة تعديل السرعة تعتبر خيارا تكنولوجيا واعدة يساهم في خفض حجم الطاقة المستخدمة في إدارة المحركات.

ح. العزل الحراري:

تتألف أنظمة العزل المقدمة من موارد ذات خصائص تتمتع بمعاملات توصيل حراري ومنخفض تستعمل لعزل شبكات المياه الباردة عن الساخنة، وفتحات التهوية، الأفران والغلايات، وذلك من أجل الحد من الفاقد الحراري، وهناك إمكانية لاستعمال تطبيقات العزل في مختلف الصناعات.

ط. الإنارة الكفاءة:

تشكل معدلات الإنارة حوالي (10-15)% من مجمل الطاقة الكهربائية في الكثير من المنشآت الصناعية، ومن أجل خفض هذا الاستهلاك الكهربائي للإنارة يمكن إتباع جملة من التدابير منها: استخدام المصابيح ذات الكفاءة العالية، تقنين عدد المصابيح المطلوبة مع إدخال التحسينات على تصاميم الإنارة استخدام العاكسات الضوئية، أجهزة التحكم، وكلها تساهم في خفض استهلاك الطاقة.

رابعا: عوائق ترشيد استهلاك الطاقة.

إن مزايا استخدام نظم كفاءة الطاقة واضحة، و تحدد عددا من الدراسات (كدراسات دي كولينيير وآخرون-2004) العوائق الرئيسية في هذا الصدد وبعض هذه العوائق يختص بقطاعات صناعية معينة، أو فئات بعينها (كالمضخات والضواغط والمراوح). ومع ذلك تبقى هناك ملاحظات عامة ينبغي أخذها في الاعتبار. والأنواع التالية من عوائق السوق مقسمة إلى فئات مختلفة طبقا لأهميتها، وهي تصور الجزء الأكبر من المشكلة:¹

1. العوائق الرئيسية:

- طول الفترة اللازمة لاسترداد الثمن نتيجة لانخفاض أسعار الكهرباء؛
- عدم الرغبة في تغيير نظم العمل وعملياته؛
- الميزانيات المجزأة.

2. العوائق المتوسطة:

- عدم وجود الحماس لدى كافة الأطراف بسلسلة التوريد؛
- عدم كفاية التعريفات الصحيحة لكفاءة نظم الموتورات؛
- كبر حجم الموتورات نتيجة لنقص المعرفة بالخصائص الميكانيكية للأحمال؛
- عدم توافر الوقت الكافي للإدارة والتحكم.

3. العوائق البسيطة:

- عدم توفر رأس المال الكافي؛
- التعارض بين المواصفات الوظيفية الأخرى مع كفاءة الطاقة.

¹فيل أوكيف، مرجع سبق ذكره، ص 208.

الفرع الثالث: الآثار الناتجة والمصاحبة لإدخال الطاقات المتجددة.

إن إدخال منظومات الطاقات المتجددة ضمن منظومة الإمداد الطاقوي سينشأ عنه العديد من الآثار الاقتصادية والاجتماعية سنتناولها بإيجاز حسب الآتي:¹

أولاً: الآثار الاجتماعية.

إن استخدام منظومات الطاقات المتجددة لتوفير جزء أو كل الاحتياجات الطاقوية ينتج عنه العديد من الآثار الاجتماعية المفيدة لصالح المستخدمين بصفة خاصة ولصالح الدولة بصفة عامة لعل أهمها:

- إن استخدام منظومات الطاقة المتجددة وعلى الأخص منظومات الخلايا الشمسية ومنظومات طاقة الرياح في توفير الاحتياجات الطاقوية للمناطق النائية من شأنه أن يساهم في تحسين مستوى معيشة أفرادها عن طريق تحسين الخدمات التعليمية والصحية وتوفير المياه الصالحة للشرب وتوفير المياه الساخنة للأغراض المنزلية؛
- إن توفر الطاقة الكهربائية بالمناطق النائية يمكن أن يؤدي إلى تنوع الأنشطة الاقتصادية لسكان تلك المناطق وخصوصاً تلك الأنشطة التي لا يمكن أن تمارس إلا بتوفر مصادر طااقوية؛
- توفر المصادر الطاقوية من شأنه أن يدعم الاستقرار بالمناطق النائية ويقلل من الهجرة إلى المدن والمناطق العمرانية كما يساهم في إيجاد تنمية مستدامة لتلك المناطق.

ثانياً: الآثار الاقتصادية.

استخدام منظومات الطاقة المتجددة يمكن أن ينتج عنه الكثير من الآثار الاقتصادية المفيدة والداعمة للاقتصاد الوطني نذكر منها:

- إن استغلال الطاقات المتجددة المتوفرة بشكل مجاني يعتبر استغلالاً لأحد المصادر المهمة المهدورة الأمر الذي يؤدي إلى توفير جزء من المصادر التقليدية لاستخدامه في أغراض أخرى؛
- إن استخدام الطاقات المتجددة في المناطق النائية من شأنه توفير الاستثمارات الكبيرة اللازمة لمد شبكات الكهرباء للمناطق النائية والبعيدة عن الشبكة العامة للكهرباء خصوصاً إذا كانت الأحمال صغيرة ولا يمكن لها أن تحقق أية عوائد اقتصادية؛

¹ بلحاج محمد موسي واخرون، التخطيط لإدخال الطاقة المتجددة ضمن منظومة الإمداد الطاقوي المستقبلية، مركز بحوث الطاقات المتجددة وتحلية المياه، كلية الهندسة جامعة الفاتح، طرابلس، ليبيا، دون سنة، ص ص 11، 12.

- إن استخدام تقنيات تسخين المياه للأغراض المنزلية من شأنه أن يساهم في تحسين مستوى الدخل العام للأفراد عن طريق تخفيض قيمة الاستهلاك الكهربائي كما يمكن أن يوفر عائد آخر للدولة وذلك عن طريق توفير الوقود اللازم لمحطات الكهرباء اللازمة لمواجهة أحمال التسخين كما يساعد في تحسين منحنى الأحمال اليومية؛
- استخدام منظومات الطاقات المتجددة لتوليد القدرة عند النهايات الطرفية في الشبكة العامة من شأنه تحسين معامل القدرة لتلك الشبكات؛
- استخدام منظومات الطاقات المتجددة في المباني والمنازل يساهم في توفير جزء أو كل الاحتياجات ويقلل من الفاقد في شبكات النقل والتوزيع؛
- يمكن أن تصبح الطاقات المتجددة أحد مصادر الدخل القومي في المستقبل عن طريق تصديرها.

المبحث الثاني: أنواع ومصادر الطاقات المتجددة.

إن مصادر الطاقات المتجددة هي بشكل أساسي تلك المصادر التي لا تتضب في الطبيعة، المشتقة جوهريا من الطاقة الإشعاعية للشمس التي تصل إلى الأرض، تتضمن هذه المصادر الأمثلة الواضحة للمحطات الكهرومائية، ومحطات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، والطاقة الجيولوجية وطاقة الكتلة الحيوية وغيرها، وقد استغل الإنسان مختلف هذه المصادر منذ القدم ولا يزال يبحث في سبل تطويرها وتحسين مردودياتها باستمرار، إذ تتميز هذه المصادر بقابلية الاستغلال المستمر دون أن يؤدي ذلك إلى استنفاد منابعها.

وسنتناول في هذا المبحث بالشرح لمختلف أنواع ومصادر الطاقات المتجددة عدا الطاقة الشمسية والتي سنوردها منفصلة بالتفصيل في الفصل الموالي.

المطلب الأول: طاقة الرياح.

تتعدد الطاقات المتجددة، وتعد طاقة الرياح من بين أهم مصادرها الحميدة التي تزخر بها العديد من بلدان العالم، وقد زاد الاهتمام بهذا النوع من الطاقة خاصة بعد التقدم الذي حصل في مجال تطوير تكنولوجيات واقتصاديات طاقة الرياح، حيث زادت استطاعة التوربينات بصورة واضحة وقلت تكاليفها وتحسنت اقتصادياتها بحيث أصبحت في بعض الحالات منافسة للأساليب التقليدية في توليد الطاقة.

الفرع الأول: مفهوم ونشأة طاقة الرياح.

أولاً: نشأة طاقة الرياح¹.

توفر طاقة الرياح إمكانية واسعة لتوليد قدرات كبيرة من الطاقة الكهربائية من دون مشاكل التلوث التي تحدثها مصادر الطاقة التقليدية الحالية، فحجم تطوير هذا المصدر المتجدد يعتمد على الاختيار الأفضل للتوربين (العنفة) الهوائي وموقعه.

لقد استخدمت طاقة الرياح منذ آلاف السنين في طحن الحبوب والري وبعض التطبيقات الميكانيكية الأخرى، كما أن هنالك مؤشرات تفيد بأن طواحين الهواء قد استخدمت من قبل البابليين في العراق، وفي الصين القديمة في الفترة التي تتراوح ما بين 1700 إلى 2000 قبل الميلاد. وتشير بعض المراجع الأجنبية إلى أن أمير المؤمنين عمر بن الخطاب هو من أوائل من استخدموا الطواحين الشراعية الميكانيكية. وانتشرت طواحين الهواء في أوروبا منذ القرن الثاني عشر فوصل عددها في عام 1750 إلى أكثر من 8000 طاحونة في هولندا وأكثر من 10 آلاف طاحونة في إنجلترا، وقل استخدامه بعد اكتشاف النفط في بداية القرن الحالي.

بعد ارتفاع أسعار النفط وظهور مشاكل بيئية ناتجة عن استخدام مصادر الطاقة التقليدية زاد الاهتمام بطاقة الرياح، ووصلت تكنولوجيا تصنيع طواحين الهواء في عقد الثمانينات من هذا القرن إلى درجة عالية من النضج بحيث يمكن حالياً تصنيع منظومات توليد الطاقة الكهربائية بكفاءة ممتازة وأسعار مناسبة، وما فتئت الجهود تبذل لتقليل سعر هذه المنظومات وزيادة الثقة فيها من الناحية التقنية، وتنتج الدول الصناعية حالياً أنواعاً عديدة من الطواحين بتصاميم مختلفة.

¹ حقبة تعليمية تدريبية في مجال الطاقات المتجددة، سلسلة الحقائق التعليمية التدريبية في مجال الطاقات المتجددة، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم (ألكو)، تونس، 2000، ص ص 84، 85.

ولقد تقدمت تقنيات التوربين بشكل كبير في السنوات القليلة الماضية، فمنذ عقد مضي قام المهندسون بتصميم توربينات باستطاعة 300 كيلواط/ساعي، وبسبب سرعة دوران شفراتها تم منع إقامتها في بعض الأماكن لأسباب بيئية، إذ تتسبب شفراتها في قتل الطيور التي تهاجر على الشواطئ، وإن سرعة الرياح المثلى لتشغيل التوربينات هي من 15 إلى 25 ميل/ساعة وحوالي 20% فقط من طاقة الرياح الفعلية يمكن تحويلها إلى طاقة كهربائية، وتملك التوربينات التي تم تطويرها وتركيبها في السنوات القليلة الماضية استطاعة تتراوح بين 2 إلى 3 ميغاوات وسرعة دوران أبطأ بكثير.¹

ثانيا: تعريف طاقة الرياح.

تعتمد نظم طاقة الرياح على الطاقة الميكانيكية كنتيجة لتحريك الرياح ريش التوربينات، ومن ثم تحويل الطاقة الميكانيكية إلى كهرباء باستخدام مولدات كهربائية، وقد حققت تقنيات توليد الكهرباء من الرياح تطورا كبيرا خلال العقدين الماضيين.²

تتولد الرياح نتيجة لامتناسص أسطح الأرض والبحار والمحيطات لأشعة الشمس بنسب متفاوتة، فعند سقوط أشعة الشمس على سطح ما يتأثر الغلاف الجوي ويسخن الهواء مما يؤدي إلى انخفاض كثافته، وهو عكس ما يحدث في المناطق التي ينخفض فيها مقدار الإشعاع الشمسي، وتبعاً لذلك ينتقل الهواء من منطقة الضغط المرتفع، حيث يقل الإشعاع الشمسي إلى منطقة الضغط المنخفض، حيث الإشعاع الشمسي الأكثر، وهو ما يؤدي إلى نشوء الرياح.³

لقد استخدمت الرياح كمصدر للطاقة لآلاف السنين، وتطبيقاتها على مدى التاريخ تتضمن الإبحار وتشغيل طواحين الهواء، فقد استخدمت الطواحين الهوائية لطحن الحبوب وضخ المياه، كما أن الرياح مازالت تستخدم اليوم كمصدر للطاقة لتوليد الطاقة الكهربائية يعتبر نسبياً تطبيقاً جديداً وسيكون التركيز الأساسي لهذا القسم، ويمكننا معرفة بعض المفاهيم الأساسية المتعلقة بالطاقة الكهربائية المتولدة بواسطة طاقة الرياح من خلال حساب ناتج القدرة لتوربين الهواء.⁴

¹ريتشارد هايبرغ، النفط "النفط ومصير المجتمعات الصناعية"، ترجمة أنطوان عبد الله، الدار العربية للعلوم، لبنان، 2005، ص 217.

²هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة (NREA)، وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، التقرير السنوي (2011)، مصر، ص 15.

³مصطفى محمد الخياط، الطاقة مصادرها وأنواعها واستخداماتها، القاهرة، مصر، 2006، ص 50.

⁴جون ر فانشي، الطاقة التقنية وتوجهات المستقبل، ترجمة عبد الباسط على صالح كرمان، سلسلة كتب التقنيات الإستراتيجية والمتقدمة، المنظمة العربية للترجمة، 2011، ص 522.

ومن خلال هذا يمكن الاستنتاج بأن:

طاقة الرياح هي الطاقة المتولدة من تحريك ألواح كبيرة مثبتة بأماكن مرتفعة بفعل الهواء، ويتم إنتاج الطاقة الكهربائية من الرياح بواسطة محركات (توربينات) ذات ثلاث أذرع دوارة تحمل على عمود تعمل على تحويل الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة كهربائية، فعندما تمر الرياح على الأذرع تخلق دفعة هواء ديناميكية تتسبب في دورانها وهذا الدوران يشغل التوربينات فتنتج طاقة كهربائية، وتنشأ الرياح من تسخين الشمس غير المتساوي للغلاف الجوي الأرضي، ومن دوران الأرض حول نفسها، وتكون الرياح أقوى ما يمكن في المعابر الجبلية وعلى طول الشواطئ...إلخ.

ولقد استخدم الإنسان طاقة الرياح منذ فترة طويلة، حيث استعملها في تسيير السفن الشراعية وطحن الحبوب وضخ المياه.

الفرع الثاني: استخدامات طاقة الرياح والتأثيرات البيئية الناتجة عنها.

أولاً : استخدامات ومميزات استخدام طاقة الرياح.

بالإضافة إلى استخدام طاقة الرياح في ضخ المياه وطحن الحبوب وتسيير السفن، نجحت هولندا في استخدام طواحين الهواء لتجفيف مناطق واسعة من ماء البحر، وتحويلها إلى أراضي زراعية، وكانت الدنمارك من أوائل الدول التي استخدمت طاقة الرياح في توليد الكهرباء، حيث ملكت في سنة 1900 أكثر من ثلاثة وثلاثون ألف طاحونة هواء، وزاد اهتمام الولايات المتحدة وروسيا وبريطانيا وألمانيا وفرنسا والهند ومصر وبلاد أخرى منذ الحرب العالمية الثانية بطاقة الرياح وتصميم أجهزة تعمل بكل أنواع الرياح لتوليد الكهرباء.¹

ولطاقة الرياح أيضا فوائد واستخدامات عدة نذكر منها:²

■ طاقة الرياح توفر كهرباء نظيف وملائم للبيئة وبأسعار تنافسية؛

¹أمينة مخلفي، مرجع سبق ذكره، ص 32.

²Martin Kaltschmitt, Wolfgang Streicher, Andreas Wiese : Renewable Energy –Technology, Economics, and Environment, Springer-Verlag Berlin Meidelberg, Neu York, USA, 2007, P32.

- توفر توربينات الرياح فرص عمل وفوائد اقتصادية للمناطق الضعيفة اقتصاديا، كما أنها تخلق فرصا للعمل في تصنيع التوربينات وخدمات التخطيط والصيانة وتحقق دخلا للمجتمعات المحلية من وراء جني عائدات الضرائب ودفع إيجارات لاستخدام الأراضي؛
- لتوربينات الرياح مجموعة كبيرة من التطبيقات بدءا من التي تستهلك بضعة الكيلواط إلى التي تستهلك العديد من الميغاواط، فالتوربينات التي تقع خارج الشبكة وتصل طاقتها إلى 10 كيلواط تمد المزارع والقرى الصغيرة بالطاقة، أما مزارع الرياح البحرية التي تصل طاقتها إلى عدة مئات من الميغاواط فلديها قدرة مثبتة على تغذية الشبكات الكهربائية التابعة للمناطق الصناعية بالطاقة؛
- وتعتبر توربينات الرياح مثالية لمزج طاقة ما غيرها من مصادر الطاقة المتجددة، سواء كان ذلك شبكات الكهرباء العامة أو بشبكات الكهرباء المصغرة.

ثانيا: التأثيرات البيئية لاستخدام طاقة الرياح.

إن استخدام طاقة الرياح له فوائد ومساوئ بيئية، ولتوسيع إنتاج الطاقة من هذا المصدر يجب أن تكون المحاسن في حدها الأعلى بينما تكون المساوئ في حدها الأدنى، ونذكر من أهم تأثيراتها البيئية:¹

1. الفوائد البيئية:

إن توليد الطاقة الكهربائية من طاقة الرياح لا يتضمن انبعاث ثاني أكسيد الكربون أو سقوط الأمطار الحامضية أو ملوثات أخرى، فاستخدام طاقة الرياح يقلل الاعتماد على الوقود التقليدي والنووي، وبالإضافة إلى ذلك فإن العنفات الرياح لا تحتاج إلى مصادر مياه كبعض المصادر التقليدية والمتجددة.

2. المساوئ البيئية المكتسبة:

المشاكل البيئية الناتجة عن استخدام منظومات طاقة الرياح هي الضجيج، والتداخل الكهرومغناطيسي، والتأثيرات البصرية كانعكاسات أشعة الشمس من شفرات العنفات الريحية أثناء دورانها.

أ. ضجيج التوربين الريحي:

لا تعتبر العنفات الريحية عند مقارنتها مع مكائن أخرى ذات ضجيج عال ولكن هناك بعض المواقع التي يتم فيها ملاحظة بعض الضجيج غير المريح، ويوجد نوعان للضجيج: أولهما يصدر من المعدات الكهربائية الميكانيكية المستخدمة في تقنية طاقة الرياح كصندوق التروس والمولد، وهذا يسمى

¹حقيبة تعليمية تدريبية في مجال الطاقات المتجددة، مرجع سبق ذكره، ص ص 103-106.

"الضجيج الميكانيكي"، أما ثانيهما فهو ناتج عن تداخل تيار الهواء مع الشفرات ويسمى "الضجيج الأيروديناميكي".

والضجيج الميكانيكي (Mechanical Noise) هو المشكلة الرئيسية، لكن من السهل تخفيضه باستخدام مجمع تروس أكثر هدوء أو وضع الأدوات الميكانيكية في هياكل معزولة لتخفيف الصوت.

ب. التداخل الكهرومغناطيسي:

عند نصب عنفات الرياح بالقرب من مناطق تستخدم الراديو والتلفزيون فإنه من المحتمل جدا أن تنعكس بعض الموجات بطريقة تجعل الموجات المعكوسة تتداخل مع الموجات الأصلية قبل وصولها إلى الجهاز، وهذا قد يسبب تشوها في الموجة التي تصل إلى المستخدم. لذا وضعت بعض الوكالات معلومات كافية لتجنب مثل هذه التداخلات في المناطق التي توجد فيها هذه المنظومات.

ج. التأثيرات البصرية:

تتحدد هذه التأثيرات بعدة عوامل مثل حجم العنفة وتصميمها، عدد الشفرات، لونها، عدد وترتيب العنفات في الحقل، ويتحدد قبول بعض المواطنين بوجود العنفات الريحية بعدة عوامل أهمها عامل الثقافة وفهم مختلف التقنيات، ورأيه في أفضل مصدر من مصادر الطاقة. وللصحف والمجلات التي تنشر أحيانا الأخبار عن مصادر الطاقة المختلفة تأثير كبير في موقف بعض المواطنين.

رابعا: صعوبات ومعوقات طاقة الرياح.

يواجه هذا المصدر صعوبات ومعوقات عدة نلخصها كالآتي:¹

- من أهم سلبيات الرياح كمصدر للطاقة، تباين سرعتها واتجاهها من وقت لآخر، ومن مكان لآخر، بسبب حركة الأرض والشمس والتضاريس الجغرافية وعوامل أخرى، وبالتالي هناك إهدار جزء كبير من الطاقة الكامنة في الرياح، إلا أن تقدم العلوم خاصة في مجال الهندسة الميكانيكية ساعد على التوسع في استخدام الرياح في توليد الطاقة، إذ تكفي سرعة الرياح المساوية لخمسة أمتار/ثانية أو أكثر (مقاسه على ارتفاع 10 أمتار من سطح الأرض) للاستثمار طاقة الرياح؛

¹ أمينة مخلفي، مرجع سبق ذكره، ص 34.

- الكلفة المرتفعة لإنتاج الكهرباء والمقدرة بأربعة أضعاف تكاليف الكهرباء بواسطة الطاقة التقليدية، حيث يحتاج هذا المصدر إلى مساحات واسعة، فعلى سبيل المثال يلزم 50 ألف طاحونة هوائية قطرها 56 مترا لإنتاج طاقة كهربائية تعادل مليون برميل من النفط الخام؛
- كذلك تكمن المشكلة الأساسية، في كون أن الطاقة الهوائية لا تتوفر إلا في بعض المواقع وفي عدم استقرار قوتها، وصعوبة حفظ الطاقة الكهربائية التي يمكن توليدها أي مشكلة التخزين.

الفرع الثالث: توربينات الرياح.

أولاً: تعريف التوربينات وأنواعها.

1. تعريف التوربينات:

إن توربين الرياح هو نظام لتحويل الطاقة الحركية في الرياح إلى طاقة ميكانيكية أو كهربائية، تستخدم الطاقة الميكانيكية اعتيادياً في الوقت الحاضر في مضخات الماء في المناطق الريفية أو البعيدة، وهي موجودة عملياً في جميع أنحاء العالم إذ لا تحتاج إلى سرعة ربح عالية، ويمكن استخدامها لأغراض مختلفة في المطاحن أو دفع الزوارق وغيرها، أما التوربينات الكهربائية فهي لتوليد الكهرباء، وتحتاج إلى سرعة رياح أعلى، هناك تصميمان أساسيان لتوربين الرياح الكهربائي، التصميم الأول ما يسمى بتوربين المحور العمودي والتصميم الثاني يسمى بتوربين المحور الأفقي (بريشتين أو ثلاث) وهو الأكثر شيوعاً في الوقت الحاضر.¹

إن سرعة الرياح المطلوبة لتوليد الطاقة الكهربائية تختلف باختلاف حجم المروحة، فكلما زادت مساحة المروحة (أي نصف قطرها) زادت كمية الطاقة الكهربائية المنتجة، فالمراوح الصغيرة تتطلب سرعة أقل من المراوح الأكبر، ويفضل أن تكون سرعة الرياح بين (12-60 كم/سا) فعندما تكون سرعة الرياح أقل من (12 كم/سا) تكون الطاقة المنتجة قليلة وغير اقتصادية ومع تزايد سرعة الرياح يزيد إنتاج الطاقة، ولكن إذا زادت سرعة الرياح عند (60 كم/سا) يكون خطر تدمير منشآت توليد الطاقة الكهربائية (الأعمدة والمراوح) لذلك يجب اختيار الموقع المناسب لتوليد طاقة الرياح.²

¹فؤاد قاسم الأمير، مرجع سبق ذكره، ص 190.

²غانم علي أحمد، المناخ التطبيقي، دار المسيرة للنشر والتوزيع، الأردن، 2010، ص 215.

2. أنواع التوربينات: تصنف التوربينات الرياح بالنسبة لمحور الدوران إلى نوعين هما¹:

أ. توربينات الرياح أفقية المحور:

تتكون توربينات الرياح الأفقية من ثلاث ريش يمكن وضعها عكس اتجاه الريح أو في مواجهتها، علما بأن بدايات هذا النوع بدأت بالتوربينة ذات الريشة الواحدة ثم تطورت إلى التوربينات ذات الريشتين، ويرجع سبب استخدام الثلاث ريش إلى أن توزيع الأحمال على محور الدوران يكون أفضل من استخدام ريشة واحدة أو ريشتين، وحساب الأحمال الواقعة على محور الدوران له أهمية كبرى حيث يبلغ وزن الريشة الواحدة قرابة الـ 2000 كيلو جرام (2طن)، أيضا تطورت قدرات التوربينات الأفقية المحور مع مرور الوقت، في مصر استخدمت توربينات ذات قدرات 100 و 300 كيلو وات في المزارع التجريبية التي أنشأت بالغردقة، ثم تطور الأمر لتستخدم توربينات ذات قدرات 600 و 850 كيلو وات بالزعفرانة.

الشكل رقم (08): رسم توضيحي لتوربينات الرياح أفقية المحور.



المصدر: محمد مصطفى الخياط، الطاقة مصادرها وأنواعها واستخداماتها، مرجع سبق ذكره، ص 54.

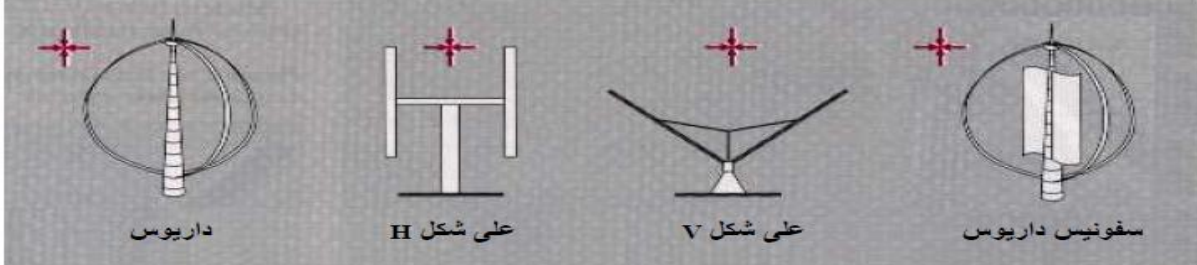
ب. توربينات الرياح الرأسية المحور:

تتميز التوربينات الرأسية المحور بمحور رأسي للدوران وغالبا ما تستعمل هذه التوربينات في التطبيقات الميكانيكية مثل ضخ المياه، كما أن عدد الريش يزيد عن ثلاثة ريش، وتعتبر توربينة داريوس من أشهر أنواع التوربينات الرأسية المحور والتي تأخذ شكل مضرب البيض، وتنسب هذه التوربينة إلى المهندس الفرنسي "جورج داريوس" "George Darrieus" الذي استطاع أن يبتكرها في عام 1931، وتوجد أشكال أخرى للتوربينات الرأسية المحور منها ما هو على شكل حرف « V » ومنها ما هو على شكل حرف « H »، وأيضا توربينة سافونيوس التي ابتكرها المهندس الفنلندي "سيجوارد سافونيوس"

¹محمد مصطفى محمد الخياط، الطاقة مصادرها وأنواعها واستخداماتها، مرجع سبق ذكره، ص 54.

"Siguard J. Savonius"، ومما يميز هذا النوع من التوربينات أنها لا تحتاج إلى نظام توجيه في اتجاه الرياح، كما أن عمليات التشغيل والصيانة الخاصة بها تتميز بسهولة مقارنة بالتوربينات الأفقية المحور.

الشكل رقم (09): أنواع من طواحين الهواء عمودية المحور.



المصدر: حقيبة تعليمية تدريبية في مجال الطاقات المتجددة، مرجع سبق ذكره، ص 87.

ثانيا: خصائص سرعة الرياح.

من المكلف جدا القيام بقياسات مفصلة في موقع، ولكن هناك عدد من التقنيات التي يمكن استخدامها للحصول على تقدير مقارب لخصائص سرعة الرياح في المنطقة، وهذه التقنيات لا يمكن بأي حال من الأحوال أن تكون مثل دقة القياسات الطويلة الأمد لكنها يمكن أن تكون دليلا على إمكانية القيام بتسجيل قياسات طويلة الأمد لبيان إمكانية الحصول على طاقة من الرياح في موقع ما، وتقنيات التقدير تتضمن حاليا ما يلي:¹

1 استخدام قياسات سرعة الرياح من مناطق مجاورة:

يمكن استخدام القراءات المتوفرة في موقع واحد أو عدة مواقع مجاورة وتقدير المعلومات حول الموقع المطلوب بواسطة التحليل مأخوذا بنظر الاعتبار الفروق بين الموقع المقترح والمواقع المجاورة.

2 استخدام الأطلس وخرائط سرعة الرياح:

الخرائط المتوفرة في معظم البلدان العربية أو أطلس الرياح الذي أنجزته المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم (الألكسو) يمكن أن تكون مؤشرا أوليا على إمكانية توفر الرياح في المناطق المختلفة.

¹ حقيبة تعليمية تدريبية في مجال الطاقات المتجددة، مرجع سبق ذكره، ص 100.

3 استخدام نماذج رياضية لسريان الرياح:

تم تطوير عدة نماذج رياضية يمكن بواسطتها تقدير طبوغرافية المنطقة على سرعة الرياح. ومن متطلبات تقدير جهد طاقة الرياح في موقع ما الحصول على بيانات حركات الرياح واتجاهاتها وتكرارها من محطة قريبة نسبياً من هذا الموقع.

المطلب الثاني: الطاقة المائية.

تعتبر الطاقة المائية من أقدم الطاقات المتجددة التي عرفها الإنسان والتي تستخدم مساقط المياه والسدود والأنهار والمد والجزر والمحيطات لتوليد الكهرباء، وحيث أن الموارد المائية محدودة بمناطق معينة فإن استغلالها يقتصر على الدول التي لديها مصادر مائية ملائمة وكافية، وللطاقة المائية مميزات واستخدامات خاصة تميزها عن غيرها من الطاقات المتجددة، وهذا ما سيتم شرحه من خلال هذا المطلب.

الفرع الأول: مفهوم ومراحل تطور الطاقة المائية.

أولاً: مفهوم الطاقة المائية.

الطاقة المائية هي الطاقة المستمدة من حركة المياه المستمرة والتي لا يمكن أن تنفذ، وهي من أهم مصادر الطاقة المتجددة، وبمعنى آخر هي الاستفادة من حركة المياه لأغراض مفيدة. فقد كان استخدام الطاقة المائية قبل انتشار توفر الطاقة الكهربائية التجارية، وذلك في ري وطحن الحبوب وصناعة النسيج، فضلاً عن تشغيل المناشير.¹

وتعرف الطاقة المائية كذلك على أنها: تلك الطاقة التي تأتي من طاقة تدفق المياه أو سقوطها، ولقد كانت طاقة المياه من أول أنواع الطاقة التي تعلم الإنسان استخدامها منذ حوالي 2000 سنة حيث اخترع الإنسان الساقية (الناعورة) وهي عبارة عن عجلة ذات أرياش حول إطارها وعندما يرتطم الماء المتحرك بالأرياش فإنه يدير العجلة، وتستخدم العجلة الدوارة في تسيير آلة، وبهذه الطريقة تتحول طاقة المياه إل طاقة ميكانيكية.²

¹ علي عبد الله العرادي، الطاقة المستدامة (المتجددة) "دراسات وقوانين"، إدارة شؤون اللجان والبحوث، مجلس الشورى، الأردن، 2012، ص 16.

² عيسى محمد ياسين، مرجع سبق ذكره، ص ص 22، 23.

وعليه نجد بأن طاقة المياه أصلها الماء، والماء هو أصل الحياة وهو أيضا يمثل أحد المصادر المتجددة، فمياه الأنهار الجارية في الأماكن الطبيعية تعلن عن طاقة حركتها بصوت عال مرتفع، وحيث ينحدر الماء و يسقط بسرعة كبيرة من فوق مرتفعات شديدة الصلابة، فإنه يحدث في طريقه صوتا يحاكي الرعد في شدته، وتعرف مساقط المياه هذه باسم الشلالات، وتتفاوت شدة المياه المتدفقة عند الشلالات حسب فرق منسوب انحدار المياه، أي حسب الارتفاع الذي تسقط منه.

ثانيا: تطور تاريخي لاستخدام طاقة المياه.

إن الأرض هي الكوكب الوحيد في النظام الشمسي، الذي يحتوي على الماء السائل. ذلك أن أزيد من سبعين بالمائة من سطح كوكبنا مغطى بالماء، حيث تمثل المساحة المغمورة 360 مليون كلم، ومن البديهي أن أهمية الماء بالنسبة للأرض يتمثل في ارتباطه الوثيق بوجود مجموع الكائنات الحية عليها.

وكان المصريون القدماء أول من طرح مشكلة استغلال الإمكانيات التي توفرها فيضانات النيل لفائدة إخصاب الأرض وتنمية الزراعة، كما أن الحضارات القديمة كالآشورية والبابلية و العربية والصينية قد ارتبطت بأساليب استثمار ما بأراضي من مياه لانتعاش الفلاحة وتطوير الحياة اليومية وتسهيلها وقد مثلت النهار عبر التاريخ مصدر لتنمية وتطور التجارة التي ساهمت في إرساء وانتشار الحضارات .

ومع التطور الصناعي تجلت أهمية الماء في انتشار الطاقة مما أدى إلى اختراع مختلف الوسائل لاستغلال الغرض، وفي تلك الفترة وبالضبط حوالي سنة 750 بدأ التفكير في استغلال الماء لإنتاج الطاقة وخدمات الصناعة وكانت أولى المنشآت الصناعية التي تستعمل مجاري المياه كالأنهار الصغيرة لتشغيل الآلات.

و ظهرت أولى التوربينات كما أنشأت أولى المحطات الكهربائية، وخلال النصف الثاني من القرن التاسع عشر، اعتبرت الطاقة الحركية للماء مصدرا أساسيا لإنتاج الطاقة الكهربائية.

وقد أنجزت في هذا الميدان دراسات حديثة أثبتت إمكانية استعمال واستغلال كميات الطاقة الهائلة المتكونة في البحار، ومازالت الأبحاث قائمة بشأن التحويلات الممكنة للطاقة الحركية المتوفرة في أمواج البحار لاستغلالها في إنتاج الطاقة الكهربائية. وقد تبين أن ذلك ممكن بالخصوص في بعض المناطق من كوكبنا حيث تتواجد الأمواج بصفة دائمة و قارة.¹

¹ عيسى محمد ياسين، مرجع سبق ذكره، ص ص 51-54.

الفرع الثاني: مصادر الطاقة المائية.

تبدو طاقة المياه واضحة على شكل ظواهر مائية أخرى يمكن أن يستفاد منها لتوليد الكهرباء ويمكن تصنيف المصادر المائية إلى مجموعتين رئيسيتين هما:¹

-المصادر البحرية: وهي مصادر الطاقة ذات الأصل البحري، أي ترتبط بالمسطحات البحرية المحيطية، وتمثلها حركة الأمواج وحركتي المد والجزر.

-مصادر الطاقة المرتبطة بالمجاري النهرية: وهي إما بشرية (اصطناعية)، وتمثلها السدود والخزانات التي شيدها الإنسان لعدة أغراض منها توليد الكهرباء عند مواقع محددة من مجاري العديد من أنهار العالم، وإما طبيعية تتمثل في الشلالات والمندفعات الطبيعية. وفيما يلي سنتناول بالشرح كل مجموعة على حدي.

أولاً: المصادر البحرية للطاقة المائية.

1. طاقة المد والجزر:

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

بدأت الكثير من الدول الساحلية الاستفادة من هذه الطاقة الحركية لتوليد الطاقة الكهربائية وبالتالي تخفيف الضغط عن محطات الطاقة الحرارية، والنتيجة تخفيف التلوث الصادر عن المحطات الحرارية التي تعمل بالفحم أو البترول.²

المد والجزر هو نتيجة للتفاعل بين جاذبية القمر، وكذلك الشمس ولكن بدرجة أقل، وبين البحار والمحيطات. ويؤدي هذا إلى ارتفاع مستوى البحر مرتين يومياً في أي موقع على سطح الأرض، ويمكن أن نستغل تغير مستوى البحر في إنتاج الطاقة من تدفق المياه عبر المد والجزر باستخدام تكنولوجيا مماثلة لتلك المستخدمة في توليد الطاقة الكهرومائية، وتبلغ دورة المد والجزر حوالي 12 ساعة و25 دقيقة حيث تعتمد على اليوم القمري الذي يبلغ طوله 24 ساعة و 50 دقيقة، وهذا هو السبب وراء

¹ محمد خميس الزوكة، جغرافية الطاقة، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، 2001، ص 333.

² هاني عبد القادر عمارة، مرجع سبق ذكره، ص 63.

اختلاف مواعيد حدوث المد والجزر من يوم لآخر بفارق طفيف، وعلى الرغم من أن الشمس أكبر حجماً بكثير من القمر إلا أنها أكثر بعداً عن الأرض، لذا فإن أثرها على حدوث المد والجزر هو أثر محدود بالمقارنة بالقمر (أقل قليلاً من النصف).

2. طاقة الأمواج:

تحتوي الأمواج على طاقة حركية يمكنها أن تدير توربينة، إذ نجد أن الماء يرتفع داخل غرفة فيدفع الهواء الموجود بها إلى الخارج، ليدير أثناء خروجه توربينة تستطيع إدارة عمود يقطع بدورانه المجال المغناطيسي داخل مولد فنحصل على الكهرباء، أما عندما يهبط منسوب المياه فإن الهواء يدخل إلى الغرفة مرة أخرى ليملاًها وهكذا دواليك، وهذه الفكرة هي أحد طرق الاستفادة من طاقة الأمواج.¹

ثانياً: الطاقة المرتبطة بالمجاري النهرية.

تستغل كل من الشلالات الطبيعية التي تعترض مجاري بعض أنهار العالم، والمساقط الاصطناعية عن طريق بناء السدود على الأنهار التي تتوافر فيها بعض الشروط في تشغيل توربينات خاصة لتوليد الطاقة الكهربائية. وتتباين المجاري النهرية بالعالم في مدى ومستوى وإمكانية استغلالها في توليد الطاقة الكهربائية، والتي تتوقف على عدة متغيرات منها ما يتعلق بخصائص المياه التي تجري في المجرى وخاصة فيما يتعلق بمدى التوافر الدائم طول العام، وهي خاصية تتوافر في الأنهار المدارية وغيرها من الأنهار التي تجري في الأقاليم المناخية ذات الأمطار الدائمة طول العام.

ومن أمثلة هذه الأنهار نذكر، نهر الأمازون في أمريكا الجنوبية، الكونغو في إفريقيا، والعديد من أنهار غربي القارة الأوروبية.

يرجع استخدام المجاري النهرية كمصادر للطاقة إلى عصور تاريخية قديمة، وخاصة في الدول الرومانية، إذ شاع استخدام قوة المياه في طحن الغلال منذ القرن الأول قبل الميلاد، وتوسع الإنسان في استخدام مجاري الأنهار في توليد الطاقة بالقارة الأوروبية خلال العصور الوسطى عندما استغلت قوة اندفاع المياه الجارية في إدارة الطواحين والآلات، لذلك تركز استغلال هذا المصدر المائي للطاقة على النطاقات المجاورة للمجاري النهرية التي تتوافر فيها بعض المندفعات والشلالات، مع عدم تجمد مياهها، كما شاع استخدام الطاقة المائية في منشآت إنتاج النسيج و مناشير الأخشاب في أمريكا الشمالية.

¹ محمد مصطفى الخياط، الطاقة مصادرها أنواعها و استخداماتها، مرجع سبق ذكره، ص 77.

وبعد استغلال قوة المياه في توليد الطاقة الكهربائية بشكل مباشر حديث العهد بعض الشيء، فقد تحقق الحلم وأصبح حقيقة لأول مرة في قارة أوروبا، وبالتحديد على مجرى نهر بوش Bush بمنطقة أنتريم Antrim بايرلندا الشمالية وكان ذلك عام 1883م.

تعد الطاقة الكهربائية أهم عناصر الطاقة المائية وأكثرها إنتاجاً وأوسعها انتشاراً واستخداماً، وساعد على ذلك نظافة هذه الطاقة وسهولة نقلها وعدم حاجتها للتخزين.¹

الفرع الثالث: مميزات واستخدامات الطاقة المائية.

أولاً: مميزات استخدام الطاقة المائية وعيوبها.

تتميز الطاقة المائية بعدة مميزات منها:

- تعتبر الطاقة المائية من الطاقات المتجددة النظيفة والكفؤة لإنتاج الكهرباء فهي لا تخلف أي فضلات ومواد سامة تنطلق للبيئة؛
- لبناء محطات التوليد الكهرومائية والسدود فوائد كثير ومنها السيطرة على الفيضانات وإدارة معدل تدفق المياه خلال المواسم المختلفة، وري الأرض الزراعية المجاورة، وإنشاء مواقع للسياحة والاستجمام وتحسين جودة المياه؛
- لا تحتاج إلا إلى عدد قليل من اليد العاملة للإشراف على تشغيلها وإدارتها.

وبالرغم من هذه المميزات التي تتمتع بها الطاقة المائية فإنه يوجه إليها بعض المآخذ والعيوب مثل:²

- يتطلب نقل التيار الكهربائي لمسافات بعيدة إقامة مراكز للضغط العالي مما يؤدي إلى زيادة ملموسة في التكاليف، فمن المعروف أنه يمكن نقل التيار لمسافة تصل إلى 300 ميل على الأكثر، بعد ذلك فإن الكهرباء تفقد نتيجة لمقاومة الكوابل مما يؤدي إلى عدم جدواها اقتصادياً؛
- تتعرض محطات توليد الكهرباء المقامة على المجاري المائية إلى احتمال تغير مستوى المياه، وعلى ذلك يتعين بناء الخزانات لضمان استمرار تدفق المياه، وهذا يحتاج إلى نفقات كثيرة؛
- كثيراً ما تؤدي إقامة السدود الكبرى على المجاري المائية إلى عرقلة الملاحة أو التأثير على الثروة السمكية أو حجب الطمي (الغرين) اللازم لخصوبة الأرض؛

¹ محمد خميس الزوكة، مرجع سبق ذكره، ص ص 143-145.

² رمضان محمد مقلد وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 120.

- كثيرا ما يترتب على إقامة السدود العظمى بغرض توليد الكهرباء نشأة البحيرات الصناعية خلفها والتي قد تغمر مساحات واسعة من الأراضي.

ثانيا: استخدامات الطاقة المائية.

هناك عدة استخدامات للطاقة المائية يمكن التطرق إلى أهمها فيما يلي:¹

- النواعير (waterwheels): التي استخدمت لمئات من السنين في المطاحن وتسيير الآلات... الخ.
- الطاقة الكهرومائية (hydroelectric energy): والمقصود هنا السدود والمنشآت النهرية التي تنتج الكهرباء.
- طاقة المد والجزر (tidal power): وهي استغلال طاقة المد والجزر في الاتجاه الأفقي.
- طاقة التيار المدي (tidal stream power): وهي استغلال طاقة المد والجزر في الاتجاه العمودي.
- طاقة الأمواج (wave power): التي تستخدم طاقة على شكل موجات.

المطلب الثالث: أنواع أخرى من مصادر الطاقات المتجددة.

تشمل الطاقات المتجددة أيضا مصادر أخرى منها ما ارتبط استخدامه واستغلاله بوجود الإنسان منذ قدم القصور كطاقة الكتلة الحيوية وطاقة الحرارة الجوفية الأرضية التي هي أقدم مصادر الطاقة التي عرفها الإنسان تاريخيا، وتمثل مصادر طاقة هائلة من الطاقة الغير قابلة للنفاد والتي لا يزال في الكثير من المناطق تعتبر فيها هذه الأنواع من الطاقة مصدرهم الوحيد من الطاقة، بالإضافة إلى الهيدروجين الذي يرى له الكثير من الاقتصاديين مستقبلا واعدة ويشهد هذا النوع من مصادر الطاقات المتجددة ثورة بحثية واستخدامية هامة.

الفرع الأول: الطاقة الحيوية.

أولا: مفهوم الطاقة الحيوية (البيوماس).

إن كلمة بيوماس Biomass تأتي من دمج الكلمتين "بيو Bio" وتعني الحياة أو الأحياء، وكلمة "ماس mass" وتعني كتلة، فالترجمة الحرفية "كتلة الأحياء"، والتي تشمل جميع المواد الحية الموجودة على الكرة الأرضية، وخلال النصف الثاني من القرن الماضي بدأ استعمالها للمواد والفضلات وبقايا المواد

¹ علي عبد الله العرادي، مرجع سبق ذكره، ص 17.

الحية (وبالأخص النباتات)، مثل الخشب والأغصان وبقايا الغابات من الأشجار والشجيرات، والحشائش والأوراق اليابسة والنباتات المائية، وكذلك المخلفات الحيوانية التي تستعمل كوقود، وهذا الاستخدام الثاني للكلمة هو الشائع حالياً، ولاسيما عندما نتكلم عن الطاقة المتجددة.¹

أيضاً يتم الحصول على الوقود الحيوي من التحليل الصناعي للمزروعات والفضلات وبقايا الحيوانات، التي يمكن إعادة استخدامها مثل: القش والخشب والسماد، قشر الأرز، والمجاري، وتحلل النفايات، ومخلفات الأغذية التي يمكن تحويلها إلى الغاز الحيوي عن طريق الهضم اللاهوائي،... والكتلة الحيوية المستخدمة كوقود يتم تصنيفها على عدة أنواع، مثل النفايات الحيوانية والخشبية والعشبية، كما أن الكتلة الحيوية ليس لها تأثير مباشر في قيمتها بوصفها مصدراً للطاقة.²

ثانياً: موارد الطاقة الحيوية.

هناك العديد من الأنماط المختلفة لوقود الكتلة الحيوية التي تتراوح من الحطب التقليدي المستخدم في الطهي بطريقة بعيدة كل البعد عن الكفاءة، إلى الأنماط الحديثة والمتطورة للغاية التي تنتج من الكتلة الحيوية المزروعة لهذا الغرض بالذات، ويمكن للمخلفات الزراعية مثل الروث، أن تستخدم كوقود حيوي، وفي بعض البلدان الأوروبية كفرنسا وألمانيا فإن النفايات الحيوانية تتحول شيئاً فشيئاً إلى مشكلة بيئية، غير أن بالمستطاع استخدام هذه النفايات في توليد الطاقة بالاعتماد على عمليات التخمير، وتستخدم الصين هذه التقنية منذ أكثر من 20 عاماً، وهناك نحو 10 ملايين من أجهزة إنتاج الغاز الحيوي المعتمدة على النفايات الحيوانية.³

ثالثاً: مزايا ومميزات الطاقة الحيوية.

1. مزايا أنواع الوقود الحيوي بالمقارنة مع الأشكال الأخرى من الطاقة: الوقود الأحفوري، الطاقة الشمسية، الرياح.

فيما يتعلق بالوقود الأحفوري فإن الميزة الرئيسية تمكن في أن الوقود الحيوي محايد إزاء ثاني أكسيد الكربون، كما أنه مورد متجدد، فالوقود الأحفوري سيستمر فحسب مدة 40 أو 50 سنة أخرى، والمشكلة

¹فؤاد قاسم الأمير، مرجع سبق ذكره، ص 231.

²علي محمد عبد الله، الوقود الحيوي واستخدامات الطحالب، دار الكتب المصرية، مصر، 2016، ص ص 113، 114.

³عيسى محمد ياسين، مرجع سبق ذكره، ص 74.

فيما يخص التحول المناخي أن الانبعاثات ستبلغ ذروتها في السنوات العشر أو العشرين القادمة لكن أثرها سيستمر فترة أطول من ذلك، على أن الجيل المقبل سيشهد نهاية الوقود الأحفوري.

وبالنسبة لكل من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح فإن لهما بعض القيود فيما يتصل بنوع الطاقة المنتجة، أي الكهرباء، أو الطاقة الميكانيكية، أو الحرارة. أما مع الوقود الحيوي فإن بالمستطاع إنتاج طائفة واسعة متنوعة. فبمقدورك استعمال الوقود الحيوي لإنتاج غاز للحرق، أو سائل لملا الخزانات والبيع في المحطات، أو أنك تستطيع استخدام الوقود الحيوي لإنتاج مادة مثل الفحم النباتي الذي تعبئه في أكياس ثم تصدره.

أنه وقود مطواع في المعاملات التجارية وفي الاستخدام النهائي، كما أن هذا الوقود قد يكون البديل الأساسي الوحيد للنفط في وسائل النقل، وبالطبع فإن الأمر الأساسي من زاوية التحول المناخي هو أن الكتلة الحيوية المزروعة تمتص ثاني أكسيد الكربون من الجو ثم تطلقه بعد احتراقه.

ومن أبرز مزايا هذا الوقود أنه يخلق الكثير من الوظائف، أنه أحد السبل المتاحة لإقامة البنى الأساسية القروية، وإنه ل يتيح فرصا جديدة، كما أنه يتمتع بإمكانيات هائلة لإحياء الأراضي المتدهورة. فبالنسبة لأي أرض تعاني من التدهور بالمستطاع أن نعثر على نوع من النباتات قادر على إحياء المنطقة، وإذا كان هذا النبات يستخدم كوقود فإن ذلك يعطيه قيمة إضافية، وهو ما يجعل استصلاح الأراضي عملية مجدية من الناحية الاقتصادية¹.

2. مميزات الطاقة الحيوية:

إن إحدى الميزات التي تمتلكها الكتلة الحيوية مقارنة بالأشكال الأخرى للطاقة المتجددة هي توفرها، وتخزين الطاقة في الكتلة الحيوية إلى أن يتم الاحتياج إليها، وتوفر الأشكال الأخرى للطاقة المتجددة مثل الرياح والطاقة الشمسية، يعتمد على الظروف البيئية التي يمكن أن تتغير كثيرا.

ويمكن استخدام الكتلة الحيوية كوقود في الحالة الصلبة أو السائلة أو الغازية، كما أن هناك تقنيات موجودة لتحويل النباتات والنفايات وروث الحيوانات إلى غاز طبيعي، وأحد الأمثلة على مشاريع الكتلة الحيوية هو إنتاج الغاز من موقع دفن النفايات، وموقع النفايات هو عبارة عن حفرة تملأ بالنفايات، ويوفر

¹ عيسى محمد ياسين، مرجع سبق ذكره، ص ص 76، 77.

البئر قناة للغاز الطبيعي المتولد من انحلال الفضلات الحيوية في النفاية ويتم ترشيح الغاز الناتج وضغطه وتمريه.¹

رابعاً: صعوبات ومعوقات الطاقة الحيوية.

يعد هذا النوع من الطاقة مكلف جداً كما أنه يحتاج إلى طاقة لإنتاجه قد تعادل ما ينتج منه أو يزيد، وسيكون ذلك على حساب المحصول الزراعي للغذاء، لأن 10% من احتياجات البنزين قد تكون على حساب نصف محصول الذرة، وإذا ناسب ذلك على سبيل الذكر، البرازيل في الوقت الحاضر، نظراً لاعتبارات زيادة العمالة وزيادة الأرض الزراعية غير المستغلة، فمن الصعب تعميم هذا المصدر وتوسيعه على الصعيد الإقليمي أو العالمي، وإذا أخذنا بعين الاعتبار مصادر الطاقة العضوية من الأخشاب، فإن زيادته ستكون على حساب الغابات، يضاف إلى ذلك كلفة نقله وتخزينه العالمية، ولذلك يبقى هذا المصدر محدود الإمكانيات ومحصوراً في بعض المناطق.²

الفرع الثاني: طاقة الحرارة الجوفية الأرضية.

أولاً: مفهوم طاقة الحرارة الجوفية.

الحرارة الجوفية هي الحرارة الطبيعية الأرضية الناشئة عن وجود العناصر المشعة في باطنها، ومن المعروف أن حرارة الأرض تزيد بمعدل درجة فهرنهايتية و كلما زاد العمق في باطن الأرض بمائة قدم.³ تنتج الطاقة الحرارية من الأبخرة الساخنة الموجودة في باطن الأرض واستغلالها لتوليد الطاقة الكهربائية، و درجة الأرض ترتفع كلما توغلنا نحو الأعماق بمعدل 1,5 مئوية لكل 60 متر تقريباً، وهذا يعني أن درجة حرارة الأرض تصل إلى درجة الغليان المائي وهو 100 درجة مئوية على عمق 4000 متر هذه المياه تبقى في حالة السيولة حتى تتاح لها فرصة الخروج فترتفع على شكل بخار ماء قوي جداً ومنفذ يمكن استغلاله في توليد الكهرباء، والطرق المتبقية لحفر الآبار الحرارية تشبه تلك التي تستخدم لحفر الآبار البترولية وعندما يصل الحفر إلى طبقة غنية بالبخار ينطلق البخار إلى السطح، ومن ثم ينقل البخار إلى محطة توليد الكهرباء بواسطة أنابيب تتحمل ضغط وحرارة عالية، وتعتبر إيطاليا من أوائل الدول التي استخدمت هذا المصدر عام 1904 حيث تم بناء محطة تستخدم البخار المنفذ من باطن

¹ جون ر. فانشي، مرجع سبق ذكره، ص 572.

² أمينة مخلفي، مرجع سبق ذكره، ص 42.

³ محمد فوزي أبو السعود وآخرون، الموارد واقتصادياتها، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 2001، ص 197.

الأرض لتوليد الكهرباء، وبعد ذلك شاع استخدام هذا المصدر في العديد من الدول مثل الولايات المتحدة وروسيا وألمانيا، اليابان، المكسيك وتركيا، نظرا لأنها طاقة متجددة ونظيفة وغير ملوثة للبيئة.¹

ويرجع تاريخ وجود طاقة الحرارة الجوفية إلى زمن نشأة الأرض، حتى أن اسمها مشتق من كلمة (جيو Geo) وتعني الأرض، أما Thermal فتعني حرارة، وبالتالي تعني كلمة Geothermal حرارة الأرض، فالطاقة الحرارية المخترنة في الطبقات الصخرية مصدرها التحلل الطبيعي للعناصر المشعة في القشرة الأرضية، والحرارة الكامنة في الصخور المنصهرة الناتجة عن تحلل عناصر مثل اليورانيوم والبوتاسيوم وغيرها من المواد المشعة، وتعتبر الطاقة الجيوحرارية مصدر الطاقة المتجدد الوحيد غير طاقة المد والجزر التي تعتمد على الشمس كمصدرها الأولي للطاقة، ويعتبر استخدام الطاقة الجيوحرارية عمليا أكثر في أماكن حيث تكون درجة حرارة الأرض عالية قريبة من السطح، وهذه غالبا ما تكون قريبة من مناطق نشطة جيولوجيا وقد تم استغلال هذه المصدر من الطاقة بواسطة الإنسان قديما، عادة على شكل حمامات حرارية، لكن البحث عن بدائل للوقود الأحفوري قاد إلى اهتمامات متجددة في النشاط الجيوحراري، حيث تستخدم الطاقة الحرارية الجوفية مباشرة لتوفير الحرارة للأبنية والعمليات الصناعية.²

ثانيا: ايجابيات وسلبيات طاقة الحرارة الجوفية للأرض.

لطاقة الحرارة الجوفية مجموعة من الايجابيات والسلبيات نذكر منها:³

1. ايجابياتها:

يعتبر مصدر الطاقة هذا محط أنظار الكثير من الدول المتقدمة، ويرتب عليها خطط وآمال مستقبلية كبيرة، وذلك للكثير من ايجابيات هذه الطاقة الفتية ومن أهم ايجابيات هذه الطاقة:

- كونها طاقة متجددة، فهي من مصادر الطاقة التي لا تنفذ على الأقل للأجيال القادمة؛
- كونها طاقة نظيفة غير مضرّة بالبيئة، ولا تسبب تلوث سواء في استخراجها، تحويلها واستعمالها؛
- توفرها بكميات كبيرة جدا وفي مساحات شاسعة ولأغلب بلدان العالم؛
- قلة تكاليف إنتاج الطاقة بعد التكاليف الأولية لإنتاج المحطة (والتي يمكن أن تكون باهظة).

¹ عبد الله الدبوبي وآخرون، الإنسان والبيئة، دار المأمون للنشر والتوزيع، الطبعة الثالثة، الأردن، 2012، ص 153.

² زواوية أحلام، مرجع سبق ذكره، ص ص 133، 134.

³ هاني عبد القادر عمارة، مرجع سبق ذكره، ص ص 82، 83.

2. سلبياتها:

رغم كل مميزات الطاقة الحرارية الأرضية، والتي جعلتها في طليعة مصادر الطاقة البديلة المستقبلية، إلا أن هناك بعض العوامل التي تصعب انتشارها على الأقل في وقتنا الحالي، ومن أهم هذه الأسباب ارتفاع تكلفة إقامة محطات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الحرارية الأرضية، ويرجع السبب في ذلك إلى صعوبة حفر آبار بأعماق سحيقة قد تصل إلى عمق 5 كيلومترات و وسط درجات حرارة مرتفعة وبأعداد كبيرة تتيح إنشاء محطة قوى متوسطة القدرة.

كذلك فإن الغازات الجوفية التي تنتقل من محطات الطاقة الحرارية الأرضية إلى الهواء قد تكون كريهة الرائحة وتسبب تلوث الهواء وضجيجا فائق الحد.¹

ثالثا: الآثار البيئية لطاقة الحرارة الجوفية للأرض.

تعد الآثار البيئية السلبية لتنمية طاقة الحرارة الجوفية المكثفة أقل حدة من تلك الناتجة عن مصادر الطاقة الأخرى، ولكنها مع ذلك تشمل المشكلات البيئية المرتبطة بطاقة الحرارة الجوفية على انتشار الضوضاء في الموقع وانبعثات الغاز، و حدوث الندوب على الأرض، إن تنمية طاقة الحرارة الأرضية لا تتطلب نقلا واسعا للمواد الخام، أو التكرير الذي أصبح سمة ملازمة لتنمية الوقود الأحفوري.

تولد محطات الطاقة الأرضية أقل من (1%) من أكاسيد النيتروجين و(5%) فقط من ثاني أكسيد الكربون الناتج عن محطات طاقة حرق الفحم التي تولد كميات مماثلة من الطاقة، إضافة إلى أن طاقة الحرارة الأرضية لا تنتج ملوثات الدقائق الجوية المرتبطة بمخلفات المواد المشعة.

ترتبط بإنتاج الطاقة الجوفية أخطار بيئية خاصة بها باستثناء الأنظمة البخارية، فنتج الطاقة الجوفية ملوثات حرارية إلى حد كبير مكونة من مخلفات المياه الحارة، وقد تكون مخلفات المياه ملحية أو معدنية، أو تسبب تآكل الأنابيب والمضخات والمعدات الأخرى، لذا تتلخص خطة التخلص من هذه المياه بإعادة حقنها إلى خزان الطاقة الحرارية، فقد تؤثر تنمية الحرارة الأرضية الجوفية في النهاية سلبا في نشاط ينابيع الماء القريبة عن طريق خفض مصدر الحرارة التي تنشط الينابيع الحارة أو تغييره، ونتيجة لذلك وضعت تشريعات فدرالية لحماية الينابيع مثل ينابيع أولد فيتغول المشهورة والينابيع الحارة في منتزه

¹ أحمد شفيق الخطيب، الطاقة الحرارية الأرضية والطاقة الحيوية، موسوعة الطاقة المستدامة، مكتبة لبنان ناشرون، لبنان، 2002، ص 31.

يلوستون بالولايات المتحدة الأمريكية، عن طريق حظر تنمية الطاقة الجوفية في المنتزهات الوطنية والأمر غير المعروف هو كيف تكون صورة الحماية الكافية، وكما تبلغ مساحة المنطقة العازلة الضرورية للتأكد من أن تنمية الطاقة الجوفية خارج حدود المنتزه لا تضر ينابيع يلوستون والينابيع الحارة.¹

الفرع الثالث: طاقة الهيدروجين.

أولاً: مفهوم واستعمالات طاقة الهيدروجين.

تعتبر الهيدروجين من مصادر الطاقة غير الملوثة للبيئة وهو مصدر دائم ومتجدد حيث يستخرج من الماء الذي يحتوي كل جزء منه على ذرتين من الهيدروجين وذرة من الأوكسجين، وعندما يحترق يتحد مع الأوكسجين مكوناً بخار الماء، وقد نجحت تجارب نقله على شكل غاز أو سائل وبالتالي يسهل تخزينه في خزانات كبيرة لفترة طويلة واستخدامه عند الحاجة، وقد توصل فريق من العلماء الأمريكيين إلى استخدام الهيدروجين السائل كوقود للسيارات بدلاً من البنزين.²

الهيدروجين وقود ملائم للحلول محل أنواع الوقود المتوفرة حالياً، وبالإمكان إحلاله محلها في كافة المجالات، منها الاستعمالات المنزلية المختلفة (الطبخ، التدفئة، تسخين المياه... الخ) خاصة أن شبكات الغاز المتوفرة في بعض الدول تصلح لنقل الهيدروجين، أو تعبئته في أسطوانات وبيعه للمستهلكين، يمكن أيضاً استعماله في صناعة الأسمدة الكيماوية - حيث يدخل الهيدروجين في صناعة الأمونيا التي تشكل جزءاً أساسياً في صناعة الأسمدة الكيماوية - وحتى المواد الإلكترونية (بلورات السيليكون)، كما يمكن استعماله كوقود لوسائل النقل ومنه الفوائد المستقاة من استخدام الهيدروجين جعلت مردوداته البيئية والاقتصادية متميزة، بحكم قابليته للنقل والتخزين، وتوليد درجات حرارة عالية، لذا فإنه يعتبر الوقود المستقبلي لوسائل النقل، أيضاً ينتج كم كبير من التفاؤل المحيط بموضوع اقتصاد الهيدروجين فيما يخص استعماله كوقود للتوربينات في محطات توليد الطاقة الكهربائية، أو استعماله لتوليد الطاقة الكهربائية في خلايا الوقود، حيث تعتبر هذه الأخيرة أداة لتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية أي أنها تقوم من خلال تفاعلات كيميائية بتحويل الهيدروجين والأوكسجين إلى ماء وينتج عن هذه العملية طاقة كهربائية.

وبالمقارنة مع البطارية التقليدية المعروفة فإن الاختلاف يكمن في أن المواد الكيميائية الداخلة في التفاعل لتوليد الكهرباء هي جزء من تركيب البطارية وتوجد في داخلها، وبانتهاء المواد الكيميائية هذه فإن

¹ إدوارد أ -كيلر، مرجع سبق ذكره، ص 463.

² عبد الله الدبوبي وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 154.

البطارية تصبح عديمة الفائدة ويتم استبدالها أو إعادة شحنها مرة أخرى، في حين أن خلايا الوقود لا يمكن أن تنتهي فهي تعمل باستمرار لأن مصدر المواد الكيميائية هي من الهواء، لذا أصبح يطلق على هذه التقنية بمصدر طاقة القرن الحادي والعشرين، ولهذه التقنية عدة مزايا نذكر منها: عدم وجود أي عوادم جانبية ضارة سواء على صحة الإنسان أو على البيئة بالإضافة إلى أنها هادئة في عملية تشغيلها فلا يمكن أن تسمع أي صوت لخلية الوقود أثناء عملها، أمانة للغاية، ارتفاع كفاءة التشغيل حيث يتم تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية مباشرة، عمرها أطول وتكلفة صيانتها أقل.

الهيدروجين هو الوقود المحترق عن طريق الشمس، وهو أخف العناصر وزنا وأكثرها وفرة في الكون، وربما يكون وقود المستقبل ومفتاح الطاقة النظيفة، فهو وقود عالي الجودة، ويمكن استخدامه بسهولة في أي من الطرق التي تستخدم فيها عادة الوقود الأحفوري، كالتقنية التي تستخدم للسيارات ومحركات الشاحنات أو لتدفئة المياه والمباني، إذ يمكن أن ينتج الكهرباء عندما يستخدم في خلايا الوقود المماثلة للبطاريات، ويمكن أن ينتقل الهيدروجين مثل الغاز الطبيعي في خطوط الأنابيب، ويخزن في خزانات، ويمكن إنتاجه باستخدام الطاقة الشمسية أو مصادر الطاقة المتجددة الأخرى، لفصل الماء إلى أكسجين وهيدروجين ويعد الهيدروجين وقودا نظيفا لأن الماء يتكون من نواتج احتراقه لذلك فهو لا يسهم في ظاهرة الإحتراق العالمي أو تلوث الهواء أو المطر الحمضي، ومن المتوقع أن تستمر الأبحاث العلمية عليه، ولذلك ربما ينخفض سعر الوقود الناتج بصورة واضحة في المستقبل.¹

ثالثا: مزايا ومعوقات استخدام طاقة الهيدروجين.

للهدروجين معوقات وصعوبات ومزايا كثيرة نذكر منها:²

- أنه عنصر قابل للاحتراق ذو محتوى حراري عال ولا ينتج من احتراقه أي غازات سامة أو ملوثة؛
- يعد من مصادر الطاقة غير الناضبة وهو متوافر بكميات هائلة في الطبيعة، وخصوصا في مياه البحار والمحيطات، وهو دائم ومتجدد؛
- سهولة نقله وتخزينه في شكله الغازي أو السائل وبأكثر من وسيلة؛

¹ إدوارد أ -كيلر، مرجع سبق ذكره، ص 465.

² أمينة مخلفي، النفط والطاقة البديلة المتجددة وغير المتجددة، مجلة الباحث، العدد (09)، ورقلة، الجزائر، 2011، ص 229، 230.

■ يمكن استخدام الهيدروجين في البيوت السكنية بدلا من الغاز الطبيعي وبصورة خاصة لأغراض الطبخ والتسخين والتدفئة، كما يمكن استعماله وقودا مستقبليا لمختلف وسائل النقل دون إجراء تغييرات جذرية في أجهزة المحركات المعمول بها حاليا، بالإضافة إلى استعماله في صناعة الأسمدة الكيماوية وتوليد الطاقة الكهربائية.

أما صعوبات استخدام الهيدروجين فتلخيص في الأخطار الكامنة في استعماله عندما يكون في حالته الغازية كونه قابلا للانفجار عند امتزاجه بالهواء، كما يحتاج الهيدروجين السائل إلى خزانات مبردة بدرجات حرارة منخفضة جدا، مما يزيد من تكاليف التخزين، إلا أن العلماء توصلوا إلى حل للتغلب على هذه المشكلة، بتخزين الهيدروجين بعد اتحاده بعنصر كيميائي آخر، يمكن فصله بسهولة عن طريق التسخين، إضافة إلى صعوبة فصل الهيدروجين عن الماء لأن ذلك يحتاج إلى طاقة كبيرة.

المبحث الثالث: مشاركة الطاقات المتجددة ضمن توليفة الإمدادات الطاقوية الراهنة.

تعتبر الطاقات المتجددة من القضايا الحساسة في اقتصاديات العالم الحديث لأنها تشكل المصدر الرئيسي لمستقبل الطاقة العالمية لذلك أصبحت الدول المتقدمة والدول العربية تسعى لاستغلال الطاقة المتجددة بشكل واسع وفي مختلف المجالات، فأصبح لكل دولة تجربة في هذا المجال فمنها من وصلت إلى مراحل متقدمة ومنها ما تزال، بالنظر لكل الصعوبات والعراقيل التي تواجه انتشار الطاقات المتجددة وجب على العالم تطوير تكنولوجياتها وتشجيع استخداماتها، ووضع استراتيجيات وأهداف مستقبلية واضحة وذلك لتحسين فاعليتها ورفع مستوى مساهمتها في الإمداد الطاقوي.

المطلب الأول: اقتصاديات مختلف مصادر الطاقات المتجددة في العالم.

يشهد العالم اليوم تزايدا ملحوظا في السياسات المهمة 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.

الفرع الأول: المؤشرات الاقتصادية لمصادر الطاقات المتجددة.

أولاً: طاقة الرياح في العالم.

أشار تقرير الجمعية العالمية لطاقة الرياح لعام 2006 إلى أن تكنولوجيا طاقة الرياح أكثر مصادر الطاقة ديناميكية، وأفضل حل واعد بديلاً عن الوقود الأحفوري في توليد الكهرباء، حيث تعتبر طاقة الرياح من أهم مصادر الطاقة المتجددة.¹

ولقد ارتفع إجمالي الطاقة المركبة من الرياح في العالم عام 2012 بنسبة 19% مقارنة بعام 2011 ليرتفع هذا الإجمالي من 238 إلى 283 جيجاواط، أي زيادة تقدر بـ45 جيجاواط، وقد بلغ نمو الطاقة المركبة بالصين 39,4% بين عامي 2010 و2011، حيث وصل إجمالي طاقة الرياح المركبة فيها إلى 62,4 جيجاواط، تلتها السويد بنسبة نمو بلغت 35,6% ثم كندا ثم تركيا وباقي دول العالم.²

وارتفع إجمالي طاقة الرياح المركبة في العالم عام 2013 بنسبة 12,4% مقارنة بـ2012، حيث وصل إلى 319907 ميغاواط، وتركز 38% منها في مجموعة أوروبا وأوراسيا (121442 ميغاواط)، تلتها مجموعة دول آسيا والباسفيك بنحو 37,5% (119933 ميغاواط)، ثم مجموعة أمريكا الشمالية بنسبة 22,2% (71093 ميغاواط)، بينما توزعت النسبة الباقية (0,6%) على باقي دول العالم، وقد ساهمت طاقة الرياح في توليد 19,4% من إجمالي الطاقة المولدة من المصادر المتجددة في دول منطقة التعاون الاقتصادي والتنمية عام 2013.³

كما ارتفعت الطاقات المركبة من طاقة الرياح في العالم بين عامي 2013 و2014، بنسبة زادت عن 16% ليصل إلى 372961 ميغاواط، تتوزع على نحو 89 دولة في العالم.⁴ والجدول الموالي يوضح إجمالي القدرة المركبة من طاقة الرياح لعامي 2013، 2014.

¹ مؤتمر الطاقة العربي العاشر، مرجع سبق ذكره، ص 44.

² Renewable Energy Policy Network for the 21 st Century, (2013), Renewables 2014 Global Status Report, Paris, P 49.

³ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام الحادي والأربعون، الكويت، 2014، ص 168.

⁴ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام الثاني والأربعون، مرجع سبق ذكره، ص 134.

الجدول رقم (08): إجمالي القدرة المركبة من طاقة الرياح في العالم (بالجيجاواط).

الدول	سنة 2013	القيمة المضافة	الإجمالي سنة 2014
الصين	91,4	23,2	114,6
الولايات المتحدة الأمريكية	61,1	4,9	65,9
ألمانيا	34,3	5,3	39,2
اسبانيا	23	0	23
الهند	20,2	2,3	22,5
المملكة المتحدة	10,7	1,7	12,4
كندا	7,8	1,9	9,7
فرنسا	8,2	1	9,3
ايطاليا	8,6	0,1	8,7
البرازيل	3,5	2,5	5,9
إجمالي دول العالم	319	51	370

Source : Renewable Global Policy Network for the 21 st Century (2015), Renewable 2015 Global Status Report, Paris, P135.

ثانيا: الطاقة الكهرومائية في العالم.

احتلت الصين المرتبة الأولى بين الدول التي تستغل المصادر المائية لتوليد الطاقة الكهربائية حيث بلغ إجمالي الطاقات الكهرومائية المركبة فيها حتى نهاية عام 2011 حوالي 249 جيجاواط، تلتها البرازيل في المرتبة الثانية بـ82,5 جيجاواط، فيما احتلت الولايات المتحدة الأمريكية المرتبة الثالثة بطاقة كهرومائية مركبة وصلت إلى 77,5 جيجاواط، مقارنة مع 79 جيجاواط عام 2010، وفي اليابان انخفض إجمالي الطاقة الكهرومائية المركبة إلى 22,4 جيجاواط عام 2011، من 28 جيجاواط عام 2010، بينما كان 47,2 جيجاواط عام 2009، أما في فرنسا فلم يحدث تغير في إجمالي الطاقة الكهرومائية المركبة التي بقيت عند مستوى 25,3 جيجاواط عام 2011، وقد بلغ إجمالي الطاقة الكهرومائية المركبة في دول العالم 934,7 جيجاواط عام 2011 مقارنة بحوالي 936 جيجاواط عام 2010.¹

وقد تصدرت الصين والبرازيل، الولايات المتحدة، روسيا، كندا كأكثر خمس دول من حيث سعة التوليد المعتمدة على المصادر المائية لعام 2013، وتأتي بعدها كل من الهند والنرويج واليابان وفرنسا وتركيا، كما أن هناك بعض الدول التي تولد أكثر من 50% من طاقتها الكهربائية باستخدام الطاقة الكهرومائية ومنها أيسلندا والبرازيل وكندا ونيبال وموزمبيق، ويقدر أن 27-30 جيجاواط من الطاقة

¹منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول، تقرير الأمين العام الأربعون، الكويت، 2013، ص 165.

الكهرومائية الجديدة تم إضافتها إلى السعة العالمية في عام 2012، إضافة إلى 2-3 جيجاواط من الطاقة الكهرومائية المخزنة، وقدرت وكالة الطاقة الدولية إجمالي سعة الطاقة الكهرومائية في العالم بحوالي 1135 جيجاواط/ساعة في عام 2013.¹

كما شهد عام 2014 نموا متميزا في مجال الطاقة الكهرومائية المركبة حيث أضاف العالم نحو 36 جيجاواط إلى إجمالي الطاقة المركبة سابقا، ليصل إجمالي الطاقة الكهرومائية المركبة أكثر من 1036 جيجاواط، إضافة إلى وضع 1,46 جيجاواط من سعة الضخ والتخزين قيد الاستخدام، ويقدر أن كمية الكهرباء والتي تم توليدها على مستوى العالم من مصادر الطاقة الكهرومائية بلغت 3900 تيراواط ساعة في عام 2014، وقد واصلت الصين الهيمنة على سوق النمو في هذا المجال بإضافة 21,85 جيجاواط من الطاقة الكهرومائية، ومن الدول الأخرى التي تميزت في هذا المجال يمكن الإشارة إلى البرازيل التي أضافت 3,31 جيجاواط، تلتها كندا بنحو 1,72 جيجاواط، ثم تركيا بحوالي 1,35 جيجاواط، وروسيا 1,22، جيجاواط والهند 1,2 جيجاواط، وأعلنت النرويج عن خطة لمد خط نقل كهربائي تحت سطح البحر مع بريطانيا يضاف إلى الخط المزمع إنشاؤه بين النرويج وألمانيا والخط الموجود حاليا بين النرويج والدانمارك.²

و تتضمن طاقة المحيطات عدة تقنيات للاستفادة من مختلف الظواهر الطبيعية مثل المد والجزر، وحركة الأمواج، وتحولات الطاقة الحرارية في المياه، وتغير درجات الملوحة، لكن التقنية الوحيدة التي تعتبر ناضجة حتى اليوم هي تقنية الاستفادة من المد والجزر، وتقدر سعة الطاقة المركبة منها بحوالي 0,5 جيجاواط، أما باقي التقنيات فلا تزال في مراحلها الأولى، وهناك بضعة مشاريع تجريبية فقط بسعات صغيرة، وحتى عام 2013 لم يكن هناك أكثر من عشرة أجهزة في مراكز الأبحاث لدراسة إمكانية الاستفادة من تغيرات الحرارة والملوحة في العالم، وتتراوح ساعاتها بين 250 كيلواط إلى 1 ميغاواط، وتتبع كلها للمركز الأوروبي للطاقة البحرية (EMEC)، بينما يعتبر جهاز SeaGen في المملكة المتحدة والذي بدأ تشغيله عام 2008 أكبر جهاز عامل من نوعه في العالم لاستغلال طاقة التيار المدي، كما أن هناك محطة عاملة على طاقة الأمواج بسعة 300 كيلواط في إسبانيا. واستنادا إلى بيانات وكالة الطاقة الدولية، فليس من المتوقع أن تزيد السعة المركبة من هذا النوع من الطاقة عن 1 جيجاواط حتى عام

¹ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو، تقرير الأمين العام الحادي والأربعون، مرجع سبق ذكره، ص 164.

² منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو، تقرير الأمين العام الثاني والأربعون، مرجع سبق ذكره، ص 133.

2020، خاصة وأن تكلفتها لا تزال مرتفعة نسبياً، حيث بينت دراسة تفصيلية لوزارة الطاقة الأمريكية أن التكلفة الرأسمالية لمحطة عاملة بطاقة الأمواج بسعة 5 ميغاواط تقدر بنحو 7000 دولار/كيلواط، وأن رفع سعة هذه المحطة إلى 50 ميغاواط سيخفض التكلفة إلى 4500 دولار/كيلواط.¹

ثالثاً: طاقة الكتلة الحيوية عالمياً.

تمثل الدول غير الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية المستخدم الرئيسي لطاقة الكتلة الحيوية في العالم، وفي عام 2013 تم إنتاج واستهلاك 85,7% من طاقة الكتلة الحيوية في هذه الدول، وخاصة في الدول النامية في جنوب آسيا وإفريقيا، واستخدمت تلك الطاقة بشكل رئيسي لأغراض غير تجارية وخاصة في مجال الطهي والتدفئة، وقد بلغ استهلاك العالم من الكهرباء بطاقة الحرارة الجوفية وطاقة الوقود الحيوي الصلب 508,5 تيراواط ساعة في عام 2014، مقابل 475,4 تيراواط ساعة في عام 2013.²

وقد تم استخدام طاقة الكتلة الحيوية في 2015 بنحو 31 كيلو جول، بالرغم من صعوبة قياس حجم استهلاك هذه الطاقة نظراً للطابع الغير الرسمي للإمدادات وعدم اليقين بشأن استخدام هذه المادة الإحيائية، واستهلاك الحطب كوقود ضمن الاستخدامات التقليدية يتميز بالاستقرار في عام 2015 بالمقارنة بالسنوات السابقة وقدر بـ 1,9 بليون متر مكعب، بأكبر الحصص للحطب (فضلاً عن أنواع الوقود الأخرى مثل روث والمخلفات الزراعية) والتي يتم استهلاكها في آسيا، أمريكا الجنوبية، وإفريقيا، كما أن استخدام طاقة الكتلة الحيوية ينمو في مجال الحرارة الصناعية بنحو 1,3% سنوياً على مدى السنوات الخمسة عشرة الماضية.³

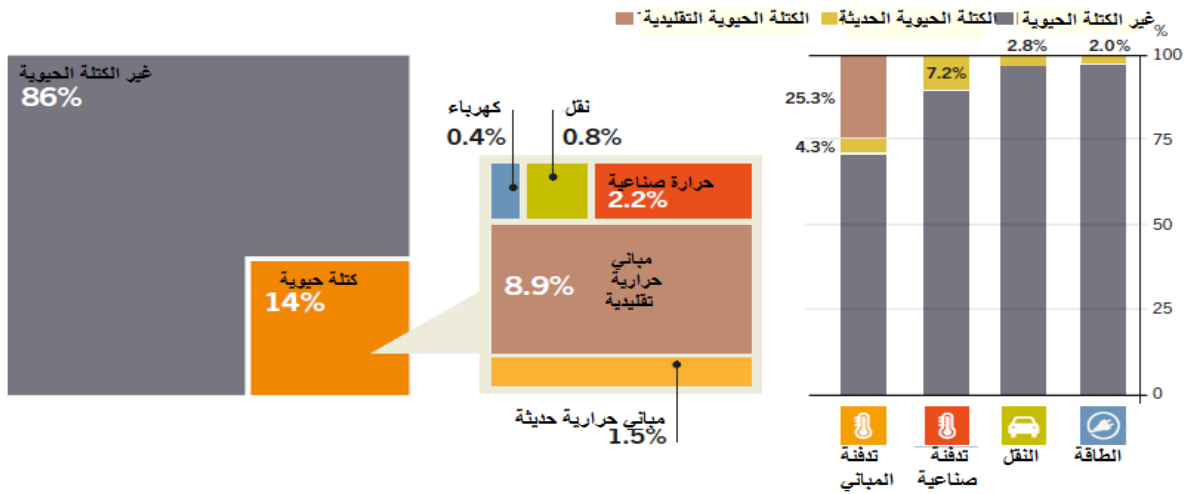
ويبين الشكلين أدناه مساهمة الكتلة الحيوية من مجموع الاستهلاك النهائي للطاقة في العالم نهاية 2014 وحجم توليد الطاقة الحيوية في العالم حسب المناطق من 2005-2015 على التوالي.

¹ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول، تقرير الأمين العام الحادي والأربعون، مرجع سبق ذكره، ص 172.

² منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول، تقرير الأمين العام الثاني والأربعون، مرجع سبق ذكره، ص 138.

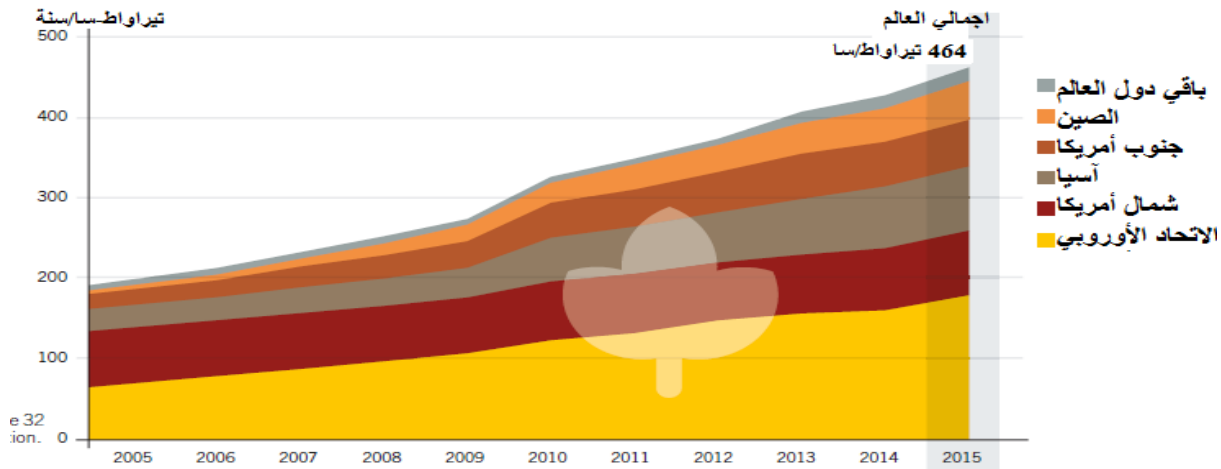
³ Renewable Energy Policy Network for the 21 st Century (2016) , Renewable 2016, Global Status Report, Paris, P 44.

الشكل رقم (10): مساهمة الكتلة الحيوية من مجموع الاستهلاك النهائي للطاقة في العالم نهاية 2014.



Source :Renewable Energy Policy Network For The 21 st Century, 2016, OP.CIT, P 43.

الشكل رقم (11): توليد طاقة الكتلة الحيوية في العالم حسب المناطق (2005-2015)



Source : Renewable Energy Policy Network for the 21 st Century, 2016, OP.CIT, P 45.

رابعا: طاقة الحرارة الجوفية في العالم.

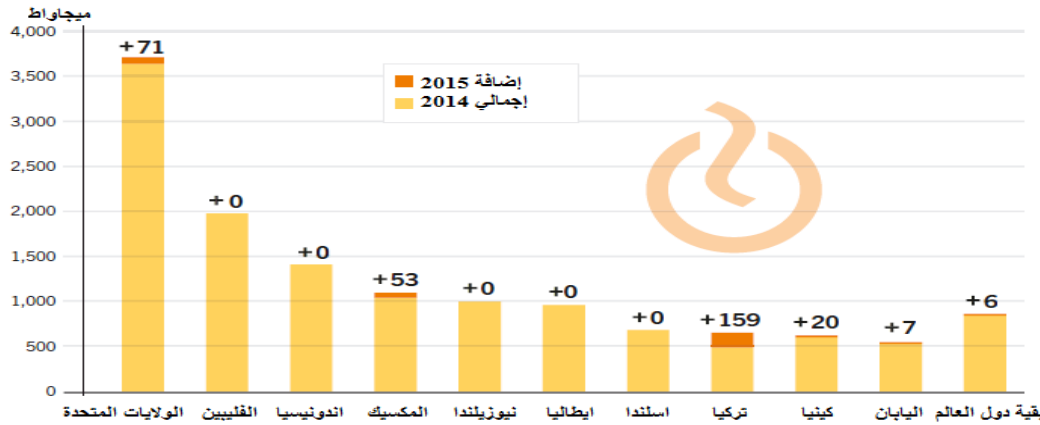
ارتفع إجمالي طاقة الحرارة الجوفية المركبة في العالم من 11,2 جيغاواط عام 2011 إلى 11,45 جيغاواط عام 2012، بزيادة تعادل 2,6%، حيث احتلت الولايات المتحدة الأمريكية المرتبة الأولى في العالم باستخدام هذا النوع من الطاقة، حيث بلغ إجمالي طاقة المركبة فيها 3386 ميغاواط عام 2012، ولوحظ ارتفاع طاقة الحرارة الجوفية المركبة في عدد من دول العالم ، كما ارتفع إجمالي طاقة الحرارة

الجوفية المركبة في اندونيسيا نسبة 10,8% وكينيا بنسبة 4,8%، بينما لوحظ انخفاض طاقة الحرارة الجوفية المركبة في المكسيك بنسبة 8,5% وهو انخفاض للسنة الثانية على التوالي.¹

أما بين نهاية عامي 2012 و2013، فقد ارتفع إجمالي الطاقة المركبة من طاقة الحرارة الجوفية في دول العالم مجتمعة بنسبة 31%، وحققت تركيا نسبة الزيادة الأعلى بين دول العالم حيث ارتفع إجمالي الطاقة المركبة من طاقة الحرارة الجوفية فيها من 114 ميغاواط عام 2012 إلى 226 ميغاواط في نهاية عام 2013، أي بنسبة زادت عن 98%.²

بلغ مجموع الطاقات المركبة من طاقة الحرارة الجوفية في العالم عام 2014 نحو 12594 ميغاواط، تتوزع على 24 دولة، ويمثل مجموع الطاقات المركبة في عام 2014 زيادة بحوالي 5,7% عن الطاقات المركبة في عام 2013 والتي بلغت 11917 ميغاواط³. والشكل أدناه يبين طاقة الحرارة الجوفية والإضافات ما بين عامي 2014 و2015 للبلدان العشرة الأوائل وبقية دول العالم.

الشكل رقم (12): طاقة الحرارة الجوفية والإضافات للبلدان العشرة الأوائل وبقية العالم.



Source : Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2016, OP.CIT, P51.

و يتضح من خلال الشكل ان استخدام هذا النوع من الطاقة يتركز في عشر دول تمتلك 93% من إجمالي الطاقات المركبة في العالم وهي الولايات المتحدة الأمريكية، الفلبين، اندونيسيا، نيوزيلندا، إيطاليا، المكسيك، أسلندا، كينيا، اليابان وتركيا، كما يلاحظ ان طاقة الحرارة الجوفية تعرف إضافات ملحوظة في 2015 بالمقارنة مع عام 2014.

¹ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام السنوي الأربعةون، مرجع سبق ذكره، ص 169.

² منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام السنوي الحادي والأربعون، مرجع سبق ذكره، ص 171.

³ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام السنوي الثاني والأربعون، مرجع سبق ذكره، ص 137.

الفرع الثاني: الاستثمارات العالمية في الطاقات المتجددة.

تميزت الاستثمارات العالمية في الطاقات المتجددة بما يلي¹ :

في الآونة الأخيرة ازداد إنتاج الكهرباء من خلال الطاقة المتجددة بكافة مصادرها، حيث أن الجزء الأكبر في الدول المتقدمة يعتمد في إنتاج الكهرباء على القوى الكهرومائية من خلال السدود المائية والشلالات، بالإضافة إلى الطاقة المتولدة من الرياح، وقد تطورت في السنوات العشرة الأخيرة ما يعرف بالطاقة الكهرومائية المتولدة من الشمس وأخذت تنتشر في الدول المتقدمة والنامية على نطاق واسع.

كما وضعت العديد من البلدان خططا لزيادة إنتاج الطاقة المتجددة منها ما يصل إلى تغطية الاحتياجات بنسبة 20% من استهلاكها في حلول عام 2020، وقد ازداد تنظيم إنتاج الطاقة المتجددة إلى إنشاء معاهدات دولية، حيث توجهت الدول إلى إنشاء بروتوكول "كيوتو" عام 1992، وتضمن البروتوكول التزامات قانونية للدول الموقعة عليه بهدف تقليل انبعاث الغازات الضارة من استخدام الطاقة التقليدية، ومن أجل تحقيق هذا الهدف توجهت الدول إلى مصادر الطاقة المتجددة باعتبارها البديل الأنجع لمعالجة الأضرار البيئية والحد من التغير المناخي، حيث التزمت مجموعة الدول الأوروبية في عام 2007 بأن تعتمد نسبة 20% على الطاقة المتجددة بحلول 2020، وقد تقرر أخيرا برفع تلك النسبة إلى 30%، وقريبا ستكون كافة دول العالم مطالبة بشكل أو بآخر بالالتزام والتعهد بالحد من انبعاث الغازات الضارة، وكلما دخلت الدول في وقت مبكر في مجال تكنولوجيا الطاقة المتجددة، كلما كانت مكاسبها الاقتصادية والمادية أعلى، وهذا سبب إضافي آخر لتشجيع التوجه نحو الطاقة المتجددة التي لا تتضب.

على الصعيد العالمي ارتفعت الاستثمارات في الطاقة المتجددة بشكل ملحوظ في مختلف دول العالم، فقد بين تقرير صادر عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة ومؤسسة "بلومبرغ" نشر في آذار عام 2013، بأن العالم استثمر ما يقارب 270 مليار دولار أمريكي في الطاقة المتجددة في عام 2014، وهذا الاستثمار يزيد بنسبة 17% قياسا بعام 2013، وأكثر من 90% من هذا الاستثمار كان في استغلال طاقة الشمس والرياح، وثالث هذا الاستثمار كان في الصين واليابان، وقد زاد نسبة مساهمة الطاقة

¹معهد أبحاث السياسات الاقتصادية الفلسطينية، تشجيع الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة، فلسطين، 2015، ص 03.

http://www.mas.ps/ar_category.php?id=37b9y14265Y37b9&f_s_year=&f_s_catid=&page=6

المتجددة (بكافة أنواعها، رياح، هواء، مياه وغيرها) في الاستهلاك العالمي مع تزايد هذه الاستثمارات، حيث كانت 5%، 8,5%، 9,1%، للسنوات: 2007، 2013، 2014 على التوالي، ويفيد التقرير أيضا أن استغلال توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية خفض تكاليف إنتاج الكهرباء بنسبة 59% خلال السنوات الأخيرة مقارنة بإنتاجها بالطرق التقليدية، وهذه الاستثمارات تصاعدت في الدول التي قدمت دعما وتسهيلات استثمارية للقطاع الخاص، بينما الدول التي قلصت الدعم تراجعت فيها الاستثمارات، وهذا ما حدث في إيطاليا التي تراجعت فيها بمقدار 70% عام 2014 مقارنة بعام 2013 وذلك بسبب تقليص الدعم والحوافز الاستثمارية، ويجدر ذكره أن استغلال الطاقة الشمسية كمصدر من مصادر الطاقة المتجددة لا زال يمثل فقط 2% من الاستهلاك العالمي، مع العلم أن أشعة الشمس تغطي أربعة أضعاف الطلب العالمي على الكهرباء.

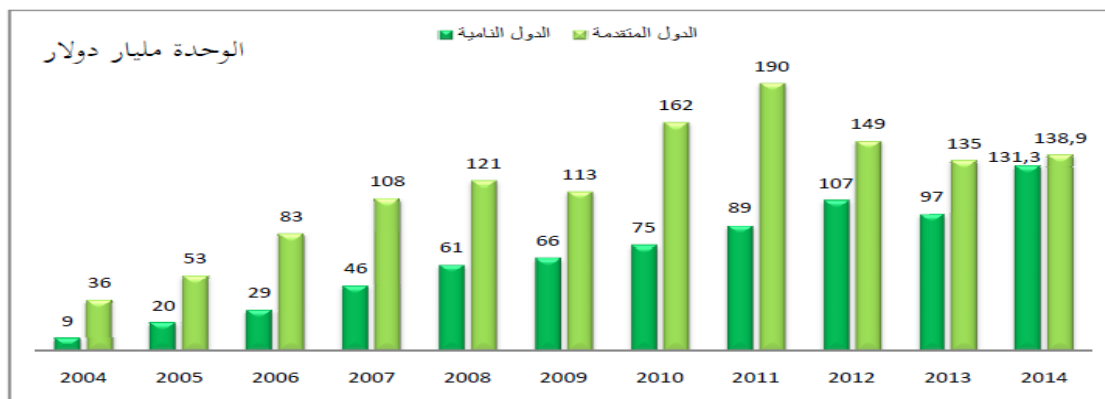
وفي الدول النامية لا زالت المشاكل والعقبات موجودة بسبب عدم الجاهزية لاستيعاب وتخزين الطاقة المنتجة على الشبكات الكهربائية بسبب ضعف البنية التحتية لهذه الشبكات، بالإضافة إلى الصعوبات التقنية، وعدم القدرة على ترتيب مسألة التمويل لهذه الاستثمارات، ولا زالت الدول العربية في طورها الجنيني في الاستثمارات المتعلقة بالطاقة المتجددة ونسبة تغطية الاستهلاك من الطاقة المستخدمة مقارنة مع الدول الأخرى. والجدول أدناه يبين نسبة الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة. (أنظر جدول رقم 09، الشكل رقم (13) أو الملحق رقم 01).

الجدول رقم (09): حجم الاستثمارات العالمية في الطاقة المتجددة منذ 2004-2014. مليار دولار

السنوات	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
الطاقة الشمسية	12,0	16,3	22,1	38,0	60,8	63,7	103,3	155,7	144,3	119,8	149,6
طاقة الرياح	17,9	29,1	39,6	61,6	75,2	81,2	98,9	84,2	84,1	89,3	99,5
طاقة الكتلة الحية	7,4	9,6	12,1	15,8	16,9	13,9	16,0	17,4	12,4	9,3	8,4
الطاقة المائية	2,6	7,2	7,6	7,1	7,8	6,3	5,7	7,2	6,4	5,5	4,5
الوقود الحيوي	3,9	9,6	28,4	28,7	19,2	10,2	10,1	10,4	7,0	5,5	5,1
الطاقة الجوفية	1,2	1,0	1,5	2,0	1,7	2,9	3,0	3,7	1,8	2,2	2,2
طاقة البحار	0,0	0,1	0,9	0,8	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4
مجموع الاستثمار	45,1	72,9	112,1	153,9	181,8	178,5	237,2	278,8	256,4	231,8	270,2

Source : Renewables Energy Policy Network For the 21 st Century, 2015, Op.Cit, P136.

الشكل رقم (13): حجم الاستثمارات في الدول النامية والمتقدمة في الطاقات المتجددة 2004-2014



Source : Global Trends in Renewable Energy Investment 2015 Report, frank furt School of finance et Management, Germany , 2015, P16.

من خلال الشكل السابق نستشف أن استثمارات الطاقة المتجددة تعرف تزايداً مستمراً (رغم تسجيل انخفاض ما بين (2012-2013)، والملاحظ أن هذا التزايد لدى الدول النامية يتميز بوتيرة نمو أعلى من الدول المتقدمة حيث شهدت سنة 2011 استثماراً قدره 190 مليار دولار لدى الدول المتقدمة يقابله 89 مليار دولار لدى الدول النامية، في حين بلغت الاستثمارات في سنة 2014، 1389 مليار دولار لدى الدول المتقدمة يقابله قفزة في نمو الاستثمارات لدى الدول النامية بـ 89 مليار دولار.

المطلب الثاني: الوضع الراهن للطاقات المتجددة عربياً.

تسعى الدول العربية شأنها شأن معظم دول العالم لإدخال الطاقات المتجددة في منظومة الطاقة لديها، وهذا ما يظهر من خلال المشاريع التي نفذت في هذا المجال أو تلك التي ستدخل حيز التنفيذ، أو من خلال الأهداف والاستراتيجيات المسطرة للإنجاز، ومن خلال هذا المطلب سنسلط الضوء على تطبيقات الطاقات المتجددة في الدول العربية ومختلف استراتيجياتها المستقبلية.

الفرع الأول: مصادر الطاقات المتجددة عربيا.

لقد بذلت الدول العربية جهودا متنوعة منذ عام 1992 من أجل التوسع في استخدام الطاقة المتجددة، سواء على المستوى القطري أو على المستوى العربي، وقد تم تحقيق مستويات مختلفة من التقدم وإن ظلت جميعها دون التطلعات.¹

ورغم القدرات الهائلة لتوليد الطاقة المتجددة في الدول العربية لا تزال حصتها في مزيج الطاقة العربي محدودة، حيث يتراوح بين 1% لأقل حصة في البحرين وليبيا واليمن والأردن وفلسطين (أقل من 1% من إجمالي مصادر الطاقة)، وأعلى حصة هي في السودان والمغرب حيث ارتفعت الأهمية النسبية لمصادر الطاقة المتجددة إلى نحو (58,4% و 33,1% على التوالي)، فالسودان يولد غالبية احتياجاته من الكهرباء من الطاقة المائية مع عدم وجود مصادر أخرى مسجلة للطاقة المتجددة، ويهيمن على التوليد من الطاقة المتجددة في المغرب الطاقة المائية (27,2%)، وتليها طاقة الرياح (5,2%)، وتعد تقنية توليد الطاقة من المساقط المائية تقنية ناضجة وتستغل بالكامل في المنطقة العربية لذلك تبرز الحاجة إلى توليد الطاقة من مصادر متجددة أخرى كطاقة الرياح، والطاقة الشمسية الحرارية والكهروضوئية.²

شهدت منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا زيادة كبيرة في الاستثمار بالطاقة المتجددة، من 8,7 بليون دولار عام 2013 إلى 12,6 بليون دولار عام 2014، هنا أبرز ما تضمنه تقرير REN 21 عن المنطقة:³

- تحتل الأردن المرتبة الرابعة بين البلدان الأوائل في الاستثمار السنوي بالطاقة المتجددة وأنواع الوقود المتجدد قياسا على الناتج المحلي الإجمالي؛
- كانت مصر البلد الوحيد في العالم الذي أدخل سياسة جديدة لتغذية الشبكة العامة بالطاقة المتجددة عام 2014، وقد تبنت أسعار الطاقة الشمسية (الخلايا الضوئية PV ومحطات الطاقة

¹ صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد (2011)، الفصل الثاني عشر، التعاون العربي في مجال الطاقة المتجددة، ص 225.

² صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد (2014)، الفصل الثاني عشر، التعاون العربي في مجال تحسين كفاءة الطاقة، ص 267.

³ كريستين لينس، نقاط مضيئة في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، مجلة البيئة والتنمية، المجلد 20، العدد 210-211، سبتمبر/أكتوبر 2015، ص 25.

- الشمسية المركزة) تختلف وفق حجم التركيب، حددت نطاقات في خمس فئات مختلفة مع حد أقصى هو 50 ميغاواط، كما اعتمدت أسعار لطاقة الرياح تحددها ساعات الإنتاج الإجمالية؛
- أعادت الجزائر النظر في برنامجها الخاص بتعريفات تغذية الشبكة العامة، لتوفير دعم إضافي لمشاريع طاقة الرياح والخلايا الضوئية الشمسية، كما أعادت النظر في خطتها الطاقوية من أجل اعتماد أهداف جديدة للطاقة المتجددة تحققها بحلول سنة 2030؛
 - أقرت السعودية هدفها إنتاج 33% من كهربائها بالطاقة الشمسية ثماني سنوات، من سنة 2032 إلى سنة 2040، ويركز كثير من أهداف التدفئة والتبريد على تسخين الماء بالطاقة الشمسية كما في الأردن؛
 - ركزت السياسات على الأبنية السكنية والتجارية، وليس على القطاع الصناعي، وإن يكن الاهتمام تحول في السنوات الأخيرة نحو الحرارة الصناعية في بعض البلدان، على سبيل المثال تقدم تونس حوافز لدعم الحرارة المتجددة على نطاق محطات الطاقة والمصانع؛
 - على المستوى الوطني الفرعي، وضعت دبي برنامج عدادات لأنظمة الطاقة الشمسية على السطوح، هو الثاني من نوعه في المنطقة بعد برنامج الأردن؛
- حققت منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا تقدماً ملحوظاً في تأمين الكهرباء وخدمات الطاقة العصرية، وباستثناء اليمن حيث يفنر 40% من السكان إلى شبكة الكهرباء العامة، تتوافر الشبكة في بلدان المنطقة بشكل تام أو شبه تام.

ونورد فيما يلي وضع مختلف أنواع الطاقات المتجددة بالمنطقة:

أولاً: الطاقة الكهرومائية.

تشارك الطاقة المائية بإجمالي قدرات مركبة 10518 ميغاواط، لتمثل 8% من القدرات المركبة لإنتاج الكهرباء في عام 2009 بالدول العربية، وتأتي في طليعة الدول العربية مصر بإنتاج نحو 2800 ميغاواط، ثم العراق في المرتبة الثانية بإنتاج نحو 2531 ميغاواط، وتأتي الأردن في المرتبة الأخيرة بنحو 12 ميغاواط،¹

¹ صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد (2011)، مرجع سبق ذكره، ص 228.

وتشارك الطاقة المائية بإجمالي قدرات مركبة تصل إلى 10500 ميغاواط، لتمثل ما يقارب 6% من القدرات المركبة لإنتاج الكهرباء عام 2010، ونظرا لاستنفاد معظم المصادر المائية العربية بانتهاء أعمال تنفيذ مشروع سد مروحي في السودان (1250 ميغاواط) يتوقع انخفاض نسبة مشاركة الطاقة المائية في خليط الطاقة الكهربائية العربية عام بعد عام.¹

ونظرا لمحدودية ما تمتلكه الدول العربية من المصادر المائية، فإن الطاقة الكهرومائية تساهم مساهمة ضئيلة في تلبية متطلبات الطاقة، ولا تتجاوز حصتها 0,7% من إجمالي استهلاك الطاقة في هذه الدول عام 2014، وقارب حجم استهلاك الدول العربية من الطاقة الكهرومائية حوالي 99 ألف ب م ن ي عام 2014، ويجري استهلاك الطاقة الكهرومائية بكميات محدودة في عدد محدود من الدول العربية، وتعتبر مصر أكبر دولة عربية منتجة ومستهلكة للطاقة الكهرومائية إذ قارب حجم استهلاكها 60 ألف ب م ن ي، واستهلاك الدول العربية 0,6% من إجمالي استهلاك العالم من الطاقة الكهرومائية في عام 2014، وبلغت حصة الدول النامية 57,2% مقابل 35,9% للدول الصناعية و6,3% لدول الاتحاد السوفيتي سابقا.²

وبالنسبة لإنتاج الطاقة من المصادر المائية فقد تم إنتاج 879 مليون طن مكافئ نفط في عام 2014، مسجلة ارتفاعا بنسبة 2% بالمقارنة مع العام السابق، وتستغل العديد من الدول العربية التي تتوفر لديها مصادر مائية للطاقة الكهرومائية في توليد الكهرباء خاصة مصر والعراق والجزائر وسوريا ولبنان وتونس، المغرب، السودان، وارتفاع الإنتاج العالمي من مصادر الطاقة المتجددة الأخرى بنسبة 12% ليصل إلى 316 مليون طن مكافئ نفط عام 2014.³

ثانيا: طاقة الرياح.

تتركز مشاريع إنتاج الكهرباء من طاقة الرياح في الوطن العربي في الدول الواقعة شمال القارة الإفريقية، وبلغت مساهمة مزارع الرياح نحو 0,32% من إجمالي قدرات إنتاج الطاقة الكهربائية في الوطن العربي عام 2009 وهي مساهمة صغيرة ومحدودة بالنظر إلى خريطة مزارع الرياح في الوطن

¹ جامعة الدول العربية، الإستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة (2010-2030)، القطاع الاقتصادي - إدارة الطاقة، المجلس الوزاري العربي للكهرباء، الرياض، 2013، ص 21.

² صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد (2015)، مرجع سبق ذكره، ص 123.

³ نفسه، ص 118.

العربي لعام 2009، نجد أن مصر والمغرب وتونس تتصدر الدول العربية بإجمالي قدرة مركبة 305 ميغاواط، 124 ميغاواط، 20 ميغاواط.¹

وبلغ إجمالي طاقة الرياح المركبة في جمهورية مصر العربية 552 ميغاواط في عام 2012، بدون تغيير عن العام السابق، بينما ارتفعت الطاقة المركبة في المملكة المغربية من 292 ميغاواط عام 2011 إلى 394 ميغاواط عام 2012، كما ارتفعت في الجمهورية التونسية من 277 ميغاواط عام 2011 إلى 327 ميغاواط عام 2012، وقد أعلنت المملكة المغربية عام 2013 عن بدأ إنشاء مزرعة ريحية بطاقة 300 ميغاواط في طرفايا وهو مشروع تتوزع حصصه بين شركة NAREVA HOLDING المغربية وشركة GDF SYEZ الفرنسية.²

وبذلك احتلت المغرب المرتبة الأولى بالنسبة لطاقة الرياح المركبة فيها عربيا، وقد ارتفعت هذه الطاقة من 495 ميغاواط عام 2013 لتصل إلى 795 ميغاواط عام 2014، أي بزيادة تعادل 60,6% تلتها مصر التي ارتفعت الطاقة المركبة من طاقة الرياح فيها بنسبة 9,5% من 634 ميغاواط عام 2013 إلى 694 ميغاواط عام 2014، وتأتي تونس في المرتبة الثالثة بطاقة رياح المركبة تبلغ 305 ميغاواط عام 2014، وهي قيمة لم تتغير عن عام 2013.³

ثالثا: طاقة الحرارة الجوفية.

لا تزال مصادر الحرارة الجوفية المكتشفة في الدول العربية محدودة كما ان عمليات البحث الجيولوجي لم تستكمل بعد، ومع ذلك فإن هناك إمكانيات محدودة في كل من مصر والأردن واليمن، سوريا، السعودية، المغرب، تونس، الجزائر، لم يتم استغلالها حتى الآن، وكان النشاط الوحيد المسجل في هذا المجال هو ما ذكر عن جيبوتي في شهر يوليو 2013، حيث قامت المجموعة الإفريقية للتنمية بالتعاون مع الحكومة الدانماركية بتقديم دعم لصندوق الطاقة المستدامة في إفريقيا بقيمة 7,5 مليون دولار كجزء من تمويل مشروع حرارة جوفية في منطقة بحيرة Assal في البلاد وهو مشروع تقدر تكلفته بحوالي 32 مليون دولار، ومن المقرر أن تقوم الحكومة الفيدرالية المركزية في جيبوتي بحفر الآبار

¹صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد (2011)، مرجع سبق ذكره، ص 228.

²منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو، تقرير الأمين العام السنوي الأربعة، الكويت، 2013، ص 167.

³منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو، تقرير الأمين العام السنوي الثاني والأربعة، مرجع سبق ذكره، ص 135.

الاستكشافية والتقييمية للمشروع، بينما سيكون القطاع الخاص مسؤولاً عن باقي عمليات الحفر وأنظمة تجميع البخار وإنتاج الكهرباء ونقلها إلى الشبكة الوطنية.¹

رابعاً: طاقة الكتلة الحيوية الصلبة.

تستخدم طاقة الكتلة الحيوية في كافة الدول العربية وخاصة في المناطق النائية بشكل بدائي في مجال الطبخ والتدفئة، إلا أن هذه المصادر محدودة نسبياً نظراً لطبيعة معظم الأراضي شبة الجافة، وتعتبر المخلفات الزراعية والأعشاب ومخلفات الحيوانات المصدر الرئيسي للكتلة الحيوية، أما على المستوى الصناعي فلا تزال هذه الطاقة محدودة الاستخدام ومرتبطة بالقطاع الخاص حيث ذكر في 2013 أن شركة Lesieur Cristal المغربية لصناعة الزيوت والصابون حصلت على قرض من البنك الأوروبي لإعادة الإعمار والتنمية بقيمة 3,3 مليون دولار بهدف إنشاء مرآج يعمل على مخلفات صناعة الزيوت، وفي نفس الفترة تعاقدت شركة Biokast Energy التونسية مع شركة برتغالية للحصول على 8 آلاف طن سنوياً من الديزل الحيوي لمحطة يجري بناؤها في البلاد.²

الفرع الثاني: آليات تعزيز التعاون لنشر استخدامات نظم الطاقات المتجددة.

تتجلى أهم آليات تعزيز التعاون لنشر استخدامات نظم الطاقة المتجددة فيما يلي:³

أولاً: التعاون العربي/العربي.

تكونت في السنوات الأخيرة لدى بعض الدول العربية خبرات بشرية قادرة على التعامل مع تقنيات الطاقة المتجددة سواء في مجالات الاستخدام أو التدريب، ولأن أسواق الطاقة المتجددة العربية في حاجة إلى الحث على المشاركة في التقدم التقني، بمعنى إنتاج معدات وأدوات ذات تقنيات تتميز بتألفها مع المناخ والثقافة العربية، ومن ثم البحث عن آليات تهدف إلى استنبات بذور تقنيات الطاقة المتجددة، والعمل على نموها عربياً وتسويقها دولياً.

إلى جانب هذا، تأتي ضرورة الاستفادة من الخبرات العربية المتاحة في مجالات نشر استخدامات وتطبيقات تقنيات الطاقة المتجددة التي يمكن أن تأخذ الأشكال التالية:

¹ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي الأربعون، مرجع سبق ذكره، ص 170.

² نفسه، ص 172.

³ جامعة الدول العربية، الإستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة (2010-2030)، مرجع سبق ذكره، ص 47-49.

- الاستفادة من مبادرة "الطاقة من أجل الفقراء"، والتي أطلقها الملك عبد الله بن عبد العزيز عاهل المملكة العربية السعودية في يونيو 2008؛
- الاستفادة من وجود المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة بالقاهرة في تفعيل التعاون العربي والإقليمي في مجال نشر السياسات الداعمة للطاقة المتجددة وتبادل الآراء على الصعيد الإقليمي حول القضايا ذات الصلة بالطاقة المتجددة؛
- إعداد برنامج لبناء القدرات منسجم مع احتياجات تطبيق الإستراتيجية بتنسيق من جامعة الدول العربية تنفذه الكوادر العربية ذات الخبرة؛
- توفير إطار حديث لجميع البحوث الإحصائية المتخصصة وإيجاد قاعدة عريضة من البيانات لاستخدامها كأساس موثوق به في إجراء الدراسات والبحوث التي تتطلبها برامج التنمية الاقتصادية والاجتماعية والإدارية؛
- توفير البيانات والمؤشرات الرسمية المعتمدة من الدول بهدف توفير متطلباتها، واحتياجات المخططين والباحثين من البيانات الأساسية التي تتطلبها خطط التنمية على غرار الدليل الذي أعدته أمانة المجلس الوزاري العربي للكهرباء؛
- تبادل المعلومات والخبرات في مجال الطاقة المتجددة فيما بين الدول العربية سواء على المستوى الثنائي أو من خلال المنظمات العربية.

ثانيا: التعاون العربي/ الأوروبي.

- إن واقعنا في مجال الطاقة يثبت قدرتنا على الإنجاز من خلال حذو نفس المنهج الذي أتبع في السنوات الماضية في مجال النفط، في ضوء ما تقدم لزم على دول المنطقة العمل على:
- العمل على الاستفادة القصوى من المبادرات الأوروبية وهذا بالتنسيق مع الدول الأوروبية في بناء القدرات ونقل التقنيات كجزء أساسي في تنفيذ هذه المبادرات؛
 - العمل على الانتهاء من مشروع "الربط الكهربائي الأورو متوسطي" حيث يتضمن مقترحات تعزز فوائد مشروعات "الربط الكهربائي العربي الشامل" والذي يعد من أهم مشروعات التكامل الاقتصادي العربي التي يمكن أن تتعكس نتائجها ايجابيا على مجالات أخرى للعمل العربي المشترك مثل دعم الاتصالات البينية، ونشر استخدام تقنية المعلومات، وتنمية وتطوير الصناعات ذات الصلة، فضلا عن التأثيرات الايجابية على البيئة العربية؛

- توحيد الرؤية العربية فيما يتعلق بالمؤتمرات والاتفاقيات الدولية المتعلقة بالطاقة والبيئة مما يسمح بالاستفادة من الهبات والمنح والقروض الدولية التي تعزز من فرص الاستثمار بالطاقة المتجددة.

ثالثاً: التعاون العربي/ الدولي.

على المستوى الاقتصادي، أصبحت الدول العربية من أكبر شركاء التجارة والاستثمار مع كثير من دول العالم، وهو ما يتطلب بذل مزيد من الجهد في تحقيق التوازن في هذه العلاقات، اعتماداً على زيادة الاستثمارات المتبادلة والارتقاء بالتعاون الفني في مجالات الإنتاج والتنمية والبحث العلمي، ويتطلب النهوض بشؤون الطاقة المتجددة التعاون على الصعيدين العربي والدولي، وكذلك إنشاء مراكز للبحث والتطوير في الدول العربية، بما يساعد في نقل واستنبات تقنيات حديثة وإيجاد منتجات وأنظمة طاقة متجددة، ومن الإجراءات التي يمكن أن تساعد على تنمية ودفع آليات التعاون:

- إطلاق مبادرة تحت عنوان "طاقة بلا حدود"، تعتمد على نشر استخدامات الطاقة المتجددة وتقوية إجراءات الربط الكهربائي بين الدول العربية، لتنمية تصدير الطاقة المنتجة بين الدول العربية من كافة المصادر مع التركيز على المصادر المتجددة؛
- التأكيد على مشاركة الدول العربية في المؤتمرات والاتفاقيات الدولية الخاصة بقضايا التنمية المستدامة والطاقة البيئية للمساهمة في مناقشة مخرجات هذه المؤتمرات والاتفاقيات لتكون متوازنة، وتراعي المصالح والقدرات الاقتصادية والمتطلبات الاجتماعية والإنمائية للدول العربية؛
- العمل على تفعيل مخرجات وتوصيات المنديات كافة لنشر استخدامات الطاقة المتجددة؛
- التعاون في بناء القدرات في المجالات غير المتوفرة عربياً؛
- الاستفادة من صندوق التقنية النظيفة الذي يتولى البنك الدولي إدارته لنشر الطاقة المتجددة.

الفرع الثالث: البنية المؤسسية للبحث والتعليم وتطوير الطاقات المتجددة عربياً.

أولاً: البحث العلمي والمؤسسات التعليمية.

تحتاج إجراءات توطيق تكنولوجيا الطاقة المتجددة وكذلك معدات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في الوطن العربي إلى إجراءات مدروسة لنقل معرفة تصنيع المعدات وتكنولوجيات ذات الصلة، خاصة أن قطاعي الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة الطاقة يتطوران بسرعة هائلة، لذلك من المهم أن يعتمد التواصل في هذين المجالين على تحديد قائمة أولويات للمكونات التي تمكن من نقل التقنيات وتصنيعها، حيث

تقترن بالتزام وطني لإنشاء مشروعات بقدرات متزايدة سنويا حتى يمكن جذب الشركات العالمية سواء لنقل تكنولوجياتها أو لتشجيع الأبحاث وتطويرها، على غرار ما فعلته البرازيل في مجال طاقة الرياح .

وعلى المستوى العربي، فقد تأسست عدة منارات للبحث العلمي في الوطن العربي أبرزها معهد مصدر (Masdar Institute) في الإمارات العربية المتحدة كجامعة مستقلة للدراسات العليا، تركز على البحوث التطبيقية، ومؤسسة قطر للتربية والعلوم وتنمية المجتمع، ومدينة مبارك للأبحاث العلمية والتطبيقات التكنولوجية في مصر لربط الأبحاث العلمية بشراكة قوية مع الشركات الصناعية في مجالات عدة منها الطاقة المتجددة. إن بناء قواعد معرفة عربية للمشاركة في أبحاث التطوير التقني في القطاعات ذات الصلة يعد أمرا ضروريا، ولقد بينت المعلومات الواردة في الدليل عدم إدراج مواضيع تخصصية في مجال الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة في مدارس التعليم الصناعي والخاص بتخريج الفنيين المتخصصين، إذ ينحصر الأمر في بعض المقررات الدراسية العامة فقط.¹

ثانيا: مؤسسات الطاقة لمتجددة.

تتطلب البنية المؤسسية وجود آليات لتنظيم الأسواق، وتنفيذ القوانين والتشريعات التي أقرتها الدول في هذا الصدد بشكل فعال لتحقيق الأهداف الوطنية، ولقد استحوذ موضوع تطوير البنى المؤسسية الخاصة بالطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة اهتمام العديد من الدول على النحو الوارد أدناه:

- على مستوى الطاقة المتجددة، هناك سبع دول عربية لديها وكالات متخصصة في هذا المجال حققت من خلالها طفرة في توظيف الطاقة المتجددة لخدمة مشروعات التنمية الوطنية، الأمر الذي يوضع ضرورة تبني كيانات مستقلة لإدارة برامج ومشروعات الطاقة المتجددة وتسيير الحصول على التراخيص والحوافز التي أقرتها الدولة، بالإضافة إلى ذلك هناك مجموعة من الدول العربية لديها كيانات مستقلة لإدارة برامج تحسين كفاءة استخدام الطاقة، واجهت بها الطلب المتزايد على الطاقة، وحققت وفرات ملموسة بما يدفع الدول الأخرى إلى تبني مسارات متشابهة.
- يختلف الإطار المؤسسي لنشر الطاقة المتجددة وتنفيذ برامج تحسين كفاءة الطاقة من بلد عربي إلى آخر، فعلى سبيل المثال، يتم تقييم العطاءات لمناقصات الطاقة المتجددة في مصر من قبل هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، في حين يقوم بذلك مرفق تنظيم قطاع كهربائي في الجزائر، وفي

¹ جامعة الدول العربية، دليل الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة في الدول العربية، القطاع الاقتصادي - إدارة الطاقة، أمانة المجلس الوزاري العربي للكهرباء، مصر، 2013، ص 16.

الأردن تتولى وزارة الطاقة والموارد المعدنية مسؤولية الإعلان عن العطاء وتقييمها، وفي المغرب تتولى الوكالة المغربية للطاقة الشمسية تقييم عطاءات الطاقة الشمسية، في حين يتولى المكتب الوطني للكهرباء تقييم عطاءات مشروعات طاقة الرياح.

- تزخر المنطقة بالخبراء المختصين بشؤون الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، والذين يمكن الاعتماد عليهم في نقل الخبرة للبلدان العربية التي ترغب بتأهيل كوادرها البشرية، الأمر الذي يتطلب تحديث قاعدة بيانات للخبراء العاملين في هذه المجالات، مع إعداد البرامج التدريبية اللازمة؛
- عادة ما تدخل مكاتب الاستشارات العربية في شراكات مع مكاتب عالمية لتقديم استشارات للمشروعات الكبيرة التي تتطلب خبرات عملية في التصميم والإشراف على التنفيذ والتفتيش على الأجهزة.¹ والجدول الموالي يبين قائمة لبعض مؤسسات الطاقة المتجددة في المنطقة.

الجدول رقم (10): مؤسسات الطاقة المتجددة.

الجهة المسؤولة عن وضع سياسات الطاقة المتجددة	مؤسسة مخصصة للطاقة المتجددة	مؤسسات البحث في مجال الطاقة المتجددة	
المركز الوطني لبحوث الطاقة	غير متوفرة	وزارة الطاقة والثروة المعدنية	الأردن
	غير متوفرة	وحدة الطاقة المتجددة لدى هيئة الكهرباء والماء	البحرين
مؤسسات البحث في مجال الطاقة المتجددة مركز تطوير الطاقة المتجددة، وحدة تطوير تقنية السيليكون. وحدة تطوير التجهيزات الشمسية. مركز بحوث وتطوير الكهرباء والغاز.	شركة الكهرباء والغاز التابعة لمجموعة سونلغاز شركة كهرباء الطاقة المتجددة التابعة لمجموعة سونلغاز	مديرية الطاقة المتجددة والحفاظ على الطاقة لدى وزارة الطاقة والمناجم	الجزائر
المركز الوطني لبحوث الطاقة	غير متوفرة	مديرية الطاقة المتجددة والبديلة لدى وزارة المياه والكهرباء	السودان
مركز بحوث الطاقة والبيئة في وزارة العلوم والطاقة مركز البحوث في وزارة التعليم العالي والبحث العلمي (الجامعات والمعاهد) مركز بحوث الطاقة المتجددة والبيئة لدى	غير متوفرة	مركز الطاقة المتجددة والبيئة لدى وزارة الكهرباء	العراق

¹ جامعة الدول العربية، دليل الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة في الدول العربية 2013، مرجع سبق ذكره، ص 15.

وزارة الصناعة.			
معهد بحوث الطاقة الشمسية والطاقة المتجددة المركز الوطني للبحث العلمي والتقني	المؤسسة المغربية للطاقة الشمسية مؤسسة تطوير الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة مؤسسة استثمار الطاقة	إدارة الطاقة والطاقات المتجددة لدى وزارة الطاقة والمناجم والبيئة	المغرب
مركز الطاقة المتجددة والتصميم الالكتروني في جامعة العلوم والتكنولوجيا. المركز التقني للتدريب والتسجيل الشركة العامة للكهرباء	غير متوفرة	مديرية الطاقة المتجددة لدى وزارة الكهرباء والطاقة	اليمن
مركز بحوث وتقنيات الطاقة	المؤسسة الوطنية للحفاظ على الطاقة	وزارة الصناعة-المديرية العامة للطاقة	تونس
مركز البحوث والدراسات العلمية. المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا. مراكز البحوث لدى الجامعات وخاصة جامعة دمشق. مركز البحوث والاختبارات الصناعية.	المركز الوطني لبحوث الطاقة	وزارة الكهرباء	سوريا
مركز بحوث البيئة. مركز بحوث الطاقة في جامعة النجاح الوطنية.	مركز بحوث البيئة	هيئة الطاقة الفلسطينية	فلسطين
الجمعية اللبنانية للطاقة الشمسية. فريق البحث في مجال الطاقة (الجامعة الأمريكية في بيروت). معهد البحوث الصناعية. المجلس الوطني للبحوث العلمية.	المركز اللبناني للحفاظ على الطاقة	وزارة الطاقة والمياه	لبنان
مركز بحوث ودراسات الطاقة الشمسية	هيئة الطاقة المتجددة في ليبيا	وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة	ليبيا
مركز بحوث الطاقة جامعة القاهرة	هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة	وزارة الكهرباء والطاقة	مصر

المصدر: المؤشر العربي لطاقة المستقبل "الطاقة المتجددة" AFEX 2013، المركز الإقليمي للطاقة

المتجددة وكفاءة الطاقة (REREE)، مصر، 2013، ص 51.

المطلب الثالث: الحواجز التي تقف أمام انتشار الطاقات المتجددة ومستقبلها.

لقد عزز كل من التوسع السريع لتطوير تكنولوجيات الطاقة المتجددة والجهات المنادية باستدامة الطاقة وبالعالم أنظف موقف الطاقة المتجددة باعتبارها جزءا لا غنى عنه في مزيج الطاقة العالمي، وللوصول إلى هذا الهدف ينبغي معرفة وتذليل مجموعة من المعوقات والحواجز التي تقف أمام مستقبل الطاقة المتجددة وأمام بلوغها للمشاركة المطلوبة ضمن توليفة الطاقة العالمية.

الفرع الأول: الحواجز العامة التي تعترض اعتماد الطاقة المتجددة.

يتأتى عن الطاقة التي يتم إنتاجها من الموارد المتجددة فوائد اقتصادية وبيئية كبيرة على المدى الطويل، وبتزايد الوعي بشأن الفوائد قصيرة الأجل لاعتماد تكنولوجيات الطاقة المتجددة، ومع ذلك لا تزال هناك عقبات حالت دون نشر تكنولوجيات الطاقة المتجددة من الوصول إلى السرعة والحجم المطلوبين، يجب على صناع السياسة، فهم التحديات التي تحول دون تحقيق التنمية المستدامة، ويتعين عليهم استخدام مواقعهم المتاحة لهم للتغلب على هذه المشاكل إذا قدر لبلدانهم أن تجني فوائد الطاقة المستدامة.

حالت خمسة حواجز رئيسية دون التنمية الكاملة للطاقة المتجددة كبديل للطاقة المستمدة من الوقود

الأحفوري.¹

1. الحواجز الاقتصادية:

يتم قياس تكلفة توليد الكهرباء بكلفة إنتاج لكل كيلواط في الساعة (KWh) أو ميجاواط ساعة (MWh) وتاريخيا كان توليد الطاقة الكهربائية من الوقود الأحفوري أقل تكلفة من توليد الكهرباء من المصادر المتجددة، وهناك عدة أسباب لذلك. إن أحد الأسباب الرئيسية هو أن التكاليف الأولية لبناء البنية التحتية والمرافق لتوليد الكهرباء المتجددة كانت، حتى في وقت قريب، أعلى بكثير من بناء المولدات التي تحرق الوقود الأحفوري. وبدون التدخل في السوق، يلزم المرفق الكهربائي العام نفسه بطبيعة الحال باتباع أساليب الإنتاج التي تقدم أدنى سعر للكيلو واط ساعة، بغض النظر عن اتجاهات الأسعار المحتملة على المدى الطويل.

¹برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP)، الدليل الإرشادي للبرلمانيين من أجل الطاقة المتجددة، الولايات المتحدة الأمريكية، 2013، ص ص 25-28.

ومع ذلك، فقد انخفضت تكلفة إنتاج الطاقة المتجددة بشكل كبير في السنوات الأخيرة وذلك بفضل الاختراعات التكنولوجية و وفورات الإنتاج الكبير، وهي مستمرة في الانخفاض، أما الوقود الأحفوري من ناحية أخرى فهو مورد محدود، ولا يمكن لتكلفته إلا أن تزيد على المدى الطويل، إذا كان بالإمكان أن يؤخذ بعين الاعتبار التكاليف الخارجية السلبية الناجمة عن حرق الوقود الأحفوري، مثل الأضرار البيئية المحلية، والآثار الصحية والتكيف مع تغير المناخ على أنها "آثار بيئية خارجية" فإن الميزة التنافسية الواضحة للطاقات التقليدية سوف تتلاشى إلى حد كبير.

ينشأ حاجز اقتصادي ثان عن الدعم الحكومي لاستخراج واستخدام الوقود الأحفوري، ووفقا لصندوق النقد الدولي، بلغت قيمة إعانات الوقود الأحفوري في العالم في عام 2012 مبلغ 1,9 تريليون دولار أي ما يعادل 2% من الناتج المحلي الإجمالي العالمي، وهي بمثابة تقزيم لمبلغ الـ 88 مليار دولار التي تمثل الإعانات المالية لدعم الطاقة المتجددة، وقد شملت هذه الإعانات تخفيض الرسوم والاتاوات على استخراج الوقود الأحفوري، ومراقبة الأسعار على تكلفة البنزين والكهرباء، والاستثمار المباشر من قبل الحكومات في البنية الأساسية المستخدمة لاستخراج وتسليم وإنتاج الوقود الأحفوري.

2. العوائق الفنية:

رغم عقود من البحث والتطوير، حالت الحواجز التقنية دون تمكن مصادر الطاقة المتجددة من المنافسة في سوق الطاقة، ومن المسائل التقنية الرئيسية حقيقة أن لبعض مصادر الطاقة المتجددة خصوصا الرياح والطاقة الشمسية معدلات توليد متفاوتة (نظرا للحصول المتغير على الرياح والشمس)، مما حال بالتالي دون توصيل معدل مضمون وثابت من الكهرباء، وتعرف هذه الظاهرة في الصناعة بالقطع، وليس من السهل تعديل الناتج في هذه المصادر وفقا للطلب خلافا لبعض محطات الطاقة التي تعمل بالوقود الأحفوري التي يمكن أن تستجيب بسرعة وببساطة للتغيرات في الشبكة عن طريق حرق كمية أكثر أو أقل من الوقود أو اختيار عدد محطات توليد الكهرباء والتي يتعين تشغيلها ومع ذلك يمكن التنبؤ بمعظم مصادر الطاقة المتقطعة مثل الرياح والطاقة الشمسية مقدما بفترة 24 ساعة، ومن أنسب الطرق لاستيعاب وإدارة والاستجابة لظاهرة تقطع الطاقة المتجددة، ولكن التي يمكن التنبؤ بها، هي مد شبكة ممتدة عبر المنطقة المعنية.

وهناك مسألة فنية أخرى تعرف بـ"التناثر" ويعني ذلك أن أفضل مصادر الطاقة المتجددة غالبا ما تقع بعيدا عن مناطق المراكز السكانية الحضرية، حيث يكون الطلب على الطاقة أعلى، فعلى سبيل

المثال، تقع مصادر الطاقة المائية المجدية أكثر ما يمكن من الناحية الفنية في السلاسل الجبلية، وحيث أن بعد المولد عن المستخدم النهائي سوف يزيد من كمية الطاقة المفقودة في النظام ومن تكلفة البنية التحتية للشبكة، يعمل ذلك كمثبط لتطوير مصادر الطاقة المتجددة التي تقع في المناطق النائية.

حديثاً، تتطور الحلول التقنية لمشاكل التقطع والتناثر بسرعة، ويمكن الآن أن تنقل الكهرباء بكفاءة عبر مسافات طويلة باستخدام كابلات التيار المباشر عالية الجهد (HVDC)، حيث يكون الفاقد من الطاقة حوالي 3% فقط لكل 1000 كلم وأقل من سنت واحد كل كيلواط ساعة في تكاليف التوزيع الإضافية، وقد تم بالفعل نشر هذه الكابلات في الصين والهند لربط المراكز السكانية مع مصادر الطاقة المائية النائية.

ويمكن أيضاً أن تستخدم كابلات التيار المباشر عالية الجهد (HVDC) لدمج مصادر الطاقة المتجددة في شبكات عظمى، « supergrids شبكات السوبر » الإقليمية التي تستخدم تقنية العدادات الذكية لمراقبة وضبط شبكة الكهرباء، فعلى سبيل المثال، يمكن ربط طاقة الصحراء الشمسية مع توربينات الرياح البحرية والطاقة المائية من المناطق الجبلية، ومن خلال دمج مصادر مختلفة من الطاقة المتجددة من مختلف أنحاء منطقة واسعة في شبكة ذكية ممتدة واحدة، يمكن تسوية الاختلافات في العرض، وتمكن كابلات التيار الكهربائي المباشر عالي الجهد (HVDC) تقوية الطاقة المتجددة لتوفيرها إلى صناعات الطاقة والمدن أو حتى بلدان بأكملها.

وهناك تحدٍ ذي صلة هو البيروقراطية التي يجب أن تنظم وتوافق على تطوير توليد الكهرباء (أو التدفئة أو وقود النقل)، إذ تزيد من تكلفة تطوير الطاقة المتجددة بشكل كبير، وغالبا ما يكون الوقت اللازم عاملاً مثبطاً كبيراً لتنميتها، ويمكن تسريع تطوير شبكة الطاقة المتجددة عن طريق ضمان أن سياسة الطاقة والإطار القانوني متسقان تماماً وأن عملية اتخاذ القرار شفافة.

3. دعم المجتمع:

يجب أن تعالج التحديات السياسية المحلية حتى إذا كانت الحكومة المعنية قد أقرت تماماً ضرورة تشجيع تطوير مصادر الطاقة المتجددة، ومعالجة العوائق الاقتصادية والسياسية لتنميتها، وحيث أن مشاريع تطوير الطاقة المتجددة انتشرت في العقد الماضي، واجه بعضها المعارضة الشعبية، ومن المهم ضمان "إفناع" المجتمع المحلي، وحيثما كان ذلك ممكناً، ضمان الملكية القانونية لتطوير الطاقة المتجددة كوسيلة للحد من المعارضة.

4. الضغط المعارض:

من المرجح أن يواجه اعتماد سياسات الطاقة المتجددة معارضة كبيرة من مصالح الوقود الأحفوري وجماعات الضغط المؤيدة لهم، وهي جهات في الغالب تتمتع بتمويل جيد وبعلاقات جيدة مع متخذي القرار وهي نشطة في كل حكومة في العالم تقريبا، إن الربحية المستقبلية لشركات الوقود الأحفوري مهددة بسبب تغير المناخ وانتشار تطوير الطاقة المتجددة، وهي تتفق مبالغ كبيرة لحماية مصالحها.

5. الحواجز السياسية والتشريعية:

كانت التشريعات والسياسات التي تنظم أسواق الكهرباء والتدفئة ووقود النقل في العديد من البلدان أكبر عقبة أمام تطوير الطاقة المتجددة، ويتم تشغيل أسواق الكهرباء عادة عن طريق الاحتكار، وغالبا ما يكون ذلك من قبل مؤسسة مملوكة للدولة، مخولة بالسيطرة الكاملة على توليد وتوزيع وبيع الكهرباء للمستهلكين، وقد أظهرت الدراسات أنه حيثما كان سوق الكهرباء خاضعا للاحتكار، يكون للمؤسسة المحتكرة حافز صغير أو حتى بدون حافز لتشجيع تنمية الكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة وهناك تحد ذي صلة وهو البيروقراطية التي يجب أن تنظم وتوافق على تطوير توليد الكهرباء (أو التدفئة أو وقود النقل). بالإضافة إلى الحواجز السياسية التالية:¹

- فرض الضرائب والرسوم الجمركية على معدات الطاقة المتجددة؛
- محدودية مشاركة القطاع الخاص في إنشاء مشروعات استخدام تطبيقات الطاقة المتجددة؛
- قصور التمويل المحلي.

الفرع الثاني: معوقات استخدام الطاقة المتجددة في الدول العربية.

1. المعوقات الإستراتيجية والمؤسسية: تتركز أهم المعوقات الإستراتيجية والمؤسسية لدى الدول العربية في:²

- محدودية السياسات الجاذبة للاستثمار الخاص وقصور الموارد الحكومية المخصصة لها؛
- ضعف السياسات التي تهدف إلى إيجاد شراكات في مجال استخدام مصادر الطاقة المتجددة؛

¹ محمد مصطفى الخياط، ايناس محمد إبراهيم الشبتي، مرجع سبق ذكره، ص 05.

² صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد (2011)، مرجع سبق ذكره، ص ص 236، 237.

- محدودية الإمكانيات المؤسسية التي يتم توجيهها إلى تطوير نظم الطاقة المتجددة وصعوبة التنسيق بينها؛
- انخفاض مستوى الوعي العام بالإمكانيات المتاحة ونظم الطاقة المتجددة التي يمكن استخدامها بصورة فنية واقتصادية؛
- صعوبة تطبيق نظام تمويل حكومي خاص بالطاقة المتجددة وعدم ملاءمته في الوقت الراهن؛
- محدودية التعاون والتنسيق الإقليمي في مجال تمويل مشروعات الطاقة المتجددة والاعتماد على برامج التمويل الأجنبي.

بالإضافة إلى ذلك، من منظور تأمين مصادر الطاقة، فإن دور الطاقة المتجددة في تنويع مصادر الطاقة كبير خاصة لإنتاج الكهرباء والتسخين الحراري، وهي وسيلة لتعزيز أمن الطاقة، وأيضاً وسيلة للمساهمة في الاحتفاظ بالنفط كاحتياطي استراتيجي للأجيال القادمة يمكن استخدامه فقط حيث لا يوجد بديل ملائم (وقود الطائرات مثلاً) ولهذه الأسباب مجتمعة وضعت العديد من الدول الأوروبية قوانين تحفز المستثمرين على الدخول في هذا المجال، أما في الدول العربية فيعتمد قطاع الكهرباء في معظمه على الدولة في تملك وتشغيل وإدارة محطات القوى الكهربائية، وبالتالي فإن الأولوية تعطى لتوفير هذه الخدمة للمواطنين، ونظراً لأن تكلفة إنشاء محطات الطاقة الشمسية عالية مقارنة بالمصادر الأحفورية الأخرى، يضاف إلى ذلك أن المنطقة غنية بمصادر كبيرة من النفط والغاز الطبيعي والتي يمكن استخدامها كوقود لإنتاج الكهرباء بأسعار أقل بكثير من محطات الطاقة المتجددة، كل ذلك أدى إلى تعظيم دور المصادر الأحفورية مقارنة بالمصادر المتجددة.

2. الفجوة التقنية:

يعتبر نقص تقنيات تصميم وتصنيع معدات الطاقة المتجددة أحد أهم عوائق التصنيع العربي المحلي لهذه الأنظمة، ففي مجال تصنيع مكونات ومعدات توربينات الرياح نجد أن التصنيع المحلي ينحصر في تصنيع الكابلات الكهربائية والمحولات وأبراج التوربينات، أما بالنسبة لمكونات نظم التسخين الشمسي للمياه، فالعديد من الدول العربية استطاعت توطين صناعاتها، نظراً لبساطة تكنولوجياتها بالمقارنة مع النظم الأخرى مثل الخلايا الشمسية وطاقة الرياح، وهو ما ساعد على نمو استخدام هذه النظم في بعض الدول مثل تونس ولبنان والأردن، وإن عانت هذه الصناعات لاحقاً من خدمات ما بعد البيع.

3. التسويق:

تتمثل المعوقات التسويقية في عدم انتشار منافذ بيع أنظمة الطاقة المتجددة سواء الخاصة بالاستخدام المنزلي أو التطبيقات التجارية أو الصناعية، ويترافق هذا مع ارتفاع أسعار أنظمة الطاقة المتجددة مما يؤدي إلى غياب القدرة التنافسية لهذه الأنظمة مع مثيلاتها المعتمدة على استخدام مصادر الطاقة التقليدية، إن عدم وجود خطط وطنية لتسويق هذه الأنظمة مشمولة بتسييرات في تمويل إنشاء وتركيب هذه النظم ينعكس على تأخر اندماج تطبيقات الطاقة المتجددة في الأسواق العربية، وهذا التمويل الميسر يمكن أن يقدم من خلال المصارف الوطنية أو من صناديق التنمية الإقليمية التي تمنح قروضا ميسرة وفترات سداد طويلة.

4. نقص التوعية:

تقوم كل الدول العربية بتطبيق برامج توعية تستهدف المستخدمين بالقطاعات المنزلية والصناعية والحكومية باعتبارهم من القطاعات الأكثر استخداما للكهرباء من خلال حملات قومية، تهدف إلى التعريف بأهمية استخدام مصادر بديلة للطاقة الكهربائية، بجانب مجهودات منظمات المجتمع المدني (NGOS) والجمعيات الأهلية، والتي يتركز دورها في إعداد العمل مع الجهات المسؤولة عن توعية الجماهير في المدن والقرى.

وتشمل التحديات التي تواجه تطوير واستخدام الطاقات المتجددة ولاستفادة منها ما يلي:¹

- ضعف الأولوية التي تولي للطاقة المتجددة في التخطيط للطاقة ووضع السياسات العامة؛
- اختلال التوازن بفعل الإعانات المقدمة إلى نظم الطاقة التقليدية (التي تشمل الإعانات المباشرة وغير المباشرة المقدمة للوقود)؛
- انعدام الترتيبات المؤسسية المكافئة؛
- نقص الوعي بالتكنولوجيا، فضلا عن الوعي بفوائدها الاقتصادية والاجتماعية؛
- عدم كفاءة الدعم المقدم لتطوير التكنولوجيا؛
- ما تعانيه الأسواق من بلبله وقيود فيما يختص بإمكانية الحصول على التكنولوجيات؛
- ما يفرض على الواردات من رسوم ومكوس ذات معدلات مثبثة أو غير موحدة؛

¹الجمعية العالمية للأمم المتحدة، الدورة السادسة والخمسون، تقرير الأمين العام: الإجراءات الملموسة التي يجري اتخاذها لتشجيع مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة بما في ذلك تنفيذ البرنامج العالمي للطاقة الشمسية، 1996-2005، ص 14.

- ارتفاع التكلفة التي تقتضيها مسبقا نظم الطاقة المتجددة؛
- انعدام التمويل و ترتيبات الإقراض؛
- ارتفاع تكاليف معاملات المشاريع الصغيرة الحجم؛
- عدم كفاية استحداث المعايير وأفضل الممارسات بالنسبة إلى جميع نظم الطاقة المتجددة؛
- انعدام الهياكل الأساسية التصنيعية؛
- ندرة الموارد البشرية الماهرة.

الفرع الثالث: مستقبل استخدام الطاقات المتجددة.

أولاً: التطلعات المستقبلية للطاقة المتجددة في العالم.

تعمل العديد من دول العالم على تطوير مصادر الطاقة المتجددة فيها، لكن مخاطر الربط مع شبكات توزيع الطاقة الكهربائية أدت إلى تباطؤ في استخدام الطاقات المتجددة، وخاصة في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، وفي هذا المجال أشار تقرير صدر عن وكالة الطاقة الدولية إلى أن توليد الطاقة الكهربائية من مصادر الطاقة المتجددة سينمو بمعدل 5,4% سنويا ليصل إلى 7310 تيراواط ساعة في عام 2020، وهو تقدير يقل بنسبة 0,6% عن توقعات سابقة للوكالة، وذكر التقرير أنه رغم التنامي المتسارع لاستخدام الطاقة النظيفة في دول منطقة التعاون الاقتصادي والتنمية في العقد الماضي فإن من المتوقع ظهور فترة انتقالية يكون خلالها معدل التنامي أقل من السابق، وإذا كان هذا التنامي سيستمر حتى عام 2020، بينما سيكون هذا القطاع أكثر نشاطا في الدول غير الأعضاء في المنظمة والتي يتوقع أن تمتلك 70% من إجمالي الطاقات المتجددة في عام 2020.

وساهمت عدة عوامل في هذا التباطؤ المتوقع ومن أهمها عامل عدم اليقين فيما يتعلق بالمتغيرات المستقبلية للطلب، فعلى سبيل المثال ذهب التقرير إلى أن العالم بحاجة إلى مضاعفة إنتاجه من الوقود الحيوي بمقدار 22 ضعفا عن المستويات الحالية حتى يلبي متطلبات المنظور المناخي لوسائل المواصلات في عام 2025.

وقد ذهبت بعض الدول في اتجاه زيادة كفاءة الطاقة والحد من الطلب على الكهرباء، ومنها بريطانيا التي أعلنت عن رصد تمويل بقيمة 10 مليون جنيه إسترليني (أكثر من 16 مليون دولار) لرجال الأعمال والصناعيين والمنظمات لتقديم برامج تساعد على الحد من نمو الطلب على الكهرباء، أو رفع

كفاءة استخدام الطاقة، وذكرت وزارة الطاقة والتغير المناخي البريطانية أن رفع كفاءة استخدام الطاقة قد يساهم في تخفيض 9% من الطلب على الكهرباء في عام 2030.

وعلى نفس النهج، أعلنت لجنة الأمم المتحدة للتنمية الاجتماعية والاقتصادية لدول شرق آسيا والباسيفيك، وبرنامج الأمم المتحدة للتنمية، بالتعاون مع بنك التنمية الآسيوي عن إنشاء محور يهدف إلى تحريك الاستثمارات والابتكارات لنشر استخدام الطاقة النظيفة في دول منطقة آسيا والباسيفيك. حيث سيتولى بنك التنمية الآسيوي إدارة شؤون الطاقة المستدامة للدول التي تنطوي تحت لواء هذا المحور، وقد أكد تقرير البنك المركزي أن الطلب على الطاقة من قبل الدول النامية في منطقة آسيا والباسيفيك سيشكل 56% من إجمالي الطلب العالمي على الطاقة في عام 2035، مقارنة مع 34% في عام 2010.

يذكر أن وكالة الطاقة الدولية قدرت أن حجم الاستثمارات اللازمة لقطاع الطاقة في دول شرق آسيا والباسيفيك سيصل إلى 200 مليار دولار بحلول عام 2030.¹

كما اعتمد المجلس الأوروبي عدة أهداف بينها افتراض أن تساهم الطاقة المتجددة في عام 2020، بما لا يقل عن 20% من إجمالي استهلاك الطاقة، وأما الوقود الحيوي فيتمتع بمكانة ستمثل 10% من إجمالي ما يتم استهلاكه من البنزين والديزل.²

ثانياً: مستقبل استخدام الطاقات المتجددة في الدول العربية.

1. السيناريوهات والتصورات المستقبلية: وتشمل مرحلتين هما:³

أ. المرحلة الأولى: منظومة الطاقة المتجددة في الفترة 2010-2020.

يتوقع أن تصل نسبة مشاركة مصادر الطاقة المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية خلال هذه الفترة إلى 5,1% حيث تأتي النسبة الأكبر من طاقة الرياح تليها الطاقة المائية ثم مشاركات صغيرة من الطاقات الشمسية والكتلة الحية، مع وجود استخدامات أخرى للطاقة المتجددة، مثل استخدام الطاقة الشمسية لأغراض تسخين المياه سواء في بعض القطاعات الصناعية أو المنزلية.

¹ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو، تقرير الأمين العالم السنوي الحادي والأربعون، مرجع سبق ذكره، ص ص 161،162.

² لودوفيك مون، مرجع سبق ذكره، ص 90.

³ جامعة الدول العربية، الإستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة (2010-2030)، مرجع سبق ذكره، ص ص 34، 35.

ب. المرحلة الثانية: منظومة الطاقة المتجددة في الفترة 2020-2030.

يتوقع خلال المرحلة الثانية لتنفيذ الإستراتيجية أن تصل مشاركة الطاقة المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية إلى 2,3% ويرجع الانخفاض في المشاركة إلى ارتفاع مشاركة مصادر الطاقة من الوقود الأحفوري، وعدم تضمين أهداف إستراتيجية للدول العربية حتى عام 2030. علماً بأن مشاركة المصادر المختلفة سوف تصدرها الطاقة الشمسية تعززها الخطة الطموحة التي أعلنتها المملكة العربية السعودية.

وقد تم اعتماد تصورات مستقبلية حتى عام 2030 وهي على النحو التالي:¹

- **التصور الأدنى:** طبقاً لما أعلنته الدول العربية يمكن أن تكون مساهمة الطاقة الكهربائية المنتجة من المصادر المتجددة 2,3%.
- **التصور المتوسط:** يعتمد هذا البديل أو التصور على فرضية تنامي حاجة الدول العربية لمصادر الطاقة المتجددة، إما لرغبة الدول العربية في تنوع مصادر الطاقة أو لتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري وبالتالي التقليل من الأثر البيئي، وعليه فإن معدل النمو في الاعتماد على الطاقة المتجددة خلال الفترة من 2010 حتى 2020 سوف يسري خلال العشر سنوات التالية، وهو ما سيؤدي إلى ارتفاع نسبة مساهمة المصادر المتجددة بحلول عام 2030 إلى 4,7% من إجمالي الطاقة المنتجة.
- **التصور المرتفع:** مضاعفة النسبة التي أعلنتها الدول العربية كأهداف لها حتى عام 2020 وهو ما يؤدي إلى زيادة نسبة مشاركة الطاقة المتجددة في إنتاج الكهرباء ليصل إلى 9,4% من إنتاج عام 2030.

الجدول رقم (11): التصورات المستقبلية للطاقات المتجددة.

التصور الأدنى	يمثل إجمالي ما أعلنته الدول العربية من أهداف.
التصور المتوسط	افتراض استمرار معدل نمو الطاقة المتجددة خلال الفترة من 2020 حتى 2030 بنفس معدل الفترة من 2010 حتى 2020.
التصور المرتفع	افتراض مضاعفة نمو الطاقة المتجددة خلال الفترة من 2020 حتى 2030 بما تحقق في الفترة من 2010 حتى 2020.

المصدر: جامعة الدول العربية، الإستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة (2010-2030)، مرجع سبق ذكره، ص 34.

¹صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد (2011)، مرجع سبق ذكره، ص 239.

2. الاستراتيجيات والأهداف الإجمالية المقدمة من قبل الدول العربية:

تم اعتماد حساب الاهداف المستقبلية لمشاركات الطاقة المتجددة في الدول العربية للفترات

الإستراتيجية من 2010 حتى 2020 ومن 2020 حتى 2030 على الأسس التالية:¹

- الأهداف التي أعلنتها الدول العربية بشكل رسمي والمشار إليها في الجدول أدناه؛
- أن الأهداف المعلنة إنما تمثل نسبة من الطاقة الكهربائية أو الطاقة الأولية المتوقع إنتاجها في العام الذي تم تحديده لتحقيق تلك الأهداف وبحسب ما أعلنته كل دولة؛
- تحويل الأهداف التي وضعت كنسبة من الطاقة الأولية إلى نسبة من الطاقة الكهربائية؛
- شمول الأهداف المعلنة لمشاركة الطاقة المتجددة مستقبلا كافة أنواع الطاقة المتجددة (مائية، رياح، شمسية، كتلة حيوية).

ويمثل الجدول التالي الأهداف الإجمالية للطاقة المتجددة المقدمة من قبل الدول العربية .

الجدول رقم (12): الأهداف الإجمالية للطاقة المتجددة المقدمة من قبل الدول العربية

الدولة	الأهداف الإستراتيجية الكمية المعتمدة للطاقة المتجددة
الأردن	<ul style="list-style-type: none"> ▪ مساهمة الطاقة المتجددة 7% من خليط الطاقة الكلية عام 2015. ▪ مساهمة الطاقة المتجددة 10% من خليط الطاقة الكلية عام 2020.
الإمارات	<ul style="list-style-type: none"> ▪ أبو ظبي: تهدف إمارة أبو ظبي إلى توفير 7% من احتياجاتها من الطاقة عبر المصادر المتجددة عام 2020. ▪ دبي: تتوقع خطة دبي الإستراتيجية للطاقة أن تغطي الطاقة الشمسية 5% من الطلب على الطاقة عام 2030.
البحرين	لم تعتمد بعد إستراتيجية في مجال الطاقة المتجددة.
تونس	30% من الكهرباء انطلقا من الطاقات المتجددة بحلول سنة 2030.
	طاقة الرياح
	1500 ميغاواط
	2030
	طاقة الشمسية الكهروضوئية
	1900 ميغاواط
	2030
	طاقة الشمسية الحرارية المركزة
	300 ميغاواط
	2030
	طاقة الحيوية
	300 ميغاواط
	2030
	تسخين المياه بالطاقة الشمسية
	1 مليون م ²
	2016
الجزائر	40% من إجمالي الكهرباء المنتجة محليا ذات أصول متجددة بحلول 2030

¹ جامعة الدول العربية، الإستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة (2010-2030)، مرجع سبق ذكره، ص

<p>السعودية</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ يتم إعداد سياسات لاستخدام الطاقة المتجددة تحدد أهداف كمية لمشاركة الطاقة المتجددة في نسيج الطاقة. ■ الوصول إلى 44% من احتياجات المملكة للطاقة من مصادر الطاقة المتجددة بحلول عام 2032. ■ العمل على تطوير منظومة اقتصادية مستدامة للطاقة. ■ نمذجة شبكة المملكة وتحسينها لتصبح متكاملة ومتوافقة مع الطاقة المتجددة. 		
<p>السودان</p> <p>الهدف الإجمالي 2665,4 ميجا واط في غضون 2031 يتوزع كما يلي:</p>		
2031	1092 ميغاواط	التوليد المائي (محطات كبيرة)
2031	680 ميغاواط	طاقة الرياح
2031	666 ميغاواط	الطاقة الكهروضوئية
2031	50 ميغاواط	الشمسية الحرارية
2031	56 ميغاواط	التوليد المائي (محطات صغيرة)
2031	67,4 ميغاواط	التوليد من النفايات
2031	5 ميغاواط	الكتل الحيوية
<p>جاري العمل على تقييم مصدر طاقة حرارية باطن الأرض.</p>		
<p>سوريا</p> <p>الخطة الخماسية الحادية عشر 2011-2015.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ رياح 1000 ميغاواط ■ فوتوفولطية 200 ميغاواط ■ طاقة شمسية مركزة 1300 ميغاواط ■ إجمالي 4550 ميغاواط وبنسبة 30% بحلول عام 2030، كما يتم حاليا إعداد مشروع الخطة الشاملة للطاقات المتجددة وكفاءة استخدام الطاقة والتي من خلالها سوف تكون مشاركة الطاقة المتجددة حوالي 10% من إجمالي القدرة المركبة في 2030. 		
<p>عمان</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ تقوم السلطة بدراسة الإستراتيجية الوطنية للطاقة والتي تهدف إلى تقليل الاعتماد على الطاقة الأحفورية بالسلطنة. ■ قامت هيئة تنظيم الكهرباء - عمان (الهيئة) بتطبيق متطلبات جديدة لدعم نشر تقنيات الطاقة المتجددة في المناطق الريفية. ■ اعتمدت الهيئة المتطلبات الجديدة للتأكد من أن استغلال المصادر القيمة للطاقة المتجددة في السلطنة سيتم بكفاءة وفعالية. ■ سوف تقوم شركة كهرباء المناطق الريفية (ش م ع م) بتطبيق متطلبات السياسة الجديدة. 		
<p>العراق</p> <p>مساهمة الطاقة المتجددة 2% من خليط القدرات المركبة تمثل 300 ميغاواط (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح) بحلول عام 2017.</p>		
<p>فلسطين</p> <p>الحصول تدريجيا على 240 ج.و.س (على الأقل) لتوليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة بما يعادل 10% من القدرة الكهربائية المنتجة محليا أي ما يعادل 130 م.و. بحلول عام 2020.</p>		
2020	65 ميغاواط	شمسية كهروضوئية وحرارية
2020	44 ميغاواط	طاقة الرياح

2020	21 ميغاواط	الغاز الحيوي	
		مساهمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية والحرارية بمقدار 200 ميغاواط بحلول عام 2020.	قطر
		مساهمة 15% من الطاقة البديلة في توليد الكهرباء في الكويت ما بين عامي 2015 و 2030.	الكويت
		مساهمة 12% من الطاقة المتجددة في عام 2020.	لبنان
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ الطاقة الشمسية وطاقة الرياح الهدف 3% من الطاقة الكهربية المنتجة عام 2015. ▪ الطاقة الشمسية وطاقة الرياح الهدف 7% من الطاقة الكهربية المنتجة عام 2020. ▪ الطاقة الشمسية وطاقة الرياح الهدف 10% من الطاقة الكهربية المنتجة عام 2025. 	ليبيا
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 20% من إجمالي الطاقة الكهربية المولدة بحلول عام 2020، تساهم فيها طاقة الرياح بنسبة حوالي 12% تعادل 7200 ميغاواط بالإضافة إلى مساهمة الطاقة الشمسية بنسبة حوالي 2%، والطاقة المائية بنسبة 6%. ▪ توليد طاقة كهربية من الطاقة الشمسية بقدرة حوالي 3500 ميغاواط بحلول عام 2027 على النحو التالي: ▪ 2800 ميغاواط من الطاقة الشمسية الحرارية عام 2027. ▪ 700 ميغاواط من الطاقة الكهروضوئية عام 2027. 	مصر
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ طاقة الرياح 14% قدرات مركبة عام 2020. ▪ الطاقة الشمسية 14% قدرات مركبة عام 2020. ▪ الطاقة المائية 14% قدرات مركبة عام 2020. 	المغرب
		<p>مساهمة 15% من إجمالي الطاقة الكهربية المولدة بحلول عام 2025 مقسمة كما يلي:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ طاقة الرياح الهدف 400 ميغاواط لعام 2025. ▪ طاقة حرارة باطن الأرض 160 ميغاواط لعام 2025. ▪ الطاقة الشمسية الحرارية المركزة 100 م. و لعام 2025. ▪ طاقة الكتلة الحيوية 6 ميغاواط لعام 2025. ▪ طاقة كهروضوئية 8,25 ميغاواط لعام 2025. 	اليمن

المصدر: جامعة الدول العربية، الإطار الاسترشادي العربي للطاقة المتجددة، القطاع الاقتصادي-إدارة

الطاقة، أمانة المجلس الوزاري العربي للكهرباء، ص ص 8،9.

خلاصة الفصل الثاني:

لقد تناولنا في هذا الفصل دراسة للطاقات المتجددة بمختلف مصادرها وأنواعها، وقد تم توضيح أهميتها، خصائصها، أسباب ودوافع البحث عن مصادر بديلة للطاقة التقليدية، إذ تبين أن العالم أصبح مجبرا على تغيير النظام الطاقوي الحالي والتوجه بخطى ثابتة نحو نظام يعتمد وبشكل متنامي على مصادر الطاقة المتجددة، في حين أن العالم العربي يتوفر على رصيد مهم من المصادر الطاقوية المتجددة من الإشعاع الشمسي، طاقة الرياح وغيرها، إلا أن الاستثمار في ذلك لا يزال في بداياته وفي المقابل تتوفر معظم الدول العربية على برامج واستراتيجيات وأهداف مستقبلية لاستغلال هذه الطاقة.

من جهة أخرى تبذل الكثير من الجهود الحثيثة في العالم، ولاسيما الدول المتقدمة منها بهدف تطوير تقنيات استثمار الطاقات المتجددة واستخدامها على مختلف مصادرها، بيد أن تحليل العوائق والقيود يبين أن ثمة حاجة لعمل المزيد على كل من الصعيد الإقليمي والدولي، ويلمح إلى وجود الكثير من الخيارات التي يمكن النظر فيها بغرض التغلب عليها وإعطاء الاستثمار في الطاقة المتجددة الأهمية التي يستحقها، وهذا ما يبشر بمستقبل واعد ينعكس إيجابا على انتشارها وإعطائها الأهمية والمكانة التي تستحقها بغرض تحويل الطاقة المتجددة إلى مصدر طاقي رديف وداعم وبديل يساعد في تلبية متطلبات الاستهلاك الطاقوي المتنامي في العقود القادمة.

الفصل الثالث:

اقتصاديات الطاقة الشمسية ومكانتها

ضمن التبادلات التجارية الخارجية

الطاقوية

تمهيد الفصل الثالث:

تعتبر طاقة الشمس المصدر الرئيسي للطاقة في كوكب الأرض ومنها نشأت 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 و التطبيقات وتعددت أشكالها مع مرور الزمن، ولأن التساؤل قائم، عن ماذا بعد نضوب الوقود الأحفوري الذي تمادينا وأفرطنا في استخدامه وهو لا محالة إلى نهاية حتمية. فإن التوجه نحو استغلال الطاقة الشمسية أصبح ضرورة حتمية، ولكون الطاقة الشمسية هي أهم مصادر الطاقة المتجددة فإن جهود الكثير من الدول تتوجه نحوها بمختلف صورها وترصد لها المبالغ اللازمة لتطوير تقنياتها وإجراء البحوث الخاصة باستغلالها كإحدى أهم مصادر الطاقات البديلة للنفط والغاز.

وقد أعطى النصيب الأوفر في البحوث والتطبيقات لمجال تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء وهذا المصدر من الطاقة هو أمل الدول النامية في التطور، حيث أصبح توفير الطاقة الكهربائية من أهم العوامل الرئيسية لإيجاد البنى الأساسية فيها، وكذا يحظى باهتمام بالغ من قبل الدول الصناعية وهذا لضمان استمرار إمداداتها من الطاقة و لتلبية إحتياجاتها المتنامية. وقد أثبتت التجارب والتطبيقات العلمية والعملية إمكانية استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء على نطاق تجاري، بل فتحت إمكانات واسعة لتصديرها، بينما تبقى تنافسيتها مع الطاقات التقليدية محل نقاش ولهذا سنتناول في هذا الفصل بعد إلقاء نظرة عامة حول مفهوم واستخدامات الطاقة الشمسية، كل من إقتصاديات الطاقة الشمسية: تنافسية التكلفة، الجدوى الاقتصادية والوضع الراهن عالميا وعربيا. بالإضافة إلى الإمكانيات العالمية لتصدير الطاقة الشمسية وهذا في ثلاث مباحث على التوالي.

المبحث الأول: نظرة عامة حول مفهوم واستخدامات الطاقة الشمسية

الطاقة الشمسية التي تستقبلها الأرض هي مصدر الحياة على سطحها، والمصدر المباشر وغير المباشر لمختلف أنواع الطاقات المتوافرة عليها وذلك باستثناء الطاقة النووية، واستغلال الطاقة الشمسية لم يكن وليد اليوم وإنما استخدمها الإنسان منذ القدم في تطبيقات بسيطة، وأخذت هذه الاستخدامات في التوسع والتطور مع تطور أنظمة الطاقة الشمسية، بالإضافة إلى أنه كلما زاد الوعي بالمشكلات المرتبطة بالطاقات التقليدية زاد البحث عن طرق بديلة للتزود بالطاقة، وتتضمن إحدى هذه الطرق استغلال الطاقة الشمسية باعتبارها البديل النموذجي للطاقات التقليدية أو طاقات الوقود الأحفوري.

المطلب الأول: مفهوم الطاقة الشمسية وتطورها 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:

الفرع الأول: مفهوم الطاقة الشمسية.

أولاً: الشمس.

الشمس هي الكوكب أو نجم، حجمها يساوي أكثر من مليون مرة حجم الأرض، موجودة على مسافة تناهز 150 مليون كلم على الأرض، أي ما يوازي 400 ضعف المسافة بين الأرض والقمر، أو على مسافة 17 سنة من الطيران المتواصل بواسطة أسرع طائرة ركاب، ويبلغ قطرها ما يقرب 1392400 كلم أي 109 أضعاف قطر الأرض، ويستخلص من ذلك أن الشمس لو كانت مجوفة لأمكنها أن تستوعب في باطنها الأرض والقمر (قطرهما يساوي 3476 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، ولا توجد على سطحها لا بحر ولا ارض ولا 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 هي 6000 درجة مئوية لكنها بالمركز حوالي 13000000 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 وتستمر على مدى مئات الملايين من السنين قبل أن يستهلك هيدروجين الشمس وتبدأ في البرودة، وينبعث من الشمس حالياً كميات هائلة من الطاقة الحرارية بحيث أنه لو أحيطت الشمس بغلاف جليدي سمكه كيلومتر لإنصهار في حوالي 90 دقيقة.¹

وتمد الشمس الأرض بكميات ضخمة من الضوء والطاقة دون مقابل، فتدفع 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 الأقطار 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 إلا بقايا من المواد العضوية الأخرى التي تغذت بها، وتراكت منذ ملايين السنين وتحولت بفعل الحرارة والضغط في باطن الأرض إلى أنواعها ومركباتها الحالية.²

وتصل إجمالي الطاقة الشمسية التي يقوم الغلاف الجوي والمحيطات والكتل الأرضية بامتصاصها إلى حوالي 3850000 كونتليون جول في العام، وفي عام 2002 زادت كمية الطاقة التي يتم امتصاصها في ساعة واحدة عن كمية الطاقة التي يتم استخدامها في العالم في عام واحد، يستهلك التمثيل الضوئي حوالي 3000 كونتليون جول من الطاقة.³

¹ عيسى محمد الجوشي، مصادر الطاقة، مكتبة المجتمع العربي للنشر، عمان، 2006، ص ص 37-40.

² زواوية أحلام، مرجع سبق ذكره، ص 126.

³ هاني عبد القادر، مرجع سبق ذكره، ص 97.

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

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 الغلاف الضوئي وهو الجزء الذي نراه من على كوكب الأرض، ويبلغ سمكه مئات الكيلومترات ويصدر عنه طاقة في شكل أشعة مرئية.²

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 مقداره 2500 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 قدرها 63,11 ميغاواط مما يعني أن خمس كيلومتر مربع من مساحة سطح الشمس يبعث بطاقة إشعاعية تقدر ب 400 إكسا جول.³

يشير مصطلح الطاقة الشمسية عادة إلى الاستعمال المباشر لأشعة الشمس للتزود بالطاقة التي تغطي احتياجات الناس،⁴ وتعتبر الطاقة الشمسية أهم طاقة في كوكب الأرض، وتنتقل تلك الطاقة على

¹Francois Vuille et Autres, Comprendre la Transition Energétique : 100 Questions Brulantes , 100 Réponses la Tete Froide, Presses Polytechnique et Universitaires Romandes, Lausanne, Suisse, 2015, P217.

²محمد مصطفى محمد الخياط، الطاقة مصادرها انواعها و استخداماتها، مرجع سبق ذكره، ص 43.

³زواوية أحلام، مرجع سبق ذكره، ص 127.

⁴إدوارد جي تاريوك وآخرون، الأرض مقدمة في الجيولوجيا الفيزيائية، سلسلة الكتب الجامعية المترجمة، العلوم الأساسية، دار العبيكان للنشر، الرياض، 2014، ص 653.

شكل موجات كهرومغناطيسية تسير بسرعة هائلة تبلغ 200 ألف كلم في الثانية ويمكن تقسيم تلك الموجات إلى:¹

1. أشعة فوق البنفسجية: وهي ذات طاقة عالية وهي مضرّة بل مهلكة للحياة وتمثل 6-7% من الإشعاعات الشمسية وتتراوح أطوال موجاتها من 10 إلى 400 نانومتر.
2. أشعة ضوئية (مرئية): وهي ضرورية جدا لعملية التمثيل الضوئي، وتشمل حزمة من الأشعة، وهي الأشعة البنفسجية والزرقاء والخضراء والصفراء والبرتقالية والحمراء وتمثل قرابة 42% من الإشعاعات الشمسية وتتراوح أطوال موجاتها من 400 إلى 700 نانومتر.
3. أشعة تحت الحمراء: هي ضرورية لتسخين الغلاف الجوي وسطح الأرض وتحريك الرياح وتبخير الماء، وتمثل 51% تقريبا من الإشعاعات الشمسية، وتتراوح أطوالها من 700 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 من 12 إلى 18 %، وفي المقابل تستخدم نباتات التمثيل الضوئي ضوء الشمس بصورة طبيعية بمعدل كفاءة 1% 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

وتعرف أيضا على أنها من أكبر مصادر الطاقة وفرة على سطح الأرض ومع ذلك لا تزال استخداماتها قليلة جدا، وتتلقى الأرض من الشمس في كل ثانية طاقة تعادل ما ينتج عن حرق 5 ملايين 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

¹ عبد الله بن عبد الرحمن البريدي، التنمية المستدامة- مدخل تكاملي لمفاهيم الاستدامة وتطبيقاتها مع التركيز على العالم العربي-، دار العبيكان للنشر، الرياض، 2015، ص 103.

² الكتاب السنوي، 2010 برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، التقرير السنوي السابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (2010)، ص 56.

تخزن 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 لمدة 5 بلايين سنة قادمة.¹

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 لآلاف 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 ملايين السنين، وبعبارة أخرى فإن الوقود الأحفوري 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 لا تأتي من حرارة الشمس هي الحرارة التي تنتج من الانحلال الإشعاعي لقلب الأرض، وكذلك المد والجزر في المحيطات والذي يتأثر بقوة جاذبية القمر.²

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) في 7 أكتوبر لعام 2005 بعنوان "الطاقة الحرارية الشمسية المركزة" إلى أن الطاقة الشمسية كفيلا بتأمين الكهرباء النظيفة في غضون عقدين لأكثر من 100 مليون شخص في المناطق الأكثر تعرضا للشمس في العالم،

¹ عبد الله الدبوبي آخرون، مرجع سبق ذكره، ص ص 151، 152.

² سمير سعدون مصطفى وآخرون، الطاقة البديلة، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن، 2011، ص 135.

وتشجع غرين بيس صانعي القرار على دعم هذه الصناعة المستدامة الحديثة والاستثمار في هذه التكنولوجيا الجديدة.¹

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 المتوفرة على سطح الأرض 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 المتوفرة 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

من خلال التعريف السابقة يمكن أن نستنتج بأن الطاقة الشمسية هي: الضوء المنبعث والحرارة الناتجة عن الشمس اللذان قام الإنسان بتسخيرهما وتحويلهما لمصلحته، وهذا إما بطرق مباشرة أو طرق غير مباشرة إلى حرارة أو برودة وكهرباء وقوة محرك، تعتبر الطاقة الشمسية من أهم الطاقات المتجددة النظيفة التي لا تنضب ما دامت الشمس موجودة، كما أن جميع مصادر الطاقة الموجودة على الأرض قد نشأت أولا من الطاقة الشمسية، واستخدمت هذه الطاقة منذ القدم في إشعال النيران وتسخين المياه وفي

¹ مؤتمر الطاقة العربي العاشر 2014، فرص ترشيد استهلاك الطاقة في الدول العربية، مرجع سبق ذكره، ص ص 41، 40.

² هاني عبد القادر، مركز سبق ذكره، ص 96.

تجفيف بعض المحاصيل لحفظها من التلف، أما في الوقت الحالي فإن الأبحاث والتجارب تقوم على استغلال الطاقة الشمسية في إنتاج الطاقة الكهربائية وفي التدفئة وتكييف الهواء وصهر المعادن وتطوير سيارات شمسية ومنازل التي تزود كلياً بالطاقة الشمسية... وغيرها، وتحظى الطاقة الشمسية باهتمام متزايد من قبل الدول، إذ تعتبر المرشح الأقوى لتحل محل الطاقات التقليدية.

الفرع الثاني: التطور التاريخي لإستخدام الطاقة الشمسية.

الطاقة الشمسية طاقة قديمة الاستعمال ترجع إلى ما قبل الميلاد حينما استخدم أرخميدس المرايا المجمعلة لتركيز أشعة الشمس على أشعة السفن الرومانية لتشتعل فيها النيران وتحترق في حرب قرطاج الثانية.¹

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 لإدارة توربينات لتوليد الكهرباء. وفي عام 1839 اكتشف ادموند نيكوريل الظاهرة الكهروضوئية حيث تنطلق الإلكترونات 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 لا تستطيع تلك الخلايا تحويل كل الطاقة الكامنة في أشعة الشمس الساقطة عليها إلى طاقة كهربائية.² وقد أتاح هذا الاكتشاف إمكانية تخزين الطاقة الشمسية في خلايا، ثم تحويلها إلى طاقة كهربائية، ولكن كان لابد من الانتظار مئة سنة أخرى حتى يطور العلماء خلايا شمسية تستطيع إنتاج كميات من الطاقة ويمكن الاستفادة منها.³

كما استخدمت الطاقة الشمسية خلال القرن العشرين حيث شهد هذا القرن أكبر حركة تطور في تطبيقات الطاقة الشمسية وصنعت خلاله ماكينة البخار الشمسية. ففي عام 1912 جرت أولى محاولات

¹ عبد الله الدبوبي وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 152.

² حاتم الرافي، مرجع سبق ذكره، ص ص 132، 133.

³ بول أ. كوباسا، موسوعة الاختراعات والاكتشافات: الهندسة وفن العمارة، ترجمة خليل يوسف سمير، دار العبيكان، السعودية، 2016، ص 43.

بناء محطة شمسية بالقاهرة بالاعتماد على مئات المرايا القابلة للتحرك وذلك لتركيز أشعة الشمس وإنتاج قوة قدرها 100 حسان، وقد فتحت هذه التجربة أفاق جديدة في ميدان استغلال الطاقة الشمسية.¹

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 نظمها.

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

الفرع الأول: 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 للتحويل 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 خيرة الاستعمال؛

1 عمر الشريف، إستخدامات الطاقات المتجددة ودورها في التنمية المحلية المستدامة- دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر، - أطروحة دكتوراه، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، قسم العلوم الاقتصادية، جامعة الحاج لخضر باتنة، الجزائر، 2007، ص 251.

- وتأتي أهمية الطاقة الشمسية من اعتبارها أهم مصادر الطاقة المتجددة خلال القرن الحالي، لأن الطاقة التقليدية (الأحفورية) 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 باسم photovoltaic ، وهذا المصدر من الطاقة هو أمل الدول النامية في التطور حيث أصبح توفر الطاقة الكهربائية من أهم العوامل الرئيسية لإيجاد البنى الأساسية فيها، ولا 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 والمواصلات؛¹
- 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 الآن 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؛²

¹ عمر الشريف، استخدامات الطاقات المتجددة ودورها في التنمية المحلية المستدامة- دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر-، مرجع سبق ذكره، ص 248.

² حسن شحاتة، مرجع سبق ذكره، ص ص77-81، بتصرف.

- للطاقة الشمسية أهمية كبيرة في إمداد المجتمعات بالطاقة كما أن لاستعمالها مردودين مهمين أولهما جعل فترة استعمال الطاقة النفطية طويلة وثانيهما تطوير مصدر آخر للطاقة بجانب مصدر البترول والغاز الطبيعي، وتساهم هذه الطاقات في تقليل الانبعاثات الكربونية في الجو، كما تسمح بزيادة القدرة التصديرية للبترول فبدلاً من استهلاك البترول في المصانع يمكن بيعه بالسعر العالمي؛
- كما توفر الطاقة الشمسية التكلفة المادية الضخمة التي تتكبدها موازنة اقتصاديات مختلف دول العالم بسبب استخدام الطاقة الكهربائية التي يتم إنتاجها عن طريق البترول بالإضافة إلى الجهد كبير من حفريات التي قد تؤثر على بعض المشاريع المقامة مثل الشوارع وغيرها وكذلك تمديد الأسلاك لمسافات طويلة مما يزيد من تكلفة هذه الطاقة؛¹
- عمليات إنتاج الطاقة من الطاقة الشمسية لا ينجم عنها أي خطورة على العاملين بها أو على الأشخاص الذين يستخدمونها، كما لا تتطلب تكنولوجيات معقدة؛
- توفر عنصر السيلكون اللازم لاستخدام الطاقة الشمسية بكميات كبيرة في الأرض، كما تعتبر الطاقة الشمسية من أكثر مصادر الطاقة المعروفة وفرة.

الفرع الثاني: تقنيات ونظم الطاقة الشمسية.

أولاً: تقنيات الطاقة الشمسية.

تتسم التقنية التي تعتمد على الطاقة الشمسية بشكل عام بأنها إما أن تكون سلبية أو ايجابية وفقاً 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

¹دونالد اتكين، الكتاب الأبيض- التحول إلى مستقبل الطاقة المتجددة-، ترجمة هشام محمود العجاوي، المنظمة الدولية للطاقة، جهاز شؤون البيئة، القاهرة، مصر، 2005، ص 25.

²ذياب نصري، مرجع سبق ذكره، ص 24.

1. تقنيات الطاقة الشمسية السالبة (المستكنة):

تستعمل مشاريع الطاقة الشمسية السالبة ضوء الشمس فقط ولا 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 بدلا 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

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 خلايا 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 أكبر مما تولده خلايا 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

¹ سمير مصطفى سعدون وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 137.

البنيات، في حين أنه ليست كل المجمعات الشمسية تستعمل في أنظمة الطاقة الشمسية الفعالة، إلا أن استعمالها في هذه الأنظمة أكثر شيوعاً منه في الأنظمة المستكنة.¹

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

ثانياً: نظم الخلايا الشمسية.

1. الخلايا الشمسية الفولتوضوئية (الكهروضوئية):

الفولتوضوئية هي التحويل المباشر للأشعة إلى كهرباء، وحيث إن الكهرباء تستخدم بشكل متزايد كمصدر للطاقة، فإن الفولتوضوئية ستؤدي دوراً مهماً في مجال الطاقات المتجددة، وتقنية الفولتوضوئية هي عبارة عن أجزاء مركبة (أي أن الأنظمة الموجودة قابلة للتوسيع، ولها عمر زمني طويل تمنح المصانع ضماناً إلى حد 25 سنة) وهادئة، وخالية من الانبعاثات في أثناء الاستخدام، وهناك احتمال كبير لانخفاض التكلفة بسبب تكنولوجيا أشباه الموصلات المعروفة، إضافة إلى ذلك، فإن عمليات الإنتاج الحالية يمكن جعلها تقنيات ذات كفاءة أكثر وتطوير أرخص للإنتاج الواسع.³

وتستطيع الخلايا الكهربائية الشمسية تحويل ضوء الشمس مباشرة إلى كهرباء، ولقد جاء اسم الفوتوفولتيك photovoltaic، كاسم مركب لظاهرة التحويل هذه، أي تحويل الضوء (الفوتون photons)، إلى كهرباء (فولتية Voltage)، إن أول من لاحظ هذه الظاهرة هو العالم الفيزيائي الفرنسي "أدموند بيكويرل Bequerel" في سنة 1839، حيث وجد أن بعض المواد تنتج كمية قليلة من الكهرباء عند تعرضها للضوء، وبعد ما يزيد عن (80 سنة) استطاع ألبرت أينشتاين في سنة 1921 شرح طبيعة الضوء، والتأثير الضوئي الكهربائي photoelectric، وعلى أساس هذه الشروحات تمكن المختصون لاحقاً من تطوير تكنولوجيا الخلايا الشمسية، وحصل أينشتاين في حينه على جائزة نوبل في الفيزياء على

¹ نفسه، ص 138، 139.

² جون ر. فانشي، مرجع سبق ذكره، ص 316.

³ ستيفان ك. و كراوتر، توليد القدرة الكهربائية من الطاقة الشمسية - أنظمة الطاقة الفولتوضوئية-، ترجمة عبد الباسط كرماني، سلسلة كتب التقنيات الإستراتيجية والمتقدمة، المنظمة العربية للترجمة، مركز دراسات الوحدة العربية، لبنان، 2011، ص 57.

بحته هذا، إن أول خلية شمسية تم صنعها في مختبرات بيل في سنة 1954، وتم جمع عدد منها لتكون (وحدة module) خلايا شمسية، وتصنيع ما يسمى بالبطارية الشمسية، ولكن لارتفاع الكلفة لم يتم استخدامها إلا في حدود ضيقة جداً، وبدأت الطفرات في تطوير هذه التكنولوجيات في الستينات من القرن الماضي، وذلك عندما تطورت صناعة غزو الفضاء سواء في الاتحاد 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 والعامّة، حيث كانت في الفترة الأولى تستخدم في مجالات بسيطة مثل الحاسبات الشخصية والساعات.¹

والخلية الشمسية الكهروضوئية تكون قياسية، ذلك أن واحدة منها يمكن أن تستعمل لتكوين كمية صغيرة جداً من الكهرباء أو عدد منها يمكن أن يستعمل لتكوين كمية كبيرة جداً من الكهرباء، حيث أن خلية شمسية بقطر (10 سم) يمكن أن تنتج واط واحد من القدرة إذا كانت الشمس فوقها مباشرة والظروف مواتية، لأن كل خلية شمسية تنتج حوالي فولت ونصف فقط من الكهرباء فإن هذه الخلايا عادة ما ترتبط مع بعضها البعض بمجموعات تدعى "الوحدات" حيث تحتوي كل واحدة حوالي 40 خلية شمسية، إذ يمكن دمج التيار الناتج عنها، وإن وحدات الخلايا الشمسية يمكن ربطها على التوالي أو على التوازي حسب الحاجة لزيادة القدرة الكهربائية الناتجة عنها.²

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 أيضاً نظاماً لتوفير الطاقة عندما يكون الضوء غير متوفر، وهذا النظام الإضافي قد يكون نظام تخزين للطاقة يتم شحنه بواسطة ضوء الشمس المتحول إلى طاقة كهربائية وخرنه بعد ذلك، أو قد يكون مزوداً إضافي للطاقة يتم توفيره بواسطة مصدر آخر.³

¹فؤاد قاسم أمير، مرجع سبق ذكره، ص 206.

²سمير مصطفى سعدون وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 177.

³جون ر. فانشي، مرجع سبق ذكره، ص 372.

2. أنواع خلايا الطاقة الكهروضوئية التجارية:

تم تصنيع خلايا 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 التبلر وذلك كما يلي:¹

أ. الخلايا الشمسية السيليكونية المتبلورة:

تصنع هذه الخلايا من السيلكون عبر إنماء قضبان من السيلكون أحادي أو عديد التبلر ثم يؤرب إلى رقائق وتعالج كيميائياً وفيزيائياً عبر مراحل مختلفة لتصل إلى خلايا شمسية، كفاءة هذه الخلايا عالية تتراوح بين 9-17% والخلايا السيليكونية أحادية التبلر غالية الثمن حيث صعوبة التقنية واستهلاك الطاقة بينما الخلايا السيليكونية عديدة التبلر تعتبر أقل تكلفة من أحادية التبلر وأقل كفاءة أيضاً.

ب. الخلايا الشمسية السيليكونية الأمورفية (متصدعة التبلر):

مادة هذه الخلايا ذات شكل سيلكوني حيث التكوين البلوري متصدع هذا لوجود عنصر الهيدروجين أو عناصر أخرى أدخلت قصداً لتكسبها خواص كهربائية مميزة. وخلايا السيلكون الأمورفي زهيدة التكلفة عن خلايا السيلكون البلوري، حيث ترسب طبقة شريطية رقيقة باستعمال كميات صغيرة من المواد الخام المستخدمة في عمليات قليلة مقارنة بعمليات التصنيع البلوري، و يعتبر تصنيع خلايا السيلكون الأمورفي أكثر تطويعاً وملاءمة للتصنيع المستمر ذاتي الآلية، تتراوح كفاءة خلايا هذه المادة ما بين 4-9% 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

أ. تطبيقات الخلايا الشمسية في المناطق النائية

¹ عيسى محمد الجوشي، مرجع سبق ذكره، ص ص 108، 109.

² حقيبة تعليمية تدريبية في مجال الطاقات المتجددة، مرجع سبق ذكره، ص ص 75-80.

يزداد استخدام الخلايا الشمسية الكهروضوئية أو الفولتوضوئية حالياً 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 التلفزيونية الخارجية أو شاحنات بطاريات لبعض القوارب أو كهربية 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 منافساً قوياً 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.

*الحمل: هو أحمد مكونات أنظمة الطاقة الشمسية حيث يتألف أبسط أشكال أنظمة الطاقة الشمسية من أربعة مكونات أساسية: الوحدة الشمسية والتي تتألف بدورها من عدد من الخلايا الشمسية التي تقوم بتجميع أشعة الشمس وتحويلها إلى قدرة كهربائية، والبطاريات، والمنظم والحمل الذي يشير إلى أية أجهزة يتطلب تشغيلها قدرة كهربائية ويساوي مجموع الاستهلاك الكلي لجميع التجهيزات الكهربائية المتصلة بالنظام.

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 عام 1988 من قبل أكبر شركة توزيع كهربائية ألمانية (RWF)، وبلغت سعة المحطة 340 كيلواط وبطاقة سنوية مقدارها 250000 كيلواط ساعة، وخضعت المحطة لمراقبة مستمرة وتم تقييم أدائها، وعلى ضوء ذلك تم تصميم الجزء الثاني من المشروع البالغ 300 كيلواط ومن البلدان الأخرى التي اهتمت باستغلال الخلايا الكهروفولطية في إنتاج الكهرباء إيطاليا والولايات 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

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 والبنائات وتسخين الماء للاستخدام المنزلي وتوفير الحرارة للمعالجات الصناعية أو البخار لتوليد الكهرباء، ورغم وضع التكنولوجيا الشمسية الحرارية ضمن تكنولوجيات المقياس الزمني القريب للتبني، إلا 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 لأن النوافذ

¹ هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة NREA ، التقرير السنوي 2010-2011، مرجع سبق ذكره، ص 24.

العادية ليست مصممة لتجميع القدر الأكبر من الحرارة وحفظها أو استخدامها لأنها 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 (الجران النوافذ وما إلى ذلك)، وتصنف هذه الأبنية ضمن التكنولوجيا الشمسية السكنية لأنها تعمل أساسا من دون أي أجزاء متحركة أو وسائل تحكم.

والتصاميم الأخرى المدعوة بالأساليب الفاعلة تحاول الإمساك بقدر أكبر من الطاقة الشمسية المتوفرة 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 (عادة ما يكون كهربائيا)، وأيضا إلى أدوات قياس لاستقصاء حالته والتحكم بعمله.¹

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، المجري) ومنها على شكل صحن (مرآة مقعرة)، ومنها يكون متمركزا في وسط غابة من المرايا المستوية أو المقعرة والتي تتمركز أشعتها على موقع محدد (برج) 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 لاقط 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 بأبواب مفرغة من الهواء، وأحيانا يحقن بغاز الهليوم أو الهيدروجين تحت ضغط منخفض (0,01 بار). يتكون المجمع الشمسي المركز من: السطح العاكس، اللاقط، السائل الناقل للحرارة، ونظام التوجيه (تتبع الشمس، ويلحق بالمجمع عدد من الملحقات والتوابع لتعمل مع المجمع كنظام بسبب وجود درجات حرارة مرتفعة جدا - تزيد عن 150 درجة مئوية- هذه الدرجات يستفاد منها في تسخين المياه، للاستعمالات المنزلية،

¹ إدوارد. س. كاسيدي و بيتر غروسمان، مدخل الي الطاقة "المصادر و التكنولوجيا والمجتمع"، ترجمة صباح صديق الديمولوجي، سلسلة كتب التقنيات الإستراتيجية و المتقدمة، المنظمة العربية للترجمة، 2010، ص 399.

وللمنشآت والمصانع وفي تحلية المياه، وفي عمليات تكييف الأجواء (صيفا بالتبريد وشتاء بالتدفئة) وغيرها. 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" المتوضع على قمة البرج بارتفاع من 50 وحتى 150 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

ب. مجمع القطع المكافئ المركز:

تعد المجمعات الشمسية التي على شكل قطع مكافئ ذات فعالية كبيرة في تجميع الطاقة الشمسية. وترتكز هذه المجمعات أشعة الشمس على مجموعة أنابيب مملوءة بسائل، وتستعمل هذه الحرارة عادة لإنتاج البخار الذي يشغل التوربينات المستعملة في توليد الكهرباء.²

ج. مجمع الشمسي بمحرك ستيرلينغ:

تأخذ هذه التقنية من ناحية قدرة الوحدات وضعا وسطا بين الوحدات الكهروضوئية، التي قد لا 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 ستيرلينغ، يقوم هذا المحرك بتحويل جزء من هذه الحرارة إلى طاقة ميكانيكية التي يحولها هي الأخرى مولد يديره المحرك إلى كهرباء، يعتبر محرك ستيرلينغ من أبسط وأفضل المحركات التي تقوم بتحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية ويتميز بتواجد منبع الحرارة خارجه.

¹ سيف الدين الحلاف، التقنية اليوم كيف تعمل، المعهد الجيولوجيا بألمانيا، العبيكان للنشر، السعودية، 2007، ص 54.

² إدوارد جي تاربوك وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 653.

وقد أدى التطور الكمي والتقني السريع لهذه المحركات إلى الإهمال الكامل تقريبا لمحرك ستيرلينغ 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 من 75 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 لا زال ضعيفا، إلا 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

المطلب الثالث: تخزين الطاقة الشمسية و استخداماتها.

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 ان 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.

الفرع الأول: 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.²

¹ عبد العزيز بنونة وآخرون، المحطات الشمسية الحرارية، المؤتمر العربي العالمي لتطبيقات الطاقة الشمسية، 20 إلى 22 أكتوبر 2004، طرابلس، ليبيا، ص ص 6-8.

²حاتم الرفاعي، مرجع سبق ذكره، ص 133.

ومن أهم البطاريات الشمسية المستخدمة لتخزين الطاقة الشمسية نجد:¹

أولاً: بطارية السليكون.

تعد بطارية السليكون أوسع البطاريات الشمسية استخداماً وتطوراً في العالم، ويعد عنصر السليكون عنصراً متزناً كيميائياً، ويمكن استخدامه في صناعة بطاريات شمسية تمتاز بطول عمرها، ففيما قبل وإذا أرادت الولايات المتحدة الأمريكية أن تستخدم هذه البطاريات في توليد قدر من الكهرباء يفي باحتياجاتها فإنها تحتاج إلى نحو مليوني طن من فلز السليكون، بينما حالياً لا تنتج سوى 90 طن فقط في العام.

ثانياً: بطارية كبريتيد الكاديوم.

تستخدم لأغراض الفضاء وهي حساسة جداً لبخار الماء، ولذا يجب وضعها في كبسولات محكمة، حتى يمكن استخدامها للأغراض الأرضية، ونظراً لأن الكاديوم له تأثير سام على الإنسان، لذا يلزم الحرص أثناء تداول هذه البطاريات، ويستخدم الزنك لصناعتها بدلاً من كبريتيد الكاديوم، لأنه أقل خطراً.

ثالثاً: 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 (الأطباق) 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 انتشاراً في مجال التحويل الحراري للطاقة الشمسية، يلي ذلك من حيث الأهمية المجففات الشمسية التي يكثر استخدامها في تجفيف بعض المحاصيل الزراعية مثل التمور وغيرها، وكذلك يمكن الاستفادة من الطاقة الحرارية في طبخ الطعام، حيث أن هناك أبحاث تجرى في هذا المجال لإنتاج معدات للطهي تعمل داخل المنزل بدلاً من تكبد مشقة الجلوس تحت أشعة الشمس أثناء الطهي.

¹ علي محمد عبد الله، الطاقة المتجددة، وكالة الصحافة العربية (ناشرون)، جمهورية مصر العربية، 2015، ص ص 43

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 اهم 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 حالياً تفوق تكلفة إنتاج الطاقة التقليدية إلا أنها لا تعطي صورة كافية عن مستقبلها بسبب أنها آخذة في الانخفاض المتواصل بفضل البحوث الجارية والمستقبلية.¹

الفرع الثاني: استخدامات الطاقة الشمسية

يمكن تلخيص التطبيقات الشائعة لاستخدامات الأجهزة الشمسية في الآتي:

أولاً: 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

¹ علي محمد عبد الله، مرجع سبق ذكره، ص 45.

² محمود سرى طه، ترشيد الطاقة وإدارة الطلب عليها، مجموعة النيل العربية، مصر، 2006، ص ص 123، 124.

ثانيا: 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 عام 1872 في مدينة "لاس ساليناس" الشيلية المتخصصة في التعدين، ويستطيع المصنع الذي تبلغ منطقة تجميع الطاقة الشمسية الموجودة به 4700 متر مربع ما يصل إلى 22700 لتر ماء نقي يوميا لمدة 40 عاما، ومن أنواع التصميمات الفردية لأجهزة 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.¹

ثالثا: التفاعلات الكيميائية الشمسية.

إن التفاعلات الكيميائية الشمسية تستخدم الطاقة الشمسية لإنتاج تفاعلات كيميائية، وتعتبر هذه التفاعلات الكيميائية مصدرا بديلا 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 من

¹ هاني عبد القادر، مرجع سبق ذكره، ص ص 107، 108.

2300 إلى 2600 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 الكهربائي.¹

رابعاً: سيارات تعمل بالطاقة الشمسية.

لقد كان اختراع سيارة تعمل بالطاقة الشمسية من أهم الأهداف في مجال الهندسة منذ ثمانينات القرن العشرين، ففي عام 1987، تم تأسيس السباق، كان متوسط سرعة السيارة الفائزة يبلغ 67 كيلومتر في الساعة، وفي عام 2007 زاد متوسط سرعة السيارة الفائزة إلى أكثر من 90 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 إنجلترا في عام 1975، وفي عام 1995، بدأت قوارب المسافرين التي تحتوي على اللوحات الفولتوضوئية في الظهور والتي تستخدم الآن بشكل شائع.

أما في عام 1996، كان القارب "كينيتشي هوري" هو أول قارب يعمل بالطاقة الشمسية يعبر المحيط الهادي، بينما كان القارب "صن 21 كاتماران" هو أول قارب يعمل بالطاقة الشمسية يعبر المحيط الأطلنطي في شتاء 2006-2007.

وتم بعدها تطوير الطائرات التي تعمل بالطاقة الشمسية والتي سجلت أرقاماً قياسية، لقد طارت لمدة 54 ساعة في الجو في عام 2007، ومن المتوقع أن تكون هناك رحلات تستمر لمدة 5 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.²

¹ هاني عبد القادر، مرجع سبق ذكره، ص ص 111، 112.

² نفسه، ص ص 113، 114.

خامسا: 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 وخط 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 عسائر 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

سادسا: تسخين الماء .

تستخدم نظم التسخين التي تعمل بالطاقة الشمسية ضوء الشمس لتسخين الماء. ففي المنخفضات الجغرافية التي تقع (تحت 40 درجة)، يمكن أن يتم توفير ما يتراوح بين 60% إلى 70% من الماء الساخن المستخدم في المنازل بدرجات حرارة ترتفع إلى 60 درجة مئوية بواسطة نظم التسخين التي تعمل بالطاقة الشمسية. ويعتبر من أكثر أنواع سخانات المياه التي تعمل بالطاقة الشمسية الأنابيب المفرغة (44%) والألواح المستوية المصقولة (34%) التي تستخدم بصفة عامة لتسخين الماء في المنازل، وكذلك الألواح البلاستيكية غير المصقولة (21%) التي تستخدم بصفة رئيسية في تدفئة مياه حمامات

¹ تقرير حول: اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية، مركز الدراسات والبحوث، غرفة الشرفية، السعودية، 2009، ص 5.

السباحة، وقد بلغ إجمالي سعة نظم تسخين الماء التي تعمل بالطاقة الشمسية خلال عام 2007 حوالي 154 جيجاواط¹.

سابعاً: 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

- مجففات شمسية ذات حمل طبيعي: وهي على نوعين بدورها المجففات الشمسية المباشرة والمجففات الشمسية غير المباشرة؛
- مجففات شمسية المختلطة.

ثامناً: 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، بدءاً 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 مثل محطات (إس جس إس) أكثر شيوعاً.

¹ نفسه، ص ص5، 6.

² أسعد رحمان الحلفي، هندسة الأغذية بالطاقة الشمسية، مكتبة الزهراء للطباعة، العراق، 2010، ص ص 66-69.

وفي عام 2007 أصبحت محطة الطاقة التي تنتج الكهرباء بقدرة 14 ميغاواط الموجودة في كلارك كاونتي في نيفادا، كذلك المحطة التي تعمل بقدرة 20 ميغاواط في بينيكساما في اسبانيا أوضح سمتين على الاتجاه نحو إنشاء محطات طاقة شمسية عملاقة في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا.¹

تاسعا: الطهو التدفئة والتبريد باستخدام الطاقة الشمسية.

من بين الاستعمالات الناجحة للطاقة الشمسية وأكثرها شيوعا استعمالها لأغراض التدفئة والتبريد في المباني، ويبدو أن هذا المجال هو الأكثر نجاحا بين مجالات استخدام الطاقة الشمسية، حيث تتوفر الإمكانيات 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 كيميائية خاصة وأكثر صعوبة من عملية التدفئة، غير أن الحاجة إلى تبريد المباني تزداد في نفس الوقت الذي تزداد فيه شدة الإشعاع الشمسي.²

ويمكن استخدام الطاقة الشمسية لتوفير ظروف حرارية مناسبة داخل المباني بطريقتين رئيسيتين:³ أولهما منظومة التدفئة الفعالة، والتي يتم منها تدوير المائع الساخن (سائل أو غاز) بواسطة مضخة مروحة، وثانيهما منظومة التدفئة السلبية التي لا تستخدم طاقة خارجية ولكنها تسمح للحرارة بالسريان إلى المبنى بطرق طبيعية، أما بالنسبة للتبريد فيمكن استخدام الطاقة الشمسية في تبريد المباني أيضا بطريقتين رئيسيتين: الأولى منظومات التبريد الفعالة التي تستخدم فيها منظومات التبريد الامتصاصية إذ تستمد حاجتها من الطاقة من مصادر الطاقة الشمسية، ومنظومات التبريد السليبي وكافة تقنيات منظومات التبريد السلبية والفعالة ميسرة في الوقت الحالي، ولكن الكلفة الأولية للمنظومات الفعالة تحد من استخدامها على نطاق واسع في الوقت الحاضر.

¹ هاني عبد القادر عمارة، مرجع سبق ذكره، ص 110.

² زواوية أحلام، مرجع سبق ذكره، ص 156.

³ أسعد رحمان الحلفي، مرجع سبق ذكره، ص ص 40-44.

المبحث الثاني: اقتصاديات الطاقة الشمسية: تنافسية التكلفة، الجدوى الاقتصادية والوضع الراهن**عالميا وعربيا**

بغية دراسة ومعرفة الجدوى الاقتصادية لمحطات الطاقة التي تعمل بالطاقة الشمسية، فإن أفضل الطرق العملية الممكن اختيارها هي مقارنة المنظومة الشمسية مع تلك التي تعمل بالطاقة التقليدية (تغذية تعتمد على الوقود من غاز أو نפט أو فحم)، ولتحقيق هذا الهدف سنقوم في هذا المبحث بإجراء بعض المقاربات بين مختلف المصادر الطاقوية عن طريق دراسة:

- القوة التنافسية لتكلفة الطاقة الشمسية واتجاهاتها المستقبلية؛
- كلفة الكهرباء الخاصة بالطاقة الشمسية وموقعها في ظل انخفاض أسعار النفط؛
- عدد الوظائف الخضراء التي توفرها الطاقة الشمسية كمردود اقتصادي؛
- جدوى محطات الطاقة الشمسية الحرارية باستخدام اللاقطات الشمسية، والتي تعتبر من أهم المحطات الطاقوية الشمسية المركزة كفاءة وأعلىها اعتمادية بالإضافة إلى دراسة محطات الطاقة الشمسية المزدوجة؛
- الوضع الراهن للطاقة الشمسية عالميا وعربيا علاوة على عدد من التجارب الدولية الناجحة.

المطلب الأول: القوة التنافسية لتكلفة الطاقة الشمسية.

على الرغم من أن الطاقة الشمسية مجانية إلا أن التجهيزات التي ستقوم بتحويلها إلى طاقة كهربائية مفيدة ليست مجانية، لا تقتصر تكاليف أنظمة الطاقة الشمسية على أثمان التجهيزات اللازمة لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وحسب، بل ينبغي أيضا اعتبار نفقات صيانة واستبدال بعض أجزاء هذا النظام، كثيرا ما تهمل ضرورة استبدال بعض التجهيزات أو أهمية وضع خطة ملائمة للصيانة أثناء تصميم وتركيب أنظمة الطاقة الشمسية.¹

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

الشمسية:²

¹ محمد أنيس طويلة، الشبكات اللاسلكية في الدول النامية، دليل عملي لتخطيط وبناء بنى الاتصالات التحتية منخفضة التكاليف، المركز الدولي للأبحاث والتنمية IDRC، الإصدار الثاني، كندا، 2008، ص 276.

² يوبا سكونا وآخرون، مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ، التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، أبو ظبي، 2011، ص 164.

- **التكلفة:** هي استهلاك 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 أعلاه 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

¹يوبيا سكونا وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 13.

الفرع الأول: تكاليف الإنتاج للطاقة الشمسية ومقارنتها بالطاقة التقليدية.

تشير المقارنة المقدمة في الجدول أدناه إلى تجميع لمختلف التقديرات المقدمة من قبل أوروبا والولايات المتحدة ولجهات حكومية ووكالات وهيئات مستقبلية، وتشمل تكاليف الاستثمار تكلفة البناء والتفكيك، وتشمل التكاليف التشغيلية الثابتة تعزيز معايير الانبعاثات والأمن، أما التكاليف المتغيرة فتستند إلى التكاليف القياسية للنفط على أساس 130 الي 150 دولار/برميل أي بزيادة قدرها 50% عما كانت عليه عام 2011.

الجدول رقم (13): تقدير التكلفة الإجمالية لقطاعات الطاقة التقليدية والمتجددة. 2016-2020.

القطاع	معامل القدرة الإنتاجية ميغاواط	تكلفة الاستثمار بالدولار	التكاليف الثابتة للاستغلال (بالدولار)	التكاليف المتغيرة للاستغلال بالدولار	تكلفة تحويل الاستثمارات بالدولار	تكاليف الإنتاج الإجمالية للمشروع بالدولار
الفحم التقليدي	85	46,4	2,8	17,1	0,9	67,2
الغاز الطبيعي	87	12,1	1,4	32,9	0,9	47,2
الطاقة النووية	90	64,3	7,9	8,4	0,7	81,3
طاقة الرياح	34	60,0	6,9	0,0	2,5	69,4
طاقة الرياح البحرية	34	149,3	20,0	0,0	4,2	173,5
طاقة الشمس الفولتوضوئية	25	139,3	8,6	0,0	2,9	150,8
طاقة الشمسية الحرارية	18	185,7	33,3	0,0	4,1	223,1
طاقة الحرارة الجوفية	92	51,7	8,5	6,8	0,7	73,1
طاقة الكتلة الحيوية	83	39,3	9,8	30,2	0,9	80,2
الطاقة الكهرومائية	52	52,9	2,7	4,5	1,4	61,4

Source :Vincent Wallaert les Régions Méditerranéennes et le Développement des Energies renouvelable, ENERMEO Institut de la Méditerranée, France, 2011,P15.

لظالما تم توليد طاقة المياه والحرارة الأرضية والكتلة الحيوية على نطاق واسع مم جعلها قادرة على المنافسة بمرور الزمن، بينما بقيت طاقتا الشمس والرياح لسنوات طويلة تجاهدان لمنافسة طاقات التقليدية، غير أن هذه الصورة تغيرت على مدار العقد الماضي وبالأخص السنوات الخمس الأخيرة.

وأصبحت تقنيات الطاقة المتجددة أكثر قوة وفعالية، وهي تتيح توليد الطاقة على نحو متزايد حتى خلال الظروف الصعبة مثل انخفاض سرعة الرياح وأشعة الشمس. كما أن تقنيات تخزين الطاقة تتحسن بسرعة، وانخفضت تكلفتها إلى حد كبير بفضل رعاية الحكومات لها في أوروبا والولايات المتحدة، وتطورت نتيجة ظهور قوى صناعية جديدة مثل الصين.

وانخفضت أسعار الطاقة الشمسية الضوئية بنسبة 80% منذ عام 2008، ومن المتوقع لها أن تستمر بالانخفاض مستقبلاً، وفي عام 2013 نجحت الطاقة الشمسية التجارية بمضاهاة شبكات الطاقة العامة في إيطاليا، ألمانيا وإسبانيا وقريبا في المكسيك وفرنسا. وتزداد قدرة الطاقة الشمسية الضوئية تدريجياً على المنافسة دون دعم. حيث من المتوقع مثلاً أن يبيع حقل توليد الطاقة الشمسية -الجاري إنشائه في تشيلي بطاقة 70 ميغاواط- إنتاجه في السوق الوطنية، وأن يدخل بمنافسة مباشرة مع الكهرباء التي يتم توليدها من الطاقات التقليدية.¹

وعند مقارنة المصادر الطاقوية المختلفة فلا يزال النفط يحظى بالأفضلية وسيبقى متمتعاً بها لفترة أو لحقبة زمنية معتبرة وهذا يعود إلى أسباب عديدة أهمها:²

- التكاليف المالية الباهظة لباقي عناصر الحزمة الطاقوية؛
- انعدام الفاعلية والأمان كحادثتي "تشرنوبل" و "فوكوشيما" النوويتين؛
- ارتفاع القيمة الحرارية للنفط مقارنة ببعض المصادر الأخرى؛
- مرونة حركته السريعة وسهولة نقله؛
- قيمة إستعماله عالية مقارنة ببعض المصادر الأخرى (مصدر للعديد من المنتجات السلعية).

الفرع الثاني: انخفاض تكلفة الطاقة الشمسية بشكل حاد مع زيادة انتشارها.

أولاً: اتجاهات الكلفة المعدلة للكهرباء الخاصة بالطاقة الشمسية الكهروضوئية.

لفهم الاتجاهات التقنية للطاقة الشمسية الكهروضوئية، من المهم أن نعرف أولاً أن لها مجموعة من التقنيات الفرعية الخاصة بها (كخلايا متعددة الوصلات، تقنية النانو، الجرافين...)، ومن بين تلك التقنيات الفرعية أثبتت تقنية السليكون البلوري أنها الأكثر برهانا ونضجا، ونظرا لكفاءتها العالية والانخفاض الكبير

¹الوكالة الدولية للطاقة "ايرينا"، الملخص التنفيذي أسباب التحول في عالم الطاقة، أبو ظبي، 2014، ص 3.

²أمينة مخلفي، النفط والطاقة البديلة المتجددة وغير المتجددة، مجلة الباحث، العدد 09، 2011، ص ص 230، 231.

في تكلفتها في العقد الماضي، فهي تتمتع بحصة سوقية تبلغ 90%. وتبعاً لذلك فإن تقنية الشرائح الرقيقة، بعد تمكنها من الاستحواذ على حصة جيدة في السوق عام 2009، شهدت تراجعاً في الأعوام اللاحقة ولكنها سوف تستمر في شغل المرتبة الثانية بعد تقنية السليكون البلوري ما لم تحدث تطورات كبيرة في تكاليف الكفاءة والإنتاج.

كما يعد تحليل الكلفة المعدلة للكهرباء في تقنيات الطاقة الشمسية أمراً ضرورياً 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 انخفاضاً حاداً 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

الشكل رقم (14): اتجاهات الكلفة المعدلة للكهرباء الخاصة بالطاقة الشمسية الكهروضوئية.



المصدر: منتدى الرياض الاقتصادي، نحو تنمية اقتصادية مستدامة، اقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية، مرجع سبق ذكره، ص 35.

¹ منتدى الرياض الاقتصادي، نحو تنمية اقتصادية مستدامة، اقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية، الدورة السابعة، الرياض، 2015، ص 34، 35.

وهذا ما يظهر من خلال الشكل اعلاه، والذي يبين اتجاهات الكلفة المعدلة للكهرباء الخاصة بالطاقة الشمسية الكهروضوئية إذ يتوقع استمرار انخفاض ولكن بنسب متناقصة و ان يصل انخفاضها لنسبة 4% في الفترة ما بين 2014-2025.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن الطاقة الشمسية الكهروضوئية تعاني من عائق تقني مزمن حيث لا يمكنها أن تولد الطاقة الكهربائية إلا 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) بنسبة 43% بين عامي 2010 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 وصلات الشبكة).¹

ثانيا: اتجاهات الكلفة المعدلة للكهرباء الخاصة بالطاقة الشمسية الحرارية المركزة.

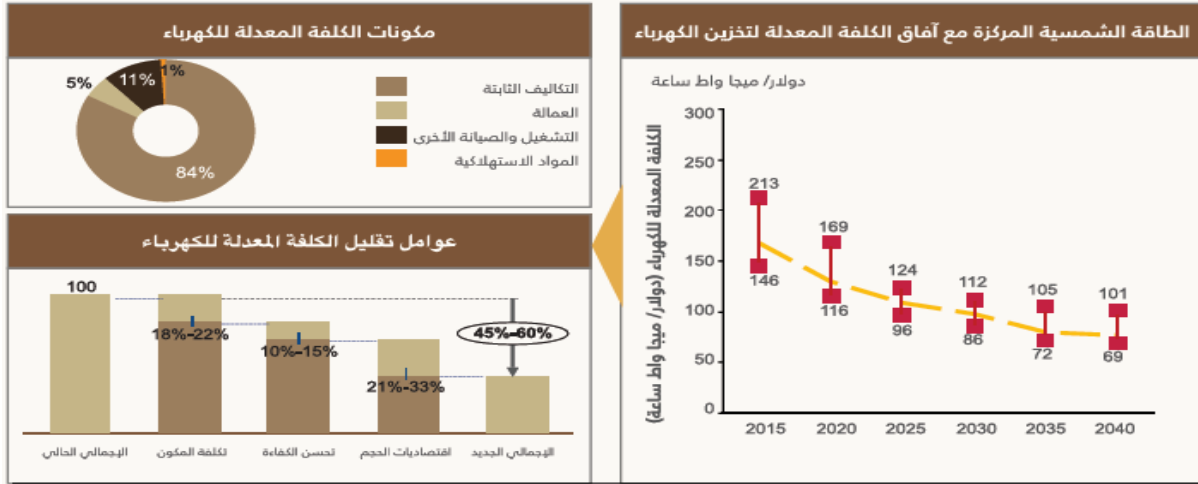
ومن بين تقنيات الطاقة الشمسية الحرارية المركزة، تعتبر تقنية المرايا الشمسية المقعرة الأكثر انتشارا إذ أن نسبة حصتها في السوق تساوي نحو 88% من إجمالي القدرة المركبة، في حين أن حصة تقنية البرج المركزي تبلغ 11% من حصة السوق إلا أنها تتمتع بدعم قوي نظرا لكفاءتها العالية وانخفاض الكلفة المعدلة للكهرباء بها 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

¹منتدى الرياض الاقتصادي، نحو تنمية اقتصادية مستدامة، اقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية، مرجع سبق ذكره، ص 35.

الشمسية الحرارية المركزة، من خلال الدعم الحكومي المناسب في المناطق الواعدة كما في الشرق الأوسط.¹ (الشكل رقم 15).

الشكل رقم (15): 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، ص 38.

نستشف من خلال الشكل أعلاه، أن تقليل الكلفة المعدلة للكهرباء الخاصة بالطاقة الشمسية الحرارية المركزة ممكن وبنسب تتراوح ما بين 45 إلى 60% وذلك في الفترة الممتدة بين 2020 إلى 2040، مقارنة بسنة 2015، وهذا يرجع إلى عدة عوامل أهمها الزيادة المستمرة للطلب، كما تخضع أسعار وتكاليف الطاقة الشمسية الحرارية المركزة خاصة إلى قانون اقتصاديات وفورات الحجم.

الفرع الثالث: الطاقة الشمسية في ضوء انخفاض أسعار النفط.

أثار الانخفاض الحاد في أسعار النفط منذ عام 2014 تساؤلاً حول ما إذا كان النمو الملحوظ في قطاع الطاقة الشمسية والاتجاه نحو بناء مزيج طاقة أكثر تكاملاً، سيستمر، أم أنه سيتوقف بفعل توفر النفط والغاز بأسعار معقولة، لكن هناك أسباب قوية تعزز الاعتقاد بأن نمو هذا القطاع سيستمر ومنها:²

¹منتدى الرياض الاقتصادي، نحو تنمية اقتصادية مستدامة، اقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية، مرجع سبق ذكره، ص 38.

²تقرير خاص لبنك أبو ظبي الوطني، ملخص تنفيذي لتمويل مستقبل الطاقة، من إعداد جامعة كامبريدج وشركة برايس ووترهاوس كوبرز، أبو ظبي، مارس 2015، ص 05.

أولاً: 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 لا يعتبر النفط منافساً لمصادر الكهرباء المتجددة، وإنما مكمل لها، إلى جانب ذلك تمضي الطاقة الشمسية على الطريق الصحيح نحو تحقيق التكافؤ الشبكي في 80% من البلدان المنتجة للطاقة الشمسية في غضون العامين المقبلين وبالتالي فإن التكلفة لم تعد تمثل سبباً لإعاقة التقدم في تطوير مصادر الطاقة المتجددة.

ثانياً: لطالما أثارت الطاقة المتجددة قلق الكثيرين في الماضي بخصوص كونها تمثل خياراً غير موثوق ولا يمكن الاعتماد عليه، لأن الرياح تهب بشكل متقطع فقط، والشمس لا تشرق دائماً، ولكن ثبت بأن هذه السبب لا تشكل مصدر قلق ولا ترتقي إلى مستوى اعتبارها مشكلة، وبالنسبة لمنطقة الخليج مثلاً تكون ذروة الطلب على الكهرباء غالباً خلال منتصف النهار، ويمكن للشركات الحديثة اليوم استيعاب 40% على الأقل من الطاقة المتجددة الإضافية ضمن إجمالي حملتها قبل أن تتطلب إدخال تعديلات جديدة، وإذا كان هناك تقطع في مصادر الطاقة المتجددة فإن الدور المتزايد للغاز في سوق الكهرباء يوفر مكملاً مثالياً للقدرة التوليدية لتقنيات الطاقة المتجددة، علاوة على ذلك تشهد تقنيات تخزين الطاقة تقدماً متسارعاً، وخلال السنوات القليلة القادمة ستكون هناك حلول مخصصة للمرافق الخدمية تساعد في تذليل مصدر القلق الذي شكل حتى وقت قريب مانعاً رئيسياً وراء اعتماد تقنيات الطاقة المتجددة على نطاق واسع في توليد الكهرباء.

ثالثاً: 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 لتلبية 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 ممكناً، بالإضافة إلى أطر سياسات الطاقة التي تم وضعها على مستوى العالم والتي تسعى إلى الحد من الانبعاثات الكربونية للتصدي لظاهرة تغير المناخ وتخفيف حدة التلوث.

المطلب الثاني: الجدوى الاقتصادية لمحطات الطاقة الشمسية.

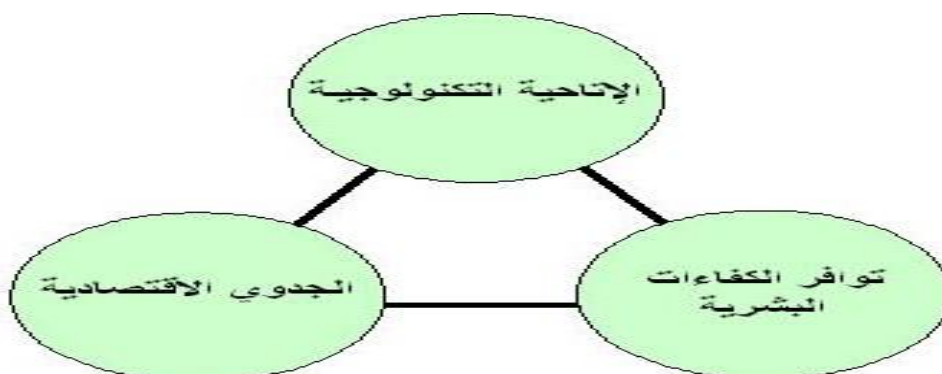
بالرغم من توافر الطاقة الشمسية، غير أن الاستفادة منها مرهون بتوفر مجموعة من الشروط، أهمها أن تكون مجدية اقتصادياً في البلد المراد استغلالها فيه، ولأن الكثير من العوامل تدخل في حساب جدوى مشاريع الطاقة الشمسية، فلا يمكن إصدار حكم عام عن جدواها إلا بتحديد هذه العوامل وتحليلها

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 الي مجموعة الفوائد والعوائد المباشرة وغير المباشرة (والتي ذكرناها سابقا) والتي تتمتع وتتميز بها الطاقة الشمسية عند استغلالها مقارنة بغيرها من الطاقات.

الفرع الأول: شروط الاعتماد على مختلف البدائل الطاقوية.

على الرغم من تكرار الكثير من النداءات نحو تعظيم الاعتماد على المصادر البديلة للطاقة، إلا أن البدائل التي يمكن إضافتها إلى حزمة الطاقة لبلد ما تظل مرهونة بتوافر شروط ثلاثة أولها: الإتاحة التكنولوجية أو نسبة مشاركة محلية مقبولة، وثانيها: توافر الكفاءات البشرية، وأخيرا الجدوى الاقتصادية¹، مثلما يوضحه الشكل الموالي.

الشكل رقم (16): 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:²

- 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؛

¹زوادية أحلام، مرجع سبق ذكره، ص 298.

²عبد الرؤوف رهبان، الأهمية النسبية النوعية لموارد الطاقة "دراسة في جغرافية الطاقة"، مجلة جامعة دمشق، المجلد 27، العدد الأول والثاني، سوريا، 2011، ص 376.

- **إمكانية النقل:** لأن 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 المتوفرة زاد الطلب عليها.

الفرع الثاني: سلسلة القيمة للطاقة الشمسية.

سلسلة القيمة هي مجموعة من الارتباطات المتبادلة التي تتجزها المنظمة لتزويد السلع والخدمات للزبائن، وفي بيئة الأعمال التنافسية، كل نشاط داخل سلسلة القيمة يجب أن يسعى لجعل قيمة السلع والخدمات مثالية.¹ 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

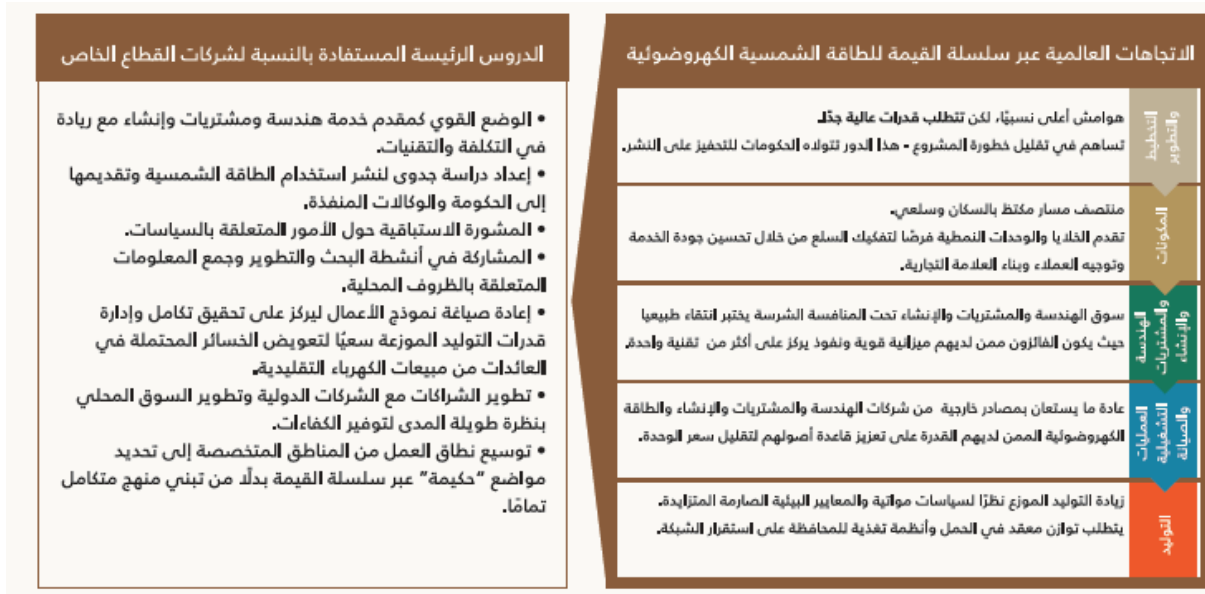
¹ حيدر شاكر البرزنجي، محمود حسن جمعة، تكنولوجيا ونظم المعلومات في المنظمات المعاصرة، دار ابن العربي للنشر والطباعة، بغداد، العراق، 2014، ص 32.

فرص الشراكات مع هذه الشركات العالمية، بجانب المشاركة في أنشطة التطوير التقني لتعزيز الخبرات في مجال تقنيات الطاقة الشمسية الكهروضوئية التي تتناسب الظروف المحلية.¹

مع العلم أن سلسلة القيمة لقطاعي النفط والغاز تنقسم إلى ثلاثة أجزاء: عمليات الاستخراج، العمليات المتوسطة والعمليات اللاحقة، وتشمل المراحل والأنشطة التالية: الاستكشاف والإنتاج، النقل والتخزين، التكرير والمعالجة وأخيرا التسويق والتوصيل.²

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

الشكل رقم (17): سلسلة القيمة للطاقة الشمسية الكهروضوئية وأهم الدروس المستفادة لدخول شركات القطاع الخاص.



المصدر: منتدى الرياض الاقتصادي، نحو تنمية اقتصادية مستدامة، اقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية، مرجع سبق ذكره، ص 33.

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

¹ منتدى الرياض الاقتصادي، نحو تنمية اقتصادية مستدامة، اقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية، مرجع سبق ذكره، ص 33.

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&id=11-02-2016

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 لعلاقة 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

ويمكن لمس الآثار الإيجابية على امتداد مراحل سلسلة القيمة، إذ تسهم الطاقة المتجددة ككل في حفز الاقتصاديات الوطنية وإضافة فرص عمل جديدة، ففي عام 2013، دعمت مصادر الطاقة المتجددة 6,5 ملايين فرصة عمل. كما تسهم تقنيات الطاقة المتجددة بتوفير الكهرباء في العديد من المجتمعات المحلية التي لا تصلها شبكات توزيع ولا تقل الفوائد البيئية لها أهمية عن ذلك.²

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

الفرع الثالث: 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 لأعداد 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.

¹منتدى الرياض الاقتصادي، نحو تنمية اقتصادية مستدامة، اقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية، مرجع سبق ذكره، ص 37.

²الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (ارينا)، الملخص التنفيذي أسباب التحول في عالم الطاقة، أبو ظبي، 2014، ص 06.

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

وقد أعطى تقرير عام 2008 المشترك بين برنامج الأمم المتحدة للبيئة ومنظمة العمل الدولية والمنظمة الدولية لأصحاب العمل والإتحاد الدولي لنقابات العمال، تعريفاً عاماً 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 استهلاك الطاقة والمواد الخام، وتحد من انبعاثات الغازات الدفينة، تقلل النفايات والتلوث، تحمي النظم البيئية وتسترجمها، تمكن المنشآت والمجتمعات المحلية من التكيف مع تغير المناخ.¹

ومن بين مجالات العمل المستحدثة التكنولوجيات الكهروضوئية الشمسية، وهي جزء مهم من استراتيجيات الطاقة المتجددة في العديد من البلدان.²

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 بنحو 2,3 مليون فرصة عمل في عام 2006 حسب واحد من أول التقييمات العالمية الصادرة في هذا الخصوص، ثم تلتها تقييمات مقارنة رفعت هذا الرقم إلى 7,7 مليون وظيفة في عام 2014.³ وهذا بزيادة قدرها 1,2 مليون وظيفة بالمقارنة بسنة 2013 حيث قدرت فيها الوظائف في مجال الطاقات المتجددة بـ 6,5 مليون وظيفة و في ترتيب تنازلي كان أكبر أرباب العمل من الصين، البرازيل، الولايات المتحدة، الهند، ألمانيا، إسبانيا وبنغلادش، والطاقات الضوئية الشمسية والرياح لا تزال الأكثر ديناميكية وقابلية للتجدد من بين

*الاقتصاد الأخضر: نموذج جديد من نماذج التنمية الاقتصادية السريعة النمو، والذي يقوم أساساً على المعرفة لاقتصاديات البيئة والتي تهدف إلى معالجة العلاقة المتبادلة ما بين الاقتصاديات الإنسانية والنظام البيئي الطبيعي، والأثر العكسي للنشاطات الإنسانية على التغير المناخي، والاحتباس الحراري، ويحتوي على الطاقة الخضراء والتي يقوم توليدها على أساس الطاقة المتجددة، فضلاً عن خلق ما يعرف بفرص العمل الخضراء.

¹ مكتب العمل الدولي، التقرير الخامس للمؤتمر العمل الدولي، التنمية المستدامة والعمل اللائق والوظائف الخضراء، جنيف، 2013، ص 22.

² برنامج الأمم المتحدة الإنمائي UNDP، تقرير التنمية البشرية، 2015، ص 14.

³ بيتر بوشن ومايكل رينز، الوظائف الخضراء، صندوق النقد الدولي، مجلة التمويل والتنمية، العدد 52، ديسمبر 2015، ص 15.

تكنولوجيات الطاقة المتجددة، حيث استحوذ قطاع الطاقة الشمسية الضوئية على 2,3 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

وقد أظهر تقرير المراجعة السنوية -الطاقة المتجددة والوظائف 2016- الصادر عن الوكالة الدولية للطاقة المتجددة "أيرينا": أنه قد استحوذت الشمسية الكهروضوئية على 194,200 وظيفة من مجموع الوظائف بالطاقة الشمسية مقابل 10400 للتدفئة و 4200 وظيفة للتبريد بها. والجدير بالذكر أن مساهمة المرأة من القوى العاملة في سوق الطاقة الشمسية قدر ب 24% من مجموع الوظائف (209000).²

وعلى الرغم من الانخفاض في العمالة بنسبة 4% في عام 2014 لا تزال ألمانيا البلد الأوروبي الذي يضم أكبر عدد من الوظائف ضمن الطاقات المتجددة فهي توفر تقريبا نفس عدد الوظائف الذي توفره فرنسا والمملكة المتحدة وإيطاليا مجتمعة معا. وشهدت اليابان مكاسب مثيرة للإعجاب في مجال الطاقة الشمسية الكهروضوئية في السنوات الأخيرة، مما أدى إلى زيادة بنسبة 28% في الوظائف عام 2014، بالإضافة إلى عدة بلدان آسيوية أخرى التي تظهر أيضا علامات من التقدم في الطاقة الشمسية الكهروضوئية على سبيل المثال: تمثل ماليزيا موطننا لـ 19 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 بـ 20 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 مصر 3 آلاف وظيفة في الألواح الفولتوضوئية وهذه الوظائف في تزايد مستمر، كما تتوفر بالمغرب ما يفوق 5 آلاف وظيفة في الطاقة المتجددة، أما في جنوب إفريقيا فيعمل بصناعة الطاقة الشمسية ما يقارب 20 ألف شخص في 2014.³ و 30 ألف شخص في 2015 من مجموع 60 ألف وظيفة في إفريقيا ككل لنفس العام. والجدول التالي يبين تقدير الوظائف بالطاقات المتجددة في جميع أنحاء العالم لعام 2015.

¹ قاسم عبد السلام الزين، استكشاف فرص العمل المحتملة في الطاقات المتجددة، مجلة الطاقة الشمسية والتنمية المستدامة، المجلد 4، العدد 1، 2015، ص 02.

² Renewable Energy and Jobs-Annual Review 2016, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, United Arab Emirates, 2016, PP : 4-6.

³ IBID , PP 12-16.

جدول رقم (14): تقدير الوظائف بالطاقات المتجددة في جميع أنحاء العالم لعام 2015.

العالم	الاتحاد الأوروبي			بنغلادش	اليابان	الهند	الولايات المتحدة	البرازيل	الصين	
	باقي دول الاتحاد	فرنسا	ألمانيا							
وظائف بالآلاف										
2,772	84	21	38	127	377	103	194	4	1,652	طاقة شمسية كهروضوئية
1,678	47	35	23		3	35	277	821	71	وقود حيوي سائل
1,081	162	20	149	0,1	5	48	88	41	507	طاقة الرياح
939	19	6	10		0,7	75	10	41	743	تسخين/تبريد بالطاقة الشمسية
822	214	48	49			58	152		241	كتلة حيوية صلبة
382	14	4	48	9		85			209	غاز حيوي
204	31	4	12	5		12	8	12	100	طاقة كهرومائية
160	55	31	17		2		35			طاقة حرارة جوف الأرض
14	5		0,7				4			طاقة شمسية مركزة
8,052	644	170	355	141	388	416	769	918	3,523	المجموع

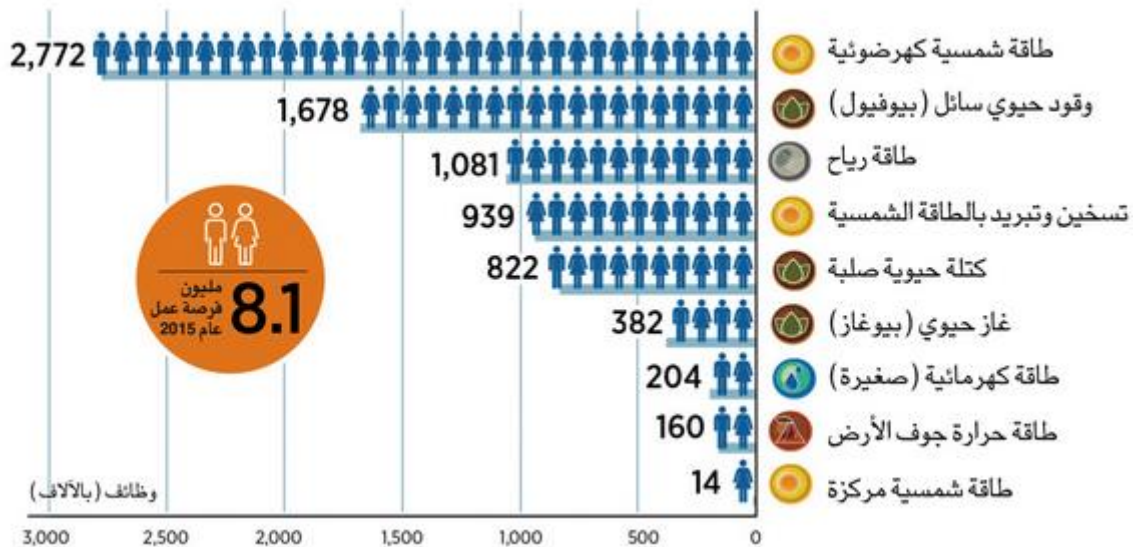
Source : Renewables Global Status 2016, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century Report, OP CIT, P14.

من خلال الجدول أعلاه نستشف أن أكبر معدلات التوظيف الخاصة بالطاقات المتجددة وفقا لأهم البلدان بالعالم قد استحوذت عليها الطاقة الشمسية بما يناهز 4000 وظيفة.

كما رجح التقرير السنوي الصادر عن الوكالة الدولية للطاقة المتجددة "إيرينا" لسنة 2016 أنه مع تسارع وتيرة التحول الذي يشهده قطاع الطاقة حاليا من المتوقع أن يحافظ نمو الوظائف في قطاع الطاقة

المتجددة على قوته مع أن إجمالي عدد الوظائف المتاحة في قطاع الطاقة المتجددة قد ارتفع في عام 2015 على مستوى العالم ليصل إلى أكثر من 8,1 مليون وظيفة بصورة مباشرة وغير مباشرة، وبحسب التقرير، فقد شهدت الولايات المتحدة ارتفاع مستوى التوظيف بقطاع الطاقة المتجددة بنسبة 6%، بينما انخفض بنسبة 18% في قطاع النفط والغاز وبالمثل، كما وظف قطاع الطاقة المتجددة في الصين 3,5 مليون شخص مقابل 2,6 مليون وظيفة في قطاع النفط والغاز، وقد تضمنت قائمة البلدان التي سجلت أعلى معدلات توظيف ضمن قطاعات الطاقة المتجددة في عام 2015 كلا من الصين، البرازيل، الولايات المتحدة الأمريكية، الهند، اليابان، ألمانيا، ولا يزال قطاع الطاقة الشمسية الكهروضوئية المزود الأكبر للوظائف الجديدة عالميا بما يعادل 2,8 مليون وظيفة (وهذا يمثل زيادة عن 2,5 مليون وظيفة المسجلة في آخر إحصاء وموزعة على مجالات التصنيع، التركيب، التشغيل والصيانة)، أي بنسبة زيادة قدرتها 11%، وشهد بهذا القطاع وتيرة توظيف متزايدة في اليابان، الولايات المتحدة واستقرار في الصين، وانخفاضا في الاتحاد الأوروبي. والشكل أدناه يبين إجمالي الوظائف المتاحة في مختلف مصادر الطاقة المتجددة بحسب عام 2015.

الشكل رقم (18): الوظائف المتاحة في الطاقة المتجددة عام 2015.



Source : Renewable Energy and Jobs-Annual Review 2016, OP.CIT, P05.

كما ذكرنا سابقا فقد شهد معدل التوظيف في قطاع الطاقة المتجددة في الولايات المتحدة ارتفاعا بنسبة 6% نظرا لنمو قطاعي الرياح والطاقة الشمسية وازداد عدد الوظائف المتاحة في قطاع الطاقة الشمسية بنسبة 22% ليصل إلى 209,000 وظيفة، أي أسرع 12 مرة من وتيرة نمو فرص العمل في

الاقتصاد الأمريكي، متفوقا بذلك على قطاع النفط والغاز بـ (187,200 وظيفة)، التعدين والفحم بـ(67929)، واستحوذت الطاقة مضاعفة حصتها في مزيج الطاقة العالمي بحلول عام 2030، بما يكفي لتوفير ما يزيد على 24 مليون فرصة عمل عالميا.¹

الفرع الرابع: جدوى محطات الطاقة الشمسية لإنتاج 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 تبانيا واسعا حسب التكنولوجيات والتطبيقات والموقع وغير ذلك من العوامل.

وتعتبر الطاقة الشمسية الفوتوفولطية الآن تكنولوجيا ناضجة نسبيا، ولا تزال تشهد تحسينات سريعة في الأداء والتكلفة، ومن المتوقع استمرار هذا التقدم بشكل مطرد.²

وأثبتت كهربية الريف باستخدام التكنولوجيا الفولتوضوئية نجاحها على البلدان النامية، وفي عدد من الأمثلة نجد أوغندا وجمهورية تنزانيا المتحدة وزامبيا والسودان وغينيا وكودي فوار ومصر وملديف 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.³

وكما أن مراكز الطاقة الشمسية قد أثبتت جدواها بصفاتها تكنولوجيا نافعة، وما تزال تشهد تقدما في التكنولوجيا حيث تبنى المصانع ويؤدي الإنتاج الكمي ووفرات الحجم إلى خفض التكاليف.⁴

أولا: عند استخدام اللاقطات الشمسية.

بحكم طبيعتها، اللواقط هي الأكثر وضوحا من جميع مكونات نظم الطاقة الشمسية الحرارية، وتوجد لها ثلاثة 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

¹Renewable Energy and Jobs-Annual Review 2016, OP.CIT, P17.

²يوبيا سكونا وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 66.

³منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (UNIDO)، التقرير السنوي 2015، فيينا، 2016، ص 72.

⁴يوبيا سكونا وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 67.

من الأحيان سوداء أو زرقاء داكنة، وهي التي تقوم بعملية التسخين، ومن ثم نقل الحرارة منها مباشرة أو غير مباشرة إلى المياه.¹

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، ولأننا نحتاج إلى كل من الماء والكهرباء، فإن المحطات الشمسية المتوقع إنشاؤها في المستقبل من المرجح أن تكون محطات مزدوجة لتوليد الكهرباء وتلبية المياه كما هو الحال في المحطات التقليدية العاملة في الوقت الحاضر، وعمليات تلبية المياه تحتاج في عملها إلى طاقة كهربائية فقط (تلبية المياه بواسطة أغشية التناضح العكسي) وعمليات تعتمد على الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية معا (تلبية المياه باستخدام طرق التقطير) وعلى ذلك يمكن للمحطات المزدوجة أن تصمم بإحدى الطرق الثلاثة التالية:²

- حقل اللاقطات الحرارية المركزة (CPS) مع خزانات تمد الطاقة الحرارية لتشغيل توربينات 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 لتوربينات 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)؛

¹برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، دمج الطاقة الشمسية الحرارية في المباني "دليل سريع للمهندسين المعماريين والبنائين"، فرع الطاقة، شعبة التكنولوجيا والصناعة والاقتصاد، فرنسا، 2015، ص 23.

²درويش محمد خميس فريح القبسي وآخرون، طاقة المستقبل للعالم العربي "مقارنة الطاقة الشمسية بالطاقة الذرية"، المركز الدولي لأنظمة المياه والطاقة، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة، 2010، ص ص 29، 30.

▪ سعر الفائدة على القروض (InterestRate).

ومن المتوقع أن تكلفة إنتاج البخار من اللاقطات الشمسية سوف تنخفض في المستقبل مع ارتفاع في الطاقة الإنتاجية للاقطات الشمسية نتيجة للانتشار 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 على 1600 كيلواط ساعة من الطاقة الحرارية (kwh)، ويبين الشكل رقم (19) تكلفة إنتاج ما يكافئ برميل من النفط بالطاقة الشمسية (برميل شمسي) ومدى تغير هذه التكلفة في المستقبل مع زيادة مساحات اللاقطات التي تنشأ. ويبين الإحداثي الرأسي الأيسر في هذا الشكل سعر الطاقة الشمسية لكل برميل مكافئ، كما يبين الإحداثي الرأسي الأيمن مساحة اللاقطات المنشأة. أما الإحداثي الأفقي فيبين السنوات ولإحتساب سعر الطاقة الشمسية تم استخدام الفروض التالية:¹

- التكلفة الرأسمالية (capital cost) للاقطات الشمسية (القطع المكافئ) = 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 (19): سعر الوقود الشمسي بالدولار للبرميل المكافئ.



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

¹درويش محمد خميس فريح القبيسي وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 31.

ويتضح من الشكل أعلاه أن سعر الطاقة الحرارية الشمسية هو أقل (في الوقت الحاضر) من 40 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.

ثانياً: المحطات الشمسية المزدوجة.

قام مركز الفضاء الألماني (German Aerospace Center DLR) في عام 2007 بعمل دراسة اقتصادية تحت اسم (AQUA-CSP) عن استخدام محطات الطاقة الشمسية المزدوجة والتي تستخدم اللاقطات ذات التركيز المرتفع (CSP) في إنتاج الطاقة وتحمية 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 منهما 25 ميغاواط والطاقة الإنتاجية للمياه المحلاة 24000 متر مكعب في اليوم. وكلا المحطتين تعملان في موقع تبلغ فيه قوة الإشعاع الشمسي 2400 كيلواط ساعة في السنة (KWH/Year) وتبلغ ملوحة مياه البحر 40000 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 تعملان بأسلوب مزدوج بحيث تستخدم كلا من الطاقة الشمسية عندما تكون متاحة و تستخدم أيضا الغاز الطبيعي عند عدم توفر الطاقة الشمسية، وقم تم تقدير تكلفة رأس المال للمحطتين كما هو مبين في الجدول رقم (15) أدناه، وتنقسم كل محطة إلى ثلاثة مكونات رئيسية وهي:

- تكلفة حقل اللاقطات الشمسية؛
- تكلفة محطة الكهرباء؛
- تكلفة محطة التحلية بالمليون دولار.

الجدول رقم (15): تكلفة رأس المال للمحطتين الشمسيين النمطيتين.

نوع المحطة الشمسية	حقل اللاقطات الشمسية (مليون دولار)	محطة الكهرباء (مليون دولار)	محطة التحلية (مليون دولار)	إجمالي رأس المال (مليون دولار)
CSP/RO	106,96	34,86	33,04	39,06
CSP/MED	118,86	30,1	35,98	52,78

المصدر: درويش محمد خميس فريح القبيسي وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 33.

ولحساب تكلفة الطاقة الكهربائية بالدولار للكيلواط ساعة وتكلفة الماء المحلي بالدولار للمتر المكعب يلزمنا حساب التكلفة السنوية والإنتاج السنوي لكل محطة. باستخدام بعض الفرضيات العملية ومنها:¹

- سعر الفائدة على قرض البنك (5%)؛
- العمر الاقتصادي للمحطة (25 سنة)؛
- التكلفة السنوية للتشغيل والصيانة (2% من رأس المال)؛
- التكلفة السنوية للتأمين (1% من رأس المال)؛
- سعر الغاز الطبيعي بالدولار للميغاواط ساعة حرارة (\$/MWH).

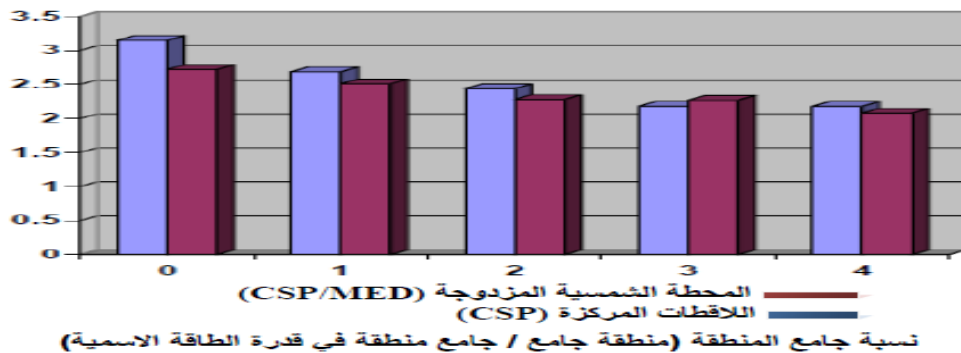
كما أن سعر اللاقطات الشمسية ذات التركيز المرتفع للمتر المربع (300 \$/m² CSP) بحيث:

- يتم تبديل 20% من أغشية التناضح العكسي المستعملة بأخرى جديدة كل عام ولذلك يضاف 20% من التكلفة الكلية للأغشية كل عام لمصاريف التشغيل؛
- تكلفة خزانات الحرارة بالدولار لكل كيلواط ساعة من الطاقة الحرارية (70 \$/kwh).

ويبين الشكل التالي إحدى نتائج الدراسة وهي تكلفة إنتاج الماء المحلي من كلا المحطتين عند زيادة مساحة اللاقطات الشمسية:

الشكل رقم (20): تكلفة إنتاج الماء من محطة شمسية مزدوجة لإنتاج الطاقة الكهربائية وتحلية المياه باستخدام تقنية التناضح العكسي أو التقطير متعدد المراحل.

الوحدة: سعر الطاقة الكهربائية المستهلك ثابت
عند 0.07 دولار للكيلوات ساعة (\$/kWh).



المصدر: درويش محمد خميس فريح القببسي وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 35.

¹درويش محمد خميس فريح القببسي وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 35.

يبين الإحداثي الرأسي تكلفة المتر المكعب من المياه عند تثبيت سعر بيع الكهرباء عند 0,07 دولار للكيلوواط ساعة، أما الإحداثي الأفقي فيمثل النسبة بين المساحة الفعلية لحقل اللاقطات وبين مساحة الحقل الذي يمكنه إنتاج الطاقة الإنتاجية للمحطة (كهرباء وماء) بدون الحاجة إلى خزانات حرارة. ويبدأ الإحداثي الأفقي من 0 وينتهي عند 4 وتمثل القيمة 0 محطة مزدوجة تقليدية تعمل بالغاز الطبيعي ويتضح أن تكلفة الماء من مثل هذه المحطة هي أعلى ما يمكن. وتتنخفض تكلفة المتر المكعب عندما تزداد مساحة حقل اللاقطات.

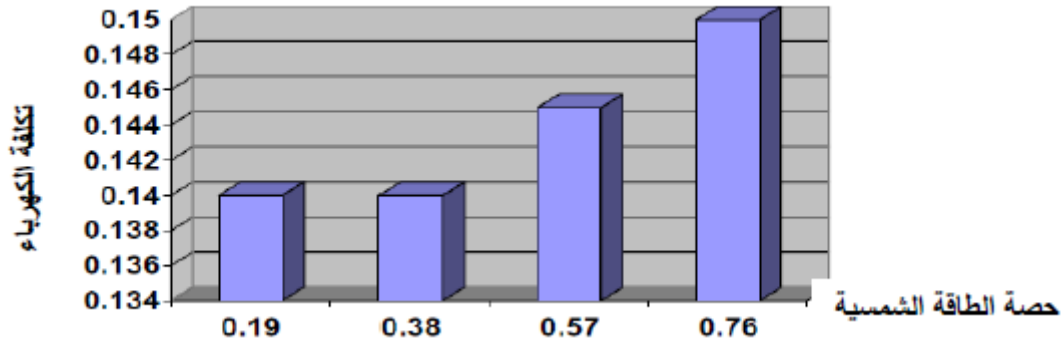
ثالثاً: إنتاج الكهرباء من المحطات الشمسية.

يمكن حساب تكلفة الكيلوواط 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 وكلاهما يؤثر في نسبة الوقت الذي تعمل فيه المحطة على الطاقة الشمسية في اليوم وهذه تسمى بالنصيب الشمسي (solar share). ويبين الشكل رقم (21) تأثير "النصيب الشمسي" على تكلفة الكيلوواط ساعة من الكهرباء المنتجة من محطة شمسية ذات طاقة إنتاجية مقدارها 26 MW.¹

الشكل رقم (21): تأثير "النصيب الشمسي" على تكلفة الكيلوواط ساعة من محطة شمسية قدرتها

.MW100

الوحدة: تكلفة الكهرباء 1 دولار للكيلوواط ساعة (\$/kWh).



المصدر: درويش محمد خميس فريح القبيسي وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 37.

¹درويش محمد خميس القبيسي وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 37.

المطلب الثالث: الوضع الراهن للطاقة الشمسية عالميا وعربيا.

مر استغلال الطاقة الشمسية بتطورات ومراحل عدة إلى أن وصل إلى ما هو عليه من تنوع في استخداماته وتوسع ونضج لتقنياته فما هي ملامح الوضع الراهن للطاقة الشمسية سواء على الصعيد العالمي أو بالدول العربية؟

الفرع الأول: واقع الطاقة الشمسية في العالم.

أولا: الخلايا الكهروضوئية.

شهدت الطاقة الشمسية في 2011 سنة استثنائية أخرى لنمو السوق، فما يقارب من 30 جيجاواط تمت إضافتها للقدرة التشغيلية ليزيد المجموع العالمي للقدرة بنسبة 74% ليصل إلى ما يقرب من 70 جيجاواط، فقد استمر الاتجاه نحو المحطات الأرضية، بينما واصلت الوحدات المثبتة على السطح وتلك العاملة على نطاقات صغيرة دورها الهام في توفير الإمدادات للعديد من القطاعات. وأيضا للمرة الأولى على الإطلاق، سجلت الخلايا الشمسية أعلى قدرة مضافة في الاتحاد الأوروبي مقارنة بأي تكنولوجيا أخرى، ففي حين استحوذ الاتحاد الأوروبي مرة أخرى على السوق العالمية، بقيادة إيطاليا وألمانيا والتوسعات في العديد من الأسواق الأخرى، برزت الصين بسرعة كلاعب مهيم في آسيا، وعلى الرغم من كون عام 2011 عاما جيدا على مستوى المستهلكين وأيضا التركيبات، فقد كافح المصنعون لتحقيق أرباح أو البقاء قيد المنافسة أو حتى وسط زيادة المخزون من المعدات وانخفاض كل من الأسعار والدعم الحكومي، علاوة على تباطؤ النمو في الكثير من الأسواق، وهو ما ظهر في التحول للتصنيع نحو آسيا على حساب الشركات الأوروبية.¹

ولقد ارتفع إجمالي الطاقات الفولتوضوئية التراكمية المركبة في العالم عام 2012 إلى أكثر من 100 جيجاواط وهو ما يمثل زيادة بنسبة 43,3% من إجمالي الطاقات المركبة عام 2011، واحتلت ألمانيا المرتبة الأولى حيث بلغ إجمالي الطاقات الفوتوفولطية المركبة فيها عام 2012 أكثر من 32,6 جيجاواط بزيادة تعادل 30% عن عام 2011، وتليها إيطاليا التي بلغ إجمالي الطاقات الفوتوفولطية

¹ شبكة سياسة الطاقة المتجددة للقرن الواحد والعشرين "رن21"، ترجمة محمد مصطفى الخياط، 2012، تقرير الوضع العالمي للطاقات المتجددة 2012، ص 14.

المركبة فيها 16,2 جيجاواط عام 2012 مقارنة بحوالي 12,8 جيجاواط عام 2011 أي بزيادة تعادل 27%¹.

بإضافة قدرات أكثر من 39 ج.و في عام 2013، سجلت مبيعات الطاقة الكهروضوئية عاما قياسي، ليرتفع الإجمالي إلى أكثر من 139 ج.و. شهدت الصين نموا مذهلا، ممثلا ما يقرب من ثلث الطاقة الإنتاجية العالمية المضافة، تليها اليابان والولايات المتحدة، تلعب الطاقة الكهروضوئية دورا كبيرا في توليد الكهرباء في بعض البلدان، ولاسيما في أوروبا، حيث سهل انخفاض الأسعار فتح أسواق جديدة امتدت من إفريقيا إلى الشرق الأوسط وآسيا وأمريكا اللاتينية. ورغم أنه كان عاما مليئا بالتحديات بالنسبة لكثير من الشركات، وتحديدا في أوروبا، فقد أخذت هذه الصناعة تستعيد قوتها خلال عام 2013. في حين استقرت أسعار الألواح، وواصلت تكاليف الإنتاج انخفاضها وكفاءة الخلايا الشمسية ارتفاعها، كما وسع العديد من المصنعين من طاقاتهم الإنتاجية لتلبية الطلب المتوقع من الأسواق.²

و قد بلغ إجمالي الطاقات المركبة من الطاقة الفوتوفولطية في العالم 180396 ميغاواط عام 2014، كما بين الشكل (رقم 23) يتركز 83% من هذه الطاقات في عشر دول فقط هي: ألمانيا، الصين، إيطاليا، اليابان، الولايات المتحدة الأمريكية، فرنسا، إسبانيا، بريطانيا وأستراليا وبلجيكا.

وقد ارتفع إجمالي الطاقات المركبة بنسبة 28,7% بين عامي 2013-2014، واستهلك العالم نحو 186 تيراواط ساعة من الكهرباء في عام 2013، كما كانت سنة 2014 سنة استثنائية لتشيلي التي ارتفعت نسبة الطاقات المركبة فيها بمعدل زاد عن 122 ضعفا، بعد إضافة 365 ميغاواط من عدة مشاريع خلال السنة.³ كما شهدت سنة 2015 قدرات اضافية ملحوظة مقارنة بسنة 2014 وخاصة بكل من الصين ب اضافات قدرها 15.2 جيجاوات، اليابان ب 11 جيجاوات والولايات المتحدة الامريكية ب 7.3 جيجاوات.

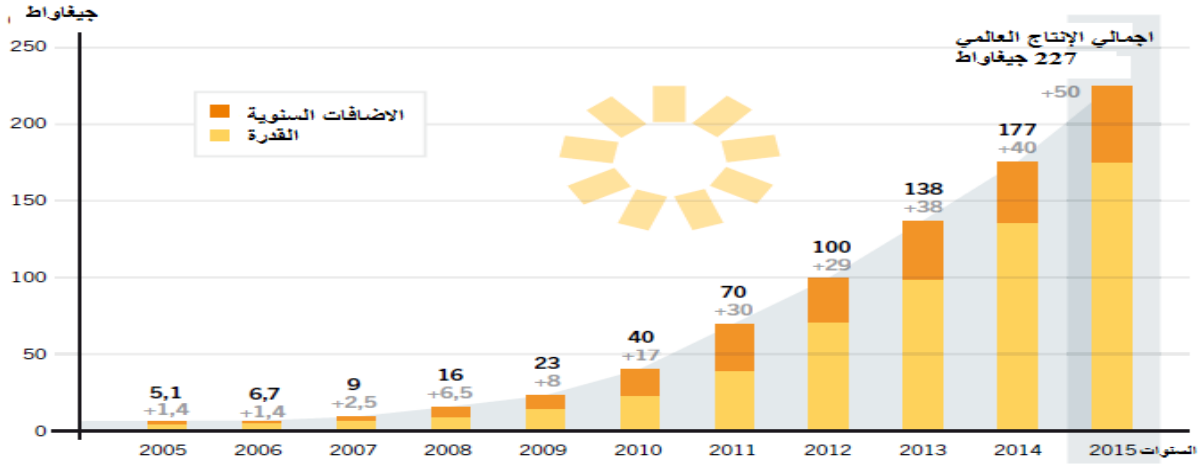
والشكلين المواليين يبينان القدرة المضافة للطاقة الشمسية الكهروضوئية في العالم من 2005 إلى 2015، والقدرات الكهروضوئية الشمسية لأكثر من 10 دول منتجة بالعالم لعامي 2014 و 2015.

¹ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام السنوي الأربعون، مرجع سبق ذكره، ص 167.

² Renewables Global Status 2014, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century Report, OP CIT, PP 47,48.

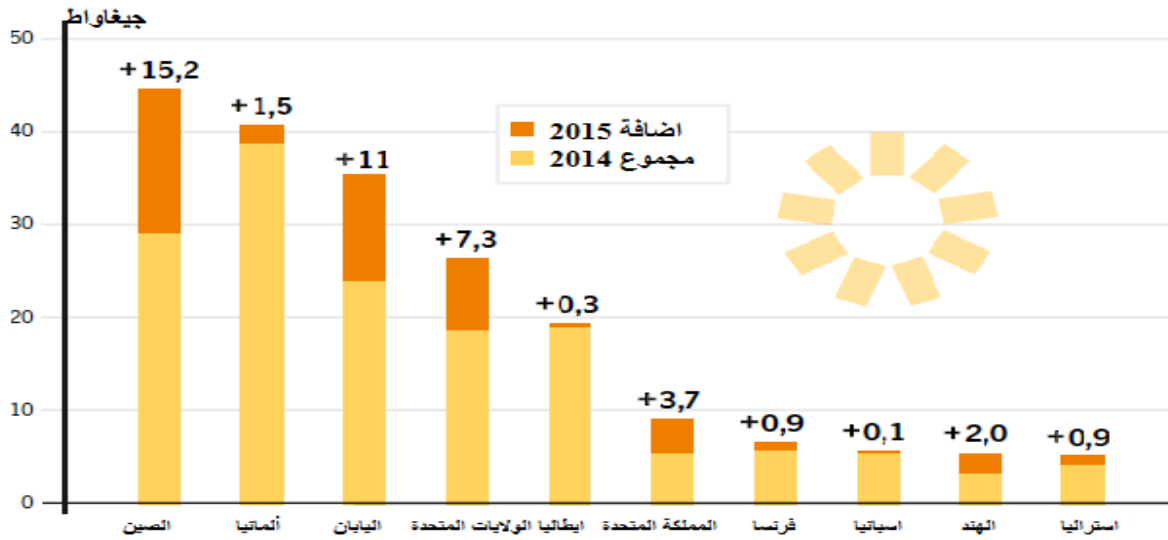
³ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام السنوي الثاني والأربعون، مرجع سبق ذكره، ص 136.

الشكل رقم (22): القدرة المضافة للطاقة الشمسية الكهروضوئية في العالم من 2005 إلى 2015.



Source : Rapport sur le Statut Mondial des Energies Renouvelables, 2016, Renewable Energy Policy Network for the 21 st Century, Paris France, 2016, P22.

الشكل رقم (23): القدرات الكهروضوئية الشمسية للأكثر 10 دول منتجة في العالم لسنة 2015.



Source : Rapport sur le Statut Mondial des Energies Renouvelables, 2016, OP CIT, P22.

أنتجت منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية ككل 174,5 تيراواط ساعة من الكهرباء الكهروضوئية عام 2015، أي 7,1% من إجمالي إنتاج الكهرباء المتجددة، وأكبر خمس منتجين للطاقة الفوتوفولطية هم ألمانيا بـ 38,4 تيراواط ساعة، اليابان بـ 36 تيراواط، إيطاليا بـ 25,2 تيراواط، الولايات المتحدة بـ 24,1 تيراواط، واسبانيا بـ 8,3 تيراواط، هذه الدول الخمس مجتمعة تنتج 75,7% من الكهرباء الكهروضوئية في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية. وبالرغم من كون هذه القيمة المطلقة (7,1%) صغيرة إلا أنها تتميز

بمعدل نمو سنوي أكبر من أي تقنية أخرى لإنتاج الكهرباء من تقنيات وتكنولوجيات الطاقة المتجددة، بحيث أنها زادت من 19 جيجاواط ساعة في عام 1990 إلى 174521 جيجاواط ساعة عام 2015، أي 44,1% كمعدل نمو سنوي، وقد ظل معدل النمو الأقوى في دول الاتحاد الأوروبي بألمانيا كأكبر منتج للكهرباء الفوتوفولطية وهذا بسبب دعمها لها وانتقلت من 60 جيجاواط/ساعة عام 2000 إلى 38,432 عام 2015، بمعدل نمو 53,9%، واليابان كثاني أكبر منتج بزيادة إنتاج من 347 جيجاواط في عام 2000 إلى 35,974 جيجاواط عام 2015 بمعدل نمو 36,3%. خلال تلك السنوات شهدت المملكة المتحدة أسرع نمو من 1 جيجاواط في عام 2000 إلى 7,556 جيجاواط في 2015، بمعدل نمو قدره 81,4%، فرنسا بـ 62,7% بمعدل ثاني أسرع نمو من 5 جيجاواط عام 2000 إلى 7400 جيجاواط عام 2015.¹

ثانيا: الطاقة الشمسية الحرارية.

تم تثبيت أكثر من 450 ميغاواط من مراكز الطاقة الشمسية في عام 2011، لتصل القدرة العالمية إلى 1,760 ميغاواط تقريبا، وقد شكلت اسبانيا النسبة العظمى من القدرات المضافة في حين أقامت العديد من البلدان النامية أولى محطاتها بتقنية مراكز الطاقة الشمسية لتعمل المصانع في اسبانيا والولايات المتحدة على إنتاج المكونات اللازمة لها، أيضا واصلت محطات القطع المكافئ سيطرتها على السوق، وإن ظلت أعمال التركيبات بتقنيات البرج المركزي تحت التركيب خلال عام 2011، وذلك على الرغم من التحديات التي تواجه مراكز الطاقة الشمسية نتيجة الانخفاض السريع لأسعار الخلايا الكهروضوئية وأيضا نتائج الربع العربي الذي أدت نتائجه إلى تباطؤ التنمية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.²

وفي سنة 2013 بلغت إجمالي القدرة العالمية 3425 ميغاواط أي بزيادة قدرها 875 ميغاواط من مراكز الطاقة الشمسية الحرارية، مقارنة بسنة 2012 التي بلغت القدرة المركبة لها 2550 ميغاواط أي بمعدل نمو قدره 36%.³

¹ Renewables Information 2016, Key Renewables Trends (Except), iea, 2016, P11.

² شبكة سياسة الطاقة المتجددة للقرن الواحد والعشرين "ر.ن 21" ترجمة محمد مصطفى الخياط، 2012، مرجع سبق ذكره، ص 16.

³ Renewables Global Status 2014, OP CIT, P51.

وواصلت الولايات المتحدة واسبانيا ريادتهما في سوق الطاقة الشمسية الحرارية غير أنه توجد احتمالات لتحول إنتاجها للمناطق ذات الإشعاع المباشر للشمس كالدول العربية.¹

كما زاد إنتاج الولايات المتحدة ليصل إلى 2966 ميغاواط عام 2015، واسبانيا بقدرة مركبة قدرها 5,5 تيراواط عام 2015، وقد مثلت الولايات المتحدة، استراليا واسبانيا مجتمعة معا 8,5 تيراواط من الطاقة الشمسية الحرارية سنة 2015.²

الفرع الثاني: الوضع الراهن للطاقة الشمسية في الدول العربية.

تتمتع الدول العربية بمعدلات مرتفعة من الإشعاع الشمسي الكلي تتراوح بين 4 إلى 8 كيلواط ساعة/م²/يوم، كما تتراوح كثافة الإشعاع الشمسي المباشر بين 1700 إلى 2800 كيلواط ساعة/م²/سنة. مع غطاء سحب منخفض يتراوح بين 10% إلى 20% على مدار العام وهي معدلات ممتازة وقابلة للاستخدام بشكل فعال مع التقنيات الشمسية المتوفرة حاليا.³

على الرغم من أن تقنيات الطاقة المتجددة تتزايد بمعدل سنوي 30% على مستوى العالم إلا أن الوضع لا يزال متأخرا في الوطن العربي، وإن استخدام السخانات الشمسية أصبح شيئا مألوفا في بعض البلدان العربية بينما بقيت صناعة الخلايا بصورة تجارية متأخرة في جميع البلدان العربية بسبب التكلفة الأولية لإنشاء المصنع. وتوجد طاقة شمسية غير مستغلة في الوطن العربي فمثلا تعطي الطاقة الشمسية 2300 كيلواط في الساعة في الكيلومتر المربع الواحد في سورية، بينما تعطي 1000 كيلواط فقط في ألمانيا، ويعد مستوى الأشعة الشمسية في سورية هو ثاني أعلى مستوى بين الدول العربية.⁴

¹ Technology Roadmap-Solar thermal Electricity, Report of International Energy Agency (iea), France, 2014, P 09.

² Renewables Information 2016, Key Renewables Trends (Excerpt), OP CIT, P12.

³ جامعة الدول العربية، الاستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة (2010-2030)، مرجع سبق ذكره، ص 22.

⁴ تقرير حول: اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية، مرجع سبق ذكره، ص 09.

أدى توافر الطاقة الشمسية في كافة الدول العربية إلى الاهتمام باستثمار هذا النوع من المصادر المتجددة ومن الأمثلة على ذلك:¹

افتتحت دولة الإمارات العربية المتحدة في مارس 2013 محطة شمس -1- على بعد حوالي 120 كيلومتر جنوب غرب أبو ظبي على بعد 6 كيلومترات عن مدينة زايد، يعتبر المشروع أحد أكبر مشاريع الطاقة الشمسية في العالم والأول من نوعه في منطقة الشرق الأوسط، وتستخدم المحطة تقنية المجمعات الشمسية ذات القطع المكافئ، ويقدر أن تبلغ طاقتها الإنتاجية 100 ميغاواط.

وفي المملكة العربية السعودية أعلنت بلدية مكة المكرمة في مطلع عام 2013 عن إطلاق مشروع لتركيب أعمدة إنارة تستخدم الطاقة الشمسية، ومن المفترض أن تغطي المرحلة الأولى من المشروع مساحة تقارب 43 مليون متر مربع، واستغرق إنجازه حوالي عام كامل، وقد طرح المشروع أمام المطورين والمستثمرين لتقديم عروض لتركيب 30-40 ألف عمود إنارة تتغذى بالطاقة الشمسية، وفي حال نجاح المشروع، فسوف يتم تعميمه على باقي مناطق مكة المكرمة، وأشارت بعض المصادر المحلية في المملكة إلى تكلفة المشروع حوالي 650 مليون دولار.

وفي شهر أكتوبر، منحت شركة أرامكو السعودية عقدا لشركة Canadian Solar لتقديم ألواح الطاقة الشمسية عالية الجودة لصالح مركز الملك عبد الله للأبحاث والدراسات البترولية في الرياض، وتبلغ الطاقة الإنتاجية للألواح المذكورة 1,78 ميغاواط.

وفي آخر عام 2013، أعلنت بلدية مكة المكرمة عن إنجاز آخر تمثل في تركيب 400 كاميرا تعمل بالطاقة الشمسية خصصت لمراقبة كافة الخدمات البلدية مثل النظافة، وتكدس النفايات وتسرب المياه، السيول، الإنارة ومتابعة المقاولين المنفذين للمشاريع، والباعة المتجولون ومتابعة سير معدات النظافة ورصد المخالفات، كما ستساهم في دراسة ورصد تغير كثافة الهواء.

وفي المملكة المغربية بدأت الوكالة المغربية للطاقة الشمسية في منتصف عام 2013 في بناء المرحلة الأولى من مشروع ورزازات للطاقة الشمسية، وتبلغ كلفة المشروع نحو 680 مليون دولار، ومن المقرر أن تبلغ طاقته حوالي 160 ميغاواط، وبرمج له 28 شهرا لانجازه.

¹ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام الأربعون، مرجع سبق ذكره، ص ص 167-169.

وقد أوضح تقرير الأمين العام الحادي والأربعون الصادر عن منظمة الأقطار العربية أهم التطورات والمشاريع التي شهدتها الطاقة الشمسية في المنطقة العربية لسنة 2014 كما يلي:¹

في الإمارات العربية المتحدة وتطبيقاً لإستراتيجية "دبي المتكاملة للطاقة" التي تهدف إلى تنويع مصادر الطاقة بحلول عام 2030، نظمت هيئة كهرباء ومياه دبي مؤتمراً للمطورين العالميين الذين تأهلوا للتقدم بطلباتهم لتنفيذ المرحلة الثانية من مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية بطاقة 100 ميغاواط وفق نظام المنتج المستقل، ويعد مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية أحد أكبر مشاريع الطاقة المتجددة في المنطقة باستثمارات تصل إلى 12 مليار درهم، وستصل قدرته الإنتاجية إلى 1000 ميغاواط عند اكتمال جميع مراحلها، وكانت المرحلة الأولى من المشروع قد افتتحت سابقاً وبطاقة إنتاجية بلغت 13 ميغاواط، وتم ربطها بشبكة هيئة كهرباء ومياه دبي التي تغطي جميع مناطق الإمارة.

وفي البحرين، تم تدشين مشروع البحرين التجريبي للطاقة الشمسية عبر تركيب أكبر محطة للطاقة الشمسية الذكية في الشرق الأوسط والتي تؤول ملكيتها لشركة نفط البحرين، وهو مشروع بطاقة 5 ميغاواط ومن المخطط أن يولد 8000 ميغاواط ساعة من الكهرباء، وبلغت تكلفة المشروع 25 مليون دولار.

وفي الأردن وقعت وزارة الطاقة والثروة المعدنية على 12 اتفاقية لشراء الطاقة الكهربائية مع عدد من الشركات الاستثمارية لمشاريع الخلايا الشمسية لتوليد الكهرباء، وذلك ضمن المرحلة الأولى للعروض المباشرة لمشاريع الطاقة المتجددة بإستطاعات مختلفة بلغ مجموعها 200 ميغاواط ساعة، تقع المشاريع المذكورة في أربع مناطق وتوزع كالتالي:

- شركة شمس معان ومشروعها في منطقة معان التتموية بإستطاعة 20 ميغاواط؛
- الشركة الأولى لاستثمارات الطاقة النظيفة، ومشروعها في منطقة معان بإستطاعة 22 ميغاواط؛
- شركة شمسننا للطاقة، ومشروعها في منطقة العقبة بإستطاعة 10 ميغاواط؛
- شركة سكاتك سولار الأردن ومشروعها في منطقة معان بإستطاعة 10 ميغاواط؛
- شركة صقر معان للطاقة الشمسية ومشروعها في منطقة معان التتموية بإستطاعة 20 ميغاواط؛
- شركة أنوار الأرض لتوليد الطاقة الشمسية ومشروعها في منطقة معان بإستطاعة 20 ميغاواط؛
- شركة الزنبق لتوليد الطاقة ومشروعها في منطقة معان التتموية بإستطاعة 10 ميغاواط؛
- شركة أرض الأمل لتوليد الطاقة الكهربائية ومشروعها في منطقة معان بإستطاعة 10 ميغاواط؛

¹ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو، تقرير الأمين العام الحادي والأربعون، مرجع سبق ذكره، ص ص 169-171.

- شركة جوردان سولارون الأردن ومشروعها في منطقة المفرق باستطاعة 20 ميغاواط؛
- شركة صن أدسون ومشروعها في منطقة معان التتموية باستطاعة 20 ميغاواط؛
- شركة الورد الجوري لتوليد الطاقة ومشروعها في منطقة معان التتموية باستطاعة 10 ميغاواط؛

يبلغ حجم الاستثمار لهذه المشاريع حوالي 560 مليون دولار لتنتج حوالي 470 جيغاواط سنويا.

كما أوضح تقرير الأمين العام الثاني والأربعون الصادر عن منظمة الأقطار العربية أهم التطورات والمشاريع التي شهدتها الطاقة الشمسية في المنطقة العربية لسنة 2015 كما يلي:¹

في السعودية وقعت الهيئة الملكية للجبيل ومدينة الملك عبد الله للطاقة الذرية والمتجددة في السعودية شهر أكتوبر 2015 على اتفاقية تعاون مشترك بينهما لدراسة جدوى إنشاء وتشغيل محطة طاقة شمسية في مدينة ينبع الصناعية بسعة 50 ميغاواط.

وفي قطر تم التعاقد مع شركة Saft الفرنسية لتوليد 40 ألف بطارية شمسية متطورة سيتم تركيبها على 755 نظام تحكم صناعي برؤوس الآبار في حقل "دخان" وتبلغ قيمة العقد نحو 10 مليون دولار.

وفي مصر وقعت وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة على عدد من الاتفاقيات خلال المؤتمر الاقتصادي الذي عقد في شرم الشيخ في مارس 2015، ومن بينها عدة مذكرات تفاهم مع تحالف شركتي ACWA Power السعودية و "مصدر" الإماراتية لبناء محطات شمسية في عدة مواقع ضمن البلاد، بقدرة إجمالية تبلغ 1500 ميغاوات إضافة إلى محطة رياح باستطاعة 500 ميغاواط وبتكلفة تقارب 24 مليار دولار، ونذكر أن خطة التوسع في محطات التوليد الكهربائية في مصر بين عامي 2014 و2015 تضمنت مشاريع جديدة، كما تضمنت خطة التوسع بين عامي 2015 و2016 مشاريع لتوليد 1100 ميغاواط، 120 ميغاواط منها باستخدام الطاقة الشمسية منها 20 ميغاواط باستخدام الخلايا الضوئية و100 ميغاواط باستخدام الطاقة الحرارية الشمسية أما خطة التوسع بين عامي 2016 و2017 فتضمنت مشاريع لتوليد 540 ميغاواط باستخدام طاقة الرياح و20 ميغاواط باستخدام الخلايا الضوئية.

¹ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو، تقرير الأمين العام الثاني والأربعون، مرجع سبق ذكره، ص 137.

الفرع الثالث: تجارب دولية ناجحة.

أولاً: التجربة الألمانية.

تمطر السماء في ألمانيا على مدار العام، وتحجب السحب السماء نحو ثلثي ساعات النهار، غير أن ألمانيا استطاعت أن تصبح أكبر مولد للطاقة الكهربائية من ضوء الشمس في العالم، فقد بزغ في ألمانيا قطاع صناعي جديد واعد للمستقبل هو قطاع الصناعة تقنيات الطاقة الشمسية، وأيضاً بفضل قانون مصادر الطاقة المتجددة (EEG) يحقق هذا القطاع معدلات نمو هائلة منذ بضع سنوات، وقد تزايد حجم أعمال التقنيات الشمسية الألمانية خلال سنوات قليلة من حوالي 450 مليون يورو إلى ما يقارب من 4,9 مليار يورو، ووصل عدد العاملين بشكل مباشر أو غير مباشر في هذا القطاع إلى ما يزيد عن 50000 إنسان، ويزداد باستمرار عدد الأسر الألمانية التي تسعى إلى تأمين حاجتها من الطاقة عن طريق مجمعات شمسية وخلايا الطاقة الضوئية، هذا ما تؤكد دراسة أعدت مؤخراً حول استهلاك المنازل الخاصة للطاقة، قام بإعدادها معهد الراين وفيستاليا لأبحاث الاقتصاد RWI في مدينة إسبن ومعهد استطلاعات الرأي، بتكليف من وزارة الاقتصاد الألمانية، ففي سنة 2006 كان هناك في ألمانيا 800000 مجمع شمسي مركب وجاهز، ويتم في هذه المجمعات تسخين الماء وتأمين التدفئة المطلوبة لحوالي 5% من المنازل الألمانية المسكونة.¹

وقد تم تثبيت في ألمانيا وحدها ما يصل إلى 3800 ميغاواط من طاقة الخلايا الشمسية في عام 2009 مقابل 1650 ميغاواط في عام 2008، ولقد شهدت الصناعة الألمانية التي تتمتع بالتقنيات الحديثة نمواً متوازماً مع التطور التقني السريع لتوليد الطاقة.²

ثم احتلت ألمانيا المرتبة الأولى حيث بلغ إجمالي الطاقة الفولتوضوئية المركبة فيها عام 2012 أكثر من 32,6 جيجاواط بزيادة تعادل 30% من عام 2011.³

¹ محمد طالبي ومحمد ساحل، أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة، عرض تجربة ألمانيا-مجلة الباحث، العدد 06، 2008، ص ص 206، 207.

² الوكالة الألمانية للطاقة، الطاقة المتجددة "تقنيات الطاقة المتجددة قصة نجاح ألمانية"، الوزارة الاتحادية للاقتصاد والتكنولوجيا، 2010، ص 09.

³ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام الأربعون، مرجع سبق ذكره، ص 167.

كما تربعت ألمانيا على قمة الدول المنتجة للطاقة الشمسية منذ عام 2005 لأكثر من 7 سنوات برصيد وصل إلى 36 جيجاواط في فيفري 2014، لتصل نسبة مساهمة الطاقة الشمسية في ذلك العام إلى 6% من إجمالي إنتاج الكهرباء في الشبكة الكهربائية على الرغم من انتهاء فترة الازدهار في عام 2012 وانخفاض السوق الوطني للطاقة الشمسية في ألمانيا نتيجة التعديلات في قانون الطاقة المتجددة (EEG) الذي ينص على أن تخفيض تسعيرة وحدة الطاقة، و وضع قيود على المنشآت لكي لا تزيد سعتها من 10 ميغاواط، ويضمن التعديل الجديد لقانون (EEG) المساعدات المالية الكلية، كما حدد حجم الزيادة السنوية لتتراوح ما بين 2,5-3,5 جيجاواط، كما نص على أن تكون نسبة مشاركة الطاقة المتجددة تتراوح ما بين 40-45% في الشبكة الكهربائية بحلول 2025، ومن 55-60% بحلول عام 2035، وتوجد العديد من محطات الطاقة الشمسية كبيرة الحجم في ألمانيا مثل: سين فتينيرج سولار بارك، فينشيرو الذي سولاربارك، محطة ليبروز للطاقة الشمسية (هي محطة تستغل تأثير الضوء الجهدى لتحويل الطاقة الشمسية إلى تيار كهربائي مباشر تبلغ قدرة المحطة 53 ميغاواط، وتمتد 15000 منزل بالتيار الكهربائي ولا تنتج غازات ضارة بالبيئة. بنيت المحطة عام 2009 وتكلفت 238 مليون دولار أمريكي)، محطة ستراسكيرشن الشمسية (هي محطة لإنتاج الكهرباء عن طريق الطاقة الشمسية وذلك باستخدام الألواح الكهروضوئية، تبلغ قدرة المحطة 54 ميغاواط وهي بالقرب من مدينة ستراسكيرشن بألمانيا، وبالنسبة إلى توليد الطاقة الكهربائية في ألمانيا بواسطة الطاقة الشمسية فيتكون معظمها من وحدات صغيرة مبنية على البيوت وتقوم بإمدادها بجزء من الطاقة الكهربائية، أما المحطات الكبيرة مثل محطة ستراسكيرشن وغيرها فهي تمثل بين 10-15% من الطاقة المولدة من الطاقة الشمسية. أما الـ85% من الطاقة المنتجة بواسطة الكهروضوئيات فهي مشيدة على أسطح البيوت)، ومحطة فالدبولينتز للطاقة الشمسية (أنشئت شرق مدينة لايبيرغ، وتقدر قدرة المحطة 40 ميغاواط) وهي تعمل بترانق مبتكرة جديدة وبدأت إنتاج الكهرباء عام 2008، ومحطة كيوتي نسولار بارك.¹

ومن المتوقع أن يصل الإنتاج إلى 90 جيجاواط في عام 2050.²

¹ ويكيبيديا الموسوعة الحرة، الطاقة الشمسية حسب البلد، من الموقع الإلكتروني:

https://ar.wikipedia.org/wiki/الطاقة_الشمسية_حسب_البلد 2016/03/18

² إزابيل فيرنفيلز، كرستين فيستفال، الطاقة الشمسية القادمة من الصحراء، المعهد الألماني للسياسة الدولية والأمن برلين، توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية، السلسلة 3، برلين 2010، ص 51.

وأطلقت ألمانيا مبادرة التحول في مجال الطاقة والتي حددت هدفا على المدى الطويل وهو الوصول إلى حصة طموحة للطاقة المتجددة تبلغ 60% من الاستهلاك النهائي للطاقة بحلول عام 2050، وتعتمد البلاد تحقيق هذا الهدف من خلال نشر الطاقة المتجددة بقوة في قطاعي الكهرباء وشبكات التدفئة المركزية، بما في ذلك الاستخدامات المستحدثة للمضخات الحرارية وتلك العاملة بالطاقة الشمسية الحرارية لتوليد الحرارة لشبكات التدفئة.¹

ثانيا: التجربة الصينية.

تدعم الصين الطاقات المتجددة بسياسات ولوائح طموحة من خلال اعتماد قانون الطاقات المتجددة في عام 2005 (والمعدل عام 2009) الذي يعد إطار شامل لتنظيم الطاقات المتجددة في الصين،² ووصف الخبراء هذا القانون الذي أقره البرلمان الصيني بأنه "قانون مستقطب للاستثمار المحلي والأجنبي في مجال الطاقات النظيفة"، فقد أدرك الصينيون في وقت مبكر أن تعجيل الانتقال إلى استخدام موارد الطاقة المتجددة سينتج عنه فوائد كبرى اقتصاديا واجتماعيا وبيئيا، وقد أيقن الصينيون أن هذا التحول ضروري ولا مفر منه، ليس بسبب اضمحلال موارد الطاقة التقليدية، ولكن بسبب الارتفاع النسبي المتواصل للتكاليف والمخاطر المرتبطة باستخدامه.³

كما بذلت الصين جهدا واعيا لتسريع تركيب الطاقة الكهروضوئية الشمسية من خلال معالجة الحواجز المالية والتنظيمية التي أعاقت عملية نشرها، وكننتيجة لهذا السعي والمخططات ارتفعت القدرة المركبة للطاقة الشمسية الكهروضوئية من 140 ميغاواط سنة 2008 إلى 6500 ميغاواط سنة 2012.⁴ وتتصدر الصين قائمة الدول الأكثر إنتاجا للطاقة الشمسية لأكثر من عام. ففي عام 2007 كان إنتاج الصين من الطاقة الشمسية حوالي 1700 ميغاواط، أي ما يقرب من نصف الإنتاج العالمي البالغ حينها

¹ الوكالة الدولي للطاقة المتجددة، خارطة طريق الطاقة المتجددة (REmap 2030)، ملخص النتائج، 2014، ص 50.

² Jenny CHU, China's Fast Track To A Renewable Future, RE100 China Analysis, China, 2015, P02.

³ محمد مصطفى الخياط، الصين وخيار الطاقة البديلة... أزمة البحث عن مخرج، مجلة السياسة الدولية، العدد 173، مجلد 43، 2008، ص 03.

⁴ Nagalakshmi Puttaswamy and Mohd Sah Ali , How did China Become the Largest Solar PV Manufacturing Country ? CSTEP, Note 2015- 02 India, 2015, P05.

3800 ميغاواط، مع العلم أن 99% من الإنتاج المحلي لها تم تصديره، وفي الفترة ما بين 2009 و 2011 وصل الإنتاج لأربعة أضعاف قيمته الأصلية.¹

على الرغم من أن الصين هي أكبر منتج في العالم للخلايا الكهروضوئية والألواح الشمسية، إلا أن الطاقة الشمسية سواء كانت الطاقة الكهروضوئية أو الطاقة الحرارية الشمسية المركزة، كتكنولوجيا طاقة منتشرة داخل الصين لا تزال في مهدها، ففي عام 2010 نشرت الصين 893 ميغاواط (منها 238 ميغاواط متصلة بالشبكة، وتوزع الباقي خارج الشبكة)، مما يوفر الطاقة في المناطق النائية التي لا تتوفر فيها إمكانية الوصول إلى الكهرباء وهو ما يمثل 2% من مجموع الطاقة المركبة في الصين، وبما أن مساحة الرقعة الجغرافية للصين واسعة فهي تمنحها موارد شمسية كبيرة، حيث أن ما يقرب من 60% من مساحة اليابسة تتمتع بأكثر من 2200 ساعة من أشعة الشمس سنويا.²

وبنهاية عام 2013 بلغ إجمالي الطاقة المركبة الكهروضوئية 4 جيغاواط.³

وفي عام 2015، أضافت الصين ما يقرب من 15,2 جيغاواط كقيمة مضافة عن 2014 لتصل إلى 44 جيغاواط لتتجاوز بذلك ألمانيا وتصبح البلد الأعلى قيمة بالطاقة التراكمية الشمسية الكهروضوئية، ومن أهم المقاطعات بالصين نجد شينجيانغ (بـ 2,1 جيغاواط)، منغوليا الداخلية (1,9 جيغاواط)، جيانغسو (1,7 جيغاواط).⁴

وفيما يخص الطاقة الشمسية الحرارية فالصين تصدر بلاد العالم حيث تنتج ما يزيد عن 80% من الناتج العالمي والذي قدر بـ 20 جيغاواط سنة 2009.⁵

¹ ويكيبيديا الموسوعة الحرة، الطاقة الشمسية حسب البلد، من الموقع الالكتروني:

² الطاقة الشمسية حسب البلد https://ar.wikipedia.org/wiki/الطاقة_الشمسية_حسب_البلد (2016/04/01)

³ Mark Fulton, Scaling Wind and Solar Power in China : Building the Grid to Meet Targest, Deutsche Bank Group, DB Climat Change Adrisors China, 2012, P14.

⁴ IRENA (2014), Renewable Energy Prospects China , REmap 2030 Analysis, IRENA, ABY DHABI, 2014, P40.

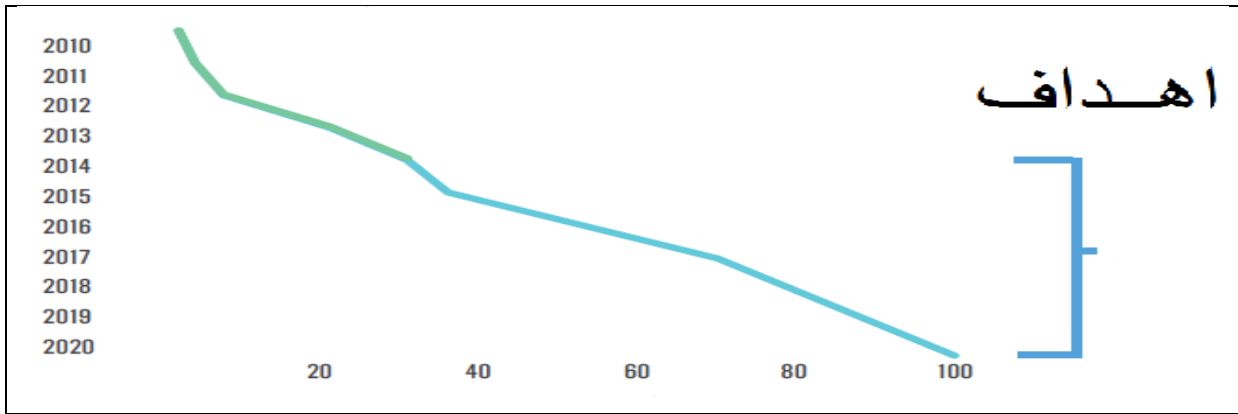
⁵ Renewables Global Status Report 2016, Renewable Energy Policy Net Work for the 21st Century, OP CIT, P60.

⁵ وكاع فرمان، الطاقة الشمسية دعوة لاستغلالها قبل فوات الأوان، مجلة فيلادلفيا الثقافية، العدد السادس، الأردن، 2010، ص 02.

وتهدف الصين إلى أن يصل إنتاجها من الطاقة الشمسية الحرارية المركزة إلى 5-10 جيجاواط بحلول عام 2020.¹

واجتازت الصين حقا تحديا كبيرا في حقل الطاقة النظيفة رغم الانتقادات الكثيرة التي طالت هذا الإنجاز، لتصبح فعليا المنتج الأكبر للطاقة الشمسية في العالم، وبناء على المعطيات التي نشرتها إدارة الطاقة الوطنية NEA في الصين، فإن البلاد قد أنتجت في 2016 ضعف ما أنتجته في العام الذي سبقه، باستطاعة وصلت حتى 77,42 جيجاواط حتى نهاية العام، وتهدف الصين إلى أن تبلغ 110 جيجاواط بحلول عام 2020.² وهذا كما يوضحه في الشكل الموالي.

الشكل رقم (24): تقديرات الطاقة الشمسية بالصين من سنة 2010-2020 (الوحدة هي الجيجاواط).



source : Jenny chu, OP CIT, P01.

ثالثا: التجربة المغربية.

دشن المغرب في 04 فيفري 2016 المرحلة الأولى من أكبر محطة للطاقة الشمسية المركزة في العالم التي ستنجح عند دخولها حيز التشغيل الكامل ما يكفي من الطاقة لسد احتياجات أكثر من مليون أسرة مغربية.

ومن المتوقع أن ينتج مجمع نور-ورزازات، أكثر من 500 ميغاواط من الطاقة المركبة، وسيوفر الكهرباء في نهاية المطاف لما يبلغ 1,1 مليون مغربي بحلول عام 2018، ومن المتوقع أن تقلص

¹ Renewables Global Status Report 2016, OP CIT, P68.

² الصين تتصدر دول العالم بإنتاج الطاقة الشمسية: متوفر بالموقع: 19/02/2017

<https://www.alvexo.ae/blog/news/china-is-the-largest-producer-of-solar-energy>

المحطة اعتماد البلاد على النفط بنحو 2,5 مليون طن في الوقت الذي ستخضع فيه من الانبعاثات الكربونية بنحو 760 ألف طن في العام.

وتعليقا على ذلك، قالت ماري فرانسوا ماري نيلي، مديرة إدارة المغرب العربي بالبنك الدولي "مع هذه الخطوة الجريئة نحو طاقة نظيفة للمستقبل، يتصدر المغرب مسيرة التنمية الأكثر صداقة للبيئة ويطلق تكنولوجيا شمسية متقدمة. وسيكون عائدا هذا الاستثمار كبيرا على المغرب وشعبه من خلال تعزيز أمن الطاقة، وخلق بيئة أكثر نظافة، وتشجيع صناعات جديدة وتوفير فرص عمل".

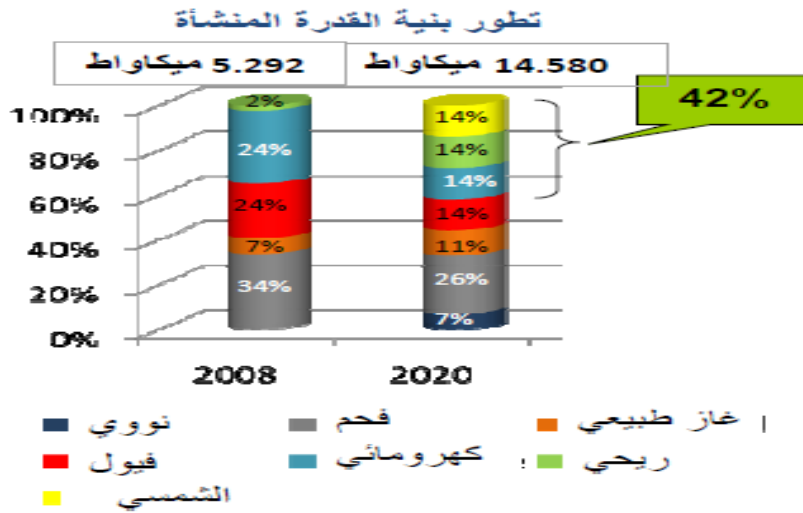
وتعد الطاقة الشمسية المركزة تكنولوجيا واعدة تتوقع الوكالة الدولية للطاقة أن تكون مصدرا لما يصل إلى 11% من الكهرباء المولدة في العالم بحلول عام 2050. ويصدق هذا خاصة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، وهي منطقة تتسم بوفرة الموارد الشمسية وبالآمال الكبيرة في المساعدة على تلبية احتياجات الاتحاد الأوروبي من الطاقة.

ورغم ما تتطوي عليه الطاقة الشمسية المركزة من إمكانيات، فإن الارتفاع النسبي لتكلفة التكنولوجيا المستخدمة بالمقارنة بالبدائل من الوقود الأحفوري يثني المؤسسات عن الاستثمار فيها، وقد كان التمويل الميسر والحكومي عنصرا أساسيا في إخراج هذا المشروع إلى النور، وتمكنت الوكالة المغربية للطاقة الشمسية، وهي الهيئة الحكومية المعنية بتحقيق طموحات البلاد في مجال الطاقة الشمسية، من تأمين أكثر من ثلاثة مليارات دولار كان يحتاجها مجمع نور-ورزازات من البنك الإفريقي للتنمية وصندوق الاستثمار في الأنشطة المناخية، ومؤسسات التمويل الأوروبية والبنك الدولي، ومن جانبها، قالت مفالدا دوارتي، رئيسة صندوق الاستثمار في الأنشطة المناخية، "يظهر هذا التدشين أن التمويل الميسر وطويل الأجل المقدم من صندوق الاستثمار في الأنشطة المناخية يمكن أن يكون بمثابة الشرارة التي تجذب استثمارات القطاعين العام والخاص المطلوبة لبناء منشآت ضخمة للطاقة الشمسية المركزة بتكلفة مغرية للبلدان المهتمة بتطوير الطاقة الشمسية"، وتؤكد المشاريع الرائدة في القارة الإفريقية، مثل محطة نور للطاقة الشمسية، على أداء الطاقة الشمسية المركزة، وعلاوة على المنافع البيئية، فإن المحطة ستخلق وظائف محلية جديدة، ويمكن أن ترتقي بأداء القطاع الاقتصادي للطاقة المستدامة في المغرب.¹

¹أمينة حواس وآخرون، افتتاح أكبر محطة للطاقة الشمسية المركزة في العالم بالمغرب، مجموعة البنك الدولي، صندوق الاستثمار في الأنشطة المناخية، البنك الإفريقي للتنمية، 2016، ص ص 1، 2.

كما يعتبر المخطط الشمسي المغربي الذي تم عرضه أواخر 2009 مشروعاً ضخماً بتكلفة تقدر بـ 9 مليار دولار بطاقة إنتاج تقدر بـ 2000 ميغاواط سنة 2020 وهو ما يمثل 10/1 من المخطط الشمسي للمتوسط. ويتوزع المشروع على خمس مواقع سيقع إنجازها إلى حدود سنة 2020 في ورزازات (500 ميغاواط) والعيون وبوجدور (الصحراء الغربية) وطرفاية (جنوب أقاليم) وعين بني مطهر (شرق فاس بالوسط) وسيتمد كامل المشروع على مساحة 10000 هكتار. وتم إحداث مؤسسة خاصة بإدارة هذا المشروع وهي "الوكالة المغربية للطاقة الشمسية".¹

الشكل رقم (25): رهانات ومستقبل الطاقات المتجددة بالمغرب من 2008 إلى 2020.



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على: المشروع المغربي للطاقة الشمسية، مشروع مندمج ومتكامل، المملكة المغربية، 2009، ص 11.

والشكل أعلاه يبين رهانات ومستقبل الطاقة الشمسية ومجمل الطاقات ككل بالمغرب لسنة 2008-2020 حيث تصل حصة الطاقات المتجددة إلى 42% من حظيرة الإنتاج ككل.

ويهدف المخطط الشمسي 2020 إلى تلبية 14% من الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية. ويتم تفادي حجم الانبعاثات بـ 3,7 م ط من ثاني أكسيد الكربون في السنة وتشغل أول محطة سنة 2015.²

¹ حمزة حموشان وميكامينيو، الثورة القادمة في شمال إفريقيا: الكفاح من أجل العدالة المناخية، ترجمة عباب مراد، تم النشر بواسطة: مؤسسة روزا لوكسمبورغ، بلاطفورم لندن، وعدالة شمال إفريقيا، 2015، ص ص 93، 94.

² الأمم المتحدة، اللجنة الاقتصادية لإفريقيا، مكتب شمال إفريقيا، الاقتصاد الأخضر في المغرب "هدف استراتيجي يستدعي تحفيز الشراكات وتحسين اتساق السياسات والمبادرات"، ص 10.

ويصنف المؤشر العربي لطاقة المستقبل لعام 2015 فيما يتعلق بالطاقات المتجددة المغرب في المرتبة الأولى من بين 17 عضوا عربيا في المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، تليه مصر (المرتبة الرابعة)، فتونس (المرتبة السادسة)، ثم الجزائر (المرتبة السابعة)، ولدى مصر في الوقت الحالي أكبر إمكانية من حيث توصيلات الطاقات المتجددة، ولكن الأزمة الحالية قد تؤخر المشاريع المنتظر استكمالها في هذا المجال.¹

المبحث الثالث: الإمكانيات العالمية لتصدير الطاقة الشمسية

إن ما استطاعت أن تصل إليه تقنيات الطاقة الشمسية من مواصفات جديدة، وحلول ذكية ساهم في انتعاش تجارتها، ورسم معالم واضحة لسوق ناجح تستثمر فيه مبالغ ضخمة لشركات عالمية، مما سيجعل صناعة الطاقة الشمسية سواء الكهروضوئية منها أو المركبات الشمسية الحرارية منافسا للنظير في توليد الكهرباء. وهذا يفتح بدوره آفاق واسعة لتصدير هذه الطاقة النظيفة، إذ يعتبر هذا الأخير مسعى ومطلب الكثير من الجهات المنادية والمدافعة عن الطاقة الشمسية، وما انفكت الطاقة الشمسية تذلل وتتخلص تدريجيا من عيوبها، إلا أن التحديات لا تزال تواجه مشروع تصديرها واتساع استغلالها. غير أن التوجه العام والمستقبل المبشر للطاقة الشمسية يظهر إمكانيات جيدة لنجاح تصديرها.

المطلب الأول: أسواق تصدير تكنولوجيات الطاقة الشمسية.

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

الفرع الأول: تصدير تقنيات الطاقة الشمسية الكهروضوئية.

شهدت صناعة الطاقة الشمسية الكهروضوئية انتعاشا في عام 2015، بسبب استمرار ظهور أسواق جديدة عالمية قوية الطلب، وفيما يخص الدول الأوروبية فقد كانت سنة 2015 مليئة بالتحديات حيث انكشفت الأسواق في معظم البلدان.

¹ الأمم المتحدة، اللجنة الاقتصادية لإفريقيا، الصناعة والاقتصاد الأخضر في إفريقيا الشمالية "التحديات والممارسات والعبر المستخلصة"، اثيوبيا، 2016، ص 13.

كما استمرت أسعار الألواح الشمسية الكهروضوئية بالانخفاض ولكن بسرعة أقل مما كانت عليه خلال الفترة 2008-2012، إذ انخفضت وحدات السيليكون بنحو 8% مقارنة بعام 2014 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 عام 2015 وقدرت حصة وحدات الخلايا البلورية الأحادية بحوالي 25% من الخلايا متعددة البلورات خلال العام.

وقد هيمنت الصين على الشحنات العالمية منذ عام 2009 وبحلول عام 2015 شكلت آسيا 87% من الإنتاج العالمي من الوحدات، علما أن الصين وحدها تنتج حوالي ثلثي المجموع العالمي، واستمرت حصة أوروبا في الانخفاض إلى حوالي 6% عام 2015 وبقيت حصة الولايات المتحدة في 2%¹.

أدخلت الصين سياسات مختلفة تهدف إلى زيادة قدراتها على توليد الطاقة المتجددة وإنشاء قاعدة صناعية لإنتاج التكنولوجيات النظيفة، وشهدت صناعة الطاقة الشمسية الكهروضوئية تطورا ملحوظا، حيث أصبحت الصين أكبر منتج عالمي بهذه الصناعة في عام 2010 بما يمثل 45% من الإنتاج 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 من 32 مليار دولار في عام 2010، وتعتبر بلدان منظمة التنمية والتعاون الاقتصادي السوق الرئيسية المستوردة بحوالي 80% من الصادرات الصينية عام 2008.²

وبهذا تعد الصين بالفعل أكبر منتج ومصدر لتكنولوجيات الطاقة الشمسية على الصعيد العالمي، إذ لا تزود السوق المحلية فقط ولكن توفر ما يناهز 70% من الخلايا الكهروضوئية العالمية. كما تعتبر الصين أكبر مستهلك في العالم من منتجات الطاقة الشمسية في عام 2013، مع توقع استمرار النمو في المستقبل.³

¹ Renewables Global Status Report 2016, OP CIT, P65.

² Jing Cao and Felix Groba, Chinese Renewable Energy Technology Exports : the Role of Policy, Innovation and Markets, DIW BERLIN German Institute for Economic Research Mohrenstr, Berlin, 2013, P P 05-08.

³ 2016 Top Markets Report Renewable Energy, a Market Assessment Tool for U.S Exporters, U.S Department of Commerce, International Trade Administration, Indus Try and Analysis, April 2016, P36.

ويعتبر 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 منذ 2008 كمصدر للطاقة وكنشاط اقتصادي سواء في الولايات المتحدة الأمريكية أو في جميع أنحاء العالم.¹

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 (الكندية)، "هانو سولار" جمهورية كوريا، "فيرست سولار" و"سناورغروب" الولايات 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 عام 2015 في عدة بلدان (بما في ذلك الجزائر، البرازيل، مصر، إيران، جنوب إفريقيا وتيلندا) بينما أعلن عن التوسع في عدة بلدان أخرى (بما في ذلك الصين، ألمانيا، الهند، اليابان، المملكة العربية السعودية والولايات المتحدة الأمريكية).²

الفرع الثاني: تصدير تقنيات المركبات الشمسية الحرارية.

أقامت العديد من البلدان النامية أولى محطاتها بتقنية مركبات الطاقة الشمسية سنة 2011 لتعمل المصانع في اسبانيا والولايات 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 مركبات الطاقة الشمسية نتيجة الانخفاض السريع لأسعار الخلايا الكهروضوئية.³

وخلال عام 2013 واصلت الأسواق الأمريكية والاسبانية ريادتها على مستوى العالم، مع تحول حثيث نحو أسواق البلدان المشمسمة. فبعيدا عن الأسواق الرائدة تضاعفت القدرات عدة مرات من خلال

¹ 2016 Top Markets Report Renewable Energy, a Market Assessment Tool for U.S Exporters, OP CIT, PP 17, 18.

² Renewables Global Status Report 2016, OP CIT, P66.

³ شبكة سياسة الطاقة المتجددة للقرن الواحد والعشرين "رن 21"، ترجمة محمد مصطفى الخياط، 2012، مرجع سبق ذكره،

مشروعات نفذت في دولة الإمارات العربية المتحدة، الهند والصين، أيضا ارتفعت نسبة النظم الهجينة لتطبيقات المركبات 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 المركبات في عدد من الدول. في هذا السياق، ما زالت التوجهات العالمية تعمل على محورين رئيسيين هما وفرة الحجم، و تحسين تقنيات التصميم و التصنيع أملا 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 بالموصفات 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

أصدرت شركة (أي اتش اس-IHS) الأمريكية تصنيفها مؤخرا، والخاص بأفضل 10 شركات مصنعة ومصدرة للألواح الشمسية في العالم لسنة 2014، وجاءت شركة (ترينا للطاقة الشمسية Tirina solar في المرتبة الأولى بوصفها أهم شركة للألواح الشمسية في عام 2014، 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، إن 6 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 وتحدث هنا عن شركة (فريست سولار) وشركة (سن باور).

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

1. شركة "ترينا للطاقة الشمسية"

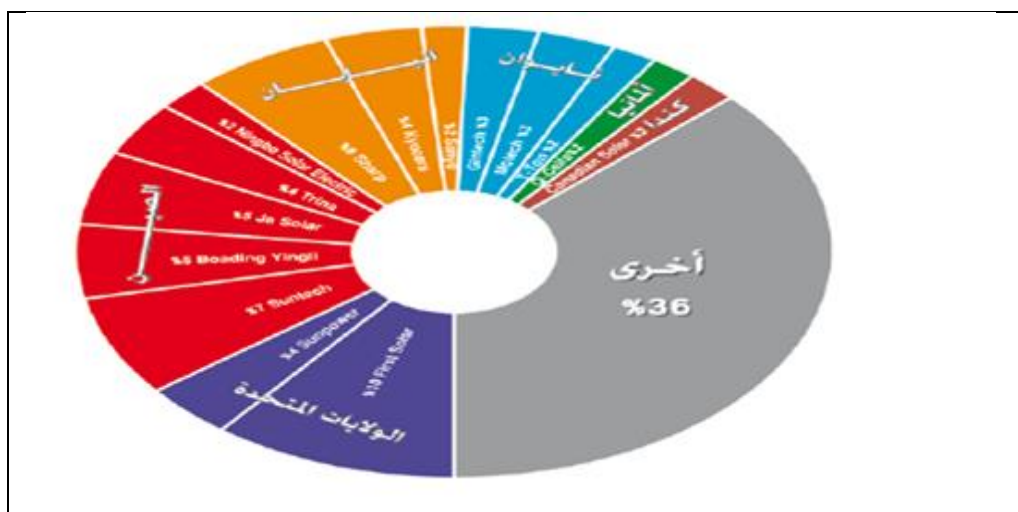
¹ شبكة سياسة الطاقة المتجددة للقرن الواحد والعشرين "رن 21"، ترجمة محمد مصطفى الخياط، تقرير الوضع العامي للطاقة المتجددة 2014، ص 13.

2. شركة "ينغلي غرين انرجي"
3. شركة "الكندية للطاقة الشمسية"
4. شركة "جينكو للطاقة الشمسية-Jinko Solar"
5. شركة "جي ايه سولار-JA Solar"
6. شركة "شارب سولار-Sharp Solar"
7. شركة "رينوسولا-Renesola"
8. شركة "فيرست سولار-First Solar"
9. شركة "هانو سولارون-Hanwha Solar One"
10. شركة "سن باور" وشركة "كيوسيرا-kyoCera"

ولم يطرأ على الشركات الواردة في القائمة أي تغيير خلال السنوات الـ 4 السابقة.¹

والشكل الموالي يمثل أكبر شركات إنتاج الخلايا الشمسية حسب جنسياتها وحصتها من السوق.

الشكل رقم (26): أكبر شركات إنتاج الخلايا الشمسية حسب جنسياتها وحصتها من السوق 2010.



المصدر: مجلة آفاق المستقبل، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، العدد 11، أبو ظبي، دولة الإمارات العربية المتحدة، أغسطس، 2011، ص 16.

¹ Ashia Wang, top 10 manufacturers of solar panels in the world, American university of the middle east (AUM), Egaila, Kuwait, 07, 12, 2015. Available on site: <https://www.forbesmiddleeast.com/أفضل-10-شركات-مصنعة-للالو/>...

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، فإنه 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 الاتصال هذه من إمكانيات التبادل بين الدول.

وتعكس ديناميكيات التجارة على إحصائيات الاستيراد والتصدير في العالم، ولقد تزايدت التجارة العالمية بما يزيد 5 أضعاف على مدار 30 عام الماضية، وبالإضافة إلى ذلك بدأت التجارة والتي غالباً 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، وغالباً ما تكون بلد المنشأ والوجهة هي البلاد المتجاورة.¹

وأى تبادل تجاري مرتبط بهذا الإنتاج لا يعتبر تبادلاً تجارياً لمصادر الطاقة المتجددة بل تبادلاً تجارياً للكهرباء والحرارة.²

ومن بين مصادر توليد الكهرباء نسلط الضوء على كهرباء الطاقات المتجددة وبالتحديد الكهرباء الناتج عن الطاقة الشمسية.

¹ الترجمة العربية لدليل إحصاءات الطاقة 2005، مرجع سبق ذكره، ص 50.

² نفسه، ص 128.

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

الفرع الأول: تصدير كهرباء الطاقة الشمسية وفقا لتطبيقات الطاقة الشمسية الكهروضوئية.

ليست 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 المتوسطة (MSP)، 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 بين 30-40 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 أولا دفع عملية تكوين سوق للكهرباء البينية الخضراء العابرة للحدود وتحديث شبكة الكهرباء الأوروبية، كما تعد الأطر القانونية العامة الراسخة أمر لا غنى عنه عند بناء تجارة كهرباء أورو-متوسطة.²

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 (مصر، العراق، الأردن، ليبيا، لبنان، الضفة الغربية وقطاع غزة، سوريا، تركيا)، فإن التجارة في الكهرباء بين بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا وبلدان البحر المتوسط المجاورة مازالت متواضعة فهناك ثلاثة بلدان فقط (الجزائر والمغرب وتونس) متزامنة مع شبكة الاتحاد الأوروبي.³

ويعد تحويل التيار ونقله وتوزيعه من أكبر التحديات ولا يتعلق الأمر بدعم ومد حلقات التيار حول البحر المتوسط وبناء جسور من التيار فوق البحر المتوسط فحسب بل يتعلق كذلك وبشكل جوهري بدعم

¹ مؤتمر الطاقة العربي العاشر 2014، مرجع سبق ذكره، ص 40.

² إيزابيل فيرنفيلز، كريستين فيستفال، مرجع سبق ذكره، ص ص 5،6.

³ البنك الدولي، تقرير عن التنمية-منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، الصحة السياسية إلى الصحة الاقتصادية في العالم العربي: الطريق إلى التكامل الاقتصادي، ماي 2012، ص 34.

وتحديث الشبكة الأوروبية وشبكة شمال إفريقيا على وجه الخصوص، فلا 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 لأنها 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 من 2000 كلم وتتراوح نسبة خسارة التيار المتولد بين 3 و4% لكل ألف كلم، وهي خسارة قليلة بالمقارنة، كما تستطيع الخطوط الممتدة فوق الأرض نقل 700 كيلوفولط مقارنة بالتكاليف التي من الممكن أن تحدث عند خطوط التيار المتردد، وفي المقابل تقتصر الممرات الأرضية والكابلات الموضوعة تحت الماء على قدرة بين 350 و500 كيلواط، كما أنها مرتبطة بتكاليف أكثر ارتفاعا بشكل أساسي، فكلما كانت مسافة النقل أكثر طولا كلما انخفضت التكاليف لأن 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 الإسكندنافية ومنطقة الألب.¹

وبهذا فإن فكرة استيراد التيار الكهربائي من الصحراء تحظى بهذه الطريقة بدراسة تنظيمية ومؤسسية 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 (موقف الفوز لكلا الطرفين): 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، فضلا عن فرصة هذه الدول في التحول من دول مستوردة للطاقة

¹ إزابيل فيرنغيلز، كرستين فيستيفال، مرجع سبق ذكره، ص : 21-25.

إلى دول مصدرة لها، أما بالنسبة لدول مثل الجزائر وليبيا فهي تمارس ضغط أقل على المدى القصير من أجل استنقاء 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 لأسعار 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.¹

ومن بين أهم الأمثلة أيضا نجد السعودية عملاق الطاقة الخضراء النائم إذ تتطلع السعودية إلى تصدير الطاقة الشمسية إلى أوروبا لقربها والتحول إلى الطاقة الشمسية ضروري خصوصا بعد إعلان السعودية وضع خطط لإنفاق 109 مليار دولار على الطاقة الشمسية وعلى بناء مدينة خضراء وقد توقعت إيرينا الوكالة الدولية للطاقة المتجددة تحقيق عوائد بقيمة 200 مليار دولار في دول الخليج بحلول عام 2030.² وقد قررت السعودية عام 2009 جعل الطاقة المتجددة عنصرا رئيسيا من موارد الطاقة وتصدير الطاقة الشمسية بحجم تصدير النفط نفسه، وذلك خلال 10 سنوات من ذلك الإعلان.³

أما تونس فتهمم بالاستثمار لأجل 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.⁴

وفيما يلي نورد خارطة تستشرف مستقبل نقل الكهرباء عبر شبكات بين القارات

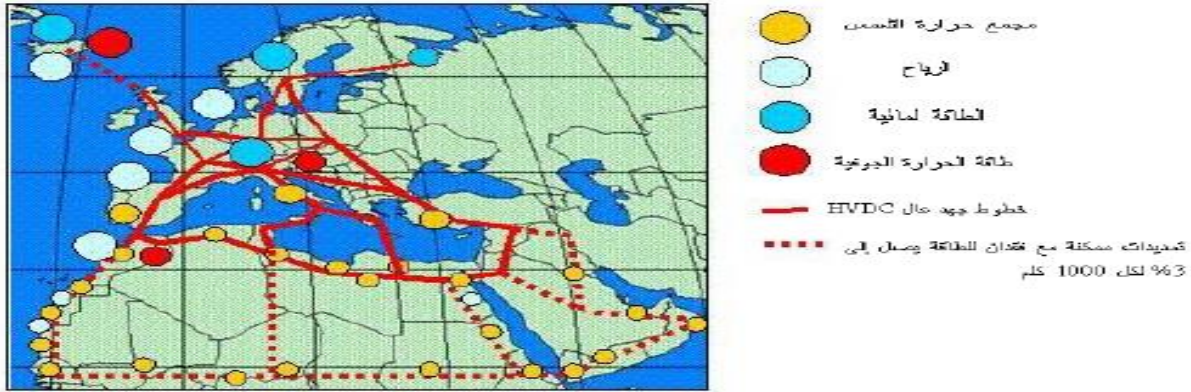
¹ إيزابيل فيرنفيليز، كريستين فيستال، مرجع سبق ذكره، ص ص 9-14.

² عبد الحفيظ عبد الرحيم محبوب، ملامح وآفاق مستقبل الاقتصاد السعودي "إعادة بناء اقتصادي"، دار النشر أي كتب الالكترونية، لندن، بريطانيا، 2013، ص 233.

³ باتر محمد علي وردم، الطاقة المتجددة في العالم العربي، مجلة آفاق المستقبل، العدد 11، أغسطس 2011، ص 35.

⁴ نورة العروسي، نحو إصدار إطار قانوني واضح يسمح للمستثمرين الخواص بالإنتاج في مجال الطاقات المتجددة، الطاقة، نشرة خاصة بوزارة الصناعة، العدد 85، الجمهورية التونسية، جوان 2013، ص 13.

الشكل رقم (27): خارطة تستشرف مستقبل نقل الكهرباء بين القارات.



المصدر: وهيب عيسى الناصر، حنان مبارك البوسلابة، 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، ص 63.

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

الفرع الثاني: تصدير كهرباء الطاقة الشمسية وفقا لتطبيقات الطاقة الشمسية الحرارية المركزة.

أشار تقرير غرين بيس في 07 أكتوبر 2005 بعنوان "الطاقة الحرارية الشمسية المركزة" إلى أن الطاقة الشمسية كفيلة بتأمين الكهرباء النظيفة في غضون عقدين لأكثر من 100 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.¹

وتصدير نواتج الطاقة الشمسية وفقا لتطبيقات الطاقة الشمسية الحرارية المركزة ذو فعالية لتمييزه عن غيره من أشكال تصدير نواتج الطاقة الشمسية بخصائص سمحت له بتخطي بعض العوائق التي تعرقل تصدير الطاقة الشمسية.

¹ مؤتمر الطاقة العربي العاشر 2014، مرجع سبق ذكره، ص 41.

بالإضافة إلى القدرات الإنتاجية الهائلة فإن التقنية الجديدة التي تقدمها الطاقة الشمسية المركزة في مقابل الألواح الضوئية أو طاقة الرياح تتميز بميزة أخرى هامة، ألا وهي تحويل الطاقة الإشعاعية إلى حرارية لاستدامة دورة البخار بالتربينات والمولدات ومن الممكن أيضا تخزين الحرارة بحيث تنتج التيار ليلا 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.¹

وكتب الكثير عن الإمكانيات الضخمة التي تتمتع بها منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا في توليد الطاقة الشمسية حيث لا تقتصر 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.

ومنذ عام 2012 فقط، تبذل الكثير من الجهود لتبني إطار عمل يسمح باستيراد الطاقة المتجددة من المغرب إلى ألمانيا مرورا بفرنسا وإسبانيا، بيد أن تجارة الكهرباء بين البلدان عادة ما تصبح حقيقة عندما تعود بالنفع على الجميع، ولتجارة الكهرباء ميزة إضافية تتمثل في زيادة تعميق العلاقات السياسية. وإدراكا 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 يعادل 10% على الأقل من قدرة كل بلد على توليد الطاقة، وفي هذا الصدد، بات تعزيز الربط بأسواق

¹ إزابيل فير نغيلز، كيرستن فيستفال، مرجع سبق ذكره، ص 13.

الطاقة المنعزلة مثل اسبانيا وايطاليا والمملكة المتحدة، ركيزة أساسية في خطة التحفيز التي أعلن عنها رئيس المفوضية الأوروبية جون كلود جنكر عام 2014. وبدعم قوي من الاتحاد الأوروبي، وافقت اسبانيا وفرنسا على إنشاء خط جديد لنقل الكهرباء عبر جبال البيرانيس، وفي عام 2015، اكتمل المشروع الذي يمتد لمسافة 64,5 كلم ويتكلف 700 مليون يورو، مما ضاعف قدرة الطاقة المنقولة بين البلدين إلى 2800 ميغاواط، ومع ذلك، فإن هذا المشروع يصل بقدرة اسبانيا من الكهرباء المنقولة إلى 6% فقط من قدرتها على توليد الطاقة، لتبقى أقل من 10% المستهدفة.

وفي مارس من عام 2015، أصدرت اسبانيا والاتحاد الأوروبي إعلان مدريد الذي تعهدا فيه بزيادة الطاقة المنقولة بين اسبانيا وفرنسا إلى 8 آلاف ميغاواط، وسيرفع كابل بحري ثاني مزعم عبر مضيق بيسكاي (غرب البيرانيس) من قدرة الربط بين فرنسا واسبانيا إلى خمسة آلاف ميغاواط، لكن ليس من المتوقع أن يبدأ هذا الخط العمل قبل عام 2020، وهناك مشروعان آخران (يمران عبر إقليم الباسك) من المقرر أن يضيفا ثلاثة آلاف ميغاواط من القدرة المنقولة من الكهرباء، إلا أنه لم يتضح بعد متى سيبدأ العمل، وقد تعهد الاتحاد الأوروبي بتقديم دعم كبير للمشاريع الثلاثة.

ومع تبني الاتحاد الأوروبي للمستويات المستهدفة الصارمة لتغير المناخ لعام 2030، فهناك فرصة لإعادة النظر في منطوية 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 عام 2030، 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 قدرتها 1400 ميغاواط مع اسبانيا، فضلا عن برامج ناجحة لإنتاج الطاقة من الشمس والرياح من المقرر أن تضيف 4 آلاف ميغاواط على الأقل من

الطاقة المولدة منهما خلال السنوات الخمس القادمة، وفي هذا الصدد، فإن استيراد الكهرباء النظيفة من المغرب يعتبر مجدياً من الناحية الاقتصادية دون ضخ استثمارات كبيرة في البنية التحتية لنقل الكهرباء.¹

الفرع الثالث: تصدير نواتج الطاقة الشمسية وفقاً لتطبيقات الطاقة الشمسية الكيميائية (إنتاج

الهيدروجين)

بما أن الدول الصناعية هي أكثر الدول قلقاً على مخزون الوقود الأحفوري وأكثر استهلاكاً للطاقة وبما أن الإشعاع الشمسي يتركز في مناطق 30-40 درجة شمالاً وجنوباً من خط الاستواء، نجد أن هذه الدول تفكر جدياً في استيراد الطاقة الشمسية من هذه المناطق، وذلك عن طريق تحويل هذه الطاقة إلى طاقة كيميائية (إنتاج الهيدروجين) ثم نقلها، والاتجاه السائد لدى هؤلاء العلماء هو تركيب خلايا شمسية في المناطق الصحراوية المنتشرة على الكرة الأرضية ثم استخدام الكهرباء الناتجة لتحليل الماء إلى عنصرين (الهيدروجين والأكسجين) ثم تخزين ونقل الهيدروجين الناتج لاستخدامه في الأغراض المختلفة.²

واقترن الهيدروجين الشمسي بالطبيعة المتقطعة للطاقة الشمسية، ولدوره كأحد الخيارات الرئيسية لخصن الطاقة ولتغطية الاحتياجات خلال الفترة الليلية، من خلال استعماله كوقود بصفة جزئية أو كلية من ضمن التطبيقات الهامة التي أعطت دفعا كبيرا في مسار تطوير تكنولوجيات تحليل المياه، حيث يتوقع الخبراء أن يعوض الهيدروجين الشمسي مختلف أنواع الوقود ذات المصدر الأحفوري.

ومن الأمثلة تعتبر بحيرة ناصر بجنوب مصر بموقعها المتميز هي المرشح الأول على مستوى العالم لتوليد الهيدروجين الشمسي لاستغلاله كوقود على المستوى المحلي وتصدير الفائض إلى العالم الخارجي.³

¹Sameh Mobarek, Import-Export D'énergies Renouvelables entre L'Europe et L'Afrique du Nord : Un Commerce qui Profite à tous, la Banque Mondiale, 01/07/2016, disponible sur: <https://blogs.worldbank.org/voices/fr/import-export-d-nergies-renouvelables-entre-l-europe-et-l-afrique-du-nord-un-commerce-qui-profite>

² أحمد لعلى، رحمان أمان، مستقبل الهيدروجين الشمسي في الجزائر (المشروع المغربي-الأوروبي)، الملتقى العلمي الدولي حول سلوك المؤسسة الاقتصادية في ظل رهانات التنمية المستدامة والعدالة الاجتماعية، جامعة قاصدي مبراح، ورقلة، يومي 20-21 نوفمبر 2012، ص 250.

³ رانيا حفني، ثروة الهيدروجين القادمة من جنوب مصر، جريدة الأهرام اليومية، 2014/08/22، متوفر على الرابط: <http://www.ahram.org.eg/NewsQ/315823.aspx> (2015/05/04)

ومن أبرز الطرق التي يمكن بها نقل وتصدير الهيدروجين الشمسي بعد تخزينه نجد: اما تصديره كالغاز عبر أنابيب الغاز الطبيعي أو من خلال تسيل الهيدروجين ووضعه داخل أسطوانات أو أوعية خاصة ونقلها عبر السفن في البحر.

المطلب الثالث: مستقبل الطاقة الشمسية

من أهم ما يميز مستقبل الطاقة الشمسية ما يلي¹:

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 إلى 400-800 جيغاواط قبل 2020، وفي عام 2050 ستصل إلى 8000 جيغاواط. كما يرى الخبراء أن باستطاعة الطاقة الشمسية الكهروضوئية ستصل إلى تكافؤ الشبكة في العديد من الدول حول العالم على غرار كل من ألمانيا، إيطاليا، اليابان، اسبانيا، الهند، الولايات المتحدة وغيرها من البلدان، وأن 30% من مبيعات الكهرباء بسعر التجزئة ستكون في تكافؤ مع الطاقة الشمسية الكهروضوئية وهذا بحلول 2020. كما سيصل سعر السيلكون البلوري بحلول 2020 إلى 0,80 دولار.

وعلى المدى الطويل، فإن التكاليف المستقبلية للطاقة الشمسية الكهروضوئية المتوقعة في عدة سيناريوهات ستصل في المتوسط إلى 10 سنتات/كيلوواط ساعة. وتبين وكالة الطاقة الدولية في تقريرها السنوي 2012 أن تتراوح التكاليف بحلول 2030 ما بين 7-11 سنت/كيلوواط ساعة للمشاريع على المرافق، و8-14 سنت كيلوواط / ساعة لأسطح المنشآت.

وتبين منظمة السلام الأخضر (جرين بيس) 2012 أن التكاليف ستتراوح بين 5 و10 سنتات للكيلوواط/سا بحلول 2030-2040. وبحسب قول الخبراء بخصوص التكلفة المستقبلية "سنرى تخفيضات مستمرة في التكاليف، ليس فقط للألواح 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:

¹ Renewables Global Futures Report 2013, Renewable Energy Policy Network for the 21 st Century, Paris, France, 2013, P P 56, 57.

-زيادة كفاءة الخلايا السليكون البلوري تصل إلى 20 و24%، الأغشية الرقيقة تصل إلى 15% بحلول 2020، تليها زيادة في كفاءة المجموعة الكاملة من المنتجات الكهروضوئية لتصل في نطاقها العام إلى 5-40% بعد عام 2030؛

- زيادة استخدام الأغشية الرقيقة، إذ يحتمل أن تصل حصتها السوقية 30-40% بحلول 2020-2030، بعد أن كانت 20% عام 2010؛

- تخفيض تكلفة البوليمر 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.

وفيما يخص الطاقة الشمسية الحرارية المركزة، فيعتقد الكثير من الخبراء أن أسواقها ستصبح أقوى بكثير بحلول عام 2020، كما قدرت غرين بيس (2012) ما يفوق 2000 جيغاواط من الطاقة الشمسية المركزة بحلول 2050، وتقدر أيضا أحد أهم السيناريوهات أن التكاليف ستكون بين 7 و11 سنت كيلواط/ساعة بحلول عام 2030 وذلك حسب المنطقة.

وستعرف الطاقة الشمسية الحرارية المركزة المزيد من التحسينات التكنولوجية وانخفاضات هامة للتكاليف، تخص مرآيا العاكسات التي تمثل حوالي 20-40% 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 اقتراب 2025-2030 فإنه لن يكون هناك الحاجة إلى سياسات الدعم والتحفيز لهذه الطاقة كونها ستكون تنافسية مع غيرها من المصادر الطاقوية المتداولة من ناحية التكاليف.¹

ومن بين أهم صور مستقبل الطاقة الشمسية هي استخدامها في المباني. إذ يمكن لمباني المستقبل أن تزود بالألواح 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

¹ Renewables Global Futures Report 2013, OP CIT, P57.

للبنائين الملاك، 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 بحلول 2030، حيث يغطي الطلب على الطاقة لتسخين المياه والتكييف.¹

أما فيما يخص التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية فالمستقبل يشير إلى أن: احتياجات العالم من الطاقة ستكون أكبر بنحو 60% سنة 2030 مما هي عليه الآن.² 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 خيارا 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 البيئي في السياق الإفريقي لنشر فوائد الإمكانات الكبيرة من المصادر المتجددة في مناطق مختلفة من القارة، ويمكن أن تشكل تجارة الطاقة المتجددة من 15-20% 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 عام 2030.³ وعليه ستكون لمتطلبات التخطيط المبكر للشبكات الكهربائية أهمية بالغة.

وفيما يتعلق بمستقبل السيارات الشمسية، فهناك حاليا نحو 200 ألف مركبة كهربائية في جميع أنحاء العالم، والتوسع إلى 160 مليون مركبة كهربائية بحلول عام 2030 أي ما يمثل 10% من أسطول سيارات الركاب عالميا.⁴

وكما تظهر خارطة الطريق آنفة الذكر، فإن الاستفادة الكاملة من الإمكانات الطاقوية للطاقة الشمسية يتطلب مساهمة جميع البلدان من البلدان الصناعية إلى البلدان النامية والاقتصاديات الناشئة.

¹ يوبا سكونا وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 66.

² محمد الشعري، الطاقة المتجددة ليست خيارا "إنها ضرورة البيئة والتنمية"، المجلد 18، العدد 18، لبنان، مارس 2013، ص 24.

³ الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، خارطة طريق الطاقة المتجددة (Remap2013)، ملخص النتائج، 2014، ص 43.

⁴ نفسه، ص 39.

ومن بين أمثلة البلدان الطموحة نجد خطة الهند للتوسع في توليد الطاقة الشمسية إلى 100 جيجاواط بحلول عام 2022 والتي تعد من أكبر الخطط في العالم. إذ ستساعد الخطة الجديدة على توفير إمدادات كهربائية مستدامة ونظيفة وصديقة للبيئة لملايين الهنود، وتدعم الهند مجموعة البنك الدولي الذي يهدف إلى تشجيع استخدام الطاقة الشمسية على مستوى العالم، من خلال دعم استثمارات بقيمة تريليون دولار بحلول 2030.¹

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 للاستهلاك 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 سنة 2030 لذلك تحتاج إلى إدخال تغييرات جوهرية على سياستها الطاقوية لتجنب هذا المصير.

فقد وضعت السعودية خريطة طريق أولية لتوليد 41 جيجاواط من الطاقة الشمسية بحلول سنة 2032. وأعلنت وزارة الكهرباء والطاقة المصرية أن البلاد تستهدف توليد 3500 ميغاواط من القدرة الشمسية بحلول عام 2027. ويعتزم المغرب إنتاج 42 % من كهربائه من مصادر متجددة بحلول عام 2020، بما في ذلك 2 جيجاواط من الطاقة الشمسية، وأعلنت معظم البلدان العربية خططا ومشاريع شمسية. ولدى الإمارات والأردن والمغرب والجزائر ومصر وبلدان عربية أخرى أهداف طموحة لتوليد الطاقة الشمسية.²

¹ Enrico Fabian, Solar Energy To Power India of the Future, The World Bank, 30/ June/2016, available onsite : <http://www.worldbank.org/en/news/feature/2016/06/30/solar-energy-to-power-india-of-the-future>

² راغدة حداد، عماد فرحات، مستقبل الطاقة الشمسية في المنطقة العربية، مجلة البيئة والتنمية، المجلد 18، العدد 18، لبنان، مارس 2013، ص ص 18-23.

خلاصة الفصل الثالث:

أثبتت الطاقة الشمسية جدواها الاقتصادية في الكثير من المناطق حول العالم. ويعتبر وضعها الراهن مريح إلى حد كبير، إذ أنها تعرف تحسنا ونضجا تقنيا مستمرا، وانخفاضا واضحا في تكاليفها. وقد نجحت الكثير من البلدان في تجربتها مع الطاقة الشمسية واستطاعت مضاهاة 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، وتشهد أسواق صناعة وتصدير تقنيات الطاقة الشمسية حول العالم نموا متسارعا، كون هذه الطاقة 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 لتحل محل الوقود الأحفوري، علاوة على تناقص كلفتها عبر الزمن وبشكل مستمر.

وعليه تضيف المعطيات آنفة الذكر، بأن الطاقة الشمسية باتت تشكل ثروة عالمية، قد تشرف على استثمارات واسعة الآفاق، لتصبح البديل الأقوى لطاقة مستدامة في المستقبل القريب.

الفصل الرابع:

الطاقة الشمسية في الجزائر

بين جدوى الاستغلال

وإمكانيات التصدير

تمهيد الفصل الرابع:

تمثل الطاقة شريان التبادلات التجارية الخارجية للجزائر، بل ولب السياسة الوطنية التصديرية، وتعتمد الجزائر بشكل شبه كامل في مداخلها على ما ينتج من تصدير الطاقات التقليدية مما أكسب إقتصادها طابعا ريعيا، وهو ما يمثل مؤشرا واضحا للتهديد الذي يعترض الجزائر بحكم عدم الاستقرار في سعر هذه السلعة، كما أن الاحتياطي الوطني لهذه الطاقات يعرف تراجعا مع مواصلة استغلاله، بل أنها آيلة إلى النضوب والزوال لا محالة.

وكون الطاقة الشمسية قد أخذت تتبوأ مكانة هامة ضمن البدائل الطاقوية المطروحة على المستوى العالمي، فقد أبدت الجزائر كغيرها من البلدان إهتماما بالغا بهذه الطاقة وسطرت لها استراتيجيات من شأنها أن تطور وتحسن من مدى استغلال هذا المصدر الطاقوي. فالسياسة الوطنية لترقية الطاقات المتجددة وتطويرها مؤطرة بقوانين ونصوص تشريعية، كما أنها تركز على مجموعة من الهيئات والمؤسسات الإقتصادية والبحثية، بحيث تهتم كل واحدة منها في حدود إختصاصها بتطوير الطاقات المتجددة عموما والطاقة الشمسية بصورة خاصة كونها أساس هذا التوجه الطاقوي. وفي هذا الفصل سنقوم بتوضيح الجوانب المتعلقة بالطاقة الشمسية في الجزائر سواء من حيث جدوى استغلالها، إمكانيات ومقومات الطاقة الشمسية ومختلف فروع الطاقات المتجددة في الجزائر، أهمية إستغلال الطاقة الشمسية، وحصيلة إستغلال الطاقة الشمسية من مشاريع منجزة وأخرى مستقبلية، بالإضافة إلى إمكانيات تصدير الطاقة الشمسية وبعض أهم المشاريع التصديرية للطاقة الشمسية من الصحراء الجزائرية نحو الشبكات العالمية ومجموعة العوائق التي تقف أمام نجاح تصديرها وهذا وقف المباحث التالية:

المبحث الأول: الجدوى من إستغلال الطاقات المتجددة في الجزائر والإجراءات اللازمة والداعمة

لنشر وتطوير إستخدامها

المبحث الثاني: حصيلة إستغلال الطاقة الشمسية، جدواها الإقتصادية والأفاق المستقبلية المرصودة

لإستغلالها بالجزائر

المبحث الثالث: مكانة الطاقة الشمسية ضمن التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية الجزائرية.

المبحث الأول: الجدوى من استغلال الطاقات المتجددة في الجزائر والإجراءات اللازمة والداعمة لنشر وتطوير استخدامها.

لمواكبة التغيرات الحاصلة في أسواق الطاقة العالمية، شرعت الجزائر في تبني إستراتيجية طاقوية جديدة تركز على تطوير استغلالها للطاقات المتجددة والتي تعتبر الطاقة الشمسية أساسا لها، وهذا على الرغم 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 مجموعة من القوانين والتشريعات ووضع إجراءات تحفيزية وجبائية.

المطلب الأول: الجدوى من استغلال الطاقات المتجددة في الجزائر رغم امتلاكها للطاقات التقليدية.

بالإضافة إلى الأسباب العامة التي أدت بالعالم ككل إلى التوجه نحو الطاقة المتجددة فإنه هناك عدة أسباب خاصة تدعو إلى الاهتمام باستغلال الطاقة المتجددة بالجزائر وهذا بالرغم من امتلاكها لرصيد هام من الطاقات التقليدية، تجعل من هذا الاستغلال ثروة وطنية وتشكل عوائد في شتى المجالات الاقتصادية منها، التجارية، البيئية، الاجتماعية وغيرها.

الفرع الأول: الجدوى من إستغلال الجزائر للطاقة المتجددة على المستوى المحلي

نذكر من بين المجالات والقطاعات التي سيؤثر عليها استغلال الجزائر للطاقة المتجددة على المستوى المحلي ما يلي:¹

أولاً: تلبية احتياجات الطلب الوطني على الكهرباء والغاز

تعمل الجزائر على رفع إنتاج الكهرباء انطلاقاً من الطاقات المتجددة تدريجياً في ظرف 20 سنة إلى 40 بالمائة من الإنتاج الكلي للكهرباء، بهدف تلبية احتياجات الطاقة الكهربائية للسوق المحلية

¹ داودي الطيب، بريطل هاجر، سياسات استغلال الطاقة المتجددة في الجزائر، مؤتمر السياسات الاستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الاحتياجات الدولية، جامعة سطيف، الجزائر، 2015، ص ص 5-7، بتصرف.

لاسيما في ظل زيادة عدد السكان الذي ينتج عنه زيادة الطلب على الطاقة وسينعكس ذلك ايجابيا على مختلف القطاعات كما يلي:

1. استفاة القطاع المنزلي من الكهرباء الضرورية للحياة اليومية، باستخدام المعدات والأدوات المنزلية ذات كثافة عالية في استخدام الطاقة. كما ستزداد الحاجة للكهرباء المنزلية بارتفاع عدد السكان، وزيادة معدلات التحضر، بسبب ازدياد معدلات الهجرة من الريف إلى المدينة؛
2. إن التطور التكنولوجي المعتمد في الطاقات المتجددة يسمح بنقل الكهرباء إلى كل المناطق التي لم يكن بالإمكان مدها بالكهرباء بالوسائل التقليدية من قبل، كون أن إمداد الكهرباء بهذه الطرق التقليدية لأهالي المناطق المعزولة كان سيحدث مشاكل حقيقية كالإفراط في الهندسة وتكاليف نقل الوقود، لهذا سيتم تجهيز المناطق المعزولة والبعيدة عن شبكات الاتصال في الجنوب الجزائري بمحطات شمسية لتغطية العجز الذي تشهده في مجال الكهرباء، من أجل تغطية الاحتياجات الطاقوية لتحسين الظروف المعيشية واستغلال الطاقات المتجددة لضخ المياه في المناطق النائية والفقيرة. وذلك لأغراض الشرب والسقي إلى جانب الإنارة؛
- وعلى سبيل المثال، ثمانية قرى منعزلة في ولاية تمنراست والتي استفادت في إطار برنامج خاص بتطوير ولايات الجنوب من منشآت الإنارة عن طريق الصفائح الشمسية والطاقات المتجددة التي استفادت منها 555 عائلة، كما ستستفيد 12 قرية منعزلة أخرى من الكهرباء الشمسية؛
3. تزويد 495 عائلة قاطنة بالمناطق المحرومة بولاية ايليزي في عام 2012 بلوحات الطاقة الشمسية لتحسين التزود بالطاقة الكهربائية بهذه المناطق تامجرت، فضنون، تادانت، أريكين، إيدارن، تارات، تيهياويت، واد السامن، إيفني، ايميهرو، أفرا، أهرهر، وتوسات وتاسات، حيث تخضع صيانة هذه التجهيزات للمصالح البلدية؛
4. تجنيد الموارد المائية الضرورية لدعم الفلاحة الصحراوية واستصلاح الأراضي الصحراوية عن طريق استخدام الطاقات المتجددة من أجل ترقية الزراعات الإستراتيجية.

ثانيا: دعم شبكة المناولة

إن برنامج تطوير استغلال الطاقات المتجددة يشرك شبكة المناولة الوطنية من أجل تصنيع التجهيزات اللازمة لبناء المحطات الشمسية ومحطات توليد الطاقة من الرياح وهذا بدوره ما يدعم تطوير

صناعة المقاولات الفرعية المحلية والتي من المتوقع أن توفر حوالي 100 ألف منصب شغل ذات القيمة المضافة العالية في غضون عقد من الزمن.

ثالثا: الاقتصاد في الطاقة

إن هذا البرنامج يندرج ضمن تأمين التزود بالطاقة على مدى عشرين سنة فما فوق، وبخصوص الاقتصاد في الطاقة سيتم تسويق مصابيح اقتصادية للإنارة ذات نوعية جيدة تضيء باللون الأبيض وتستجيب للمعايير الدولية من حيث احترام البيئة، تصل طاقة استهلاكها 20 واط، دون أن يتجاوز سعرها 250 دينار، حيث تتكفل الدولة بدعم 70 بالمائة من تكلفتها المقدرة بـ 800 دينار للمصباح الواحد ما يسمح بتسويقها بقيمة معقولة. ويمثل الاستهلاك السنوي لإنارة مسكن الواحد 32 بالمائة من فاتورة الكهرباء ومن شأن هذه العملية تقليص نسبة استهلاك الطاقة بـ 40 بالمائة سنويا، وتجدر الإشارة إلى أن المصباح الكهربائي يتفوق على المصباح العادي بعدة مزايا اقتصادية وناجعة سيما الديمومة التي تفوق 15 مرة والاستهلاك الكهربائي أقل بأربع مرات عن المصباح العادي.

رابعا: الحفاظ على احتياطات الطاقة التقليدية وتنويع مصادر الطاقة

إن استخدام الطاقات المتجددة لإنتاج الكهرباء وفقا للبرنامج الوطني، سيساهم في توفير حوالي 600 ألف مليون متر مكعب من الغاز على مدى 25 سنة، كما سيخزن الكثير من الغاز الموفر، في حين سيصدر الباقي مما سيكسب البلاد عوائد مالية إضافية خلال نفس الفترة. ومن خلال توجيهها نحو الطاقات المتجددة ستتفادى الجزائر الاستغلال المفرط للبترول وستحافظ عليه للأجيال القادمة.

علاوة على أن الجزائر ستتمكن من تقليص تبعيتها الاقتصادية للمحروقات وستدعم اقتصادها بمورد طاقي دائم لاستمرار عملية التنمية، بالإضافة إلى تقادي تقلبات الأسعار، فعلى سبيل المثال: الانهيار الكبير في السعر الذي عرفه السوق الدولي للبترول خلال سنتي (1986-1998) كان له تأثير كبير على الاقتصاد الجزائري، كما يجنبها الوقوع في الأزمات مجددا.¹

خامسا: التشغيل

¹بريطل هاجر، مرجع سبق ذكره، ص 130.

يسعى برنامج تطوير الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية 2011-2030 لتقليص البطالة واستحداث وظائف خضراء سواء كانت مباشرة أو غير مباشرة إذ يتوقع استحداث ما يفوق 180,000 منصب عمل جديد.¹

سادسا: حماية البيئة والحد من التلوث

إيماننا من الجزائر بأهمية البيئة ولالتزامها بالاتفاقيات الدولية للمحافظة على المناخ ومواجهة التغيرات المضرة بالبيئة، فقد أخذت الجزائر بتنفيذها لبرنامج الطاقة المتجددة تمشي قدما في حمايتها للبيئة. كون الطاقة المتجددة تساهم في خفض غازات الاحتباس الحراري ومواجهة التغير المناخي، وتساعد في حل المشاكل البيئية الأخرى كالتلوث وتدهور نوعية الحياة.² وفيما يخص النتائج المتوقعة من تنفيذ هذا البرنامج فعلى سبيل المثال يتوقع تخفيض ما يفوق 193 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون.³

الفرع الثاني: الجدوى من إستغلال الجزائر للطاقة المتجددة على المستوى الدولي

من بين المجالات والقطاعات التي سيؤثر عليها استغلال الجزائر للطاقة المتجددة على المستوى الدولي:⁴

أولا: تصدير الكهرباء

ستزود الدول الأوروبية بما يعادل 15 بالمائة من الطاقة الشمسية انطلاقا من الصحراء الجزائرية في إطار مشروع "ديزرتاك"، نظرا للمرتبة الريادية التي تحتلها على مستوى البحر المتوسط من حيث مواقع الإنتاج لهذا النوع من الطاقات، كما يكتسي استخدام الطاقة الشمسية لإنتاج الكهرباء اهتماما كبيرا لدى البلدان الأوروبية، فإسبانيا وإيطاليا وألمانيا تعترم كلها استخدام الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية في الجزائر ونقلها لأوروبا، وبحلول 2020 تأمل الجزائر في تصدير 6000 ميغاواط من الطاقة المولدة

¹ Ministère de L'énergie Algérienne, Programme National de L'efficacité Energétique, Disponible sur le Site (02/03/2017) : <http://www.energy.gov.dz/francais/>

² بن شيخ سارة، بن عبد الرحمن ناريمان، عرض تجربة الجزائر في مجال الطاقة المتجددة، الملتقى الدولي حول "سلوك المؤسسة الاقتصادية في ظل رهانات التنمية المستدامة والعدالة الاجتماعية، جامعة ورقلة، الجزائر، 20-21 نوفمبر 2012.

³ Programme Nationale de Développement des Energies Renouvelables et de L'efficacité Energétique à L'horizon 2030 Actualisé, Algérie Energie, Revue Algérienne de L'énergie, N° : 02, Février 2015, P09.

⁴ داودي الطيب، بريطل هاجر، مرجع سبق ذكره، ص 06.

من الشمس نحو أوروبا. وهذا يمثل حوالي عُشر الاستهلاك الألماني الحالي من الكهرباء، وسنتناول هذا الجانب بتفصيل أكبر في المبحث الثالث من هذا الفصل.

ثانيا: إبرام عقود شراكة

وقعت الجزائر اتفاقات تعاون في مجال الطاقة البديلة مع عدد من البلدان منها فرنسا والولايات المتحدة والبرازيل وروسيا والصين وألمانيا واليابان. وهذا ما سيدعم النهوض بالطاقات المتجددة في الجزائر، إذ تعتبر الشراكة من أحسن الوسائل للحصول على المعارف الفنية ونقل التكنولوجيات. وذلك عن طريق الاحتكاك المباشر وغير المباشر، إلى جانب التعلم تعتبر التكنولوجيا عاملا أساسيا لتطور المؤسسة الاقتصادية، نظرا للتطورات المتسارعة التي تحدث في حقل التكنولوجيا يوما بعد يوم فإنه من الصعب أن تحصل الجزائر على تلك التطورات نظرا لتكلفتها المرتفعة. مما يجعل إستراتيجية الشراكة تهدف إلى تقليص تلك التكاليف الخاصة بالأبحاث في هذا الميدان وتكون بديلا ممكنا للانتقال التكنولوجي بطريقة أكثر سهولة.

ثالثا: قطاع الصناعة والتجارة

من الأهداف التي يرمي إليها برنامج تطوير الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية 2011-2030 هو الرفع من مساهمة القطاع الصناعي في الناتج المحلي الإجمالي، من خلال تطوير وتوطين صناعة التجهيزات الخاصة بالطاقة المتجددة بنسبة تفوق 80% مع مطلع 2030 وبكفاءات محلية، وإدخال تقنيات الطاقة المتجددة في المناطق الريفية أو الحضرية وكذا المجمعات الصناعية التي تعتمد في الغالب على الطاقة التقليدية، وتغيير مسار استغلالها الطاقوي نحو طاقة خضراء، أما في قطاع التجارة فالنشاط الصناعي الأخضر من شأنه دفع إنشاء مقاولات وشركات تقوم بتسويق المنتجات داخل أو خارج الوطن، من تجهيزات وطاقات مصدرة مما يحقق مداخيل بالعملة الصعبة وبالتالي تنويع الاقتصاد.¹

رابعا: قطاع الفلاحة والسياحة

يعتبر القطاع الفلاحي ركيزة أساسية في الاقتصاد الوطني، لمساهمته الفعالة في الأمن الغذائي والحد من التبعية الغذائية، لذا أولت الجزائر اهتماما كبيرا منذ الاستقلال بهذا القطاع، وبوجود الطاقات

¹ شيماني وفاء، أوسرير منور، مستقبل الطاقة الخضراء كبديل للطاقة الأحفورية في الجزائر، مجلة الاقتصاد الجديد، جامعة خميس مليانة، الجزائر، العدد 14، المجلد 01، 2016، ص 43.

المتجددة فقد استخدمت في عدة نشاطات منها المضخات العاملة بالطاقة الشمسية للري في المناطق النائية والمعزولة عن التوصيل بشبكة الكهرباء، التدفئة والتبريد في البيوت البلاستيكية لتقدم محاصيل بكميات وافرة ونوعية جيدة وبأسعار تنافسية عن تلك المنتجة بالطرق التقليدية، وبالتالي تحقيق اكتفاء ذاتي وأمن غذائي وتصدير جزء منها، أما من ناحية السياحة والدور الذي يلعبه هذا القطاع فالأرقام تشير إلى أنه في تنام مستمر، وقد وجب استغلال الطاقات المتجددة ضمن خطط تنموية تابعة لهذا القطاع، منها استغلال الطاقات المتجددة في المساكن الفردية والجماعية والفنادق والمطاعم والمتاحف وغيرها من المنشآت السياحية التي تراعى جوانب البيئة، وبالتالي زيادة الإقبال على الخدمات السياحية المتميزة بالحفاظ على البيئة والتي من شأنها تحقيق عوائد بالعملة الصعبة وبالتالي تسهم في التنمية الاقتصادية.¹

المطلب الثاني: المتطلبات والإجراءات اللازمة والداعمة لنشر وتطوير استخدام الطاقات المتجددة في الجزائر.

يتطلب نشر وتطوير استخدام الطاقات المتجددة في الجزائر توافر العديد من الإجراءات والمتطلبات اللازمة يمكن توضيحها كما يلي:²

الفرع الأول: تحديد السياسات والاستراتيجيات المعتمدة والمستهدفة

ينبغي وضع وصياغة سياسات واستراتيجيات للطاقة المتجددة تتناسب والوضع الاقتصادي للدولة، وترتكز على قاعدة علمية سليمة مما يؤدي إلى الاستدامة في التطور الذي ينعكس على جميع النواحي الاقتصادية والاجتماعية، إذ من خلال هذه السياسات يمكن تقييم الواقع الحالي وتحديد التصورات المستقبلية والتوجهات التي تصاحب تطوير الطاقة المتجددة، وعموما فإن تحديد السياسات والاستراتيجيات في مجال الطاقة المتجددة يكون وفق ثلاثة مستويات رئيسية، تعتبر أساسا للانطلاق نحو تخطيط سليم وتشريع يستند إلى دراية كاملة بالوضع الحالي الخاص بالدولة، وهذه المستويات هي:

- الأهداف الإستراتيجية الكمية المعتمدة للطاقة المتجددة؛
- الحوافز والمبادرات المعتمدة لتشجيع استخدام الطاقة المتجددة؛

¹ شيماني وفاء، أوسرير منور، مرجع سبق ذكره، ص 44.

² شافية كتاف، زهير بن دعاس، سياسات واستراتيجيات ترقية الكفاءة الاستخدامية للموارد الطاقوية المتجددة في الجزائر، مؤتمر السياسات الاستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الاحتياجات الدولية، جامعة سطيف، الجزائر، 2015، ص 11.

- القوانين والتشريعات الصادرة في مجال الطاقة المتجددة.

الفرع الثاني: البنية المؤسسية في مجال الطاقة المتجددة

تتطلب البنية المؤسسية وجود جهات ومؤسسات متخصصة تعمل على وضع وتطبيق السياسات والاستراتيجيات من جهة. وإيجاد الآليات الحاكمة والداعمة للأسواق من جهة أخرى، فضلا عن مسؤوليتها في تطوير الأطر القانونية والتشريعية المنظمة للطاقة المتجددة وتفعيل عمليات التقييم الدوري والمتابعة للتأكد من مدى تحقيق الأهداف المسطرة. وتكون هذه البنية على عدة مستويات:

- الوزارات والجهات المشرفة التي تتولى عملية وضع السياسات والاستراتيجيات؛
- الهيئات والوكالات والمراكز المعنية المسؤولة عن وضع وتطبيق آليات التنفيذ؛
- القوة البشرية المتاحة من الخبراء المختصين والعاملين في مجال الطاقة المتجددة؛
- الشركات ومكاتب الدراسات التي تتولى إعداد الدراسات الفنية والاقتصادية وإدارة المشاريع.

ويعتبر التكامل بين هذه المستويات مطلباً أساسياً لتحقيق النجاح المطلوب لإدارة الطاقة المتجددة، شرط توفر المؤهلات المؤسسية والبشرية لتغطي كافة مجالات الطاقة المتجددة، مما يمكن من تحقيق نقلة نوعية على مستوى التطبيق والتنفيذ ورسم السياسات والاستراتيجيات وبناء الكوادر الوطنية المدربة.

أولاً: البحث العلمي والمؤسسات التعليمية

تحتاج إجراءات توطين تكنولوجيا الطاقة المتجددة إلى ضرورة تطوير آليات وعمليات البحث العلمي المرتبط بالاحتياجات الصناعية والمجتمعية، وتفعيل الدور الأكاديمي للمؤسسات التعليمية، ويعتبر وجود مراكز الأبحاث المتخصصة في هذا المجال أحد المؤشرات الهامة التي تعطي تصوراً عن مدى الاهتمام في مجالات البحث والتطوير في الطاقة المتجددة.

ثانياً: الدراسات والمشروعات في الطاقة المتجددة

إن وجود المشروعات والدراسات الفنية والاقتصادية الخاصة بالطاقة المتجددة لها دور مهم وبالغ في تطوير مساهمة الطاقة المتجددة في ميزان الطاقة، إذ أن معرفة حجم الدراسات والمشاريع التي نفذت والمخطط تنفيذها في مجال الطاقة المتجددة، يعتبر كأحد المؤشرات الهامة في مراقبة التنفيذ العملي للسياسات والاستراتيجيات، ومدى مشاركة القطاع الخاص في عملية تطوير قطاعات الطاقة المتجددة وزيادة مساهمتها في المزيج الطاقوي العام.

ثالثا: الشركات العاملة في مجال الطاقة المتجددة

تعتبر الشركات العاملة في مجال الطاقة المتجددة بمثابة المحرك الرئيس لتطور وتوسع هذا القطاع، حيث تقوم هذه الشركات بدور محوري في دفع الأسواق وتطويرها تجاه مفاهيم ومنتجات الطاقة المتجددة وجعلها خاضعة لمبدأ العرض والطلب، ومع بروز دور وأهمية القطاع الخاص في تطوير قطاع الطاقة المتجددة، تزايد الاهتمام بتطوير وتنمية البنية التحتية اللازمة لتشجيع الشركات المحلية والدولية على المشاركة في تنفيذ السياسات والاستراتيجيات، ويمكن تقسيم حجم الشركات العاملة في مجال الطاقة المتجددة من حيث التخصص إلى:

- شركات التصنيع والتركيب العاملة في مجال الطاقة المتجددة.
- شركات خدمات الطاقة.

المطلب الثالث: البحث والتطوير والقوانين والتشريعات الصادرة في مجال الطاقات المتجددة بالجزائر.

إلى جانب حافزة المشاريع المنجزة أو تلك المسطرة ضمن البرنامج الوطني لتطوير الطاقات المتجددة، تعتمد السياسة الطاقوية في الجزائر على مجموعة من القوانين والنصوص التنظيمية، بالإضافة إلى تشجيع البحث والتطوير وهذا لتحقيق الإدماج التدريجي للطاقات المتجددة.

الفرع الأول: البحث والتطوير في مجال الطاقات المتجددة بالجزائر.

تشجع الجزائر البحث والتطوير لتجعل من برنامج الطاقات المتجددة حافزا حقيقيا لتطوير الصناعة الوطنية المحلية، والتي تثن مختلف القدرات الجزائرية (بشرية، مادية، علمية... الخ)، ولغرض الاستفادة من الخبرات وتنمية التكنولوجيات والطرق المبتكرة في مجال الطاقات المتجددة، تتعاون الجامعات ومراكز البحث والشركات ومختلف المتعاملين في هذا البرنامج على تنفيذه وتتدخل خلال مختلف مراحل سلسلة الابتكار. وبذلك فهي تثن القدرات التي تتوفر عليها البلاد.

يعتبر التعاون العلمي جزءا هاما لتطوير جميع نشاطات البحث والتطوير، حيث أن الجزائر تشجع حتى على مبادلات المعارف بين المؤسسات ومختلف مراكز البحث في العالم ولاسيما الشبكات المتخصصة في الطاقات المتجددة العالمية وليس المحلية منها فقط.

وبالفعل تتطلب تنمية الطاقات المتجددة على نطاق واسع، تأطيرا نوعيا من الموارد البشرية في مستوى أهداف وطموحات برنامج الطاقات المتجددة الوطنية.

وقد تجسد اهتمام الجزائر في استعمال وتطوير الطاقات المتجددة، بإنشاء العديد من الهيئات والمؤسسات المتخصصة في تشجيع البحث والتطوير، ومن أهمها:

1. وحدة تطوير التجهيزات الشمسية (UDES): أنشئت في 09 جانفي 1988 ببوسماعيل ولاية

تيبازة، وهي مكلفة بتطوير التجهيزات الشمسية، لاسيما القيام بدراسات تقنية اقتصادية وهندسية وكذلك إنجاز نماذج أولية محدودة وإنتاج تجريبي نموذجي متعلق بالتجهيزات الشمسية ذات المفعول الحراري أو بفعل الإنارة الفولطية ذات الاستعمال المنزلي، والصناعي والفلاحي وكذا التجهيزات والأنظمة الكهربائية الحرارية، الميكانيكية والأخرى والتي تدخل في تطوير التجهيزات لإستعمال الطاقة الشمسية.¹

2. مركز تطوير الطاقات المتجددة (CDER): أنشئ في 22 مارس 1988 ببوزريعة، وهو مركز

مكلف بإعداد وتطبيق برامج البحث والتطوير العلمي والتكنولوجي ووضع أنظمة طاقوية لإستغلال الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة الحرارية الأرضية، والكتلة الحيوية والهيدروجين.²

3. وحدة تطوير تكنولوجيا السيليسيوم (USTD): أنشئت هذه الوحدة سنة 1988 تحت وصاية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، وهي مكلفة بالقيام بنشاطات في البحث العلمي والإبداع التكنولوجي، وتثمين التكوين ما بعد التدرج في عدة مجالات: الكهروضوئية، البصريات الالكترونية والضوئية، تخزين الطاقة ...، وتسعى هذه الوحدة وبالتعاون مع بعض الجامعات الجزائرية لتطوير المعرفة وتحويلها إلى مهارة تكنولوجية ومنتجات من شأنها المساهمة في الإنعاش الاقتصادي والاجتماعي.³

4. وحدة الأبحاث التطبيقية في مجال الطاقة المتجددة (URAER): أنشئت سنة 1999، وهي

وحدة تابعة لمركز تطوير الطاقات المتجددة، وتهدف إلى أن تكون منصة عالمية للأبحاث التجريبية وتسعى للمشاركة في جميع الانجازات الإقليمية في مجال الطاقات المتجددة، ولأجل ذلك فهي تساهم من خلال البرامج البحثية التي تقوم بها في إدارة وتطوير هذه التقنيات، خاصة وأن

¹ وزارة الطاقة المناجم، دليل الطاقات المتجددة، الجزائر، 2007، ص 76.

² نفسه، ص 77.

³ وزارة الطاقة المناجم، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، الجزائر، 2011، ص 25.

هذه الوحدة تمتلك الإمكانيات البشرية التي تمكنها من جهة من المساهمة في تطوير جهود البحث والتدريب الوطنية وذلك بالتعاون مع الجامعات والمراكز البحثية الأخرى، ومن خلال تقديم الدورات التدريبية داخل مقر الوحدة في مجال الطاقات المتجددة من جهة أخرى.¹

5. نيو اينارجي ألجيريا "نيال" (New Energy Algeria): وهي شراكة مختلطة بين الشركة الوطنية سوناطراك والشركة الوطنية سونغاز ومجمع SIM للمواد الغذائية تم إنشاؤها سنة 2002، وتتلخص مهامها في:²

- ترقية الطاقات المتجددة وتطويرها؛
- تعيين وإنجاز المشاريع المرتبطة بالطاقات المتجددة، والتي تكون لديها فائدة مشتركة بالنسبة للشركاء داخل الجزائر وخارجها.

ومن أهم مشاريعها والتي شرعت في تنفيذها خلال 2005:

- مشروع 150 ميغاواط تهجين شمسي غازي في حاسي الرمل، ويمثل الجزء الشمسي فيه 30%؛
- مشروع إنجاز حظيرة هوائية بطاقة 10 ميغاواط في منطقة تندوف؛
- استعمال الطاقة الشمسية في الإنارة الريفية في تمنراست ومنطقة الجنوب الغربي.

6. وكالة ترقية وعقلنة استعمال الطاقة (APRUE):

تم إنشاؤها من طرف الحكومة من أجل تنشيط تنفيذ سياسة التحكم في الطاقة، حيث يتمثل دورها الرئيسي في متابعة إجراءات التحكم في الطاقة وفي ترقية الطاقات المتجددة، وتنفيذ مختلف البرامج التي تمت المصادقة عليها في هذا الإطار مع مختلف القطاعات (الصناعة، النقل، الفلاحة...)³.

7. مركز البحث وتطوير الكهرباء والغاز (CREDEG):

تتمثل المهام الرئيسية لهذا المركز في:⁴

- اعتماد أجهزة الكهرباء والغاز المستعملة من طرف المستهلك المحلي؛

¹ مركز تطوير الطاقات المتجددة، وحدة البحث التطبيقي في الطاقات المتجددة، (2016/06/18) متوفر على:

<http://www.cder.dz/spip.php?article1394>

² فروحات حدة، الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر، مجلة الباحث، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، عدد 11، 2012، ص 152.

³ وزارة الطاقة والمناجم، دليل الطاقة المتجددة، مرجع سبق ذكره، ص 73.

⁴ شيمانى وفاء، أوسرير منور، مرجع سبق ذكره، ص 41.

- إدخال التقنيات والتكنولوجيات الجديدة من خلال البحث التطبيقي والتدريب؛
- تطوير استعمال الطاقات المتجددة وترقيته؛
- تسيير ومتابعة وتوزيع المراجع الفنية والتكنولوجية.

8. وحدة أبحاث الطاقات المتجددة في المناطق الصحراوية (URERMS):

أنشئت سنة 2004 وهي عبارة عن وحدة بحث تابعة لمركز تطوير الطاقات المتجددة، وتدخل كافة أنشطة البحث العلمي والتطوير التكنولوجي التي تتم بالوحدة في إطار البرنامج الوطني للبحث في الطاقات المتجددة، كما تختص بإجراء البحوث التي ترمي لتعزيز وتطوير الطاقات المتجددة في المناطق الصحراوية.¹

9. وحدة البحث في الموارد والطاقة المتجددة (URMER):

أنشئت الوحدة سنة 2004 بجامعة

- تلمسان، وتضم العديد من الطاقات والكفاءات العلمية والباحثين الذين يفوق عددهم الـ 150 باحث، وتتمحور أهم اهتمامات الوحدة عموماً بالمجالات التالية:²
- التحولات الحرارية والتطورات الحالية على ضوء التجربة والنمذجة والمحاكاة؛
 - الطاقات المتجددة مثل: الطاقة الشمسية، الفعالية الطاقوية، تخزين الطاقة والنظم الهجينة؛
 - إشكالية الآلات الحرارية ونقل الحرارة في مختلف القطاعات الاقتصادية.

10. المعهد الجزائري للطاقات المتجددة (IARE):

أنشئ المعهد سنة 2011، تحت وصاية وزارة

الطاقة المناجم، ويسعى لتقديم التكوين المتخصص في مجال الطاقات المتجددة وخاصة: ميدان الهندسة، التدقيق الطاقوي...، وذلك لصالح عمال وموظفي المؤسسات العاملة في هذا المجال.³ كما يهتم هذا المعهد بترقية الأبحاث التطبيقية في مجال الطاقات المتجددة وتثمين نتائجها وإنشاء المنشآت النمذجية بها.

¹ مركز تطوير الطاقات المتجددة، وحدة البحث في الطاقات المتجددة في الوسط الصحراوي، طوع 2016/06/18 متوفر على الموقع: <http://www.cder.dz/spip.php?article1393>

² الموقع الرسمي لوحدة البحث في المواد والطاقات المتجددة، جامعة تلمسان، طوع (2016/12/22) متوفر على الموقع: <http://urmer.univ-tlemcen.dz/presentation.html>

³ وزارة الطاقة والمناجم، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، مرجع سبق ذكره، ص 26.

الفرع الثاني: القوانين والتشريعات الصادرة في مجال الطاقات المتجددة بالجزائر.**أولاً: القوانين والتشريعات.**

اعتمدت الجزائر على إطار قانوني مشجع لترقية الطاقات المتجددة وتطويرها وإنجاز البنى التحتية المرتبطة بها، وتتمثل أهم النصوص التشريعية المتعلقة بالطاقات المتجددة في الجزائر فيما يلي:

1. القانون رقم 99-09 المؤرخ في 28 جويلية 1999:

المتعلق بالتحكم في الطاقة، ويتضمن هذا القانون الإطار العام للسياسة الوطنية في مجال التحكم في الطاقة، مع تحديد أهم الوسائل المؤدية لهذا الغرض، ولذلك وحسب هذا القانون فإن ترقية وتطوير الطاقات المتجددة تعد من أهم أدوات التحكم في الطاقة، وعليه فقد تضمن هذا القانون جميع الإجراءات المتعلقة باستخدام وتطوير الطاقات المتجددة والحد أو التخفيف من آثار الطاقات الأحفورية على البيئة.¹

2. القانون رقم 02-01 المؤرخ في فيفري 2002:

المتعلق بالكهرباء والتوزيع العمومي للغاز الطبيعي بواسطة القنوات، تطرق هذا القانون الذي يعد الأول من نوعه لآليات وإجراءات تسويق الطاقة الكهربائية الناتجة من الطاقات المتجددة، كما نص على ضرورة ترقية وتطوير استخدام الطاقات المتجددة.²

3. القانون رقم 09-04 المؤرخ في 14 أوت 2004:

المتعلق بترقية الطاقات المتجددة في إطار التنمية المستدامة، ويتناول هذا القانون وسائل وكيفية ترقية استخدام الطاقات المتجددة وترويج نشر استخدامها في إطار التنمية المستدامة، حيث تضمن صياغة برنامج وطني لترقية الطاقات المتجددة، بالإضافة إلى الدفع والتشجيع لتطويرها مع تبيان الآليات التي تم وضعها لهذا الغرض، ويتعلق الأمر بإنشاء مرصد وطني للطاقات المتجددة، الذي يتولى مهام تطوير استخدام الطاقات المتجددة في الجزائر، وتوفير الخبرات والكفاءات اللازمة والتقنيات الضرورية

¹ القانون رقم 99-09 المؤرخ في 15 ربيع الثاني عام 1420 هـ الموافق لـ 28 جويلية 1999 والمتعلق بالتحكم في الطاقة، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 51 الصادر في 20 ربيع الأول عام 1420 هـ الموافق لـ 02 أوت سنة 1999، ص 04.

² القانون رقم 02-01 المؤرخ في 22 ذي القعدة عام 1422 هـ الموافق لـ 05 فبراير سنة 2002، والمتعلق بالكهرباء وتوزيع الغاز بواسطة قنوات، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 08 الصادر بتاريخ 23 ذي القعدة 1422 هـ الموافق لـ 06 فبراير 2002م، ص 02.

لإدخال هذه الطاقات بطريقة تدريجية ضمن نموذج الاستهلاك الطاقوي من أجل الحفاظ على الوقود الأحفوري.¹ وقد تم تعزيز التنظيم عن طريق نشر ما يلي:²

- المرسوم التنفيذي رقم 423-11 الصادر في 08 ديسمبر 2011 المحدد لطرق تسيير حساب التخصيص الخاص رقم 131-302 المسمى "الصندوق الوطني للطاقة المتجددة والتوليد المشترك".
- القرار ما بين الوزارات الصادر في 28 أكتوبر 2012 المحدد لقائمة المداخل والمصاريف المقطعة من الصندوق الوطني للطاقات المتجددة.
- المرسوم التنفيذي رقم 218-13 المحدد لشروط منح العلاوات برسم تكاليف تنويع إنتاج الكهرباء.
- المرسوم التنفيذي رقم 424-13 الصادر في 18 ديسمبر 2013 المعدل والمكمل للمرسوم التنفيذي رقم 495-05 الصادر في 26 ديسمبر 2005 المتعلق بالتدقيق الطاقوي للمؤسسات ذات الاستهلاك الكبير للطاقة.

بالإضافة إلى المراسيم والقرارات التالية:³

- مرسوم تنفيذي رقم 15-69 المؤرخ في 11 فبراير 2015: المحدد لكيفيات إثبات شهادة أصل الطاقة المتجددة واستعمال هذه الشهادات.
- قرار وزاري مؤرخ في 02 فبراير 2014 يحدد تسعيرات الشراء المضمونة وشروط تطبيقها على الكهرباء المنتجة عن طريق المنشآت التي تستعمل الفرع الشمسي الكهروضوئي.
- قرار وزاري مؤرخ في 02 فبراير 2014 يحدد تسعيرات الشراء المضمونة وشروط تطبيقها على الكهرباء المنتجة عن طريق المنشآت التي تستعمل الرياح.

¹ القانون رقم 04-09 المؤرخ في 27 جمادى الثانية عام 1425 الموافق لـ 14 أوت 2004م، والمتعلق بترقية الطاقات المتجددة في إطار التنمية المستدامة، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 52 الصادر بتاريخ 02 رجب 1425 هـ الموافق لـ 18 أوت 2004، ص 09.

² وزارة الطاقة، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، الجزائر، جانفي 2016، ص 28.

³ جامعة الدول العربية، دليل الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة في الدول العربية، القطاع الاقتصادي، إدارة الطاقة، المجلس الوزاري العربي للكهرباء، مصر، 2015، ص 57.

▪ قرار وزاري مؤرخ في 01 سبتمبر 2014 يحدد تسعيرات الشراء المضمونة وشروط تطبيقها على الكهرباء المنتجة عن طريق المنشآت التي تستعمل التوليد المشترك.

ثانيا: الإجراءات التحفيزية و الجبائية:

للاستجابة الناجعة لأولويات المنصوص عليها في برنامج الطاقات المتجددة وتشجيع مبادرات الخواص والمؤسسات، تجرى تعديلات تشريعية وتنظيمية الهدف منها ضمان إطار قانوني وتنظيمي للمستعملين والمتدخلين ومختلف المستثمرين يسمح بالاستجابة الفعالة للتحديات الواجب رفعها في ميدان الطاقات المتجددة.

إضافة إلى الإطار العام الذي ينظم تطوير الاستثمار، فإن النظام الخاص للاتفاقية يمكن فتحه لترقية الطاقات المتجددة، ويتضمن الإطار القانوني الساري المفعول دعما للطاقات المتجددة.

وتقدم إجراءات تحفيزية وتشجيعية في القانون المتعلق بالتحكم في الطاقة رقم 09-99 (مزايا مالية، جبائية وحقوق جمركية) وهذا لتفعيل المشاريع التي تتنافس في تحسين الفعالية الطاقوية وترقية الطاقات المتجددة، وقد تم إنشاء الصندوق الوطني للتحكم في الطاقة من أجل تمويل هذه المشاريع ومنح قروض دون فوائد وضمانات للبنوك وللمؤسسات المالية حتى تقوم هذه الأخيرة بتمويل الاستثمارات التي تساهم في الرفع من الكفاءة الطاقوية.

الهدف من هذه الإجراءات هو تشجيع المنتجات المحلية وتوفير الظروف الملائمة، خاصة الجبائية منها للمستثمرين الراغبين في الاستثمار في جميع فروع الطاقات المتجددة.

ولتشجيع ودعم الصناعات في إنجاز هذا البرنامج، فإنه من المتوقع تخفيض الحقوق الجمركية والرسم على القيمة المضافة عند الاستيراد بالنسبة للمكونات والمواد الأولية والمنتجات نصف المصنعة المستعملة في صناعة الأجهزة بالجزائر في مجال الطاقات المتجددة.¹

¹ وزارة الطاقة والمناجم، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، مرجع سبق ذكره، ص 28.

المبحث الثاني: حصة استغلال الطاقة الشمسية، جدواها الاقتصادية والآفاق المستقبلية

المرصودة لإستغلالها في الجزائر:

تمتلك الجزائر من الإمكانيات ما يؤهلها إلى أن تكون من الدول الرائدة عالميا وليس فقط إقليميا في مجال الطاقة الشمسية، كما تتبع مجموعة من السياسات الطاقوية المشجعة لهذه الطاقة، وكذلك المحفزة لتوطين تكنولوجياتها وإطلاق نسيج صناعي متخصص، وعليه سنتناول في هذا المبحث النقاط التالية:

- إمكانيات ومقومات الطاقة الشمسية ومختلف فروع الطاقات المتجددة بالجزائر؛
- حصة استغلال الطاقة الشمسية بالجزائر؛
- الجدوى الاقتصادية والآفاق المستقبلية المرصودة لاستغلال الطاقة الشمسية بالجزائر.

المطلب الأول: إمكانيات ومقومات الطاقة الشمسية ومختلف فروع الطاقات المتجددة في

الجزائر.

لقد تزايد الاهتمام العالمي في الفترة الأخيرة بموضوع الطاقة الشمسية نظرا لأهميتها الكبيرة، وتعدد مجالات استخدامها وتنوع تطبيقاتها، وفي هذا الصدد فإن الجزائر تمتلك أحد أهم وأكبر مصادر الطاقة الشمسية في العالم، إذ أنها ومن خلال موضعها الجغرافي تحوز على أعلى الحقول الشمسية في العالم وهذا ما سنتناوله من خلال هذا المطلب بالإضافة إلى مقومات قيام هذه الطاقة بالجزائر.

الفرع الأول: إمكانيات الطاقة الشمسية بالجزائر.

صنفت الجزائر من بين أحسن ثلاثة حقول شمسية في العالم، حيث تعتبر الجزائر وإيران ومنطقة أريزونا بالولايات المتحدة الأمريكية أكبر وأحسن حقول الطاقة الشمسية في العالم¹. فللجزائر إمكانيات شمسية مرتفعة جدا، إذ تبلغ متوسط الطاقة المستلمة سنويا على سطحها بـ170 ألف تيراواط، كما يتجاوز

¹حسان حويشة، الجزائر... العملاق النائم للطاقة الشمسية بإنتاج منعدم، بوابة الشروق، طوع في 11/07/2015 متوفر

على الموقع: <http://www.echoroukonline.com/ara/articles/225832.html>

متوسط الإشعاع السنوي 2000 ساعة ليصل إلى 3500 ساعة من أشعة الشمس في الصحراء والتي تعتبر غنية جدا وهي تمثل 86% من الأراضي الجزائرية.¹ وهذا ما يوضحه الجدول أدناه.

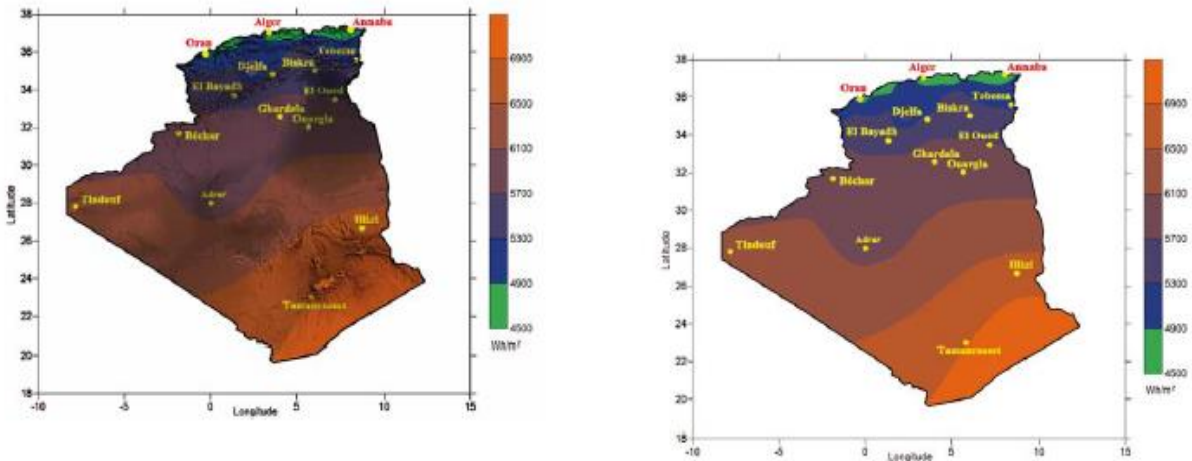
الجدول رقم (16): إمكانيات الطاقة الشمسية حسب المناطق.

الصحراء	الهضاب العليا	المناطق الساحلية	المناطق
86	10	4	المساحة (%)
3500	3000	2650	معدل مدى إشراق الشمس (ساعات/سنة)
2650	1900	1700	معدل الطاقة المحصل عليها (كيلوواط ساعي م/2سنة)

المصدر: وزارة الطاقة والمناجم، دليل الطاقات المتجددة، مرجع سبق ذكره، ص 39.

وعليه فالجزائر تزخر بكميات كبيرة من السطوع الشمسي وهذا نظرا إلى مساحتها الشاسعة وموقعها الجغرافي، مما يجعلها منجما هاما من الطاقة الشمسية وهذا ما يوضحه كذلك الشكلين المواليين.

الشكل رقم (28): خريطة المتوسط السنوي لشدة الإشعاع الشمسي في مختلف مناطق الجزائر بصورة أفقية بفترة: 1992-2002.



Source :Mohamed Ridha Yaiche, Abdallâh Bouhanik, Atlas Solaire Algérien, Centre de Développement des Energies Renouvelables, Algérie, 2002, p16.

¹Manfred Hafner and Other, Outlook for Electricity and Renewable Energy in Southern and Eastern Mediterranean Countries, MEDPRO Technical Report, N 16, October 2012, p 38.

وتعتبر أكثر المناطق استفادة من الطاقة الشمسية هي تلك الواقعة بين خطي العرض (40) شمالا وجنوب خط الاستواء، وبما أن الجزائر تقع على عرض (28) شمالا فإن لها نصيبا وافرا من هذه الطاقة. (و كما يظهر بالشكل أعلاه)، حيث يفوق عدد الأيام المشمسة فيها خلال العام إلى 145 يوما، ويتلقى المتر المربع وسطيا حوالي 2650 كيلواط ساعي في السنة.

الفرع الثاني: مقومات استغلال الطاقة الشمسية بالجزائر.

من بين أهم مقومات استغلال الطاقة الشمسية بالجزائر ما يلي:

أولا: وفرة الشمس:

- إذ تتوفر الشمس في كامل التراب الوطني بما يفوق 2000 ساعة في السنة، و تصل القدرة الشمسية في المتوسط للمنطقة الساحلية 2650 ساعة/سنة، و3000 ساعة/سنة للهضاب العليا، وتقدر بـ3500 ساعة/سنة بالنسبة للمناطق الصحراوية؛¹
- انخفاض الغيوم في المناطق الصحراوية المؤهلة لاستغلال الطاقة الشمسية؛
- وفيما إذا قمنا بمقارنة الطاقة الشمسية مع الغاز الطبيعي، فإن إمكانيات الطاقة الشمسية في الجزائر تساوي ما يعادل 37.000 مليار متر مكعب، أي أكثر من 8 أضعاف احتياطات الغاز الطبيعي في البلاد.²

ثانيا: وفرة الأرض:

- تتوفر الجزائر على المساحة المطلوبة لتشييد وقيام طاقة نظيفة ومتجددة كالطاقة الشمسية حيث تقدر مساحة الجزائر بـ: 2381741 كلم²؛³
- الصحراء الجزائرية هي واحدة من بين أكبر الصحاري في العالم وتمتاز بشدة حرارة مرتفعة تفوق حتى الـ60 درجة، كما أن مساحة الصحراء تمثل أكثر من 86% من المساحة الكلية للبلاد؛

¹ وزارة الطاقة والمناجم، دليل الطاقات المتجددة، مرجع سبق ذكره، ص 39.

² Le Secteur des Energies Renouvelables en Afrique du Nord, Situation Actuelle et Perspectives, Nations Unies, Commission Economique pour l'Afrique, Bureau pour L'Afrique du Nord, Septembre 2012, P18.

³ يحيى نهبان، اطلس الوطن العربي "الجغرافي و الطبيعي و السياسي"، دار يافا العلمية للنشر و التوزيع، الأردن، 2010، ص 271.

▪ توفر عنصر السيلكون في الصحراء الجزائرية ما يبشر بإمكانيات لقيام صناعة للطاقة الشمسية.

ثالثاً: وجود التوجه نحو استغلال الطاقة الشمسية والرغبة في تطويرها.

▪ الطاقة الشمسية هي طاقة نظيفة وهو ما يصب في مسار التوجه الجزائري نحو حماية البيئة، وهذا لالتزامها بمؤشر المناخ الدولي، الذي يفرض خفض نسبة الانبعاثات الملوثة.

▪ كما تم المصادقة على القانون المتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة في جويلية 2003، حيث تبنى المشرع الجزائري فيه الخطوط العريضة لمبادئ التنمية المستدامة لقمة ريودي جانيرو 1992؛¹

▪ رغبة الجزائر في تقليل التبعية الاقتصادية للمحروقات وهذا بتطوير قطاعات ومجالات طاوقية جديدة ومتجددة؛²

▪ رغبة الجزائر بتطوير الطاقة الشمسية خاصة والطاوق المتجددة ككل، ويظهر هذا من خلال برنامج الطاوق المتجددة والفعالية الطاقوية وأهدافها المسطرة لـ2030، وكذا من خلال المشاريع المنجزة. إذ تعتبر هذه الطاقة كفرصة وكدافع للتنمية الاقتصادية والاجتماعية، خاصة عبر إقامة صناعات خالقة للثروة والشغل.³

الفرع الثالث: أهمية استغلال الطاقة الشمسية بالنسبة للجزائر.

إن لاستغلال الطاقة الشمسية أهمية كبيرة بالنسبة للجزائر ويمكن تبين ذلك كما يلي:⁴

▪ يعتبر التوجه نحو الطاوق المتجددة في البلدان النامية المصدرة للنفط على غرار الجزائر مصدر بديل لإنتاج الطاقة كون المصادر التقليدية في طريق النفاذ؛

¹ فريدة كافي، الطاوق المتجددة ودورها في الاقتصاد وحماية البيئة، مرجع سبق ذكره، ص 277.

² عمر الشريف، الطاقة الشمسية وآثارها الاقتصادية في الجزائر، مجلة العلوم الإنسانية، جامعة محمد خيضر، بسكرة، العدد السادس، جوان 2004، ص 03.

³ وزارة الطاقة والمناجم، برنامج تطوير الطاوق المتجددة والنجاعة الطاقوية، مرجع سبق ذكره، ص 03.

⁴ كسيرة سمير وعادل مستوي، الاتجاهات الحالية لإنتاج واستهلاك الطاقة الناضبة ومشروع الطاقة المتجددة في الجزائر "رؤية تحليلية آنية ومستقبلية"، مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، جامعة المسيلة، الجزائر، العدد 14، 2015، ص ص 164، 165.

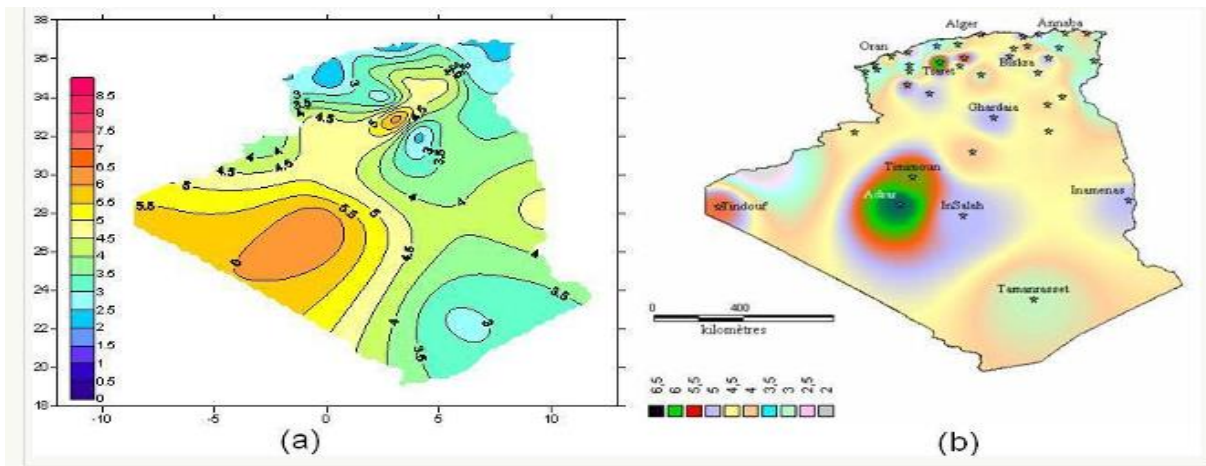
- تساهم الطاقة المتجددة في تقليص التكاليف مقارنة مع الطاقة التقليدية لاسيما في المناطق النائية أين يزيد استعمال المضخات الشمسية في سقي الأراضي الفلاحية، والإنارة بالنسبة للسكان، والاستغلال التقني للخلايا الشمسية؛
 - في المجال الاقتصادي والاجتماعي باستخدام الطاقة المتجددة يمكن من تخفيض سعر تكلفة الإنارة في الجزائر لاسيما في القرى النائية وكذا ترقية الأداء في الأماكن والهيكل العمومية؛
 - من ناحية التشغيل إن اعتماد الطاقة الشمسية أي تطبيق التقنيات الحديثة لتوليد هذا النوع من الطاقة سيوفر فرص عمل متعددة للشباب في المجال العلمي والعملي في الجزائر؛
 - اعتماد الطاقة الشمسية في الجزائر يساهم في تعزيز أمن الطاقة وتلبية الزيادة الكبرى في الطلب ومعالجة ندرة المياه في الجزائر؛
 - تساهم الطاقة الشمسية في تغيير نمط الاستهلاك والإنتاج وهذا يؤثر على الجانب الاقتصادي للمؤسسات والأفراد؛
 - من جهة أخرى في المجال الاجتماعي الطاقة الشمسية طاقة نظيفة ونقية وغير ناضبة هذا ما يجعلها ترفع مستوى جودة الهواء والصحة العامة، والتخفيف من حدة تغير المناخ. كما يمكن إبراز أهمية الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة ككل بالنسبة للجزائر فيما يلي:
 - إن لاستعمال بدائل الطاقة مردودين مهمين أولهما جعل فترة استعمال الطاقة النفطية طويلة وثانيها تطوير مصدر آخر للطاقة بجانب مصدر النفط الحالي، وبالتالي زيادة القدرة التصديرية للبتروول فبدلا من استهلاك البتروول في المصانع يمكن بيعه بالسعر العالمي؛
 - توفير التكلفة المادية الضخمة التي تتكبدها موازنة الجزائر بسبب استخدام الطاقة الكهربائية التي يتم إنتاجها عن طريق البتروول، بالإضافة إلى أن ذلك يتكلف جهد كبير من حفريات قد تؤثر على بعض المشاريع المقامة مثل الشوارع وغيرها وكذلك تمديد الأسلاك لمسافات طويلة مما يزيد من تكلفة هذه الطاقة؛
 - إمكانية تصدير الطاقة الشمسية من المتوقع في حال تزايد الاهتمام بالطاقة الشمسية في الجزائر سيتزايد الإنتاج ويمكن تصدير الفائض أيضا.
- كما تتوفر الجزائر إلى جانب الطاقة الشمسية على فروع أخرى من الطاقات المتجددة والتي يمكن إبرازها في الفرع الموالي.

الفرع الرابع: إمكانيات مختلف فروع الطاقات المتجددة المتوفرة بالجزائر.

أولا: طاقة الرياح:

تتوفر الجزائر على إمكانيات معتبرة من طاقة الرياح، ويتغير المورد الريحي في الجزائر من مكان لآخر، وهذا ناتج أساسا عن الطبوغرافيا وعن المناخ المتنوع، ففي حين أن الجنوب يتميز بسرعة رياح أكبر منها في الشمال خاصة في الجنوب الغربي حيث تزيد سرعتها عن $4\text{ م}^3/\text{ثا}$ وتزيد قيمتها عن $6\text{ م}^3/\text{ثا}$ في منطقة أدرار، فإنه يلاحظ على العموم أن معدل سرعة الرياح غير مرتفعة جدا في الشمال لكن تم تسجيل وجود مناخات تفضيلية على المواقع الساحلية لوهران، بجاية وعنابة وكذلك على الهضاب العليا لتيارت وأيضا على المنطقة التي تحدها بجاية شمالا وبسكرة جنوبا، وهو الأمر الذي يعزز قيام حقول الرياح النموذجية.¹

الشكل رقم (29): خرائط الرياح في مختلف مناطق الجزائر.



المصدر: مركز تنمية الطاقات المتجددة (CDER)، خريطة حقول الرياح في الجزائر، متوفر على الموقع:

www.cder.dz/spip.php?article1446 طوّل بتاريخ 2014/08/27.

¹ وزارة الطاقة والمناجم، دليل الطاقة المتجددة، مرجع سبق ذكره، ص 41.

وتعتبر طاقة الرياح في الجزائر موردا هاما للطاقة بعد الطاقة الشمسية، إذ توضح سرعة الرياح في الشكلىن أعلاه إلى وجود ثمانى مناطق شديدة الرياح قابلة لاحتضان تجهيزات توليد الطاقة من الرياح، وهى موزعة كالتالى: منطقتان على الشريط الساحلى وثلاث مناطق فى الهضاب العلىا، وثلاث مناطق أخرى فى الصحراء، كما قدرت الاستطاعة التكنىة للطاقة المولدة من الرياح لهذه المناطق بـ172 تىراواط/سا/سنوىا، منها 37 تىراواط/سا/سنوىا قابلة للاستغلال لمختلف النشاطات فى القطاع الإقتصادى.¹

ومن أهم مشاريعها فقد تم تشييد أول مزرعة رىاح فى الجزائر (مزرعة الرىاح كبرىتنا) فى أدرار بقدره 10 مىغاواط، وقد دخلت حىز الخدمة سنة 2014، وقد وكل هذا المشروع إلى جهات مستقلة ومشتركة بىن الجزائر وفرنسا.²

كما تم تشييد مزرعة رىاح فى ولاية خنشلة بقدره 20 مىغاواط وهى فى مرحلة تقديم العطاءات.³

ثانىا: الطاقة المائىة:

فىما يتعلق بالطاقة المائىة فى الجزائر، فإنه ورغم الإمكانيات المائىة المعتربة التى تتوفر عىها والتى تعود خاصة إلى نسبة الكمىات الكبرىة والمعتربة من الأمطار التى تتساقط سنوىا على الجزائر والتى تقدر بحوالى 65 مليار م³، إلا أنه لا يتم استغلال إلا جزء قلىل منها يقدر بنحو 25 مليار م³ وثلاثا هذه الكمىة مىاه سطحية، مع العلم أنه يوجد بالجزائر 103 سد منجز ونحو 50 سد طور الإنجاز، وباقى الكمىة هى مىاه جوفىة، وذلك نىجة تمركزها بمناطق محددة وتبخر جزء منها أو تدفقها بسرعة نحو البحر أو نحو حقول المىاه الجوفىة، وبالتالى فإن حصة إنتاج الكهرباء من الطاقة المائىة بالحضىرة الوطنىة تبلغ نسبة 1% أى نحو 286 مىغاواط فقط، وترجع هذه الاستطاعة الضعىفة إلى العدد غير الكافى من السدود من جهة وعدم استغلال الموارد المتوفرة من جهة أخرى.⁴ ومن بىن محطات توليد الطاقة الكهرومائىة نذكر ما يلى:

¹ شىمانى وفاء، أوسرىر منور، مرجع سىق نكره، ص 40.

² المركز الإقليمى للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة (RCREEE)، مشروعات الطاقة المتجددة-مزرعة رىاح كبرىتنا مدىنة أدرار-، متوفر على الموقع: (طولع بتاريخ 2015/10/22)

www.taqaway.net/ar/re-projects/مزرعة-رىاح-كبرىتنا-مدىنة-أدرار

³ المركز الإقليمى للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة (RCREEE)، مشروعات الطاقة المتجددة-مزرعة رىاح خنشلة-، متوفر على الموقع: (طولع بتاريخ 2015/10/22)

www.taqaway.net/ar/re-projects/مزرعة-رىاح-خنشلة

⁴ شافىة كتاف، زهىر بن دعاس، مرجع سىق نكره، ص ص: 04-05.

الجدول رقم (17): محطات توليد الطاقة الكهرومائية في الجزائر.

المحطات	الطاقة المركبة (ميغاواط)
درقينة	71,5
إغيل أمدان	24
منصورية	100
أراقن	16
سوق الجمعة	8,085
تيزي-مدان	4,458
غريب	7,000
قوريات	6,425
بوحنيفة	5,700
واد فوضة	15,600
بني بهول	3,500
تسالة	4,228
المجموع	286

المصدر: وزارة الطاقة المناجم، دليل الطاقات المتجددة، مرجع سبق ذكره، ص 48.

كما ساهمت طاقة المياه في إنتاج ما استطاعته 228 ميغاواط من الطاقة الكهرومائية سنة 2009.¹ و قدر إجمالي الطاقة الكهرومائية المركبة نهاية عام 2015 بـ 228 ميغاواط.² والجدول الموالي يبين إنتاج واستهلاك الطاقة الكهرومائية من 2011 إلى 2015 المقدره بألف برميل مكافئ نفط/يوم.

الجدول رقم (18): إنتاج واستهلاك الطاقة الكهرومائية في الجزائر من 2011 إلى 2015

¹ United Nation Economic Commission for Africa: Office for North Africa, General Secretariat, Arab Maghreb Union, the Renewable Energy, Sector in North Africa: Current Situation and Prospects, Expert Meeting about 2012, International Year of Sustainable Energy for All, Rabat, September 2012, P 13.

² منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتروول وأوبك، تقرير الأمين العام السنوي الثالث والأربعون، الكويت، 2016، ص 157.

السنوات	2011	2012	2013	2014	2015
الإنتاج	1,7	1,8	0,4	0,9	0,7
الاستهلاك	1,7	1,8	0,4	0,9	0,7

المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، التقرير الإحصائي السنوي، الكويت، 2016، ص ص 40-70.

ثالثا: طاقة الحرارة الجوفية.

توجد إمكانيات واحتياطات هامة للطاقة الحرارية الأرضية في الجزائر، إذ تم مسح أكثر من 200 منبع مياه ساخنة في شمال البلاد، وحوالي الثلث (33%) منهم درجات حرارية أعلى من 45 درجة مئوية (12 فهرنهايت)، أما بأقصى الجنوب يوجد خزان هائل من الطاقة الحرارية الجوفية يمتد على عدة آلاف من الكيلومترات، هذا الخزان هو عادة يسمى بـ(الطبقة الألبية)، حيث تصل درجة حرارة هذه الطبقة إلى 57 درجة مئوية، ويقدر إجمالي الإمكانيات الحرارية لهذه الطبقة بـ700 ميغاواط.¹

رابعا: طاقة الكتلة الحيوية والنفايات العضوية.

- القدرات الغابية و تنقسم الجزائر إلى منطقتين:
 - منطقة الغابات الاستوائية التي تحتل مساحة تقدر بحوالي 25 مليون هكتار أي أكثر بقليل من 10% من المساحة الإجمالية للبلاد.
 - المنطقة الصحراوية الجرداء والتي تغطي أكثر من 90% من مساحة البلاد، والشمال الذي يمثل 10% من مساحة البلاد، تغطي الغابات 1,8 مليون هكتار، في حين التشكيلات الغابية المتدرجة في الجبال، تمثل 1,9 مليون هكتار.
- يعتبر كل من الصنوبر البحري والكاليتوس نباتين هامين في الاستعمال الطاقوي، لكن لا يحتلان حاليا سوى 5% من الغابة الجزائرية.

¹Manfred Hafner and Other, Op Cit, P38.

كما أن تثمين النفايات العضوية وبالأخص الفضلات الحيوانية لإنتاج الغاز الحيوي، يمكن أن يعتبر حلاً اقتصادياً وإيكولوجياً من شأنه تحقيق التنمية المستدامة بالمناطق الريفية على المدى المتوسط.¹

المطلب الثاني: حصيلّة استغلال الطاقة الشمسية في الجزائر.

بدأت جهود الجزائر لاستغلال الطاقة الشمسية عندما تم إنشاء محافظة الطاقات الجديدة في الثمانينيات واعتماد مخطط الجنوب سنة 1988، مع تجهيز المدن الكبرى بتجهيزات لتطوير الطاقة الشمسية، حيث تم إنجاز محطة ملوكة بأدرار بقوة 100 كيلواط لتزويد 1000 نسمة في 20 قرية. كما تم توسيع نطاق نشاط مركز بوزريعة وإنشاء وحدة لإنتاج الخلايا الشمسية.²

وفيما يخص البرنامج الخاص بالجنوب الكبير (1985-1989) والممول من طرف الدولة فخصص لولايات أقصى الجنوب (أدرار، بشار، الواد، إليزي، تمنراست)، ويسمح بتوفير الماء الشروب لساكلي هذه المناطق (الضخ أو التحلية)، توفير الإنارة، تبريد الهواء داخل المباني في فصل الصيف.

الفرع الأول: مشاريع الطاقة الشمسية في إطار برنامج كهربة الريف للفترة 1985 - 2009.

أولاً: مشروع كهربة عشرون قرية بالطاقة الشمسية.

ثانياً: تزويد 18 قرية معزولة بالجنوب الكبير: ونذكر من بين القرى:

▪ قرية مولاي لحسن: أول قرية بدأت التشغيل هي مولاي لحسن وهي مجهزة كلية بالطاقة الشمسية عن طريق:³

– نظام شمسي فولتوفولطي بقوة 6 كيلواط لتوفير الاحتياجات الطاقوية الضرورية لـ 20 مسكن وقد بدأ التشغيل به سنة 1998 وقد أنجز أكثر من 1300 كيلواط/ساعة.

¹ مؤتمر الطاقة العربي العاشر، الورقة القطرية الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، ابوظبي، الامارات العربية المتحدة، ديسمبر 2014، ص 18.

² فروحات حدة، مرجع سبق ذكره، ص 152. بتصرف

³ نفسه، ص 155. بتصرف

- سخان الماء بالطاقة الشمسية لسعة 200 لتر مستعمل للتوزيع العمومي وتزويد السكان بالماء الصحي ومن أجل تخفيف استهلاك الغاز وتفادي استعمال الحطب والوسائل الأخرى.
- قرية غار جبيلات: بقوة إجمالية 34,5 كيلواط موزعة على 11 جهازاً للأنظمة الفوتوفولطية ذات أنواع مختلفة للتوزيع لما يقارب 50 مسكن ومختلف المرافق العمومية.
 - قرية حاسي منير: بقوة إجمالية 21 كيلواط، وتغطي 24 مسكن.
 - قرية تاحيفات: بقوة إجمالية 61,5 كيلواط، لتصل إلى تغطية 100 مسكن، وقد بدأ التشغيل بالموازاة لنظامين بقوة 12 كيلواط لتزويد 20 مسكن.
 - قرية عين دلاغ: بقوة إجمالية 15 كيلواط، لتصل إلى تغطية 25 مسكن.
 - قرية عراق: بقوة إجمالية مركبة 52,5 كيلواط، لتصل في الإجمالي إلى تغطية 88 مسكن.
 - قرية تامجارت: بقوة إجمالية 24 كيلواط، لتصل إلى تغطية ما يقارب 42 مسكن.
- تم التزود بالكهرباء عن طريق الطاقة الشمسية لـ 18 قرية معزولة بالجنوب الجزائري الكبير ويمكن إعطاء تفاصيل عنها وفقاً للجدول الموالي:

الجدول رقم (19): المميزات الكبرى لـ 18 قرية شمسية بالجنوب الكبير.

الولاية	البلدية	القرية	تاريخ التشغيل
تندوف	غار جبيلات	غار جبيلات	أوت 1999
	أم العسل	حاسي منير	فيفري 2000
	تندوف	الضيعة الخضراء	أكتوبر 1999
أدرار	مطارفة	حمو موسى	مارس 2000
	تيميمون	تالة	مارس 2000
إليزي	إليزي	إفني	ماي 2000
		إمهرو	ماي 2000
		واد سمن	جوان 2000
		تمجارت	أكتوبر 1999
		تياهيوت	جوان 2000

سبتمبر 1999	تهيفات	تمنراست	تمنراست
نوفمبر 2000	تهارنانت		
سبتمبر 1999	عين دلاغ		
أكتوبر 2000	أمقود	إدلس	
أوت 1998	ملاي لحسن	عين أمقل	
نوفمبر 1999	أرك		
سبتمبر 2000	عين بلات	تازروك	
سبتمبر 2000	تين تاراين		

المصدر: وزارة الطاقة والمناجم، دليل الطاقات المتجددة، مرجع سبق ذكره، ص 57.

ثالثا: تزويد 16 قرية بالكهرباء الشمسية في إطار البرنامج (2006-2009).

في إطار البرنامج الوطني للإنارة الريفية 2006-2009، تم تزويد بالكهرباء لـ 16 قرية معزولة عن طريق الطاقة الشمسية بفعل الإنارة الفولطية، ويقدم الجدول الآتي معلومات عن هذه القرى.

الجدول رقم (20): المميزات الكبرى لتزويد 16 قرية بالكهرباء الشمسية

رقم	ولاية	بلدية	مركز	سكنات	مسافة الشبكة
1	إليزي	أليزي	إكيرانترات	20	70
2	إليزي	جاننت	ريكين	52	140
3	إليزي	جاننت	إسندلين	12	90
4	إليزي	برج حواس	ديدر	20	50
5	تمنراست	إدلس	أبدنيزي	3	270
6	تمنراست	تزروك	أيتأوكلان	20	150
7	تمنراست	عبالسة	عين أزارو	26	90
8	تمنراست	تمنراست	تيفانورين	70	70
9	تمنراست	تمنراست	إديكال	25	50
10	تمنراست	تمنراست	تيت لوكتان	15	44
11	تمنراست	تمنراست	إلمان	20	25
12	تمنراست	تمنراست	تنسو	20	120

50	100		سيدي عيسى	المسيلة	13
45	40	الغانمي	دوار الماء	الوادي	14
40	60	المقلية	بن قرشة	الوادي	15
60	72	حاسي غانم	المنيعية	غرداية	16
المجموع					548

المصدر: وزارة الطاقة والمناجم، دليل الطاقات المتجددة، مرجع سبق ذكره، ص 69.

حسب الدليل الوطني للطاقة المتجددة لسنة 2007 تم تركيب 2353 وحدة من الطاقات المتجددة، موزعة حسب المصدر والاستعمال كما هو مبين في الجدولين:

الجدول رقم (21): توزيع قيم الطاقة المنتجة حسب المصدر.

المصدر	الشمس	الرياح	المجموع
الطاقة المنتجة	kw2280	kw73	kw 2353

المصدر: وزارة الطاقة والمناجم، دليل الطاقات المتجددة، مرجع سبق ذكره، ص 52.

الجدول رقم (22): قيم الطاقة المنتجة حسب الاستعمال.

الاستعمال	الكهرباء	الضخ	الإنارة العامة	الاتصالات	استعمالات أخرى	المجموع
الطاقة المنتجة	kw1353	kw288	kw48	kw498	kw166	kw2353

المصدر: وزارة الطاقة والمناجم، دليل الطاقات المتجددة، مرجع سبق ذكره، ص 54.

الجدولان (21-22) يوضحان أن أكبر نسبة للطاقة المنتجة هي من الطاقة الشمسية وهذا للقدرات الهائلة التي تتمتع بها الجزائر من جهة وما توليه من اهتمام خاص لهذا المصدر من جهة أخرى. ثم تليها طاقة الرياح فهي في المحور الثاني من الاهتمامات ويتم استعمال هذه الطاقات المنتجة بشكل أساسي في إنتاج الكهرباء.

الفرع الثاني: حسيمة استغلال الطاقة الشمسية من مشاريع منجزة في المرحلة 2011-2014

من البرنامج الوطني للطاقات المتجددة.

شهدت المرحلة التجريبية (2011-2014) إنهاء وإنجاز عدة مشاريع وإجراءات خاصة بالطاقة الشمسية ومن أبرزها:

أولاً: إنجاز المحطة الهجينة بحاسي رمل (SPP1 2011): تم إنجاز المحطة الهجينة التي تجمع بين الغاز الطبيعي والطاقة الشمسية بحاسي رمل بطاقة تبلغ زهاء 150 ميغاواط بما فيها 25 ميغاواط للطاقة الشمسية الحرارية، وقد تم الانتهاء من إنجاز المشروع وتم تشييده للإنتاج يوم 14 جويلية 2011. تقع محطة SPP1 في تيلغيمت على بعد 25 كلم شمال بلدية حاسي رمل، وتحتوي المحطة على صفوف لمرايا القطع المكافئ لتشمل 224 من اللاقطات الشمسية طول كل واحدة منها 150 متر، تحتل هذه المرايا مساحة 180 ألف متر مربع (أنظر الشكل رقم 30)، حيث توصل هذه المحطة بأنبوب غاز بقدرة 125 ميغاواط.

الشكل رقم (30): محطة الطاقة الشمسية الهجينة بحاسي رمل SPP1



المصدر: داودي الطيب، بريطل هاجر، مرجع سبق ذكره، ص 09.

يتولى هذا المشروع فرع NEAL (الجزائر للطاقة الجديدة)، وهي شركة تساهم فيها سونلغاز وسوناطراك بمقدار 45% لكل واحدة منهما وشركة SIM (سيم) 10% من الأسهم، مع الشريك الإسباني

(أبينر)، وقد تطلب الاستثمار مبلغ 315,8 مليون يورو، إذ أسند بعقد من نمط (Boot) ليوكل التصميم، البناء، الاستغلال والصيانة إلى الشركة الإسبانية التي تعد بمثابة الرائد في هذا الميدان.¹

بلغت حصة الطرف الجزائري 34% موزعة (20% لشركة Neal و14% لشركة Sonatrack) مقابل حصة تقدر بـ 66% للمستثمر الإسباني موزعة (51% Abengoa و15% Cofides).²

ثانيا: إنجاز محطة الطاقة الكهروضوئية بغرداية 2014: تم التنفيذ الأولي لمحطة الطاقة الكهروضوئية بغرداية في جويلية 2014 ويهدف مثل هذا المشروع إلى اختبار سلوك مختلف التكنولوجيات في ظروف المناخ القاسية (كارتفاع درجة الحرارة، الرياح الرملية، الغبار والرطوبة...)، وقدرت تكلفتها بأكثر من 900 مليون دج حيث تصل طاقة هذه المحطة التي أقيمت على بعد 10 كلم شمال غرداية بـ 1,1 ميغاواط وهي مجهزة بـ 6032 لوح ضوئي وتتربع على مساحة 10 هكتارات.

كما أقيمت العديد من الأبحاث ودراسات ومشاريع إذ تم تنفيذ مشاريع بشكل عام تبلغ مجموع محطات توليد الطاقة الكهروضوئية فيها 343 ميغاواط وهي تتألف من بناء به 13 محطة كهروضوئية في منطقة المرتفعات بقدره تصل إلى 265 ميغاواط وهي متصلة بالشبكة، بالإضافة إلى وضع أهداف وتسطير برامج لبناء 7 محطات للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقوة 53 ميغاواط في منطقة تيميمون، أدرار وهي متصلة بالشبكة، كذا وجود مشاريع أخرى برمجت في هذه الفترة لفترة مستقبلية في سياق الدراسات التي تتوقع بناء 19 من المجمعات والمحطات الكهروضوئية في الشبكة المعزولة بالجنوب بقوة 57 ميغاواط.³

الفرع الثالث: حصيلة استغلال الطاقة الشمسية في الفترة الممتدة من 2015-2016.

من بين المشاريع نذكر:⁴

¹ محمد يعقوبي، ناصف محمد، الطاقات المتجددة كدعامة إستراتيجية لتحقيق تنمية مستدامة في الجزائر، الملتقى الوطني فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية، جامعة 20 أوت سكيكدة، الجزائر، 02-03 نوفمبر 2013، ص 09.

² بريطل هاجر، مرجع سبق ذكره، ص 226.

³ Des Projets Achevés et D'autres en Cours de Réalisation, Revue Algérie Energie, N° 03, Mars 2015, P30.

⁴ Ministère de L'énergie, Energies Nouvelles, Renouvelables et Maitrise de L'énergie, PP 13,14, disponible sur le site officiel du ministère de l'énergie, vu le 13/05/2017 : <http://www.energy.gov.dz/francais/index.php?page=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-l-energie>

1. المحطة الضوئية 03 ميغاواط بـ دجانيت (اليزي)، والتي تم تشغيلها في فيفري 2015؛
 2. المحطة الكهروضوئية 20 ميغاواط ببلديات أدرار، وتم تشغيلها في أكتوبر 2015؛
 3. المحطة الكهروضوئية 03 ميغاواط بمنطقة كابرتن ببلدية تسابيت (أدرار)، تم تشغيلها في أكتوبر 2015.
 4. المحطة الكهروضوئية 13 ميغاواط في تمنراست، تم تشغيلها في نوفمبر 2015؛
 5. المحطة الكهروضوئية بقدرة 09 ميغاواط بتندوف، ودخلت الخدمة في ديسمبر 2015؛
 6. المحطة الكهروضوئية بقدرة 09 ميغاواط في تميمون (أدرار)، تم تشغيلها في فيفري 2016؛
 7. المحطة الكهروضوئية بقدرة 05 ميغاواط بتمنراست، تم تشغيلها في فيفري 2016؛
 8. المحطة الكهروضوئية بقدرة 05 ميغاواط بأولف (أدرار)، تم تشغيلها في مارس 2016؛
 9. المحطة الكهروضوئية بقدرة 20 ميغاواط بعين البيبل (الجلفة)، شغلت في أبريل 2016؛
 10. المحطة الكهروضوئية بقدرة 20 ميغاواط في خناغ (الأغواط)، شغلت في أبريل 2016؛
 11. المحطة الكهروضوئية بقدرة 15 ميغاواط بوادي الكبريت (سوق أهراس)، وتم تشغيلها في أبريل 2016؛
 12. المحطة الكهروضوئية بقدرة 20 ميغاواط بسدر الغزال (النعامة)، تم تشغيلها في ماي 2016؛
 13. المحطة الكهروضوئية بقدرة 30 ميغاواط بعين السخونة (سعيدة)، تم تشغيلها في ماي 2016؛
 14. المحطة الكهروضوئية بقدرة 06 ميغاواط بزواوية كنتة (أدرار)، تم تشغيلها في جويلية 2016؛
 15. المحطة الكهروضوئية بقدرة 05 ميغاواط في رقان (أدرار)، تم تشغيلها في جويلية 2016.
- والشكل الموالي يوضح بعض المشاريع المزمع إنجازها في مجال الطاقة الشمسية قبل 2020.
- الشكل رقم (31): خريطة توضح بعض مشاريع الطاقة الشمسية المزمع إنجازها قبل 2020.

ويعتبر البعد البيئي والاقتصادي في نفس الوقت ضمن الأدوار المنوطة بمحطات توليد الطاقة الشمسية هذه، إذ إلى جانب توفرها على شروط حماية البيئة والحد من تلوثها فإنها تراعي تحقيق الإنماء المحلي بالولايات التي شيدت عبرها.¹

وفيما يخص المحطة الكهروضوئية 03 ميغاواط بجانت (إليزي) فقد تم إنجازها في إطار تحقيق البرنامج الوطني للطاقات المتجددة حيث أوكلت مهمة إنجازها لشركة SKTM (شركة الطاقة المتجددة) وهي شركة تابعة لمجموعة سونلغاز، ودخلت الخدمة في فيفري 2015 على مساحة تمتد 6 هكتارات وتقع على بعد 10 كلم جنوب غرب ولاية إليزي، وقد بدأت الأشغال بالمحطة في سبتمبر 2014 وتشغل 12 موظف، وتساهم هذه المحطة في الحفاظ على الموارد الأحفورية وعلى حماية البيئة.²

كما تعتبر محطة توليد الكهرباء بعين السخونة (سعيدة)، نموذج آخر لنجاح استغلال الطاقة الشمسية بالجزائر، وتنتج هذه المحطة 30 ميغاواط من الطاقة الكهربائية، وباشرت الإنتاج بتاريخ 10 ماي 2016، برعاية الصانع الألماني BELECTRIC وشركة الكهرباء والطاقة المتجددة SKTM الجزائرية. وقد نفذ هذا المشروع كجزء من البرنامج الوطني لتطوير الطاقات المتجددة، ويحتل مساحة 60 هكتار، قد أنجزت المحطة بعد فترة أشغال دامت 11 شهرا، وهي متصلة بالشبكة العامة للكهرباء.

كما تعتبر المحطة الكهروضوئية تلاغ بسيدي بلعباس مثلا آخرا وتصل الأشغال بها نسبة 85% وهي في مرحلة التنفيذ لتنتج ما سعته 1,2 ميغاواط على مساحة 32,6 هكتار.

ومن جانبها تساهم محطة توليد الكهرباء بواسطة الطاقة الشمسية التي دخلت حيز التشغيل في ماي 2016 بسدر لغزال غرب ولاية النعامة في دعم قدرات إنتاج طاقة الكهرباء في إطار تجسيد خيار التحول الطاقوي للجزائر باعتمادها على مصادر متجددة ونظيفة.

¹ الجنوب تحقق أشواطاً هامة لتطوير الطاقات المتجددة والتحكم في تكنولوجياتها، نشر في وكالة الأنباء الجزائرية يوم 18-

2016-12 على الموقع: <http://www.djazairess.com>

² Des Projets Achevés et D'autres en Cours de Réalisation, OP CIT, P30.

وتنتج هذه المحطة طاقة تقدر بـ20 ميغاواط، وتساهم هذه المنشأة الطاقوية في تموين الشبكة الوطنية للكهرباء، وكانت أشغال هذه المحطة التابعة لشركة الكهرباء والطاقات الجديدة قد انطلقت في أفريل 2014، تتربع على مساحة تفوق 40 هكتار، وتكفلت بأشغالها الشركة الألمانية (بيل إلكتروك).¹

ورصد لهذه المحطة غلاف مالي قيمته 4 ملايين دج، وتوفر 40 منصبا دائما للعمل، وتتضمن محطة الطاقة الشمسية لسدره لغزال بالنعامة ووفقا لقدرات المنطقة معدل 2,700 ساعة تشميس في السنة (أي معدل إنتاج بـ1 ميغاواط لكل 2 هكتار، وكذا معدل 32,500 ميغاواط ساعي في السنة كما أنجزت المحطة بهندسة مدنية ساهمت فيها خبرات وطنية وشيدت بتجهيزات عصرية تتوافق والتطور الحاصل في هذا المجال، وقد أختير موقع المحطة لعدة عوامل من أبرزها ملاءمة العوامل المناخية وتوفير المساحات السهبية الشاسعة بمناطق الصحراء والهضاب العليا، على مدى أوقات طويلة من السنة وهو ما يساعد أيضا مستقبلا على رفع إنتاجية المحطة، مما سينعكس إيجابا على توفير مصادر جديدة للقيام بضخ الكهرباء في شبكة التوزيع الوطنية.

كما تم تدشين كل من محطة الجلفة ومحطة لغواط للإنتاج يوم 09 أفريل 2016 وبسعة إنتاجية قدرت بـ20 ميغاواط لكل واحدة منهما، كلتا المحطتين تم تنفيذهما تحت إطار مشروع إنتاج 343 ميغاواط ضمن البرنامج الوطني للطاقة المتجددة 2011-2030.²

كما تم خلال الفترة آنفة الذكر وضع الأطلس الشمسي للجزائر من قبل وكالة الفضاء الجزائرية (بالإضافة إلى تحديث أطلس الرياح الوطنية من قبل المكتب الوطني للأرصاد الجوية)، علاوة على إكمال مجموعة من النصوص التنظيمية التي تسهل وتوضح عمليات شراء المعدات والاستثمار بالطاقات المتجددة.

أما فيما يخص السخان الشمسي فمن أهم ما يميزه بالجزائر نذكر:³

¹ Faiza Bendidi, Visite des Centrales Solaires Photovoltaïques d'ain Skhoua (SAIDA), TELAGH (SIDI BEL-ABBES), et de SEDRT LEGZEL (NAAMA), Revue MAWRID, SKTM, Ghardaia, N° 02, Janvier 2017, PP 6-8.

² Hadjer Ben chabana, Inauguration, des Centrales Solaires Photovoltaïques délkhneg (Iaghout) et AIN ELBEL (DJELFA), Revue MAWARID, SKTM, Ghardaia, N° 02, janvier 2017, P05.

³ عمار محفوظ،³ عمار محفوظ، تسخين المياه بالطاقة الشمسية بالجزائر، مجلة الطاقة المتجددة، مركز تطوير الطاقات المتجددة CDER، 2012، ص 14.

أنه ما يزال إدخال سخان الماء الشمسي في الجزائر في الطور الأول مقارنة مع بعض دول الجوار كتونس والمغرب، بينما استخدامه اليوم يعد في طور متقدم جدا لدى دول العالم المصنع، حيث تم تصنيف الصين والولايات المتحدة الأمريكية واليابان على رأس الدول المصنعة لسخان الماء الشمسي، فهي ستبلغ 150 مليون م² من المجمعات الشمسية الحرارية. من هذا المنظور واعتمادا على القدرات الجد معتبرة كبديل تدريجي لسخان الماء التقليدي، وقد شرع في دعم اقتناء سخان الماء الشمسي بنسبة 45% من طرف الصندوق الوطني للتحكم في الطاقة.

كما يجدر الذكر بأن المؤسسة الوطنية للأشغال البترولية الكبرى التابعة لمجمع سوناطراك قد عرضت نموذجا الخاص والذي يتميز بطاقة تقدر بـ200 لتر ودرجة حرارة قصوى لإنتاج الماء الساخن بـ90°م في ظرف 3 ساعات إشماس، وقدرت تكلفة صنع هذا السخان الشمسي المتطور بـ135000 دج، وتطمح المؤسسة الوطنية هذه إلى خفض تكلفة الإنتاج لتصبح في حدود 112300 دج، في حالة الوصول إلى 2500 وحدة كمعدل إنتاج سنوي، دون أن نغفل عن الإشارة للنموذج الذي صممه وحدة تطوير الأجهزة الشمسية ببوسماعيل بسعة 150 لتر وبتكلفة قدرت بأقل من 100 ألف دج، ومن المتوقع الشروع في تجسيد برنامج وطني لتكوين الشباب الصناع في الحرف المتعلقة بصناعة مختلف التجهيزات ذات الصلة بتقانة السخانات الشمسية خاصة في مناطق الهضاب العليا والجنوب الكبير، من خلال تنظيم ملتقيات للتكوين والتحسيس.

يعتمد برنامج الجزائر لتطوير سخان الماء الشمسي على مخطط بحث علمي طويل المدى يمتد إلى مطلع سنة 2050، فقد فضلت الجزائر البحث في برمجة الطاقات المتجددة لتجعله حافز حقيقي لتطوير الصناعة الوطنية والذي يثمن مختلف الطاقات الجزائرية (بشرية، مادية، علمية... الخ).

وفيما يخص ما تم إنجازه من مشاريع في إطار الشريحة الأولى من برنامج الكفاءة الوطنية للطاقة: فقد تم تركيب سخانات مياه بالطاقة الشمسية الفردية والجماعية لـ407 وحدة¹. والجدول الموالي يبين بعض أهم المشاريع المرتبطة بالطاقة الشمسية والتي تم إنجازها وهي في طور التنفيذ بالجزائر.

الجدول رقم (23): بعض أهم المشاريع المنجزة للطاقة الشمسية في الجزائر.

¹ Energies Nouvelles, Renouvelables et Maitrise de L'énergie, OP CIT, P21.

اسم المشروع	وصفه	القدرة	نوع الربط	الجهة المنفذة	سنة التشغيل	الموقع	وضع المشروع
18 قرية	البرنامج الخاص بالجنوب الكبير	/	معزول عن الشبكة	سونالغاز سوناطراك	1998- 2000	الهضاب العليا والجنوب	نفذ
16 قرية	البرنامج الوطني للإنارة الريفية	548 مسكن	معزول عن الشبكة	سوناطراك وسونالغاز	2006- 2009	الهضاب العليا والجنوب	نفذ
محطة حاسي رمل	المحطة الهجينة/طاقة شمسية حرارية وغاز	MW150	متصل بالشبكة	NEAL & ABENER	2011	حاسي رمل	نفذ
محطة كهروضوئية غرداية	اختبار كافة أنواع الخلايا	MW 11	متصل بالشبكة	سونلغاز	2014	غرداية	نفذ
مشروع 343 MW	23 محطة شمسية	MW 343	متصل بالشبكة	سونلغاز	2014	الهضاب العليا والجنوب	نفذ منه جزء وجزء في إطار التنفيذ
محطة دجانيت	محطة كهروضوئية	MW 3	متصل بالشبكة	SKTM	2015	دجانيت إيليزي	نفذ
محطة بلديات أدرار	محطة كهروضوئية	MW 20	متصل بالشبكة	سونلغاز	أكتوبر 2015	أدرار	نفذ
محطة كابرتين	محطة كهروضوئية	MW 03	متصل بالشبكة	سونلغاز	أكتوبر 2015	أدرار	نفذ
محطة تمنراست	محطة كهروضوئية	MW 13	معزول عن الشبكة	سونلغاز	نوفمبر 2015	تمنراست	نفذ
محطة تندوف	محطة كهروضوئية	MW 09	معزولة عن الشبكة	سونلغاز	ديسمبر 2015	تندوف	نفذ
محطة	محطة	MW 09	متصل	سونلغاز	فيفري	أدرار	نفذ

		2016		بالشبكة		كهروضوئية	تيميمون
نفذ	تمنراست	فيفري 2016	سونلغاز	متصل بالشبكة	MW 05	محطة كهروضوئية	محطة تمنراست
نفذ	أدرار	مارس 2016	سونلغاز	متصل بالشبكة	MW 05	محطة كهروضوئية	محطة أولف
نفذ	الجلفة	أفريل 2016	سونلغاز	متصل بالشبكة	MW 20	محطة كهروضوئية	محطة الجلفة
نفذ	الأغواط	أفريل 2016	سونلغاز	متصل بالشبكة	MW 20	محطة كهروضوئية	محطة خناغ
نفذ	سوق أهراس	أفريل 2016	سونلغاز	متصل بالشبكة	MW15	محطة كهروضوئية	محطة وادي كبريت
نفذ	النعامة	ماي 2016	SKTM BELCTRIC	متصل بالشبكة	MW 20	محطة كهروضوئية	محطة سدره لغزال
نفذ	سعيدة	ماي 2016	SKTM BELCTRIC	متصل بالشبكة	MW 30	محطة كهروضوئية	محطة عين السخونة
نفذ	أدرار	جويلية 2016	سونلغاز	متصل بالشبكة	MW 6	محطة كهروضوئية	محطة كونتة
نفذ	أدرار	جويلية 2016	سونلغاز	متصل بالشبكة	MW 5	محطة كهروضوئية	محطة ريجان
طور الإنجاز	سيدي بلعباس	/	سونلغاز	متصل بالشبكة	MW 12	محطة كهروضوئية	محطة تلاغ
مرحلة إعداد الدراسة	حج مريونة المطهفة	/	شركة الكهرباء للمناطق الريفية	معزولة عن الشبكة	0,572 MW	محطات كهروضوئية	محطات لإنارة الريف
في طور التنفيذ	/	-2015 2030	وزارة الطاقة	متصل بالشبكة	13575 MW	البرنامج الوطني للطاقات المتجددة	مجموع مشاريع المحطات الشمسية الكهروضوئية
في طور	/	-2015	وزارة الطاقة	متصل		البرنامج	مجموع

التنفيذ		2030		بالشبكة	MW2000	الوطني للطاقات المتجددة	مشاريع المحطات الشمسية الحرارية
---------	--	------	--	---------	--------	-------------------------------	--

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على العديد من المراجع من أهمها:

- وزارة الطاقة والمناجم، دليل الطاقات المتجددة، مرجع سبق ذكره.

-Algérie Energie, Revue Algérienne de L'énergie, N° : 02, Février 2015. et N° 03 Mars 2015.
-Programme National de l'Efficacité Energétique. et Programme National des Energies
Nouvelles et Renouvelables. et Energies Nouvelles, Renouvelables et Maitrise de l'Énergie.
Disponible sur le site officiel de Ministère de L'énergie Algérienne.

- Revue MAWARID, SKTM, N° 02, janvier 2017.

المطلب الثالث: الجدوى الاقتصادية والآفاق المستقبلية المرصودة لاستغلال الطاقة

الشمسية في الجزائر.

توسعت استخدامات وتطبيقات الطاقة الشمسية، لتشمل العديد من المجالات ولتشهد تطورات مستمرة في تكنولوجياتها، كما تعرف انخفاضا مستمرا لتكلفتها رفع من قدرتها على التنافس مع غيرها من الطاقات، مما ساهم في زيادة استغلالها بالجزائر ويتضح هذا من خلال تعدد وتنوع المشاريع المنجزة والمبرمجة على حد سواء، وسنتعرف فيما يلي على الجدوى الاقتصادية من استغلال الطاقة الشمسية بالجزائر بالإضافة إلى الآفاق المستقبلية المرصودة لتطوير وتيرة استغلالها وهذا آفاق سنة 2030.

الفرع الأول: الجدوى الاقتصادية للطاقة الشمسية بالجزائر.

لقد أحرز تقدم تكنولوجي سريع ومتواصل في بعض تكنولوجيات الطاقة المتجددة، مثل تكنولوجيا الطاقة الشمسية الضوئية، واقترن هذا التقدم بانخفاض في تكاليف توليد الطاقة، وتحسنت أيضا قدرة هذه التكنولوجيات على المنافسة من حيث التكلفة مقارنة بمصادر الطاقة التقليدية، ويمكن توقع قدر أكبر من التحسن فيها باستمرار التقدم التكنولوجي وارتفاع حجم الاستثمار في تطويرها وإنتاجها ونشرها، فأسعار نظم الطاقة الشمسية الضوئية مثلا تنخفض بمعدل سريع للغاية، وقد أضحت سعر الطاقة المستمدة من

الطاقة الشمسية الكهروضوئية في أوج قدرته على المنافسة من حيث التكلفة فيما يتعلق تحديدا بالتطبيقات التي قد تكون أكثر ملاءمة للمجمعات المعزولة (أي التطبيقات اللامركزية)¹.

إذ تساهم الطاقة المتجددة في تقليص التكاليف مقارنة مع الطاقة التقليدية لاسيما في المناطق النائية، وأين يزيد استعمال المضخات الشمسية في سقي الأراضي الفلاحية، والإدارة بالنسبة للسكان والاستغلال التقني للخلايا الشمسية، كما يساهم استغلال الطاقة الشمسية بالجزائر في تخفيض سعر تكلفة الإدارة لاسيما في القرى النائية وكذا ترقية الأداء في الأماكن والهياكل العمومية.²

وقد أثبتت تقانة التحويل الكهروضوئي كفاءتها وجدواها الاقتصادية نظرا لنضوجها ووفرة الإشعاع الشمسي حول العالم ككل، وقد أثبتت التجارب المحلية كذلك في هذه التقانة، أن هناك إمكانية كبيرة للاستفادة منها في استعمالات عدة كالضخ والري وأنظمة الاتصالات.³

وتعتبر القدرة الشمسية الأهم في الجزائر، بل الأهم في منطقة حوض البحر المتوسط وهذا بـ: 169440 تيراواط ساعي/سنة.

– 5000 مرة الاستهلاك الجزائري من الكهرباء.

– 60 مرة استهلاك أوروبا (الخمسة عشر 15 دولة) المقدر بـ 3000 تيراواط ساعي/سنة.⁴

بالإضافة إلى انخفاض تكلفة صناعات الخلايا الشمسية التي باتت تفرض نفسها في السوق أكثر فأكثر لتشكل صناعات قابلة للاستمرار وجديرة بالاعتبار (النضج التكنولوجي، التكاليف التنافسية...)، جعل من الطاقة الشمسية في صلب السياسات الطاقوية والاقتصادية التي تنتهجها الجزائر، وهذا من خلال البرنامج الوطني والذي سطر ومع حلول 2030، أن تكون 37% من القدرة القائمة و 27% من الإنتاج الكهربائي الموجه للاستهلاك الوطني، سيكون من أصل قابل للتجدد.⁵

¹ مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية (الأونكتاد)، تقرير التكنولوجيا والابتكار "تسخير تكنولوجيات الطاقة المتجددة في دفع عجلة التنمية"، نيويورك وجنيف، 2002، ص 12.

² كسيرة سمير، عادل مستوي، مرجع سبق ذكره، ص 164.

³ مداحي محمد، فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة كإستراتيجية لما بعد المحروقات في تحقيق التنمية المستدامة "حالة الجزائر"، مجلة الباحث الإقتصادي، العدد 04، ديسمبر 2015، ص 117.

⁴ وزارة الطاقة والمناجم، دليل الطاقات المتجددة، مرجع سبق ذكره، ص 13.

⁵ وزارة الطاقة والمناجم، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، مرجع سبق ذكره، ص 03

وسيتم هذا عبر مرحلتين، إذ ستعرف المرحلة الأولى 2015-2020 إنجاز للطاقة قدرها 4000 ميغاواط بين الشمسية والرياح، أما المرحلة الثانية 2021-2030 فستتميز بتنمية الربط الكهربائي بين الشمال والصحراء (أدرار) وستمكن من تركيب محطات كبرى للطاقة المتجددة في مناطق عين صالح، أدرار، تيميمون وبشار، ودمجها في منظومة الطاقة الوطنية، وعند هذا الموعد، فإن الحرارة الشمسية قد تصبح صالحة ومجدية اقتصاديا.¹

وسعى من الجزائر لتوسيع ونشر استغلال الطاقة الشمسية فهي تقدم مجموعة من التحفيزات التي من شأنها دعم هذه الطاقة لتصبح أكثر جدوى وتنافسية مع المصادر التقليدية، وقد اعتمدت الوزارة سلسلة من التدابير لدعم وتعزيز الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة ككل من خلال وضع إطار عمل قانوني موثوق، كجملته القوانين في ما يخص تمويل برنامج الطاقات المتجددة أهمها القانون رقم 02-01 المؤرخ في فبراير سنة 2002 والمتعلق بتوزيع الكهرباء والغاز والمتضمن في المادة 26 تطبيقات السياسة الطاقوية المتجددة من أجل ضمان أدنى سعر للكهرباء التي يتم إنتاجها من موارد متجددة ويتحمل صندوق الكهرباء والغاز التكاليف الإضافية وتخضع منها التعريفات والرسوم.²

كما يتم دعم الطاقات المتجددة من خلال طريقتين:

الطريقة الأولى: تشجيع إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة من خلال ما يسمى بـ "نظام ضمان أسعار الشراء" حيث يستفيد منتجي الطاقة المتجددة من تعريفات تمنحهم عائد معقول من الاستثمار لمدة 20 عاما للاستثمارات الخاصة بالطاقة الشمسية وطاقة الرياح، و15 سنة في حالة التوليد المشترك للطاقة، فالموزع الذي يشتري هذه الطاقة بسعر الشراء المضمون هو بالتالي يشتري بسعر متوسط الكهرباء التقليدي.

أما الطريقة الثانية: يتم فيها دعم الاستثمارات إلى مستوى معين وهذا عن الاستثمارات التي تتعلق بالمرافق المتجددة خارج الشبكة، كما تمنح الدولة دعما على شكل إعفاءات من الضرائب وتمنح قروضا مصرفية ومن المزمع تقديم أشكال أخرى من المساعدة وتشمل:

- اقتناء وتوفير الأراضي المؤهلة لتركيب محطات الطاقة المتجددة؛
- المرافقة في جميع مراحل عملية الحصول على التراخيص اللازمة؛

¹ وزارة الطاقة والمناجم، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، مرجع سبق ذكره، ص ص 4، 5.

² الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 08 الصادر في فبراير سنة 2002، ص 09.

– تحديد إمكانيات جميع المناطق المعنية بالطاقات المتجددة.¹

ومن بين أمثلة التمويل نجد تمويل ما يصل إلى 45% من السعر المرجعي لسخان الماء بالطاقة الشمسية، وتمويل المشاريع الصناعية من 10 إلى 30% وهذا حسب نوع المشروع.²

الفرع الثاني: الآفاق المستقبلية المرصودة لتطوير وتيرة استغلال الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة بالجزائر.

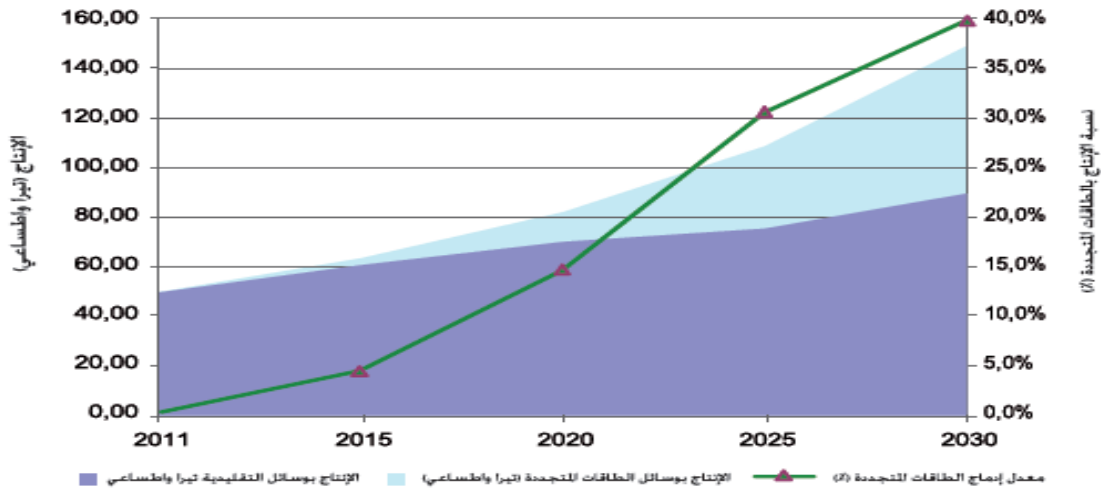
أطلقت الجزائر برنامجا طموحا لتطوير استغلال الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة ككل، وتستند رؤية الحكومة الجزائرية على إستراتيجية تتمحور حول تثمين الموارد التي لا تنضب مثل الموارد الشمسية واستعمالها لتنويع مصادر الطاقة، وهذا تماشيا مع المعطيات الاقتصادية والسياسية وبالموازاة مع إعادة توجيه النمط العالمي للاستهلاك الطاقوي نحو حلول بديلة جديدة ومتجددة، تستجيب للاحتياجات العالمية، لذلك يعد البرنامج الجزائري لتطوير الطاقات المتجددة حلا لاستغلال مصادر شمسية غير متناهية بهدف المساهمة في التكفل بالطلب الداخلي للكهرباء وتصدير جزء من هذه الطاقة.

ويتمحور البرنامج الوطني للطاقة المتجددة في الجزائر 2011-2030 حول تأسيس قدرة ذات أصول متجددة مقدرة بحوالي 22000 ميغاواط وهذا خلال الفترة الممتدة ما بين 2011-2030. والشكل الموالي يبين توقعات لنسب تغلغل الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة في الإنتاج الوطني.

الشكل رقم (32): تغلغل الطاقات المتجددة في الإنتاج الوطني (تيراواط ساعي/سنة)

¹Ministère de L'énergie, Programme National des Energies Nouvelles et Renouvelable, P4, disponible sur le site : www.energy.gov.dz/francais/index.php vu le 11/04/2017

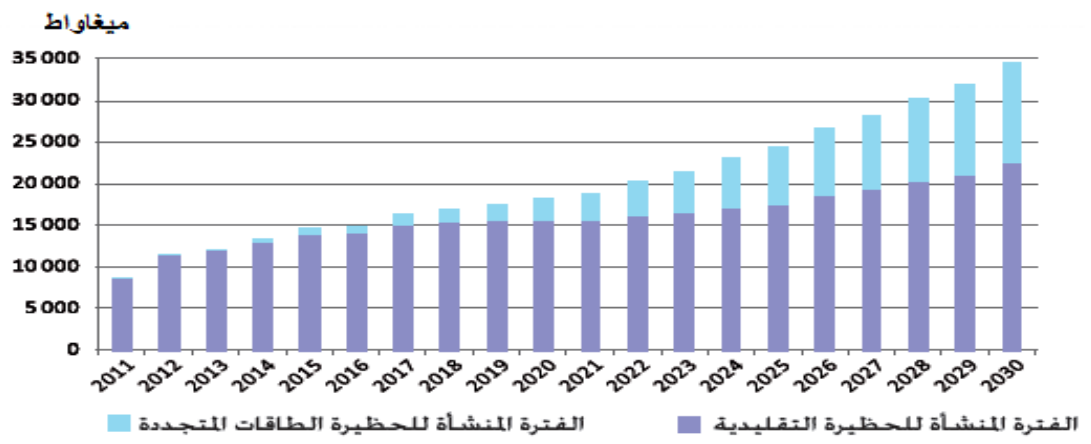
²Ministère de L'énergie, Programme National de L'efficacité Energétique, P07, disponible sur le site : www.energy.gov.dz/francais/index.php vu le 11/04/2017



المصدر: وزارة الطاقة والمناجم، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، مرجع سبق ذكره، ص 09. من خلال الشكل يمكننا ملاحظة بأنه من سنة 2011 حتى سنة 2030 سيكون ما نسبته 40% من إنتاج الكهرباء الموجهة للاستهلاك الوطني هي من الطاقات المتجددة وهي مقسمة حسب تزايد نسبة الإنتاج إلى 5% (بين 2011-2015)، 10% (بين 2015-2020)، 15% (بين 2020-2025) و10% (بين 2025-2030).

كما يمكن توضيح التوجهات الحالية والمستقبلية لنسبة استغلال الطاقات المتجددة ضمن هيكل الإمداد الطاقوي في الجزائر من خلال الشكل الموالي

الشكل رقم (33): هيكل حظيرة الإنتاج الوطني للطاقات التقليدية والمتجددة (ميغاواط).



المصدر: وزارة الطاقة والمناجم، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، مرجع سبق ذكره، ص 09.

يتبين من خلال الشكلين السابقين أن الطاقات التقليدية تمثل النسبة الأهم في هيكل الإنتاج الوطني، غير أن الطاقات المتجددة ستعرف نمواً وتطوراً ملحوظاً، وتمثل الطاقة الشمسية المصدر الأكثر استغلالاً ضمن هذه الإستراتيجية الطاقوية والتي تشمل عدة فروع، إذ تعتبر الطاقة الشمسية المحور الأساسي وستبلغ نسبة القدرة المركبة من الطاقة الشمسية سنة 2030 أكثر من 37% من مجمل الإنتاج الوطني للكهرباء، وتساهم طاقة الرياح بحصة قدرها 3.1%¹ والجدول الموالي يبين القدرات المتراكمة لبرنامج الطاقة المتجددة حسب النوع والمرحلة خلال المدة 2015-2030.

الجدول رقم (24): القدرات المتراكمة لمختلف مصادر الطاقة المتجددة ضمن البرنامج الوطني خلال 2015-2030.

المجموع	المرحلة الثانية 2021-2030	المرحلة الأولى 2015-2020	
(...)	10 575	3 000	الخلايا الشمسية
5 010	4 000	1 010	الرياح
2 000	2 000	-	الحرارة الشمسية
440	250	190	التوليد المشترك
1 000	640	360	الكتلة الحيوية
15	10	05	الحرارة الجوفية
22 000	17 475	4 525	المجموع

المصدر: وزارة الطاقة والمناجم، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، مرجع سبق ذكره، ص 09.

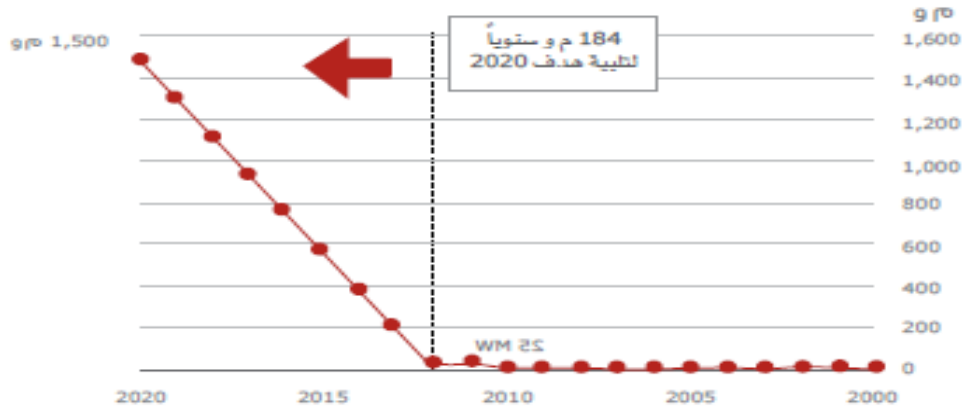
ولتحقيق هذه الأرقام والأهداف المسطرة والمبينة من خلال الجدول اعلاه، فقد شرعت وزارة الطاقة وبالتعاون مع مختلف الهيئات الممثلة للطاقات المتجددة بعمليات بحث واستكشاف وتحديد لمدى توافر الأراضي التي من شأنها زيادة احتمالات تنفيذ البرامج المبرمجة بناءً على مواقع ومناطق محددة. وهذا ببناء محطات ضوئية ومحطات لطاقة الرياح خلال الفترة 2016-2020، وكمرحلة أولى فقد تم تحديد خمسة عشر (15) ولاية وهي: بسكرة، الوادي، غرداية، خنشلة، الأغواط، نعامة، الجلفة، تبسة، إليزي، ورقلة، أدرار، بشار، البيض، تمنراست وتندوف. وقد تم اختيار هذه الولايات على أساس نتائج دراسات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، التي تقوم بها وزارة الطاقة بالاشتراك مع وكالة الفضاء (أسال)، ومركز تنمية الطاقات المتجددة (CDER) والمكتب الوطني للأرصاد الجوية. وقد تم اختيار المواقع المؤهلة

¹وزارة الطاقة والمناجم، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، مرجع سبق ذكره، ص 08.

لتركيب محطات الطاقة المتجددة. وفقا لمعايير كثيرة، منها ما يتعلق بإمكانيات الوصول إلى الموقع وسهولة الولوج إليه، توفر شبكة نقل وتوزيع الكهرباء، الطبوغرافيا، الغرض من الأرض (إذا كانت زراعية، سياحية، المحجر، عسكرية...) وغيرها من المعايير، ومكنت عمليات التنقيب هذه من تحديد 46 موقع بمساحة 402,11 هكتار، وهذا من شأنه التعجيل في وتيرة تنفيذ البرنامج.¹

أما فيما يخص الطاقة الشمسية الحرارية فتعرف انتشارا كبيرا فيما يخص مشاريعها المستقبلية وهذا لما بعد 2021 وهذا ما يظهر في الشكل الموالي.

الشكل رقم (34): القدرة المولدة من الطاقة الشمسية الحرارية في الجزائر منذ عام 2000 والمستهدفة حتى عام 2020



المصدر: المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (RCREEE)، المؤشر العربي لطاقة المستقبل (AFEX) 2013، مرجع سبق ذكره، ص 38.

يتبين من خلال الشكل أعلاه نقص الاستثمارات في الطاقة الشمسية الحرارية بالجزائر وإلى غاية الفترة 2016-2020 والتي سيتم فيها إنشاء أربع محطات مع تخزين بقدرة إجمالية تبلغ حوالي 1.200 ميغاواط. ويتوقع في برنامج الفترة الممتدة ما بين 2021-2030 إنشاء قدرة تبلغ حوالي 500 ميغاواط في السنة وهذا إلى غاية سنة 2023 ثم 600 ميغاواط في السنة إلى غاية سنة 2030.² أما فيما يخص السخان الشمسي للماء فالهدف هو الوصول إلى تحقيق وقرات في الطاقة لأكثر من 2 مليون بيت.

¹Energies Nouvelles, Renouvelables et Maitrise de M'énergie, OP CIT, P14.

² وزارة الطاقة والمناجم، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، مرجع سبق ذكره، ص 11.

لإنجاح وتحقيق هذا الانتقال الطاقوي نحو الطاقات المتجددة اتخذت الجزائر مجموعة من التدابير وسطرت مشاريع وإجراءات عدة ومن بينها:¹

أولاً: تخصيص 120 مليار دولار لتطوير الطاقات المتجددة.

حيث خصصت استثمارات بقيمة 120 مليار دولار، من أجل بلوغ هدف 40% من إنتاج الكهرباء في أفق 2030، ومن المرتقب أيضا استغلال الاستثمارات الخاصة والأجنبية لتطبيق هذا البرنامج، وبالمصادقة على هذا البرنامج الهام شرعت الجزائر في مسار انقالي واعد نحو الطاقات البديلة.

بالإضافة إلى الاستجابة للاحتياجات الطاقوية يشكل هذا البرنامج عاملا لتطوير صناعة وطنية للطاقات المتجددة تركز على القدرات الجزائرية المتوفرة، مع تثمين الجهود في مجالي البحث والتنمية في مختلف الميادين المرتبطة بها، كما ستكون السياسة الطاقوية الجديدة مرفوقة بمجهودات الدولة لدعم وتطوير صناعة محلية للمناولة مما سيسمح باستحداث ما لا يقل عن 300.000 منصب شغل بفضل تطبيق البرنامج آفاق 2030.

ثانياً: إنجاز وبناء 67 مشروع لتحقيق انتقال الجزائر نحو حقبة الطاقات المتجددة.

للجزائر قدرات هامة من الطاقات المتجددة، وخاصة الطاقة الشمسية التي تؤهلها للعب دور مهم في إنتاج وتصدير الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة، وهذه الأخيرة ما تزال في بداية مسارها في الجزائر مقارنة مع دول أخرى، ويرجع التأخير في تطويرها لها إلى الاعتماد على وفرة الطاقة.

نظرا لإدراك أهمية تطوير الطاقات المتجددة في الحفاظ على موارد الطاقة التقليدية والأدوار المتعددة التي يمكن أن تساهم فيها. أصبحت الطاقة المتجددة أحد أهم محاور السياسة الطاقوية للجزائر، وفي هذا السياق ومن أجل ترقية إنتاجها، كشفت لجنة ضبط الكهرباء و الغاز أن البرنامج الوطني لتطوير الطاقات المتجددة في الفترة الممتدة ما بين 2011-2030 سينجز ما يفوق عن 67 مشروعا، تم تجميعهم في أربع فروع خاصة بالطاقة الشمسية، الحرارية الهوائية والهجينة ما بين غاز الوقود وتوربينة الغاز والطاقة الشمسية. وحظي فرع الطاقة الشمسية والصفائح الضوئية بما لا يقل عن 27 مشروعا، كما سيتم إنجاز العديد من المحطات لتوليد الكهرباء بالطاقة الهجينة بين الطاقة الشمسية والديزل وتوربينة الغاز موجهة لمناطق الجنوب التي لم يتم ربطها بشبكة التوزيع الوطنية. وتحظى المحطات الست المقرر

¹ فريدة كافي، الطاقات المتجددة و دورها في الإقتصاد و حماية البيئة ، مرجع سبق ذكره، ص ص 295، 296.

إنجازها في فرع الطاقة الشمسية الحرارية بطاقة 1350 ميغاواط، حيث حددت طاقة أهم محطة بها بـ 400 ميغاواط وأصغرها بـ 150 ميغاواط (ولاية بشار)، أما فرع الطاقة فخصص له مشاريع بقوة 260 ميغاواط، حظيت أهم محطة فيها بـ 50 ميغاواط وأصغرها بـ 20 ميغاواط، كما تشجع السلطات العمومية أي تدخل من المتعاملين الخواص أو العموميين في تطوير الطاقات المتجددة، وفي هذا الإطار ستمنح الدولة المساعدات المالية والتقنية الضرورية في ظروف يحددها التنظيم الواجب تحديده لهذا الغرض.

ثالثا: القدرات الصناعية للطاقة الشمسية.

تسعى الجزائر إلى تطوير قدراتها الصناعية في الطاقة الشمسية وهذا على النحو التالي:¹

1. القدرات الصناعية للطاقة الشمسية الكهروضوئية:

بالنسبة للطاقة الشمسية الكهروضوئية، فإن الهدف هو إنجاز وحدات صناعية عامة وخاصة، وبصفة أخص بناء مصانع لتصنيع نماذج الخلايا الشمسية بالشراكة لأجل الاستجابة لتحقيق برنامج في حدود 13500 ميغاواط مع حلول 2030.

عمليات لتدعيم نشاط الهندسة وتدعيم تطوير صناعة الخلايا الشمسية من خلال إقامة شراكة ستضم مختلف المتعاملين بإسهام مراكز البحث.

خلال الفترة 2015-2020، فإن الهدف هو زيادة معدل الإدماج للقدرات الجزائرية، خاصة بفضل الشراكة في بناء مصنع لصناعة نماذج الخلايا الشمسية (بـ 400 ميغاواط/سنة قابلة للتوسع إلى 800 ميغاواط/سنة بعد 2022).

من جهة أخرى، من المنتظر وضع شبكة من المناولة الوطنية لصناعة محولات التيار، البطاريات، المحولات الكهربائية، الكوابل وتجهيزات أخرى تدخل في صناعة محطة توليد الطاقة بالخلايا الضوئية.

كما سيكون بوسع الجزائر، خلال نفس الفترة، امتلاك قدرات الإعداد، التزويد والإنجاز من طرف مؤسسات جزائرية.

ومن المتوقع أيضا، إنجاز مركز المصادقة على التجهيزات لاسيما تلك الموجهة لمنشآت الطاقات المتجددة (RNR) الكهرومنزلية، من طرف فرع مؤسسة سونلغاز، CREDEG (مركز البحث والتنمية للكهرباء والغاز).

¹ وزارة الطاقة والمناجم، برنامج الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، مرجع سبق ذكره، ص ص18، 19.

وسيستمر في هذه الفترة تنمية شبكة من المناولة الوطنية لصانعي هذه التجهيزات الضرورية لتحقيق هذا البرنامج. كما ينتظر أن تكون مميزة بالتحكم الكامل في نشاطات الهندسة وتوفير وبناء محطات ووحدات لتحلية المياه الراكدة.

2. القدرات الصناعية للطاقة الشمسية الحرارية:

تعترم الجزائر بخصوص الطاقة الشمسية الحرارية وخلال الفترة 2015-2020، مواصلة الدراسات للتصنيع المحلي لتجهيزات فرع الحرارة الشمسية. وهذا بانجاز المشاريع التالية:

- بناء مصانع لصناعة المرايا؛
- بناء مصانع لصناعة أجهزة السائل الناقل للحرارة وأجهزة تخزين الطاقة؛
- بناء مصنع لصناعة أجهزة كتلة الطاقة؛
- تطوير نشاط الهندسة وقدرات التصميم والتوريد والإنتاج.¹

أما خلال الفترة 2021-2030، من المقرر ترقية الشراكة لتنفيذ مشاريع كبرى ستتم في نفس الوقت مع عمليات تدعيم القدرات الهندسية والتصميم والتوريد والإنجاز لصناعة تجهيزات تدخل في محطة الحرارة الشمسية بوسائل نظيفة.

ومن بين الأمثلة التصنيعية المعول عليها، نجد أن بناء مصنع روية لتصنيع الوحدات الكهروضوئية بسعة 400 ميغاواط في السنة، والذي يتوقع أن يبدأ الإنتاج نهاية 2017،² ويدخل هذا المصنع لإنتاج الألواح الشمسية في إطار سياسة الإدماج الوطني المقرر من طرف الحكومة والتي تهدف إلى خلق نشاط صناعي حول الطاقات المتجددة وذلك بإنشاء شركات صغيرة ومتوسطة قادرة على التكفل ببعض النشاطات على غرار المناولة وصيانة المنشآت.

¹ وزارة الطاقة والمناجم، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، مرجع سبق ذكره، ص 19.

² Des Projets Achevés et D'autres en Cours de Réalisation, OP CIT, P 30.

المبحث الثالث: مكانة الطاقة الشمسية ضمن التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية

الجزائرية و إمكانيات تصديرها.

إن تثمين إمكانيات الجزائر من الطاقة الشمسية عن طريق حسن إستغلالها والاستثمار الجيد في مشاريعها يفتح أمامها مجالات عدة تسمح لها بتصديرها ويسمح بتدعيم قدراتها التبادلية الطاقوية الحالية و التي تعتمد على الطاقات التقليدية ومن خلال هذا المبحث سنتناول كل من التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية الحالية للجزائر من طاقات تقليدية ومكانتها، الغاز الصخري بإعتباره الوافد الطاقوى الجيد، تصدير الطاقة الشمسية بالجزائر بالإضافة إلى بعض أهم المشاريع التصديرية للطاقة الشمسية من الصحراء الجزائرية نحو الشبكات العالمية ومعوقات إستغلال وتصدير الطاقة الشمسية بالجزائر.

المطلب الأول: التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية الحالية في الجزائر.

الفرع الأول: الطاقات التقليدية ومكانتها في الجزائر.

أولاً: التبادلات التجارية الخارجية لطاقة النفط.

تكمن أهمية النفط في الاقتصاد الجزائري من خلال العوائد النفطية التي تدرها هذه السلعة، والتي تساهم بحجم كبير في إجمالي الصادرات الكلية والإيرادات الكلية للميزانية العامة للدولة، وكذا في الناتج المحلي الإجمالي، هذا بالإضافة إلى باقي المؤشرات الاقتصادية الكلية، هذا ما جعل هذه الثروة تحظى باهتمام كبير من طرف السلطات العمومية الجزائرية في إطار محاولة حماية هذه الثروة وتطويرها.

1. تاريخ النفط في الجزائر:

قد تم الشروع في استغلال هذه الموارد قبيل الإستقلال وبالتحديد في سنة 1958 من قبل الاستعمار الفرنسي آنذاك، وهذا بعد اكتشاف حقلين للبتروول والغاز الطبيعي في منطقتي حاسي مسعود و حاسي الرمل بالجنوب الجزائري.

منذ حصول الجزائر على الإستقلال سنة 1962 حتى منتصف سنة 1960، تبنت السلطات سياسة التأميم والتخطيط المركزي، والتي كانت ترمي من ورائها الحكومة الجزائرية إلى تحويل قطاع المحروقات إلى قطاع خاضع كلية للدولة ويسير مركزيا.

فشركة سوناطراك (Société Nationale pour le Transport et la Commercialisation des Hydrocarbures)، الشركة الوطنية البترول التي تم تأسيسها سنة 1963، كانت في البداية

مسؤولة فقط عن نقل وتسويق المنتجات البترولية، وفي سنة 1971 وبعد تأميم الحكومة الجزائرية لأصول الشركات البترولية الأجنبية، تم إعادة تنظيم شركة سوناطراك لتصبح مسؤولة عن عمليات استخراج، تحويل و تصدير البترول.

وقد سمح قرار تأميم المحروقات الذي جاء في خطاب الرئيس الراحل هواري بومدين بتاريخ 1971/02/24، للجزائر بأخذ حصة 51% من الشركات الفرنسية العاملة بالجزائر، والتأميم الكامل لحقول الغاز الطبيعي، بالإضافة الى تأميم النقل البري للبترول و الغاز¹. وبعد صدمة البترول لسنة 1996، بدأ قطاع المحروقات يعرف انفتاحا تدريجيا أمام مساهمة الشركات الأجنبية، حيث سمح قانون المحروقات لسنة 1986 للمستثمرين الأجانب بالبحث والتنقيب عن النفط، من خلال اتفاقات لتقاسم الإنتاج، ومع بداية سنوات 1990 قامت السلطات بإطلاق برنامج واسع للإستثمار في هذا القطاع، وكان من بين أهدافه²:

- تكثيف عمليات التنقيب واستغلال حقول نفط جديدة من أجل زيادة إنتاج البترول ؛
- تحسين هياكل النقل، وتحديث قدرات تجميع الغاز الطبيعي الموجه للتصدير .

وفي السنوات الماضية ورغم الأزمة متعددة الجوانب التي عاشتها الجزائر سواء على الصعيد الأمني، السياسي أو الاقتصادي، فإن كل هذا لم يؤثر على حجم الاستثمارات الأجنبية المتدفقة لقطاع المحروقات، حيث زادت عمليات التنقيب عن النفط وتم إكتشاف احتياطات هامه من المحروقات . ان استغلال الموارد البترولية في الجزائر ينتج خمسة أنواع من الوقود، التي تستهلك محليا أو تصدر والتي تتمثل في: النفط الخام الذي يحدد إنتاجه بحصة الجزائر في OPEC، إنتاج البترول المكرر، الغاز الطبيعي الذي يتم نقله بواسطة خط أنابيب أو يتم تحويله إلى غاز طبيعي سائل، المكثفات وتعتبر من أقى أنواع المنتجات البترولية المصاحبة لإنتاج الغاز الطبيعي، وتعتبر الجزائر من أهم البلدان المنتجة و المصدرة له.

2. الإمكانيات النفطية للجزائر:

أ. احتياطي وإنتاج النفط في الجزائر:

فريدة كافي، الطاقات المتجددة و دورها في الإقتصاد و حماية البيئة ، مرجع سبق ذكره، ص 270¹
² سيدي محمد شكوري، وفرة الموارد الطبيعية والنمو الاقتصادي -دراسة حالة الإقتصاد الجزائري-، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية و علوم التسيير و العلوم التجارية، جامعة أبي بكر بلقايد، تلمسان، الجزائر، 2012، ص73.

حسب تقرير بريتش بترليوم فإن الاحتياطات المؤكدة في الجزائر قدرت بـ 12,2 مليار برميل من البترول، وهي متواضعة مقارنة بباقي الدول النفطية العظمى في منظمة الأوبك، وبهذا تصنف الجزائر الثالثة إفريقيا بعد ليبيا ونيجيريا بامتلاكها لـ 108 مكن لإنتاج النفط معظمها في حاسي مسعود.¹ والجدول الموالي يبين حجم احتياطات وإنتاج الجزائر من النفط في الفترة الممتدة ما بين 2011-2015.

الجدول رقم (25): حجم الاحتياطي والإنتاج من النفط في الجزائر (2011-2015).

2015	2014	2013	2012	2011	
12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	الاحتياطي (مليار برميل)
1157,0	1193,0	1203,0	1203,0	1162,0	الإنتاج (ألف برميل/يوم)

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوبك)، التقرير الإحصائي السنوي، الكويت، 2016، ص ص 8-28.

من خلال الجدول أعلاه نلاحظ أن مستوى احتياطي النفط في الجزائر لم يسجل أي انخفاضات في السنوات (2011-2015) حيث عرفت هذه المرحلة استقرار في حجم الاحتياطي بما يعادل 12,2 مليار برميل في السنة. ويتضح كذلك من الجدول أن إنتاج النفط في الجزائر في تزايد مستمر في سنة 2011 و2013، ثم بدأ بالانخفاض في 2014 وانخفاض طفيف في سنة 2015، ويفسر هذا الانخفاض تبني الجزائر لسياسات طاغوية موجهة نحو الطاقات المتجددة، كذلك يعود هذا الانخفاض إلى تراجع نسب الاحتياطي العالمي من النفط.

ب. صادرات النفط في الجزائر:

يعتمد الاقتصاد الجزائري بشكل شبه كلي على القطاع النفطي، إذ يعتبر هذا الأخير العمود الفقري الذي يرتكز عليه، وهذا راجع إلى الدور الأساسي الذي يقوم به في الاقتصاد الكلي، وكذا إلى وتيرة نمو هذا القطاع مقارنة مع باقي القطاعات الأخرى هذا من جهة، ومن جهة ثانية إلى التحصيلات المالية الكبيرة التي يدرها من العملة الصعبة الأجنبية نتيجة عملية التصدير إلى الخارج، وهذا ما سنلاحظه من خلال الجدول الموالي:

¹ شيمانني وفاء، أوسريز منور، مرجع سبق ذكره، ص 35.

الجدول رقم (26): صادرات القطاع النفطي في الجزائر للفترة الممتدة من 2011-2015.

2015	2014	2013	2012	2011	
485,6	472,9	608,4	685,9	697,6	الصادرات النفطية (ألف برميل/يوم)
33,08	58,36	63,33	70,58	71,66	إجمالي إيرادات قطاع المحروقات (مليون دولار)
95,7	97,3	98,4	98,4	98,3	النسبة المئوية إلى إجمالي الصادرات

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على عدة مراجع منها: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو، التقرير الإحصائي السنوي 2016، ص 92.

وبنك الجزائر، التقرير السنوي للتطور الاقتصادي والنقدي للجزائر، 2015، ص ص 170،171.

من خلال تحليل معطيات الجدول أعلاه نجد بأن جميع القيم من حجم الصادرات النفطية أو من إجمالي إيرادات القطاع النفطي وكذلك من حيث النسبة المئوية لصادرات المحروقات إلى إجمالي الصادرات الوطنية كلها تعرف انخفاضا ملحوظا، إذ قدر حجم الصادرات النفطية بـ 697,6 ألف برميل/يوم سنة 2011 مقابل 485,6 ألف برميل/يوم سنة 2015 وهذا راجع إلى تخمة العرض العالمي مقابل تقديرات تشير إلى انخفاض الاحتياطي المستقبلي بالإضافة إلى تراجع معدل أسعار النفط عالميا وهذا ما يظهر من خلال الانخفاض إجمالي إيرادات قطاع المحروقات والذي قدرت قيمته بـ 71,66 مليون دولار سنة 2011 مقابل 33,08 مليون دولار لسنة 2015 أي انخفاض بنسبة 21,51% غير أنه ومن خلال الجدول يمكن ملاحظة أن قيمة الصادرات تساهم بنسب جد كبيرة في الصادرات الكلية، إذ بلغ متوسط نسبة مساهمتها خلال الفترة (2011-2015) بما يعادل 97,62% وعليه يمكن أن نقول بأن الصادرات النفطية لا تزال هي عمود الصادرات الكلية للدولة. ورغم انخفاض هذه النسب من سنة 2013 بـ 98,4 إلى 97,3 و 95,7 لسنة 2014 و 2015 على التوالي إلا أن هيمنة نسبة الصادرات النفطية على الصادرات الكلية في الجزائر تبقى واضحة جدا وهذا ما يفسر أن الاقتصاد الجزائري هو اقتصاد ريعي 100% ما يجعله مهددا بالانهيار في أي لحظة زمنية مع انخفاض أسعار البترول في العالم.

وهذا ما حصل بالفعل حيث شكل انخفاض أسعار البترول، ابتداء من جوان 2014 واستمراره طوال

سنة 2015 بـ (47,1%)، صدمة كبيرة على الاقتصاد، لاسيما على المالية العامة.¹

¹ بنك الجزائر، التقرير السنوي للتطور الاقتصادي والنقدي للجزائر، 2015، ص 07.

3. التحديات التي تواجه مستقبل النفط في الجزائر:

يواجه مستقبل النفط في الجزائر تحديات كثيرة وكبيرة أهمها:¹

- **التحدي الأول:** الثروة النفطية ثروة زائلة وناضبة مع مرور الوقت، أي أنها معرضة للتقلص والزوال، لذا يشكل هذا التحدي دافع أول للتوجه نحو الطاقات البديلة المتجددة.
- **التحدي الثاني:** ضريبة الكربون هي ضريبة تعتمد دول الاتحاد الأوروبي فرضها على استهلاك الوقود العضوي (نفط-فحم) بغرض الحد من الاستهلاك هذا الوقود، وكذلك استخدام حصيلة هذه الضريبة في معالجة آثار تلوث البيئة بغاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن استخدام هذا الوقود، إن الداعين إلى هذه الضريبة يقرون أن ارتفاع درجة حرارة الجو شأنه شأن تلوث البيئة، وعليه فإن هذه السياسة ستؤدي بصفة مباشرة إلى تخفيض إنتاج واستهلاك النفط والتوجه حصريا نحو الطاقات البديلة والتي لا يكون عليها ضريبة ولا تلوث البيئة.
- **التحدي الثالث:** التجربة الألمانية في مجال الطاقة المتجددة ونجاحها جعلت الدول النفطية لا ترتاح لهذه التجربة وهي تشكل منافسة حقيقية للنفط الأحفوري.
- **التحدي الرابع:** تذبذب أسعار النفط حيث عرفت أسعاره عدة انخفاضات منذ الاستقلال إلى يومنا هذا لاسيما سنة 1973 (حوالي 5 دولار)، سنة 1999 (10 دولار)، سنة 2002 (19 دولار)، سنة 2008 (36 دولار)، سنة 2014 (60 دولار).
- **التحدي الخامس:** احتكار الولايات المتحدة الأمريكية لأكثر من 60% من احتياطي النفط العالمي وذلك لغرض التحكم والضغط في أسعاره، ضف إلى ذلك التكتلات وعمليا الإندماجات المستمرة التي تعرفها الشركات المتعددة الجنسيات في مجال النفط وهيمنتها على منابع النفط العربية... الخ.
- **التحدي السادس:** المنافسة التي تواجهها الجزائر في مجال النفط من السعودية والدول العربية النفطية، ومن قبل روسيا جعلها تصطدم بأزمات انخفاض النفط دون التخفيض في الإنتاج
- **التحدي السابع:** تزايد الطلب على الطاقة الكهربائية في الجزائر لزيادة استعمالاتها نسبيا والذي وصل إلى 43 TWH سنة 2009 ومن المتوقع أن يصل إلى 64 و 83 TWH سنة 2020، حيث أن هذا التزايد المستمر في الطلب يدفع الجزائر إلى التفكير في صناعة الطاقة المتجددة.

¹ كسيرة سمير، عادل مستوي، مرجع سبق ذكره، ص ص 159، 160.

– **التحدي الثامن:** توجه الدول المستهلكة للنفط لاسيما الدول الأوروبية ترشيد استهلاكها من النفط والتوجه إلى الطاقة المتجددة والبديلة.

ثانيا: التبادلات التجارية الخارجية للغاز الطبيعي.

تتوفر الجزائر على إمكانيات هامة من الغاز الطبيعي وهذا سواء على الصعيد العربي أو على الصعيد العالمي وهذا ما يمكن أن نلاحظه من خلال المعطيات التالية:

الجدول رقم (27): احتياطات، استهلاك وإنتاج الغاز الطبيعي في الجزائر للفترة (2011-2015).

2015	2014	2013	2012	2011	
4504	4504	4504	4504	4504	الاحتياطي (مليار متر مكعب)
2,29	2,30	2,29	2,31	2,36	نسبة الاحتياطي من إجمالي الاحتياطي العالمي.
701,3	695,2	575,2	575,6	517,0	استهلاك الغاز الطبيعي (ألف برميل مكافئ للنفط)
84,6	38,3	81,5	85,7	82,6	حجم الغاز الطبيعي المسوق مليار متر مكعب.

المصدر: من إعداد الباحثة لاعتماد على التقرير الإحصائي السنوي (2016) لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبتروول.

من خلال تحليل معطيات الجدول أعلاه يتبين لنا أن احتياطات الغاز الطبيعي سجلت ثباتا طيلة الفترة الممتدة من 2011 إلى 2015، بينما أن نسبة هذه الاحتياطات تعرف انخفاضا بالمقارنة مع إجمالي الاحتياطات العالمية، حيث قدرت نسبة الاحتياطي من إجمالي العالم ب 2,36 في المائة سنة 2011 مقابل 2,29 في المائة سنة 2015 حيث يعتبر هذا الاحتياطي ضئيل بالمقارنة مع الاحتياطات العالمية إذ لا يتجاوز نسبة 2,31 كمتوسط الاحتياطي للفترة المذكورة.

وبلغت الاحتياطات العالمية لسنة 2015 ب 196,7 تريليون متر مكعب، أما فيما يخص الاكتشافات للغاز فقد تحققت عدد من الاكتشافات للآبار في هذه الفترة من بينها على سبيل المثال لا الحصر اكتشاف الغاز الذي حققته شركة ريبسول الإسبانية في الجزائر في "سود شرق إليزي"¹.

¹ صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد 2016، الفصل الخامس، التطورات في مجال الطاقة والنفط، ص ص 142-144.

كما يعرف إنتاج الغاز الطبيعي المسوق* تذبذبا إذ سجل ارتفاعا سنة 2012 بـ 85,7 مليار متر مكعب مقارنة بـ 82,6 مليار متر مكعب سنة 2011، ثم انخفض ليصل إلى 81,5، 83,3، 84,6 مليار متر مكعب لسنة 2013، 2014، 2015، على التوالي.

تتميز الجزائر بوجود مصادر الطاقة، تجعلها من محتلي الصدارة في إنتاج الغاز الطبيعي مثلا، وكذا غنى الصحراء الجزائرية بالبتروول وكذلك مجموعة لا يستهان بها من المعادن وتمتلك الجزائر احتياطا ضخما من الغاز الطبيعي يقدر بأكثر من 3000 مليار متر مكعب، ويعتبر حقل حاسي الرمل أحد أهم حقول الغاز الطبيعي في العالم.¹

وكانت الجزائر أسبق الدول العربية في تصدير الغاز الطبيعي، إذ بدأت عام 1964 بإسألته ونقله إلى أوروبا نظرا لقصر المسافة بينهما، مع ارتفاع كلفة الإسالة والنقل بحرا وانخفاض أسعار النفط، الذي كان يحتل منزلة الصدارة في الاستهلاك الأوروبي من الطاقة في ذلك الوقت، وقد بدأت تلك الصادرات إلى كل من إنجلترا وفرنسا بكميات لا تتجاوز 1,5 مليار متر مكعب سنويا، وكان العائد الصافي منذ أواخر الستينيات وحتى أواخر السبعينيات بالكاد يبرر ذلك الاستثمار، إذ لا يتجاوز 25 سنتا لكل مليون BTU* في المتوسط.²

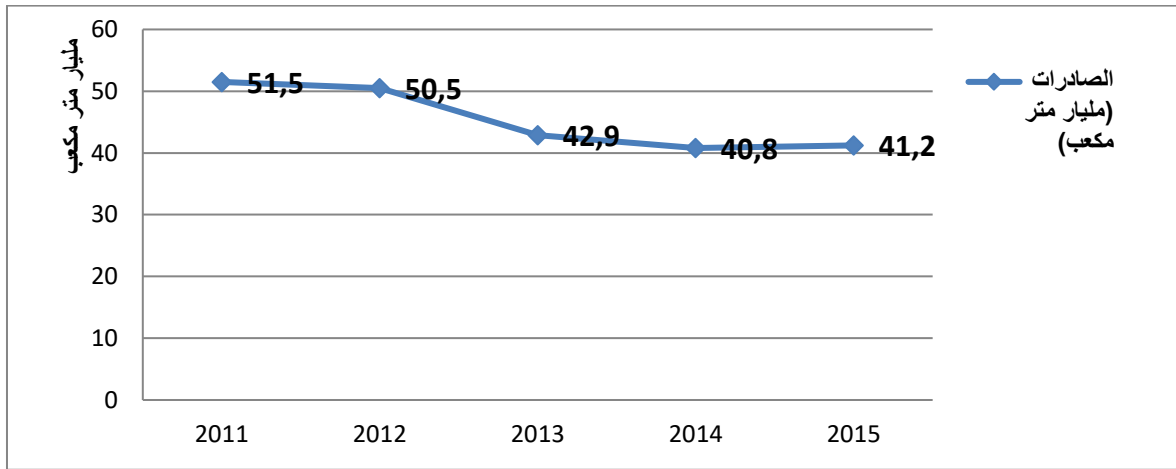
وعليه يعود تطور الغاز الطبيعي في الجزائر إلى بداية عقد الستينيات، أين بادرت الجزائر بالاهتمام بهذا المورد غير القابل للتجديد، فكانت سبابة في تقنيات تميع الغاز الطبيعي مما جعلها من أوائل مصدري الغاز الطبيعي المميع باستخدام النقل البحري عن طريق الناقلات.

وفيما يخص صادرات الغاز الطبيعي الجزائري فهي كما يلي:

*الغاز الطبيعي المسوق هو الغاز المنتج باستثناء الغاز المحروق والغاز المعاد حقنه في المكامن أو الفاقد
¹ أحمد سمير أبو الفتوح، يوسف خلاف، دور القوانين والتشريعات في جذب الاستثمار الأجنبي المباشر في الجزائر منذ عام 2001، دار المكتب العربي للمعارف، القاهرة، مصر، 2015، ص ص143، 142.
BTU*: (وحدة حرارية بريطانية BTU) إذ تستخدم لتسعير الغاز وحدات مركبة تجمع بين الحجم (متر أو قدم مكعبة) والمحتوى الحراري في وحدة الحجم.

² حسين عبد الله، الغاز الطبيعي والطاقة النووية والتغير المناخي من منظور اقتصادي، المكتبة الأكاديمية، مصر، 2011، ص 31.

شكل رقم (35): صادرات الغاز الطبيعي الجزائري للفترة (2011-2015).



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على تقارير صندوق النقد الدولي التقرير الاقتصادي العربي الموحد لسنوات 2013، 2014، 2015، 2016.

من خلال تحليل معطيات الشكل نلاحظ انخفاضا طوال الفترة (2011-2015)، إذ انخفضت الصادرات الجزائرية للغاز الطبيعي من 51,5 مليار متر مكعب لسنة 2011 إلى 41,2 مليار متر مكعب لسنة 2015، أي انخفاض قدره 20 في المائة من سنة 2011 إلى 2015.

في حين ارتفع إجمالي صادرات العالم ككل من الغاز الطبيعي بحوالي 4,5 في المائة عن 2014 ليلبلغ 1042,4 مليار متر مكعب سنة 2015، أما عربيا فقد احتلت قطر المرتبة الأولى بين الدول العربية حيث بلغت صادراتها حوالي 126,2 مليار متر مكعب أي ما نسبته 65,2 في المائة من إجمالي صادرات الدول العربية في عام 2015، لتليها الجزائر في المرتبة الثانية حيث بلغ إجمالي صادراتها بحوالي 41,2 مليار متر مكعب بحصة بلغت 21,2 في المائة من إجمالي الصادرات العربية، كما تستأثر الجزائر بالجزء الأكبر وبنحو 48,7 في المائة من إجمالي صادرات الدول العربية فيما يخص الغاز الطبيعي المصدر عبر الأنابيب. كما تصدر الجزائر غازها نحو أوروبا بما قدره بـ 33,8 مليار متر مكعب وآسيا والمحيط الهادي بـ 2,6 مليار متر مكعب أما إفريقيا فتصدر نحوها 4,8 مليار متر مكعب وهذا سنة 2015.¹

¹ صندوق النقد الدولي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد (2016)، مرجع سبق ذكره، ص ص 162-164.

ثالثا: إمكانيات الفحم في الجزائر

تقدر احتياطات الفحم المتواجدة بالجنوب الغربي للبلاد بحوالي 40 مليون طن ورغم قلتها إلا أنه يمكن استخدامها محليا لإنتاج الكهرباء.¹

وفيما يخص استهلاك الفحم في الجزائر فقدّر بـ 3,6 ألف برميل مكافئ نفط/يوم وهذا لكل من سنة 2015 و2014 بينما كان 3,2 ألف برميل مكافئ نفط/يوم سنة 2013 وهذا بعدما انخفض عن ما كان عليه لسنة 2012 و2011 حيث قدر استهلاك الفحم فيهما بـ 5,9 و5,5 على التوالي.² كما قدر الاحتياطي إجمالي الفحم القابل للاستيراد في سنة 2011 بـ 59 مليون طن.³

وقدرت واردات الجزائر من الفحم سنة 2005 بـ 1024,05 ألف طن، ليرتفع إلى 1213,64 ألف طن، ثم انخفض بقيمة كبيرة ليصل إلى 435,41 ألف طن ووصلت واردات الجزائر منه سنة 2012 إلى 482,81 ألف طن. أما بالنسبة لمجموع صادرات الفحم في الجزائر فهي معدومة.⁴

الفرع الثاني: الغاز الصخري الوافد الطاقوي الجديد.

أولا عموميات حول الغاز الصخري.

1. مفهوم الغاز الصخري:

الغاز الصخري أو الحجري (ويعرف بالانجليزية بـ Shale Gas) هو غاز طبيعي يتولد داخل صخور السجيل -التي تحتوي على النفط- بفعل الحرارة والضغط، ويتبقى محبوسا داخل تجويفات تلك الصخور الصلدة التي لا تسمح بِنفاذه. وتتميز تكوينات صخور السجيل الموجودة في أعماق سحيقة تصل إلى نحو ألف متر تحت سطح الأرض باحتوائها على نسبة عالية من المواد العضوية الهيدروكربونية

¹ مؤتمر الطاقة العربي العاشر، الورقة القطرية الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية مرجع سبق ذكره، ص 19.

² منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، التقرير الإحصائي السنوي 2016، مرجع سبق ذكره، ص 72.

³ World Energy Council « Conseil Mondial de l'Énergie », World Energy Resources, London, 2013 Survey, P 34.

⁴ Algérie Portail de Données, International Energy Statistics, February 2015, Total Coal Imports, Exports, available on : (12 /12/2015)

<http://algeria.opendataforafrica.org/EIAIES2014Aug/international-energy-statistics-february-2015#>

تتراوح بين 0,5 و25 في المائة. وأسوة بالغاز الطبيعي التقليدي يكون الغاز الصخري كغاز جاف أو غني بسوائل الغاز ومنها الإيثان.¹

لا تختلف الغازات التقليدية عن الغازات غير التقليدية في الواقع، لأن أساس تركيب كل منها هو غاز الميثان، وتصنف الغازات في فئة التقليدية منها أو غير التقليدية يعتمد على عمق المكامن التي تستخرج منها هذه الغازات، إذ تتموقع تلك غير التقليدية على عمق يمتد من 2000 إلى 5000 متر.²

فالغاز الصخري يتوضع في مكامن تشكيل الهيدروكربونات، وهو يشترك مع الغاز المضغوط (أحد أنواع الغازات غير التقليدية) فيكونه يقع على عمق يتراوح بين 1500-3000 متر، إلا أنه يختلف عنه وعن الغازات التقليدية في كونه لم يهاجر إلى الصخور الخازنة، والصخور التي يتوضع فيها تكون أقل نفاذية مقارنة بخزانات الغاز المضغوط.³

أما فيما يخص تطور فكرة الغاز الصخري فيعود الفضل في ازدهارها للولايات المتحدة الأمريكية بحسب "الفاينانشال تايمز" إلى جورش ميتشل التسعيني "والد الغاز الصخري" ابن أحد المهاجرين اليونانيين والذي أصر على البحث عن ضالته، واستطاع ميتشل مع فريقه تطوير تقنية التفيت الهيدروليكي، وهي عملية ضخ مياه ورمال وكيمياويات في آبار عميقة على نحو يتيح تدفق الغاز الطبيعي المحصور في الصخور، وقد حقق ثروة تقدر بنحو 3,5 مليار دولار من شركته " Mitchell Energy" سنة 2002 لشركة ديفون المتخصصة في الاستكشاف بالمناطق البرية عن طريق الحفر الأفقي لمسافة تتجاوز 1600 متر ورأسيا لعمق يتجاوز 1600 متر أيضا. وكان الجمع بين عملية الحفر الأفقي وعملية تفيت الصخور الهيدروليكية يعني أنه بالإمكان استخراج الغاز بكميات ضخمة، ومنذ ذلك الحين بدأت هذه الطريقة تحظى باهتمام الصناعة، وبذلك توجت جهود عقدين من البحوث التي بدأت في منتصف الثمانينيات وأدت إلى تغييرات مهمة في مسار تجارة الغاز الدولية للعقد المقبل، كما يلزم استخراج الغاز الصخري حفر الآلاف من الآبار عموديا، فإذا عثر على الغاز في إحداها بدأ الحفر أفقيا

¹ معهد الدراسات المصرفية، نشرة إضاءات مالية ومصرفية "عدد خاص بالغاز الصخري"، السلسلة السادسة، العدد 08، الكويت، مارس 2014، ص 02.

² Michel Meyer, Les Gaz de Schistes - Définition, Etat des Lieux et Perspectives, SIG – Février-2013, p 5. Disponible au : <http://www.rts.ch/emissions/geopolitis/divers/4756191.html/BINARY/Dossier-gaz-de-schiste-SIG.pdf>

³ Ladislav Smia, Gaz de Schiste et Autres Gaz Non Conventionnels : Nouvelles ressources Nouveaux Enjeux, Mirova Responsible Investing, Novembre 2012, p 5.

في طبقات الصخور لاستخراج الغاز، وتتسم حقول الغاز الصخري بسرعة تراجع معدلات إنتاجها خلال السنوات الأولى من بدأ الإنتاج.¹

2. تقنية استخراج الغاز الصخري:

يستخرج الغاز الصخري بطرق دقيقة ومعقدة عبر استخدام تقنيات حديثة ومتطورة لاستخراج الغاز الطبيعي غير التقليدي من طبقات السجيل الصخري-أو ما يسمى بالصخور الزيتية أيضا- وتتخلص تقنيات الاستخراج هذه في الحفر الأفقي ثم التصديع الهيدروليكي حيث يتم استخدام الضغط العالي للمياه المخلوطة برمال ومواد كيميائية لتشقيق وتكسير الصخور الغنية بالغاز في أعماق تتجاوز 1000 متر تحت سطح الأرض. تستهلك عملية استخراج الغاز الصخري من بئر عبر تقنية التشقيق الهيدروليكي حوالي خمسة ملايين غالون من الماء. كما تشهد تقنية التفيت الهيدروليكي والتي تستخدم حاليا تقريبا في كل الحقول النفطية والغازية غير التقليدية المشغلة في العالم جدلا واسعا بين مؤيد ومعارض لها بسبب المخاطر والتحديات البيئية التي قد تتجر عنها.²

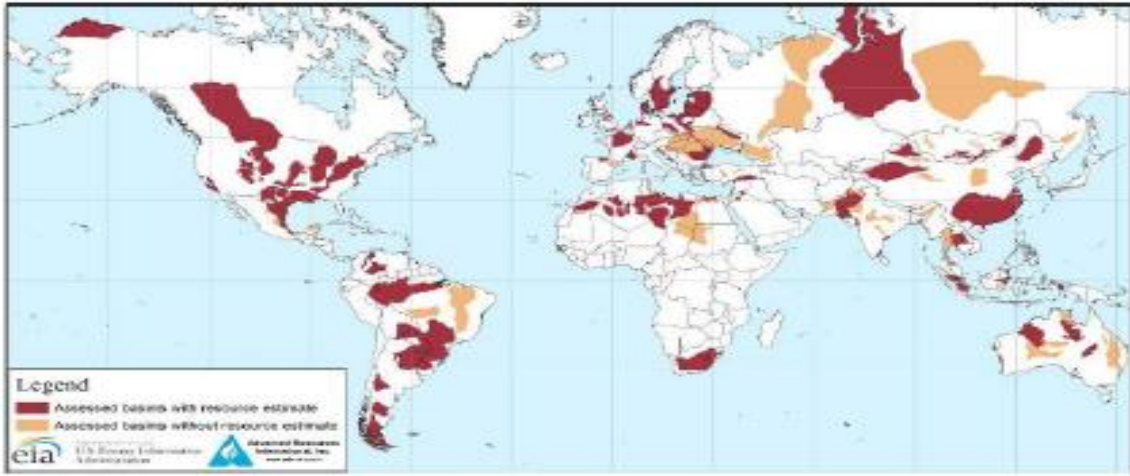
3. تقدير الاحتياطي العالمي من الغاز الصخري:

تتواجد الموارد الطاقوية في أماكن متعددة حول العالم، وهذا شأن الغاز الصخري والذي على الرغم من إثبات وجود ثروات من الصخور المشبعة بهذا الغاز منذ سنوات عديدة إلا أنها لم تعتبر تجارية وذلك لصعوبة استخراجها. أما التحول الذي طرأ في السنوات الأخيرة من اهتمام به فلا يمكن إسناده إلى اكتشاف موارد جديدة أو إلى إعادة تقييم لتقديرات موارد قديمة، بل هو نتاج تطوير وتطبيق لتقنيات حديثة تمكن من تحقيق معدلات إنتاج عالية، لذلك يعتبر كثيرون أن هذه مسألة نجاح طرق استغلال الموارد وليست مسألة استكشاف. وتظهر الخريطة الموالية أكثر الأماكن احتواء لهذه المادة حول العالم، مع العلم أن معظم هذه الاحتياطات لم يتم استخراجها.

¹ معهد الدراسات المصرية، مرجع سبق ذكره، ص ص 8-10.

² عبد الحميد رولامي، هل سيخرج الغاز الصخري الصناعة الغازية من دائرة الصناعات الصديقة للبيئة، الملتقى الوطني فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية، جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة، الجزائر، نوفمبر 2013، ص 07.

الشكل رقم (36): خريطة توضح تمركز الغاز الصخري حول العالم لسنة 2013.



Source: U.S. Energy Information Administration, (2013), Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas , An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Out Side the United States, Washington, DC , USA, 2013 , P5.

يتضح من الشكل أعلاه ووفقا لتقديرات الوكالة الأمريكية لإدارة معلومات الطاقة في تقديرها لسنة 2013 إلى أن احتياطي الغاز الصخري القابل للاستغلال من الناحية الفنية في العالم يقدر بـ 7299 تريليون قدم مكعب موزعة على 41 دولة في العالم كما هو موضح في الخريطة السابقة.

كما لا يعرف بدقة من بين صخور السجيل التي تم تحديدها حول العالم، حجم تلك التي أصبحت قابلة للاستغلال أو القادرة على الإنتاج بصورة نهائية، لذا قد طرأت تغييرات على تقدير الموارد والاحتياطي كلما تقدمت عمليات لمناطق جديدة، ومع انتشار تقنية التكسير الهيدروليكي يتوقع أن تتاح معطيات أكثر دقة عن احتياطي الغاز. ويتم الآن إجراء كم هائل من عمليات الاستكشاف بهدف تحديد مواضع مكامن الغاز الصخري من قبل العديد من الشركات، وقد وردت تقارير عن مثل هذه العمليات في الدول التالية: النمسا، استراليا، كندا، الصين، فرنسا، ألمانيا، المجر، الهند، نيوزلندا، بولندا، جنوب إفريقيا، السويد، المملكة المتحدة، الولايات المتحدة.¹

والجدول الموالي يوضح ترتيب أهم 10 دول التي تمتلك أكبر احتياطات من الغاز الصخري القابل للاسترجاع في العالم.

¹ إيمان بويحي، خالد الشتوي، دراسة موارد الطاقة-نظرة مركزة على الغاز الصخري-، مجلس الطاقة العالمي، لندن، 2010، ص ص 10-12.

الجدول رقم (28): أهم 10 دول في العالم التي تمتلك أكبر احتياطات من الغاز الصخري القابل للاستغلال تقنيا.

المرتبة	البلد	الغاز الصخري (تريليون قدم مكعب)
1	الصين	1115
2	الأرجنتين	802
3	الجزائر	707
4	الولايات المتحدة الأمريكية	665
5	كندا	573
6	المكسيك	545
7	استراليا	437
8	جنوب إفريقيا	390
9	روسيا	285
10	البرازيل	245
	المجموع	7299

Source : U.S.Energy information administration, OP CIT, P10.

نلاحظ من خلال الجدول أن حوالي 80% من الاحتياطي العالمي من الغاز الصخري القابل للاستغلال يوجد في 10 دول فقط، حيث تمتلك الصين أكبر احتياطي عالمي من الغاز الصخري والمقدر بـ 1115 تريليون قدم مكعب.

وتشير المعلومات إلى أن أكبر الفرص لإنتاج الغاز الصخري مستقبلا متاحة في الصين والأرجنتين والمكسيك والجزائر وأستراليا، كما تشير المعلومات الجيولوجية إلى وجود مناطق واعدة هي بولندا وفرنسا وبريطانيا كذلك، ويفترض الكثير من المختصين أن ترسبات الغاز الصخري موجودة كذلك في الشرق الأوسط لكن السؤال المطروح هو هل يمكن استخراجه بطريقة مربحة في ظل الأسعار المنخفضة حاليا في هذه البلدان، وتتمثل توقعات إنتاج الغاز الصخري على مستوى بعض الدول فيما يلي:¹

¹ فهد التركي، مستقبل إنتاج النفط والغاز من المصادر غير التقليدية، مجلة جدوى الاستثمار، المملكة العربية السعودية، عدد ديسمبر 2013، ص 21.

الصين: يعتقد أن الصين تستحوذ على أكبر موارد الغاز الصخري في العالم والمقدر بنحو 1115 تريليون قدم مكعب من الغاز الصخري الذي يمكن استخراجه تقنيا، لكن توقعات الإنتاج الفعلي أصبح مشكوك فيها مؤخرا خاصة وأن الآبار الأولية أصبحت أكثر تعقيدا من الناحية التقنية، والتحديات على سطح الأرض أكثر صعوبة مما كان متوقعا. لذا فإن الإقرار بحجم احتياطات الغاز الصخري التي يمكن استخراجها تقنيا وبصورة اقتصادية يحتاج إلى معرفة المزيد من النتائج الميدانية.

الأرجنتين: تحتل المرتبة الثانية باحتياطي يقدر بحوالي 802 تريليون قدم مكعب، ويبدو أن استخراج الغاز من التكوينات الصخرية في الأرجنتين أكثر سهولة من تلك الموجودة في الصين، وهي تقع في منطقة سبق وتم استخراج النفط منها بنجاح، لذلك من المتوقع أن تستطيع الأرجنتين تطوير نشاط صناعي كبير في مجال الغاز الصخري خلال السنوات القليلة القادمة، وستحدد النتائج المرتقبة للآبار التجريبية ما إذا كانت الأرجنتين ستنتج كميات كبيرة من النفط الصخري.

الجزائر: إضافة إلى احتياطياتها من النفط التقليدي، تمتلك الجزائر تكوينات صخرية كبيرة تبلغ حوالي 707 تريليون قدم مكعب، تقع أغلب هذه التكوينات في جنوب البلاد ولكنها بعيدة عن الموارد المائية، ومع ذلك فإن العديد من شركات النفط العالمية أبدت رغبتها في القيام باستكشافات في تلك المناطق، وفي ظل بعض التراجع في حصتها السوقية من الغاز التقليدي مع بلوغ إنتاجها من النفط التقليدي مرحلة الثبات، فقد ذكرت تقارير أن الحكومة قامت بتخفيف النظام الضريبي بهدف جذب المستثمرين الأجانب. وعلى الرغم من أن الاستكشافات الأولية للآبار تبين جاذبية التكوينات الصخرية للاستخراج، إلا أن الاحتياجات التي يقيمها سكان الجنوب ستجعل الحكومة تترتب قبل اتخاذ أي قرار لاستغلال هذا المصدر الطاقوي.

المكسيك: يقترض أن للمكسيك إمكانيات كبيرة لإنتاج الغاز الصخري حسب تقديرات إدارة معلومات الطاقة الأمريكية، ويبلغ حجم الاحتياطي القابل للاستخراج من الغاز الصخري حوالي 545 تريليون قدم مكعب. ومن المحتمل أن هناك عوامل قد تعيق إمكانية تطوير المكسيك لمواردها من الغاز الصخري، مثل تركيز شركة بيميكس للنفط المملوكة من طرف الدولة على حقول النفط التقليدي الكبيرة، والقيود المفروضة على المشاريع المشتركة مع الشركاء الأجانب، بالإضافة إلى محدودية إمكانيات قطاع الخدمات النفطية المحلية للمكسيك ومخاوف الأمن العام في الكثير من مناطق الحقول.

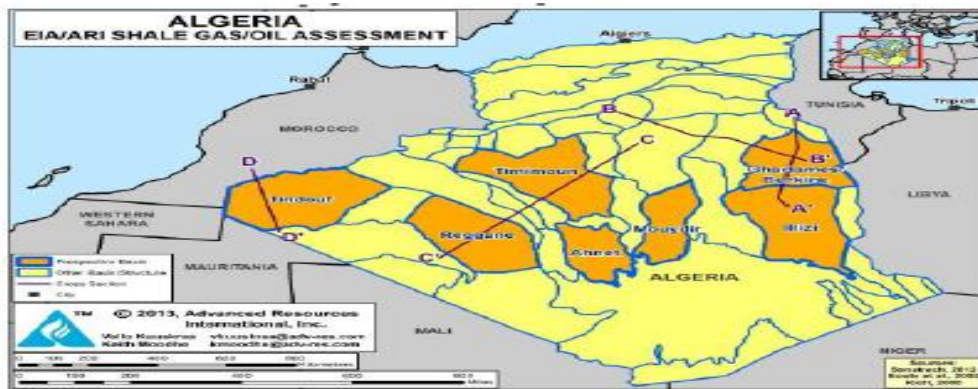
أستراليا: تملك أستراليا موارد ضخمة محتملة من الغاز الصخري، وعلى الرغم من أن هذه الموارد توجد في أحواض نائية إلا أنها تملك تاريخ طويل في إنتاج النفط والغاز، وفي الواقع ستنجح خطوط الأنابيب القائمة أو التي يمكن بناؤها بسهولة تدفق الغاز إلى معامل تصدير الغاز المسال الموجودة سلفاً أو التي سيتم إنشاؤها، كما أن شركات النفط الرئيسية (شيفرون، كونوكو فيليبس، توتال) أطلقت العديد من المشاريع الاستكشافية، ولكن من المبكر التعليق على حجم وتوقيت إنتاج الغاز الصخري في أستراليا.

ثانياً: واقع وآفات استغلال الغاز الصخري بالجزائر.

1. احتياطات الغاز الصخري بالجزائر:

على عكس معظم الدول التي تمتلك مصادر الغاز الصخري والتي اتخذت حكومتها موقفاً مضاداً لاستخراجه فإن الجزائر تعتبر من بين الدول القليلة التي أعلنت عن دعمها الصريح لإستخراج واستغلال الغاز الصخري وهو الموقف الذي يلمس من تصريحات المسؤولين على اختلاف مواقعهم الرسمية، ويمكن تفسير هذا الدعم باستمرار الحكومة الجزائرية في تبنيها لسياستها الطاقوية القائمة على تنوع وتثمين مواردها الطاقوية ورفع حصة الغاز الطبيعي في مزيج الطاقة الجزائري من جهة والعمل على إبقاء إحتياطات الغاز على مستوياتها خاصة مع بلوغ حقل حاسي مسعود العملاق مرحلة النضج، وتراجع كميات الإنتاج وارتفاع مستويات الاستهلاك المحلي في السنوات الأخيرة.¹ والشكل الموالي يوضح أحواض الغاز الصخري والنفط الصخري في الجزائر.

الشكل رقم (37): أحواض الغاز الصخري والنفط الصخري في الجزائر.



Source: U.S. Energy in Formation Administration, Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources : Algeria, Septembre, 2015, P09.

¹ بوبكر صابة، ناجي بن حسين، تقييم اقتصادي لاستخراج الغاز الصخري في الجزائر، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد الثاني والأربعون، العدد 156، الكويت، 2016، ص 83.

تشير دراسة أعدت بالتعاون بين الشركة الأمريكية "أدفنسد ريزورس أنترناشيونال" ومؤسسة استشارة صناعة المحروقات على الصعيد الدولي إلى أن الجزائر تتوفر على سبعة أحواض من الغاز الصخري، ويتعلق الأمر بأحواض مويدير وأهانت وبركين وغدامس وتيميمون ورقان وتندوف، وأكد التقرير أن سوناطراك باشرت جهودا جبارة لتحديد حجم ونوعية مواردها من الغاز والبتروال الصخريين وإعداد قاعدة واسعة للمعطيات حول الأحواض الرئيسية للغاز الصخري في البلاد.¹ والجدول الموالي يوضح هذا التقسيم

الجدول رقم (29): توزيع احتياطي الجزائر من الغاز الصخري القابل للاستخراج حسب الأحواض.

الحوض	مساحة الحوض (م ²)	الغاز الصخري (تريليون قدم مكعب)
غدامس (بركين)	117000	282,3
إليزي	44900	55,7
تيميمون	43700	152,5
أهانت	20200	59,9
مويدير	22300	9,5
رقان	40000	119,8
تندوف	77000	26
المجموع		707

المصدر: بوحبيبة إلهام، قشوط مريم، الغاز الصخري: المصدر الطاقوي الجديد، مؤتمر السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الإحتياجات الدولية، سطيف¹، الجزائر، 2015، ص 651.

من خلال الجدول أعلاه تبين أن الجزائر تحتل المراتب الأولى من حيث إمتلاكها للغاز الصخري باحتياطي إجمالي قدره حوالي 3419 تريليون قدم مكعب، بـ 707 تريليون قدم مكعب فقط قابل للاستخراج، وهو موزع على سبعة أحواض تعد الأهم على مستوى الوطن وتتمثل في كل من حوض غدامس (بركين) ويعد الحوض الأكثر غنى بالغاز الصخري ويقدر الاحتياطي منه بحوالي 2823 تريليون قدم مكعب، حوض إيليزي في شرق الجزائر، أحواض تيميمون باحتياطي يقدر بحوالي 152,5 تريليون قدم مكعب، حوض أهانت وحوض مويدير في الوسط وأحواض رقان وتندوف في الجنوب الغربي.

¹ كتابة الدولة الأمريكية للطاقة: الجزائر، الرابعة عالميا في احتياطات الغاز الصخري، جوان 2013، متوفر على الموقع:

<http://www.djazairss.com/elkhabar/339938> 26/11/2015

وحسب الوكالة الدولية للطاقة فإن الجزائر تملك ثالث احتياطي تقني قابل للاسترجاع من الغاز الصخري في العالم الذي يفوق 700 تريليون قدم مكعب.¹

2. آثار توجه الجزائر نحو استغلال الغاز الصخري:

أ. زوال هاجس نظرية الذروة ودعم موقفها التصديري:

منذ أكثر من 50 عاما بدأ خبراء الطاقة يتحدثون عن "نفط الذروة أو غاز الذروة" وهي النظرية التي تقول أن العالم تجاوز الحد الأقصى لإنتاج النفط وأن الإمدادات بدأت في التناقص واليوم فإن النفط والغاز الصخري ينقض هذه النظرية، وبالتالي ينتظر على المدى المتوسط والطويل أن يزيد الغاز والنفط الصخري ليصبح مساهما كبيرا في متطلبات أسواق الطاقة العالمية ويعمل على تمديد عمر استغلالها إلى سنوات أطول تناقض ما طرح في بداية الأمر في نظرية الذروة.

كما أن معظم الآراء المؤيدة لاستغلال الغاز غير التقليدي ترجع إلى الاستهلاك المتسارع لإحتياجات الغاز التقليدي، وأن الحاجة لهذا الأخير في تزايد مستمر بسبب تطور مجالات استغلاله، وأن إضافة موارد الغاز غير التقليدي إلى الإحتياجات المتبقية من الغاز التقليدي ستجعل أسعار الغاز أكثر تنافسية بالنسبة لمصادر الطاقة الأخرى.²

علاوة على تلبية الطلب المحلي الذي يتزايد بمعدلات مرتفعة فإن الحكومة الجزائرية تبرر موقفها بشأن دعم استخراج الغاز الصخري إلى ضرورة رفع احتياطات الغاز الطبيعي من أجل الوفاء بالتزاماتها التصديرية، لكن وجود موارد طبيعية في مكان جيولوجية لا يعني بالضرورة أنها في حكم الاحتياطات المثبتة، كما لا يعني إمكانية استغلالها وتحقيق مداخيل مالية عن طريق تصديرها، حيث تتحكم عوامل كبيرة مثل الظروف السياسية والأوضاع الاقتصادية والتحكم في التكنولوجيا والأسعار والتكاليف في اقتصاديات الموارد الطبيعية.³

¹ سليمان حاج إبراهيم، الجزائر تمضي نحو إنتاج الغاز الصخري باستثمار 20 مليار دولار، القدر الأسبوعي، السنة السادسة والعشرون، العدد 7860، سبتمبر 2014، ص 30.

² كميلية بوكرة، لامية عاتي، التوجهات نحو استغلال الغاز الصخري بين مؤيد ومعارض، مجلة البحوث الاقتصادية والمالية، جوان 2014، ص 202.

³ بوبكر صابو، ناجي بن حسين، مرجع سبق ذكره، ص ص 87-89.

ومن جهتها قدرت دراسات فرنسية المخزون الجزائري من الغاز غير التقليدي الذي يزيد عن 17 ألف مليار متر مكعب، وهو ما يعتبر إغراء للدول الأوروبية خاصة فرنسا، في حين توقعت هيئة المراقبة المتوسطة للمحروقات أن يرتفع حجم النفط المستخرج في حال استغلال الجزائر للغاز الصخري إلى 160 مليار متر مكعب في السنة، أما نسبة الصادرات فستصل إلى 110 مليار متر مكعب، خاصة أنه حسب الخبراء الاقتصاديين ستكون للجزائر مكانة كبيرة في تزويد أوروبا بالغاز خلال الأعوام المقبلة نظرا لما تحويه من مخزون كبير للغاز الصخري.¹

ب. التناقض مع التوجه نحو الطاقات المتجددة:

بينما يتوجه العالم إلى إرساء مقاربة التنمية المستدامة من خلال البحث المتواصل على استخدامات وبدائل نظيفة للطاقة التقليدية التي سببت الكثير من المشاكل البيئية، والتي بدورها أثرت على وجود الإنسان والكائنات الحية الموجودة على هذه المعمورة. ومن بينها زيادة الغازات الدفينة التي عقدت من قضية الاحتباس الحراري إلى حد كبير، بالإضافة إلى المخلفات الصناعية التي زادت من نسبة التلوث وأثرت على التربة والمياه والهواء... وغيرها، في خضم هذه التطورات والتوجهات العالمية، يظهر الغاز الصخري كمصدر جديد للطاقة بإفرازات عملية استغلاله المتوقعة على البيئة، كذلك وهو الأهم وحسب درجة الأولوية تأثيرات هذا المصدر الجديد للطاقة على الاستثمار في مجال الطاقة المتجددة، فهناك من يطرح في هذا الموضوع قضية الاستثمار في الطاقات المتجددة من خلال المناداة بتوجيه تلك المصاريف والتكاليف الباهظة للاستغلال في آبار غاز الشيسيت والتكاليف المصاحبة لمحاولة التقليل من التلوث إلى الاستثمار في بدائل طاوقية نظيفة لا تؤثر نهائيا على البيئة المنهكة حاليا ومنها الطاقات المتجددة وعليه فإن طرح موضوع الاستثمار بالطاقات المتجددة بكل أنواعها كخيار طاوقية استراتيجي وحل لا متناهي لمشكلة الاستجابة للطلب العالمي المتزايد على الطاقة أفضل من التوجه نحو استغلال الغاز الصخري بما يحمله ذلك من تأثيرات بيئية وتكاليف مالية باهظة في مجال الحفر الأفقي أو التكسير الهيدرولوكي.²

¹ سارة نوي، الغاز الصخري في الجزائر يعادل أو يفوق الولايات المتحدة الأمريكية، جريدة الفجر، الجزائر، ماي 2013، من الموقع:

طولع بتاريخ: <http://www.al-fadjr.com/ar/index.php?news=242070%3Fprint2014/12/09>

² أحمد طرطار، طارق راشي، الغاز الصخري كمصدر جديد للطاقة العالمية، مؤتمر السياسات الإستخدامية للموارد الطاوقية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الاحتياجات الدولية، جامعة سطيف 1، الجزائر، 2015، ص 14.

وعلى سبيل المقارنة بين الاستثمار في الغاز الصخري والطاقة الشمسية، فرغم ارتفاع التكاليف والتكنولوجيا بالنسبة إلى استخراج الطاقة من الشمس فإنها تبقى في مرتبة الأولوية قبل خيار التوجه نحو الغاز الصخري، بالنظر إلى العديد من المعطيات، أبرزها أن الطاقات المتجددة غير معرضة للنفاد وذلك من أجل القيام بدور الجانب المكمل للنفط التقليدي.¹

ج. التحديات البيئية لاستخراج الغاز الصخري:

تلخيص أهم التأثيرات السلبية لغاز الشيست والتداعيات المرتبطة بعملية الاستخراج فيما يلي²:

- تلويث المياه: باستخدام الكيماويات في المياه التي يتم ضخها لتكسير الصخور، ما قد ينجم عنه فرص لتسرب تلك الكيماويات وتلويثها للتربة ومصادر المياه الجوفية؛
- تلويث سطح الأرض بالمياه المرتجعة والمحملة بالكيماويات: إن استخدام المياه الممزوجة بالكيماويات في عمليات الحفر ينتج عنه مياه صرف صناعي ملوثة بكيماويات مذابة فيها، ما يجعل تلك المياه غير قابلة لإعادة تدويرها مرة أخرى قبل معالجتها، الأمر الذي يترتب عليه ارتفاع في فاتورة التكاليف؛
- زيادة استهلاك المياه: فعمليات تكسير صخور الشيست تتطلب كميات كبيرة من المياه الأمر الذي يخل بالتوازن البيئي في بعض مناطق الحفر؛
- التأثير على المائدة المائية في مناطق الاستغلال: وذلك بتمديد الشقوق المحدثه في صخر الشيست بالتكسير الهيدروليكي أو الجاف إلى غاية المائدة المائية، وقد حدث هذا فعلا في بعض الآبار في الولايات المتحدة الأمريكية نظرا لقرب المكن من المائدة المائية (200 إلى 300 متر)؛
- إنبعاثات غاز الميثان: الغاز الطبيعي يتكون بنسبة أكثر من 90% من غاز الميثان وهذا الأخير من أهم الغازات المسببة للاحتباس الحراري بعد ثاني أكسيد الكربون؛
- المواد الكيميائية التي تستعمل في عملية التفتيت الهيدروليكي لا يعرف إلى الآن فحواها إلا الشركات المبتكرة للتقنية وذلك بدعوى حماية حق الابتكار وحفظ أسرار التقنية وتصل هذه المواد إلى 700 مادة كيميائية قد تحمل مخلفات ملوثة ومشعة لكن الشركات المنتجة تؤكد على أن تركيز المواد الكيميائية في مياه التصديع أقل من نصف بالمائة وفي أكثر الأحيان أقل من عشر بالمائة؛

¹ حفيظ صواليلي، سمية يوسف، النقاش حول الغاز الصخري مغلوطن، جريدة الخبر، الجزائر، جوان 2014، من الموقع الإلكتروني:

تم الإطلاع عليه يوم: 2014/12/09 <http://www.elkhabar.com/ar/autres/nadwa/407595.html>

² إيمان بويحي، خالد الشتوي، مرجع سبق ذكره، ص1.

- تقنية التفتيت الهيدروليكي وما ينجر عنها من اهتزازات وارتدادات في مساحة الحفر وما حولها قد تعرض بنية الأرض الجيولوجية للهشاشة وقد تجر أيضا إلى الزلازل، وقد أكد علماء أمريكيون أنه ما لا يقل عن 20% من الزلازل التي حدثت في السنوات الأخيرة في ولاية أوكلاهوما قد تكون نتيجة استخراج الغاز الصخري بواسطة تقنية التصديع الهيدروليكي؛¹
- في المقابل تدافع الشركات المطورة لحقول الغاز الصخري بقوة عن ملاءمة عمليات الإنتاج لمتطلبات سلامة وحماية البيئة، مشيرة إلى المغالاة في تصوير تلك المخاطر ومفندة تلك الأطروحات لكنها تقر في الوقت ذاته بإمكانية حدوث تلوث للمياه إذا تم التخلص من سوائل الحفر بطرق غير سليمة.²
- د. التكلفة الباهظة لاستغلال الغاز الصخري:

وفقا للوكالة الوطنية الجزائرية لتأمين موارد المحروقات، فالجزائر بحاجة لاستثمارات بقيمة 300 مليار دولار لإنتاج 60 مليار متر مكعب من الغاز الصخري في غضون 50 عاما المقبلة. في الوقت الذي يحذر فيه الخبراء من أن طرق إنتاج هذا النوع من الوقود مكلفة للغاية وتدمر البيئة وترفع من إمكانيات وقوع الزلازل والهزات الأرضية. وذكر تقرير صادر عن الوكالة، أن السيناريو الذي أعدته ينص على ضرورة أن تقوم الجزائر بحفر 12 ألف بئر على مدى 50 عاما بوتيرة 240 بئر سنويا لإنتاج 60 مليار متر مكعب سنويا من الغاز الصخري. وأوضح التقرير أنه يجب استثمار نحو 300 مليار دولار منها 200 مليار مخصصة لحفر الآبار فقط، وأعدت الوكالة هذه التقديرات على أساس نتائج الدراسات المنجزة في المجال المنجمي الجزائري وتأخذ بعين الاعتبار المعلومات المتوفرة حول إنتاجه.³

ه. تحديات أخرى مصاحبة لتوجه الجزائر نحو استغلال الغاز الصخري:

بعد تحليل الجوانب السابقة الذكر والمرتبطة باستغلال الجزائر للغاز الصخري وجب الإشارة إلى نقاط أخرى منها:⁴

¹ تقنية استخراج الغاز الصخري تهدد أوروبا بالزلازل، مقال نشر على موقع المؤسسة الإعلامية روسيا اليوم: <http://arabic.rt.com> تاريخ النشر: 2014/07/04 وأطلع عليه يوم 2016/04/23.

² معهد الدراسات المصرفية، مرجع سبق ذكره، ص 08.

³ عبد الوهاب سعدون، الغاز الصخري: هل سيغير خارطة الطاقة العالمية، المجلة الاقتصادية الإلكترونية، العدد (6426)، من الموقع الإلكتروني:

http://www.aleqt.com/2011/05/16/article_538679.html 2015/02/17

⁴ بوبكر صابو، ناجي بن حسين، مرجع سبق ذكره، ص 92.

- تقدير حجم احتياطات الغاز الصخري (والموارد الطبيعية عموماً) يشوبه الكثير من عدم الدقة وعدم اليقين، لذا يجب عدم اعتبار التقديرات المنشورة على أنها نتائج نهائية؛
- تمتاز جيولوجيا الجزائر بالصعوبة والتعقيد وهو ما يزيد من درجة عدم يقين التقديرات المنشورة حول موارد الغاز الصخري خاصة وأن عمليات الاستخراج الفعلي لم تنطلق بعد؛
- لا يقتصر عدم التيقن والدقة هذا على البلدان التي لم تبدأ بعد في استخراج الغاز الصخري وإنما يشمل أيضاً الولايات المتحدة الأمريكية التي سبقت جميع دول العالم في تأسيس لصناعة المحروقات غير التقليدية؛
- كل حقل بترول أو غاز هو حقل فريد من نوعه ولا يمكن أن يشكل مرجعاً للمقارنة؛
- وجود موارد طبيعية لا يعني تحويلها إلى احتياطات قابلة للتحويل إلى موارد مالية لإقتصاديات الموارد الطبيعية مرتبطة بعوامل تكنولوجية، سياسية، واقتصادية كثيرة؛
- أهم العوامل الاقتصادية هي سعر بيع (الغاز) وتكلفة استخراجها؛
- تكاليف استخراج الغاز الصخري مرتفعة وتنفق في أحيان كثيرة أسعار بيع الغاز الطبيعي والتي تعرف انخفاضاً ومرشحة كذلك للانخفاض مستقبلاً؛
- أسعار بيع الغاز الطبيعي المطبقة محلياً في الجزائر والتي تخضع للدعم الحكومي (والتي تزيد عن ملياري دولار أمريكي سنوياً) لا تبرر الاستثمارات مرتفعة التكاليف لاستخراج الغاز الصخري؛
- تكرار التجربة الأمريكية أمر مستبعد لاختلاف السياق، الظروف والأوضاع الاقتصادية والقدرات العلمية والتكنولوجية؛
- الغاز الصخري يتطلب تكنولوجيا، طرق تقييم الاحتياطات وفلسفة إدارية غير تقليدية وهي أمور غير متوفرة في الجزائر حالياً.

3. مستقبل استغلال الغاز الصخري في الجزائر:

قد أعطي الإذن باستغلال الغاز الصخري (غاز الشيست) خلال إنعقاد مجلس وزراء في 21 ماي 2014، مع تأكيد على "أن تتم عمليات الاستكشاف فيما بعد استغلال المحروقات الصخرية بتوخي الحرص الدائم على حماية الموارد المائية والبيئية". فالحكومة الجزائرية تعتبر أن اللجوء إلى هذا الخيار ضرورة ملحة في أفق 2030 في ظل تراجع احتياطات البلاد من الغاز التقليدي، كما وصف رئيس الحكومة السابق خلال عرض برنامج الحكومة أمام نواب البرلمان أن "هذا الخيار لا مفر منه وكل

الدراسات تبين أنه بحلول 2030 لن يكون بإمكان الجزائر مواصلة تصدير الغاز وستلبي فقط حاجياتها المحلية" في حال عدم استغلال الغاز الصخري.

ولأول مرة وبشكل رسمي تعلن السلطات الجزائرية عزمها استثمار أزيد من 20 مليار دولار، لتطوير إنتاجها من الغاز الطبيعي والصخري في غضون السنوات القليلة المقبلة، لتضع حدا للجدل الذي يثيره المشروع. ويأتي التصريح في وقت تزايدت فيه الانتقادات لتوجه الدولة إلى هذا المورد الطاقوي المثير للجدل، وهي أحد أكبر المنتجين للنفط والغاز في العالم، في ظل الرفض الذي يعترض هذا المصدر على المستوى الدولي، فيما يرى معارضون للنظام السياسي الجزائري أن القرار يأتي في سياق محاولة السلطة تقديم خدمات للغرب من أجل ضمان صمته عن تجاوزاتها.¹

وبهذا القرار تكون الجزائر أول دولة في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا تتخذ خطوة من هذا النوع، في ظل توفر الجزائر على بدائل لا تقل أهمية إستراتيجية على غرار الطاقات المتجددة التي يجب الشروع في استغلالها والترويج لها على نطاق واسع، في سياق تحول نمط الاستهلاك الذي تعرفه البلاد في السنوات الأخيرة.

وإلى اليوم لا تعرف الجزائر بالتحديد القدرات الحقيقية التي تتوفر عليها في هذا المجال، وهو ما دفع بمجلس الوزراء إلى إعطاء موافقته على حفر 11 بئرا خلال الأعوام 13 القادمة حتى تتمكن من تحديد القدرات التجارية من المادة بحلول عام 2027 هو التاريخ الذي سيتوصل فيه العالم إلى حلول تكنولوجية أفضل بكثير وغير مكلفة من الناحيتين البيئية والمالية.²

الفرع الثالث: تصدير الطاقة الشمسية في الجزائر.

تتميز الجزائر بوجود كميات هائلة من الطاقات التقليدية، بالإضافة إلى وجود قدرات واعدة للاستفادة من الطاقة المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية.³ لتمتعها بقدر هام من الإشعاع الشمسي الذي يؤهلها لاعتماد الطاقة الشمسية ضمن خططها التنموية، من خلال رفع مؤشرات التنمية البشرية فيها وتوفير الإمداد الطاقوي الآمن والمستدام والأقل تكلفة، خاصة وأن الموقع الجغرافي للجزائر مكنها من

¹ سليمان حاج إبراهيم، مرجع سبق ذكره، ص 30.

² فريدة كافي، الطاقات المتجددة ودورها في الاقتصاد وحماية البيئة، مرجع سبق ذكره، ص 342.

³ جامعة الدول العربية، الإستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة (2010-2030)، مرجع سبق ذكره، ص

الاستفادة من إشعاع شمسي يتجاوز مليار ميغاواط ساعي في السنة. مما يؤهلها لتكون من أكبر مصدري الطاقة الكهربائية الشمسية، وباعتبار الجزائر تمتلك 10 بالمائة من المساحة العالمية التي يمكن استغلالها لتوليد الطاقة الشمسية، ما يسمح لها بإنتاج 5 كيلواط في المتر المربع الواحد، لذلك يجب التفكير حاليا بطريقة استعجاليه في استخلاف تصدير البترول بالكهرباء مع آفاق 2030، تماشيا ورهانات الأسواق العالمية التي تعرف تحولا من الطاقات التقليدية إلى الطاقات النظيفة.¹

في هذا الإطار تعمل الجزائر على استشرف تطور نظامها الطاقوي من أجل ضبط الصيغة الأنسب للاستخدام الأمثل لمواردها الطاقوية، ووضع أفضل السيناريوهات الطاقوية.² 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 خلال هذا البرنامج إلى إنتاج طاقة بقدر 22.000 ميغاواط في أفق 2030، بالنسبة للسوق الوطنية.³

بالإضافة إلى احتمال تصدير ما يقرب من 2000 ميغاواط في حدود سنة 2020، ومن المرتقب تصدير ما يقرب من 10.000 ميغاواط في حدود 2030.⁴ 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.⁵ إذ تهدف إستراتيجية الجزائر في هذا المجال، إلى تنمية صناعة حقيقية للطاقات المتجددة مصحوبة ببرنامج في التكوين والبحث، وكذا اكتساب الخبرات

¹ نوال ح، بإمكان الجزائر تصدير كهرباء الطاقة الشمسية، جريدة المساء، 02 أكتوبر 2016، متوفر على الرابط:

<https://www.el-massa.com/dz/index.php/component/k2/item/27129>

² Nikolaus Supersberger and Other, Energy System in OPEC Countries of the Middl East and North Africa, System Analytic Comparison of Nuclear Power; Renewable Energy and Energy Efficiency_Wuppertal Institute for Climate, Environment, Energy, and Adelphi, Berlin- Germany, 2009, P-P: 67 – 69

³ وزارة الطاقة والمناجم، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، مرجع سبق ذكره، ص 03.

⁴ وزارة الطاقة والمناجم، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، مرجع سبق ذكره، ص 09.

⁵ نفسه، ص 19.

الضرورية، ولأجل تصدير الكهرباء الخضراء إلى أوروبا، تستعد الجزائر لإقامة شراكات بمجرد توفر الظروف، وهذا من خلال إنجاز قدرات إضافية.¹

وقد تنوعت وتعددت المشاريع والفرص التصديرية للطاقة الشمسية. إذ أتاحت 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 المتوسطة (MSP)*، مبادرة تقنية الصحراء والمشروع الجزائري-الألماني (DESRTEC)، مبادرة تقنية الصحراء الصناعية (DII)**، المشروع الجزائري-الياباني صحراء صولار بريدر (SSB)، المشروع المغربي-الأوروبي في مجال الهيدروجين الشمسي، ومشروع الربط الكهربائي العربي. وقد تعطلت وفشلت مجموعة من هذه المشاريع لأسباب 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: بعض أهم المشاريع التصديرية للطاقة الشمسية من الصحراء الجزائرية نحو الشبكات العالمية.

تعددت المبادرات والمشاريع الرامية لتصدير الطاقة الشمسية من مواقع سطوعها إلى الشبكات العالمية والتي كانت الجزائر جزءا مهما ضمن خططها. وفيما يلي سنذكر بعض أهم المشاريع الخاصة بتصدير الطاقة الشمسية من الجزائر.

الفرع الأول: المشروع الجزائري-الألماني (DESERTEC) لتصدير الطاقة الشمسية.

أولا: نبذة عن مشروعة ديزرتيك:

¹ وزارة الطاقة والمناجم، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، مرجع سبق ذكره، ص ص: 5-9. تعتبر أحد الأهداف الستة لإعلان الإتحاد من أجل المتوسط، وتتلخص في تنفيذ مشروعات تتصل بالطاقة المتجددة وتعتمد أساسا على الطاقة الشمسية إلى جانب طاقة الرياح لإنتاج الكهرباء بقدرات حركية تصل إلى 20 جيجاواط بحلول عام 2020 بمنطقة المتوسط للمساهمة في الوفاء بالاحتياجات المحلية وتصدير جزء من الطاقة المنتجة إلى أوروبا من خلال خطوط الربط عبر المتوسط.

**تتألف من الشركات المساهمة في مشروع ديزرتيك لتؤسس شركة مساهمة متضامنة موزعة بين شمال وجنوب المتوسط، وذلك لتعزيز تجارة الكهرباء من خلال إنشاء سوق مترابطة وفعالة لإمداد الكهرباء المنتجة من المصادر المتجددة.

هي مبادرة تسمح 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

تتمثل رؤية ديزرتيك في استغلال القليل من كميات الطاقة الهائلة التي يتم تسلمها كل يوم من الشمس في المناطق الصحراوية، والتي تتلقى في 06 ساعات قدر من الطاقة الشمسية تعادل ما تستهلكه البشرية في سنة كاملة، بالإضافة إلى توفير طاقة آمنة وبأسعار معقولة للعالم وكافية لـ 10 مليارات شخص من مصادر نظيفة ولا تنضب، إذ يمكن توليد طاقة كهربائية من هذه المصادر وتكون قادرة على إمداد 90% من سكان العالم ليلا 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

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 يفوق 400 مليار أورو بحلول عام 2050. ويتوقع إنشاء 30 مشروع لمحطات الطاقة الشمسية ذات الحجم المتوسط بين 50 و 200 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

¹ جامعة الدول العربية، القمة العربية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية، الدورة الثالثة، الأمانة العامة، الرياض، 2013، ص 66.

² Alexander Mohanty, Dii-enabling Desertec in EUMENA, Publisher Dii-Enabling Desertec in EUMENA, Germany, 2010, P 02.

³ Marie Legivere, une Coopération UE/MAGHREB : le Projet Desertec, Actualités DU MOYEN-ORIENT ET DU MAGHREB, IRIS, N°14, Juin 2010, PP 02,03.

ثانيا: أهم مراحل مشروع ديزرتيك: تتلخص أهم المراحل فيما يلي:¹

- من جانفي إلى جوان 2009، مفاوضات موسعة بين عدة شركات ألمانية للمشروع في تنفيذ مشروع الطاقة الشمسية في جنوب الحوض المتوسط باتجاه أوروبا؛
- 13 جويلية 2009، الاتفاق على اختيار مكتب دراسات ليكون عمليا لصياغة مشروع يتضمن مخطط تمويل قبل نهاية 2012؛
- نهاية 2009، الاتفاق مبدئيا على المشروع في المرحلة النموذجية التجريبية بإنتاج 1 جيجاواط للتأكد من فعالية التكنولوجيا المستخدمة؛
- مارس 2010، أربعة مستثمرين جدد يعلنون دخولهم في المشروع (اينيل قروب للطاقة الإيطالي وسانغوبال سولار الفرنسي وريدلكتريكا الإسباني بالإضافة إلى هيئة استشارية تجمع عدة خبراء في مجال الطاقة المتجددة) ليرتفع عدد الشركات الشريكة إلى 17 عضوا إضافة إلى شركة ديزرتيك؛
- حاليا، مشروع ديزرتيك ينشط رسميا في مجموعة من البلدان حيث يقدم وينفذ البرنامج عبر أنشطة ووفقا للمعطيات المحلية لكل بلد مشارك، فمثلا إذا كانت الدولة صحراوية أو غير صحراوية، ويساهم كل طرف على الصعيد المحلي بالأنشطة والطريقة المناسبة وهذا لتحويل الرؤية إلى واقع ملموس. وديزرتيك نشطة حاليا وممثلة في البلدان التالية: بلجيكا، البرازيل، الشيلي، الصين، مصر، فرنسا، اليابان، المكسيك، المغرب، هولندا، السعودية، تونس، المملكة المتحدة، الولايات المتحدة الأمريكية.²

ثالثا: أهداف مشروع ديزيرتيك.

الهدف من مشروع ديزيرتيك هو:

توسيع 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

¹ هشام حريز، دور إنتاج الطاقات المتجددة في إعادة هيكلة سوق الطاقة، مكتبة الوفاء، الإسكندرية، مصر، 2014، ص 220.

² Desertec Alliance: A Network of National Representatives, the Official web site of Desertec, available in : <http://www.desertec.org/representatives> 01/12/2016

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 جويلية 2009.

وقد توقع خبراء نادي روما أن ينتج مشروع بين 2020 و2025 نحو 60 تيراواط في السنة على أن ترتفع الكمية إلى 700 تيراواط عام 2050 بسعر 0,05 أورو للكيلواط الواحد، وبحسب خطط أخرى موضوعة للمستقبل يمكن أن يصل طول المنطقة الصحراوية التي يستخدمها المشروع حوالي 200 كيلومتر بعرض 140 كيلومتر، وتصل مساحتها حوالي 270 ألف كيلومتر مربع تزرع بملايين 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 تمثل 0,3 من مساحة شمال إفريقيا والشرق الأوسط تكفي لتأمين كامل حاجة دول المنطقة وأوروبا من الطاقة الكهربائية.¹

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.

اقترح مشروع ديزرتيك من أجل النهوض بعجلة التنمية وخاصة بما يتعلق بقضايا المناخ، وتراجع أسعار النفط واعتبار هذه المبادرة تقدم إصلاحا تكنولوجيا واقتصادي بإمكانه إحداث تغييرات جوهرية على المستوى الاجتماعي والاقتصادي.²

رابعا: مشاركة الجزائر في مشروع ديزرتيك لتصدير الطاقة الشمسية.

هناك 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 حياة 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

¹ محمد راتول، محمد مداحي، صناعات الطاقة المتجددة بألمانيا وتوجه الجزائر لمشاريع الطاقة المتجددة كمرحلة لتأمين إمدادات الطاقة الأحفورية وحماية البيئة-حالة مشروع ديزرتيك، ملحق بجامعة قاصدي مرباح، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، ورقلة، الجزائر، 2012، ص 149.

² حمزة حموشان، مرجع سبق ذكره، ص ص 82، 83.

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.¹

وشاركت في التوقيع على البروتوكول الشركة الجزائرية الخاصة "سيفيتال" في جويلية 2009.²

وقال مدير مشروعات الطاقة المتجددة في "سيفيتال" لوكاله 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 مثلا وتبقى كل الخيارات مطروحة".

وشاركت شركات كبرى من بينها "سيمنس وار. ديليو. أي" و "دويتشه بنك وكونسورتيوم ديزرتيك" بإنجاز مشروع استغلال الطاقة الشمسية من الصحراء الكبرى لتوفير 15% من استهلاك أوروبا من الكهرباء بحلول 2050، و"سيفيتال" عضو في "الكونسورتيوم"، لكن الحكومة الجزائرية التي تشدد اللوائح على الاستثمار الأجنبي، وقالت أنها لا تريد أن يستغل الأجانب طاقتها الشمسية، وأنها لن تبدي اهتمامها إلا 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" الآن لتصبح أكبر مصدر للمنتجات 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.³ وتوجد الكثير من الأسباب التي تعيق مشاركة الجزائر في مثل هذه المبادرات (منها ما سنذكره لاحقا 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.

¹ بريطل هاجر، مرجع سبق ذكره، ص 208.

² Marie le Givere, Op Cit, P02.

³ كافي فريدة، الطاقات المتجددة ودورها في الاقتصاد وحماية البيئة، مرجع سبق ذكره، ص 311، 312.

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

أولاً: نبذة عن المشروع الجزائري-الياباني صحراء صولار بريدير للطاقة الشمسية.

يشكل 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 ثلاث مؤسسات جزائرية شريكة، وهي جامعة العلوم والتكنولوجيا محمد بوضياف لوهرا، وجامعة طاهر مولاي لسعيدة، ووحدة البحث في الطاقات المتجددة في الوسط الصحراوي لأدرار، فيما يتكون الجانب الياباني من ثماني جامعات ومعاهد بحوث (6 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 عالمياً 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 سنة 2010 بالتوقيع على اتفاقية بين كل من وزارة التعليم العالي والبحث العلمي وجامعة العلوم والتكنولوجيا "محمد بوضياف" لوهرا 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 بالعلاقات الدولية والتعاون بن حراث نصيرة، فإن المشروع الذي تم إطلاقه في كانون الثاني/جانفي من سنة 2011 سيحمل اسم "أس.أس.بي" أي صحراء صولار بريدير استناداً إلى الأرضية التكنولوجية المسماة المزرعة الشمسية التجريبية المبرمج إنجازها بسعيدة، معلنة عن أن جامعة العلوم والتكنولوجيا بوهرا 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 قدره 5 ملايين دولار، وحسب المصدر ذاته فإن الجامعة المذكورة ستستفيد أيضاً 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 اسطنبولي 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 البلاد 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 آفاق 2050.¹

ثانيا: مشروع صحراء صولار بريدير: الأرضية التكنولوجية أصبحت عملية في الجزائر.

ذكر 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 مولاي لسعيدة التي تعد ضمن المؤسسات الجزائرية الثلاثة الشريكة.

وأوضح السيد الدكتور أمين بودغن اسطنبولي خلال ملتقى حول 'الابتكار في مجال الطاقة الشمسية' أن محطة الطاقة الشمسية لجامعة الطاهر مولاي لسعيدة أصبحت عملية عقب تركيب ألواح الطاقة الشمسية ونظام تقييم للأرصاء الجوية. وفي هذا الإطار استفادت جامعة وهران من مجهرين قويين يتحان دقة عالية جدا بالمسح الإلكتروني والقوة الذرية، مذكرا بأن برنامج "صحراء صولار 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

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 المتجددة CDER، العدد 02، 2016، ص 26.

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".¹

وبالفعل فقد توج برنامج "صحراء صولار بريدير" الذي انتهت مرحلة دراسته في عام 2015 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".

وتشمل المبادرة الجزائرية وضع البرنامج الوطني لتطوير الطاقات الجديدة والمتجددة والنجاعة الطاقوية الذي يهدف إلى ضمان في آفاق 2030 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.

ويهدف 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.

وفي المستقبل يمكن لهذه المصانع توفير الطاقة في جميع أنحاء العالم من خلال موصلات فوقية التي تتميز بخصائص النقل من دون فقدان من شدة الطاقة.

لقد دعم برنامج "صحراء صولار بريدير" الأرضية الأكاديمية الجزائرية لتركيب الخلايا الضوئية واستغلال ونقل الطاقة المنتجة بواسطة خطوط للتموين بالكهرباء باستخدام الموصلات الفوقية ذات درجة

¹ البوابة الجزائرية للطاقات المتجددة، برنامج صحراء صولار بريدير"الأرضية التكنولوجية أصبحت عملية"، بتاريخ 2015/04/17، من الموقع

الحرارة المرتفعة. إذ استفادت جامعة العلوم والتكنولوجيا في هذا الإطار من إنشاء مركز للبحث مخصص في تكنولوجيات الطاقة الشمسية مدعم بالمعدات والتكوين والمساعدة الدائمة للخبراء. وقد فتح هذا التجهيز الذي جعل جامعة وهران ترتقي إلى مصاف أول مؤسسة جزائرية منتجة للسيليسيوم الباب للتفكير حول إمكانية إنشاء مصنع السيليسيوم في إطار الشراكة مع القطاع الصناعي.¹

ثالثا: تصدير الطاقة الشمسية ومشروع صحراء صولار بريدير "أس.أس.بي"

يكتسب مشروع صحراء صولار بريدير أهمية بالغة بالنظر إلى طابعه المتعدد التخصصات والتي تمس قطاعات عدة من الحياة الاقتصادية، الاجتماعية، الثقافية والبيئية.

كما سيحدث هذا المشروع تغييرا في النماذج الطاقوية. ومن بين أهم هذه التغييرات أنه يتم من خلاله إيلاء اهتمام بالغ للصحراء الجزائرية من حيث طاقتها الشمسية، التي تسمح بالتقاط قدر هام من الطاقة للاستجابة لحاجياتها الطاقوية لتنميتها المستدامة والفلاحة وإعادة إعمار الصحراء وحتى التصدير نحو أوروبا من خلال استعمال أنظمة شمسية واسعة النطاق.²

وسيكون مشروع إنتاج الطاقة الشمسية في إطار البرنامج الجزائري الياباني "أس.أس.بي" نموذجا مثاليا في إنتاج الطاقة الشمسية من خلال الاعتماد على ابتكارات ومناهج عصرية متطورة، تساعد على تقليص التكاليف وهذا حسب ما ورد على هامش المنتدى العربي الآسيوي الثاني للطاقات المستدامة المنعقد بجامعة وهران للعلوم والتكنولوجيا محمد بوضياف.

كما أشير إلى أهمية الثروة الطبيعية التي تزخر بها الحظيرة الرملية لصحراء الجزائر، خاصة من جانب مادة السيليسيوم التي تستخرج من الرمال وتستخدم في صناعة الخلايا الكهروضوئية ذات الشرائح الدقيقة. ويعد ذات المشروع أحد الاستثمارات الهيكلية في مجال تطوير الطاقات المتجددة، ويعول عليه في المساهمة لدفع عجلة التنمية الاقتصادية خاصة في ظل آفاق استغلاله لتحويل ونقل الطاقة الشمسية لتموين عدد من المنشآت الكبرى بشمال البلاد إلى جانب تصدير الطاقة نحو أوروبا. إذ سيتم في مجال نقل وتصدير الطاقة الشمسية نحو الشمال الاعتماد على تطبيقات متطورة حيث تتم عملية النقل بواسطة

¹ الطاقة والبيئة: "صحراء صولار بريدير" حل جزائري ياباني "بارع ونظيف" متوفر على الموقع:

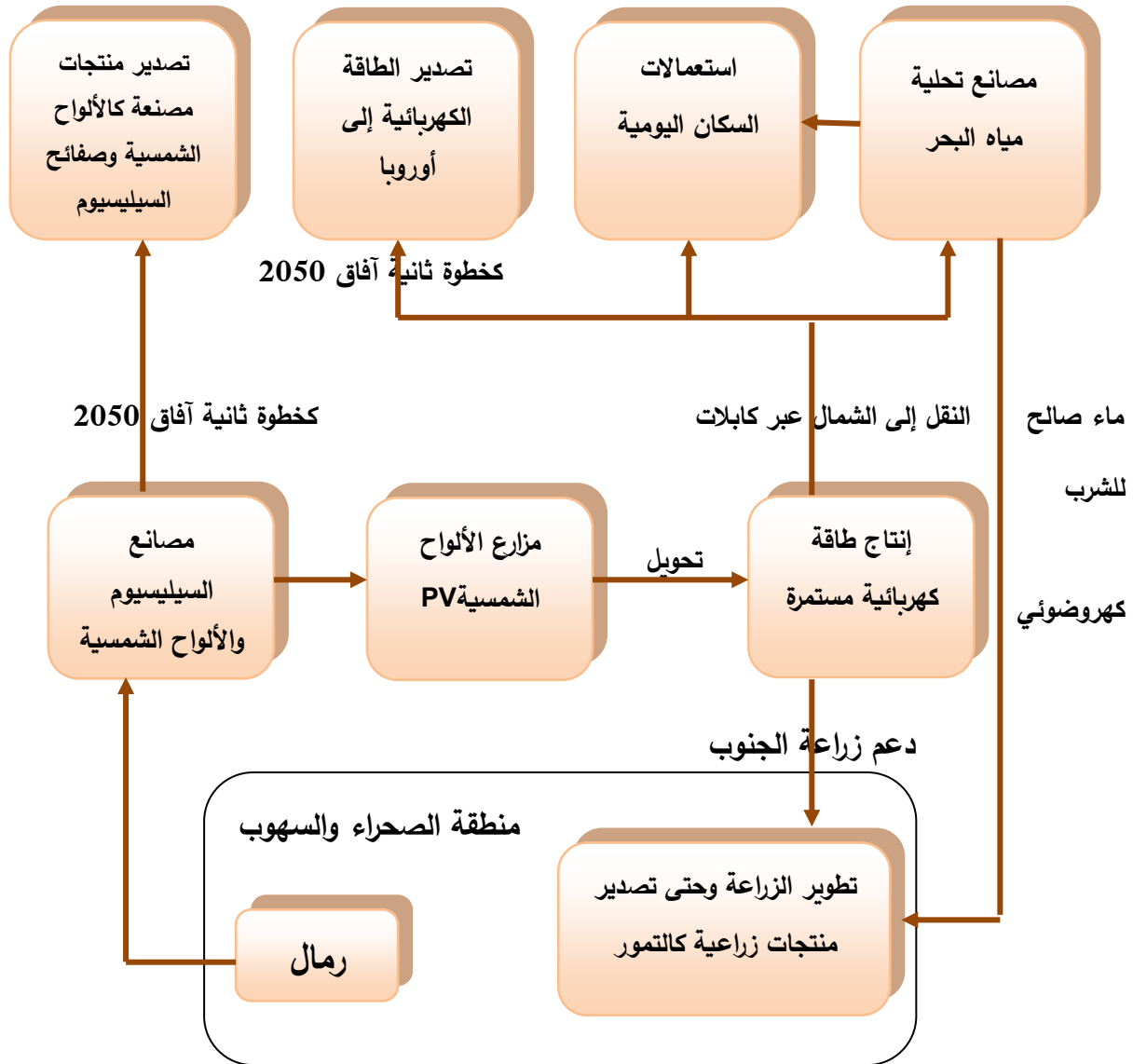
<https://www.djazairss.com/aps/4239442016/02/06>

² الطاقة الشمسية الجزائرية لإعمار الصحراء والتصدير إلى أوروبا، جريدة الشروق أونلاين، متوفر على الموقع:

<https://www.echoroukonline.com/ara/articles/283362.html> 08/06/2016

كوابل "فوق الناقل" التي تتضمن تحويل الطاقة وفق تقنية "التيارات المستمرة" عوض "الترددات المتناوبة" أي التقنية الحالية. وسيكون للتقنية الجديدة المرتقبة في إطار هذا المشروع آثار إيجابية تتجلى في الحد من تضييع الطاقة المترتب عن عملية نقلها بواسطة التقنية الحالية أي الترددات المتناوبة.¹ والشكل الموالي يوضح أهم أهداف ومراحل مشروع التعاون الجزائري والياباني.

الشكل رقم (38): مخطط يوضح أهداف مشروع صحراء صولار بريدر "أس.أس.بي"



المصدر: من إعداد الباحثة، بالإعتماد على: فريدة كافي، الطاقات المتجددة ودورها في الاقتصاد وحماية البيئة، مرجع سبق ذكره، ص 325.

¹ مشروع "صحراء صولار بريدر" بالجزائر، اقتصاد 60 بالمئة من تكاليف إنتاج الطاقة الشمسية، متوفر على الموقع:

من خلال المخطط أعلاه يتبين لنا الأهداف بعيدة المدى المسطرة ضمن برنامج ومشروع صحراء صولار برديدير إذ أن هدف التصدير يتوفر من خلاله على عدة أشكال منها تصدير منتجات مصنعة أي تصدير الألواح الشمسية أو حتى صفائح السيليسيوم وتعتبر هذه التجارة مربحة.

إذ تعتبر تكنولوجيات الطاقات المتجددة، من أكثر الصادرات رواجاً حول العالم.¹ بالإضافة إلى دعم الزراعة بالجنوب وتطويرها علاوة على الإمكانيات كبيرة لتصدير هذه المنتجات خارج الوطن كزيادة تصدير التمور الجزائرية المشهورة عالمياً وتحسين إنتاجها كما ونوعاً.

ويعتبر تصدير الكهرباء إلى أوروبا من بين الأهداف بعيدة المدى (2050) للمشروع وهذا بعدما يكون قد تم نقل الكهرباء من مزارع ومحطات الطاقة بالجنوب إلى الشمال عبر الكابلات الخاصة، وقد تم المضي قدماً نحو هذا الهدف خاصة بعدما تم اكتشاف حقل لإنتاج السيليسيوم في "سيق" باحتياطي 6 ملايين طن حيث أعلن المدير العام للبحث العلمي والتطوير التكنولوجي بوزارة التعليم العالي والبحث العلمي السيد حفيظ أوراغ من تيبازة، عن اكتشاف حقل يحتوي على 6 ملايين طن لإنتاج السيليسيوم بنواحي سيق (معسكر)، واصفا العملية بمشروع "القرن" للطاقات البديلة، وهي ثمرة للتعاون الجزائري-الياباني في المجال العلمي، وتم الإعلان عن الاكتشاف إثر لقاء شامل لتقييم مشروع البرنامج الجزائري الياباني "صحراء صولار برديدير" (أس.أس.بي)، عُقد بوحدة تنمية تجهيزات الطاقة الشمسية ببواسماعيل في إطار الدورة الـ5 للجنة التنسيق التي تترأسها جامعة العلوم والتكنولوجيا "محمد بوضياف" لوهران، والوكالتان اليابانيتان من أجل التعاون الدولي والتنمية العلمية والتكنولوجية.

وأضاف البروفيسور أن الاكتشاف يعود لسنة 2013، حيث أكدت الدراسات التقنية التي أجراها طاقم من الباحثين الجزائريين واليابانيين، أن الجزائر تتوفر على احتياطي كبير من السيليسيوم الخام قليل الإنتاج في العالم على محور ولايتي التنس (الشلف) وسيدي بلعباس، ما سيسمح بإنتاج الكوابل التي يتم بواسطتها توصيل الطاقة وإنتاج اللوحات الشمسية، وأكد في السياق أن الباحثين الجزائريين الذين شاركوا في المشروع الجزائري الياباني، يتحكمون في تقنية إنتاج هذه المادة التي يكثر عليها الطلب حالياً في كل أرجاء العالم، معلناً عن اهتمام بعض الشركات اليابانية باستغلال ذلك الاحتياطي. للإشارة، فقد ارتفع سعر صفيحة السيليسيوم في وقت قصير من 80 إلى 400 دولار في الأسواق العالمية، كمادة أولية

¹ الوزارة الاتحادية للاقتصاد والطاقة، معا من أجل إنجاح تحول الطاقة " نحو امدادات بالطاقة امنة ونظيفة وبأسعار معقولة"، شعبة العلاقات العامة، برلين، ألمانيا، سبتمبر 2015، ص 08.

تستعمل ليس فقط في الصناعة الالكترونية كتصنيع اللوحات الشمسية، بل في عدة مجالات أخرى، كالصناعة الصيدلانية وشبه الصيدلانية، أي "أهم من البترول" حسب البروفيسور أوراغ.

ويأتي هذا الاكتشاف في وقت تعيش الجزائر ظروفًا مالية صعبة نوعًا ما بسبب انهيار أسعار البترول، ويؤمل أن يتجاوز المتعاملين الاقتصاديين الجزائريين مع المشروع، لأنه يمثل مستقبل الجزائر، على اعتبار أن العالم برمته حاليًا يتوجه نحو الطاقات البديلة. وأعرب عن مدى اهتمام الجانب الياباني الذي ساهم بالتكنولوجيا والمعرفة.

من جهته، قال سفير اليابان السيد "ماسايا في جي وارا" أن بلده يطمح لربط العالم بالطاقة البديلة وتحويل أشعة الشمس إلى طاقة بديلة، مثلنا المرحلة الأولى (2010-2015) من المشروع الجزائري الياباني "صحراء صولار بريدير" (أس. أس. بي)، على أن يتواصل المشروع الذي عملت عليه 8 جامعات ومخابر بحث يابانية. كما أعرب السفير عن أمله في مساهمة اليابان في مرحلة الإنتاج والاستغلال، من خلال استثمار شركات يابانية في المجال وفق قاعدة "رابح-رابح" كثمرة للتعاون التكنولوجي بين البلدين، يعكس مدى العلاقات السياسية بينهما، ومرافقة الحكومة الجزائرية في تجسيد مشاريعها المتعلقة بتطوير مجال الطاقات الشمسية. من جهته، كشف أمين بودغن اسطنبولي الرئيس التقني للمشروع، أن الجزائر تتوفر على نحو 2 مليون كلم مربع من الصحراء، ما سيسمح بإمكانية تموين كل أوروبا بالطاقة الشمسية إذا تم استغلال 10 بالمائة فقط من تلك المساحة.¹

كما أن استخراج السيليسيوم يتم من صخرة والمسماة "دياتومي" المتوفرة بكمية معتبرة بمنطقة سيق (معسكر) وفقا لما أفاد به السيد أمين بودغن اسطنبولي على هامش أشغال منتدى آسيا-إفريقيا الرابع حول الطاقة المستدامة. ويعتبر السيليسيوم المستخرج من الرمال أساسا مادة تدخل في مكونات الخلايا الضوئية التي تسمح بالتقاط الإشعاع الشمسي للتحويل إلى طاقة كهربائية. ويتركز برنامج "أس. أس. بي" على استغلال الطاقة الشمسية انطلاقا من الطبقات الضوئية. وأشار السيد اسطنبولي في هذا السياق إلى أهمية استغلال صخرة "دياتومي" مبرزا بأن المخزون من هذه المادة الأولية يقدر بـ 6 ملايين طن بمنطقة

¹ اكتشاف حقل لإنتاج السيليسيوم في سيق باحتياطي 6 ملايين طن، جريدة التحرير اليومية، 2015/10/29، متوفر

على: <http://www.altahironline.com/ara/articles/203755>

سيق بينما يتعين توفير سوى الثلث من هذه الإمكانيات لإنتاج 100 جيغاواط وهي قدرات هامة واقتصادية.¹

رابعا: مقارنة بين مشروع ديزرتيك وصحراء صولار بريدير.

يعتبر مشروع ديزرتيك مشروعا واعدا ويكرس التعاون في ميدان الطاقة النظيفة بين دول الشمال والجنوب إلا أن المشروع لم ير النور في الجزائر لعدة أسباب ومن أهمها:²

- تضارب المصالح فيما يخص حصص الإنتاج وطريقة التسويق؛
- مشاكل تقنية تتعلق بنقل الطاقة المنتجة أي الكهرباء (تقنية التيار المستمر) والبحث جاري حول إيجاد طريقة لحل هذا المشكل؛
- تماطل وعرقلة ألمانيا لنقل التكنولوجيا إلى الجزائر؛
- المستفيد من المشروع بالدرجة الأولى هي ألمانيا وليست دول شمال إفريقيا والتي منها الجزائر؛
- مشاكل جيوسياسية بين الدول المعنية بهذا المشروع وكمثال: إسرائيل التي ترفض الجزائر تطبيع العلاقات معها وبالتالي يصعب وإن لم يكن مستحيل المشاركة معها بمشاريع.

في حين نجح الشريك الياباني في كسب ثقة الطرف الجزائري إذ تتميز هذه الشراكة عن سابقتها بما يلي:³

- استثمار رمال الصحراء لإنتاج السيلكون الشمسية منخفضة التكلفة؛
- بناء مصانع للخلايا الشمسية؛
- نقل الطاقة بواسطة تقنية عالية وكوابل تسمح بنقل التيار المولد من الألواح الشمسية أي من خط الاختبار (مكان إنتاج الطاقة) إلى الشبكة العالمية؛
- تعزيز قدرات الموارد البشرية ليس من خلال نقل تكنولوجيا جاهزة وإنما من خلال التطوير المشترك للتكنولوجيا وتبادل المعارف والبحوث؛

¹ منتدى آسيا-إفريقيا الرابع حول الطاقة المستدامة، البرنامج الجزائري-الياباني "صحراء صولار بريدير": نموذج الشراكة تركز على نقل التكنولوجيا، الجزائر، ماي 2014، متوفر على الرابط

http://www.oran-aps.dz/spip.php?page=imprimer&id_article=13200

² فريدة كافي، الطاقات المتجددة ودورها في الاقتصاد وحماية البيئة، مرجع سبق ذكره، ص 318.

³ H. Koinuma, H. Fujioka, K. Kurokawa, Sahara Solar Breeder (SSB) Plan Directed Toward Global Clean Energy Super highway, from <http://www.ssb-foundation.com/2015/06/29>

▪ تهدف الشراكة أساسا لتوفير مخطط للصناعات ذات التقنية العالية، وفتح فرص للعمل وفرص تجارية متعددة.

وعليه ففي حين يلتقي المشروعين في نقطة تصدير الطاقة الشمسية إلى الشبكات العالمية، إلا أن ديزرتيك ينقل هذه الطاقة دون استثمارها بشكل فعال ومباشر لإحداث تنمية حقيقية داخلية، على عكس الشراكة اليابانية والتي تهدف في مراحلها الأولى إلى إنشاء مصانع محلية بخبرات محلية لصنع صفائح السيليسيوم والألواح الشمسية والتي ستقام منها المحطات الفولتوفولطية لإنتاج الكهرباء التي ستنتقل إلى الشمال من خلال تقنيات يتحكم فيها اليابانيون جيدا، كما يتحمل اليابانيون كل تكاليف الدراسة والإنجاز. وسيذهب جزء من الطاقة المنتجة إلى الاستهلاك وتحلية مياه البحر التي ستساعد في إحداث تنمية زراعية في الجنوب وبالتالي فإن التعاون الجزائري الياباني سيساهم في فتح العديد من مناصب الشغل وكذا إحداث تنمية في الكثير من المجالات التحويلية منها، الصناعية والزراعية، وبهذه الطريقة يحدث هذا المشروع فائدة حقيقية للجزائر، في حين الطرف الياباني سيستفيد من خلال تقاسم الأرباح.

الفرع الثالث: مشاريع أخرى ذات أهداف تصديرية للطاقة الشمسية بالجزائر.

أولا: المشروع المغربي-الأوروبي في مجال الهيدروجين الشمسي.

1. الهيدروجين الشمسي في الجزائر:

إن الهيدروجين في الجزائر الذي كان ولا يزال إن صح التعبير إلى حد الآن ذو طابع تصوري، هذا الأخير عرف مبادرات كبرى منذ 2003 ولا يزال الوقت مبكرا لاستخلاص النتائج، ولكن اجتماع الرهانات الطاقوية، البيئية والمناخية بالإضافة إلى فرص السوق على المدى القصير والمتوسط بالنسبة لخلايا الوقود يعطي نوع من القوة لهذه الانطلاقة.

إن تأثير استعمال هذا المورد الجديد على الحضارات، المؤسسات الاقتصادية، السياسية والاجتماعية يقودنا اليوم لرؤية واضحة للميادين الأساسية للبحث والتطوير التكنولوجي والتي يمكن أن تدمج في مراكز البحث والجامعات الجزائرية بالتعاون مع البلدان الأكثر تطورا في هذا المجال.

و وجدت الجزائر نفسها اليوم أمام احتياج حقيقي لتطوير قطاع الهيدروجين، ليس فقط من جانب الوسائل المالية وإنما أيضا من جانب الكفاءة والمعرفة العميقة لكيفية التصرف وتحويل التكنولوجيا.

وتعتبر الجزائر حاليا من الدول الأساسية في العالم المنتجة للهيدروجين من خلال المحروقات (النفط، الغاز الطبيعي)، ولكن توافرها على طبقة مياه جوفية (غير مستغلة كليا) في الجنوب ومياه البحر في الشمال بالإضافة إلى الحقل الشمسي الضخم (المدة المشمسة كبيرة وهي من بين أكبر الفترات المشمسة في العالم إذ يصل متوسط الإشعاع الشمسي فيها إلى 3000 ساعة مشمسة/سنة وبمعدل شدة إشعاع تقدر بـ 2000 كيلواط ساعي للمتر المربع/سنة) كل هذه العوامل تتيح فرصة للجزائر لتطوير طاقة يكون الطلب العالمي المستقبلي عليها كبيرا جدا، وهذا يفتح للجزائر آفاقا واعدة في مجال التحول إلى الهيدروجين الشمسي، كما يمكنها إنتاج الهيدروجين من طاقات متجددة أخرى كطاقة الرياح والطاقة الجيوحرارية إذ أن لها احتياطات مهمة من هذه المصادر.¹

2. تصدير الطاقة الشمسية من خلال التعاون المغربي الأوروبي في مجال الهيدروجين الشمسي:

أ. نقل الطاقة الشمسية عبر القارات:

بما أن الدول الصناعية هي أكثر الدول قلقا على مخزون الوقود التقليدي والأكثر استهلاكا للطاقة وبما أن الإشعاع الشمسي يتركز في مناطق 30-40 درجة شمالا وجنوبا من خط الاستواء، نجد أن هذه الدول تفكر جديا في استيراد الطاقة الشمسية من هذه المناطق. وذلك عن طريق تحويل هذه الطاقة إلى طاقة كيميائية (إنتاج الهيدروجين) ثم نقلها إلى أماكن استخدامها في هذه الدول. والاتجاه السائد لدى العلماء هو تركيب خلايا شمسية في المناطق الصحراوية المنتشرة على الكرة الأرضية وذلك لتوليد الكهرباء ثم استخدام الكهرباء الناتجة في محلات كهربائية لتحليل الماء إلى عنصريه ثم تخزين ونقل الهيدروجين الناتج لاستخدامه في الأغراض المختلفة.

ولقد فكر الألمان منذ زمن في استيراد الطاقة الشمسية من الدول الإفريقية الغنية بالإشعاع الشمسي والتي يصل فيها الإشعاع الشمسي ضعف قيمته في وسط أوروبا في شكل هيدروجين ينقل كغاز في أنابيب الغاز الطبيعي الموجودة حاليا والتي تمر من الجزائر عبر تونس والبحر المتوسط إلى إيطاليا أو نقله مسالا في أوعية خاصة عبر السفن في البحر ومن ثم توزيعه في أوروبا واستخدامه في الأغراض المختلفة كطاقة حرارية أو طاقة كهربائية عبر خلايا الوقود أو كوقود في قطاع المواصلات أو في الأغراض الصناعية وغيرها.

¹ لعمى أحمد، رحمان أمان، مستقبل الهيدروجين الشمسي في الجزائر، ملتقى دولي حول سلوك المؤسسة الاقتصادية في ظل رهانات التنمية المستدامة والعدالة الاجتماعية، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 20-21 نوفمبر 2012، ص 262.

وفي إحدى الدراسات التي قام بها العلماء عن تصدير الطاقة الشمسية من شمال إفريقيا إلى أوروبا تمت مقارنة ثلاثة أساليب لنقل هذه الطاقة وهي نقلها على شكل كهرباء عبر خطوط الجهد العالي بتيار مستمر أو نقلها في شكل وقود أو طاقة كيميائية عن طريق توليد الهيدروجين في موقع محطات الطاقة الشمسية ثم نقل هذا الهيدروجين عن طريق أنابيب أو الخلط بين النظامين السابقين. وفي هذه الدراسة ستقام مدينة لمعالجة المياه في مدينة سرت في تونس ومد أنابيب المياه إلى محطة إنتاج الهيدروجين في مدينة عين صالح بالجزائر وذلك لمسافة 1000 كلم، وقد وجد أن الطريقة الأخيرة هي الأكثر اقتصادا، ففي النظام المختلط من المقترح أنه سيتم نقل 80% من الطاقة الشمسية على شكل هيدروجين و20% على شكل كهرباء. وستستخدم أنابيب نقل الغاز الطبيعي المستخدمة حاليا لنقل الغاز من الجزائر إلى إيطاليا كما أن خطوط الكهرباء ستسلك نفس الطريق.¹

ب. نبذة عن مشروع التعاون المغربي الأوروبي في مجال الهيدروجين الشمسي:

يمكن أن تحقق الشراكة بين دول جنوب أوروبا والجزائر خلال السنوات القادمة من خلال مشروع المغربي الأوروبي للهيدروجين الشمسي، حيث كلف مركز تطوير الطاقات المتجددة بالجزائر بتنسيق الجهود على مستوى دول شمال إفريقيا للشراكة الأوروبية لتكنولوجيا الهيدروجين. وقد تم اتفاق مجموعة من الخبراء* على إنشاء هذا المشروع من خلال إعلان الجزائر خلال المؤتمر العالمي حول طاقة الهيدروجين في 14 جوان 2006، حيث أبرز هؤلاء الخبراء ثقتهم حول استغلال القدرات الشمسية الهائلة لدولة الجزائر لإنتاج الهيدروجين الشمسي على مستوى عالي من خلال إنشاء إتحاد شركات كبرى وميلاد مشروع مستقبلي كبير.²

ج. أهداف المشروع المغربي الأوروبي: هذا المشروع يستجيب للأهداف التالية على وجه

الخصوص:

- تطوير التكنولوجيات ذات الكفاءة العالية لإنتاج الهيدروجين عن طريق الطاقة الشمسية، كذلك يمكن أن يتم إنتاج الهيدروجين تبعا للحالات، انطلاقا من الماء أو المواد الهيدروكربونية؛

¹ لعمى محمد، رحمان أمال، مرجع سبق ذكره، ص 263.

*تضم مجموعة الخبراء كل من الجزائر، فرنسا، اليونان، اسبانيا، إيطاليا، ألمانيا، سويسرا، تركيا، المملكة المتحدة، ليبيا، تونس، المغرب، مصر.

² Bouziane Mahmah et Autres, « Projet Maghreb-Europe : Production D'Hydrogène Solaire Phase 1: Etude D'opportunité et de Faisabilité du Projet » , 20^{eme} Congrée Mondiale sue L'énergie, Rome, 11-15 Novembre 2007.P 03.

- تطوير تكنولوجيا نقل الهيدروجين عبر مسافات بعيدة: أنابيب نقل الغاز الطبيعي، النقل البحري؛
- تقييم ومقارنة وإقرار سلامة التكنولوجيا ذات الجودة العالية من منظور تطورها الصناعي في أبعادها ومستوياتها الكلية؛
- تكوين خبراء فاعلين في مجالات البحث والتطوير والتصنيع، من أجل المساهمة في تطوير هذه الطاقة الجديدة.¹

3. عوامل نجاح المشروع المغربي الأوروبي للهيدروجين الشمسي:

كلف مركز تطوير الطاقات المتجددة الجزائري سنة 2006 بتنسيق جهود بلدان المغرب العربي، في حين كلفت الشراكة الأوروبية لتكنولوجيات الهيدروجين بتنسيق الجهود بالنسبة للبلدان الواقعة على الضفة الشمالية للمتوسط، وخلص فريق البحث الجزائري إلى أنه يمكن للمشروع أن يطلق عبر إنشاء محطة للطاقة الشمسية قرب مدينة غرداية القريبة من حقول غاز حاسي الرمل نظرا لكون الموقع يتوفر على جميع الشروط.

إن أهم شروط نجاح المشروع تتمثل فيما يلي: مكن شمسي معتبر وكميات ضخمة من المياه قابلة للاستغلال وشبكة أنابيب نقل الغاز العابرة للمتوسط التي ينقل عبرها الهيدروجين، وكذا وجود تقنيات ناضجة وفعالة لإنتاجه.

أ. المكن الشمسي الضخم بالجزائر:

حسب دراسة أجرتها وكالة الفضاء الألمانية بأن الجزائر تحوز على أضخم الإمكانيات الشمسية في كامل الحوض المتوسطي، حيث تتراوح قدراتها السنوية بـ 169 ألف تيراواط ساعة بالنسبة للطاقة الحرارية الشمسية، و14 تيراواط ساعة بالنسبة للطاقة الشمسية الفوتوفطائية و35 تيراواط ساعة بالنسبة لطاقة الرياح، كما يقدر حجم الإمكانيات الشمسية للجزائر بنحو 10 أمثال حجم مكامن الغاز الطبيعي التي اكتشفت في حاسي الرمل، من جهة أخرى، أشارت الدراسة إلى أن هناك فرصا جدية لا مجال للتشكيك فيها أمام بلدان شمال وجنوب المتوسط لرسم ملامح تعاون مثمر وفعال بينها، يسمح بفتح طرق الوصول

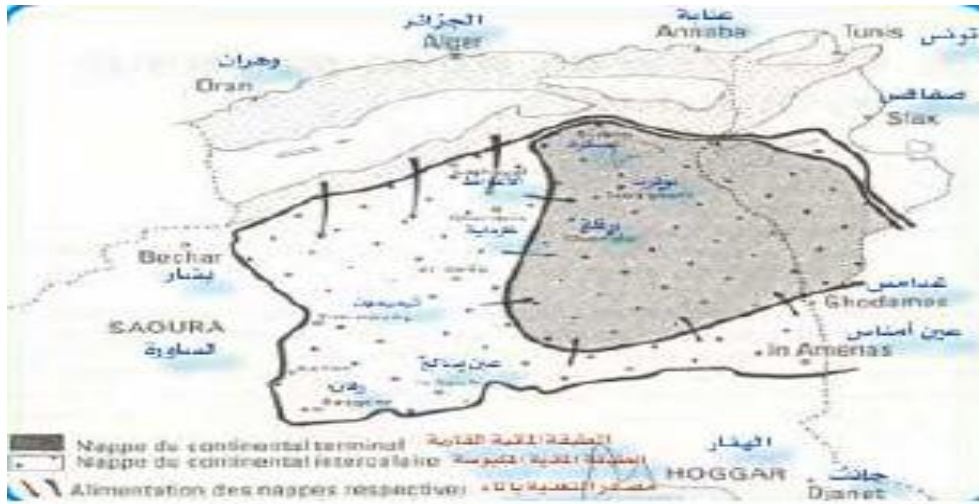
¹ هشام لبزة، على العبسي، الدور المستقبلي للغاز الطبيعي الجزائري في ظل منافسة الطاقات البديلة والمتجددة، ملتقى وطني حول فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية، جامعة سكيكدة، الجزائر، 11-12 ديسمبر 2014، ص 07.

إلى خزان عملاق للطاقة الشمسية التي تتوفر عليها الصحراء الكبرى، وذلك باستخدام الهيدروجين الذي يتم إنتاجه بالطاقة الشمسية كحامل طاقة نظيفة ومؤمنة لضمان إمدادات الطاقة الإقليمية والعالمية.¹

ب. الإمكانيات المائية للجزائر:

تحتوي الجزائر على عنصر أساسي آخر لإنتاج الهيدروجين وهو الماء، بحيث تحتوي الصحراء الشمالية على خزائين من المياه الجوفية، يتواجدان في منطقتين عملاقتين، تقع الأولى على الحدود الجزائرية التونسية والليبية* وتعد أكبر الطبقات المائية في العالم، أما الثانية والمسماة بالعرق الشرقي الكبير فتقع وسط الصحراء الجزائرية.

الشكل رقم (39): الثروات المائية في الصحراء الجزائرية.



المصدر: بوزيان مهمام، مشروع المغرب العربي-أوروبا لإنتاج الهيدروجين الشمسي، مجلة النفط والتعاون العربي، أوبك، مجلد 34 العدد 125، الكويت، ربيع 2008، ص 168.

وكما يظهر في الشكل اعلاه والذي يظهر حجم الثروات المائية الهائلة في الصحراء الجزائرية. فإن هذان الخزائان سيلعبان عامل أساسي لإنتاج الهيدروجين على نطاق واسع، وفي سياق متصل أظهرت

¹ لعمى أحمد، رحمان أمال، مرجع سبق ذكره، ص 264.

*المسماة منطقة الواحات الواقع في الجنوب الشرقي للجزائر.

دراسات عملية منذ 30 سنة أن استغلال الطبقات المائية للصحراء الجزائرية الشمالية*، بفضل العمق القليل لسقف الخزان، سيمكن من تزويد محطات إنتاج الهيدروجين بطريقة فعالة وتكلفة منخفضة.

ج. خطوط أنابيب نقل الغاز الطبيعي:

إن الموقع الجغرافي للجزائر سمح لها بأن تلعب دورا فعالا في تزويد الإتحاد الأوروبي بالطاقة، حيث تعتبر الجزائر الممون الرئيسي بالغاز الطبيعي لأوروبا في دول البحر المتوسط، ويوجد حاليا خطي أنبوبين يربطان الصحراء بأوروبا مرورا بالبحر المتوسط بين تونس وإيطاليا وبين المغرب وإسبانيا، يصل طول هذين الخطين إلى 7419 كلم بقدرة تصديرية قصوى تصل إلى 50 مليار متر مكعب من الغاز الطبيعي، بالإضافة إلى خطين جديدين عابرين للقارات يربطان مباشرة الجزائر بأوروبا.¹

إن استخدام خطوط أنابيب نقل الغاز الطبيعي تشكل اليوم طريقا واعدا وأساسيا لنقل الهيدروجين مع إمكانية مزجه مع الغاز الطبيعي، هذه الخطوط والتي تشكل حاليا في أوروبا أكثر من 1,4 مليون كلم من أنابيب الغاز الطبيعي حيث أن 145 ألف كلم من الأنابيب تخص أنابيب الضغط العالي من بين 900 ألف كلم على المستوى العالمي، ومن جهة أخرى فإن نقل الهيدروجين في العالم يشكل حاليا خطا بطول 2500 كلم متركزة خصوصا في أوروبا بـ1500 كلم وفي الولايات المتحدة بـ900 كلم.²

ما يمكن ملاحظته من خلال أعمال البحث والتطوير ذات الصلة بهذا الموضوع هو أن هناك شروطا تقنية ينبغي أن تلبى في ما يخص تسخير شبكة أنابيب الغاز الطبيعي الحالية واستعمالها سبيلا لنقل الهيدروجين المتوائم معها، كذلك ضرورة تحديد المناهج والأساليب التقنية التي يتم وفقها فصل الغازين عن بعضهما البعض، أي فصل الهيدروجين عن الغاز الطبيعي في المرحلة النهائية، وتوجيه كل واحد منهما نحو أسواقه، علما أن خطوط نقل الغاز الطبيعي تكون متوائمة مع خدمة الهيدروجين وذلك وفق نسبة مزج تتراوح ما بين 15 و20% من دون إحداث تغيرات أو تعديلات على شبكة خطوط الأنابيب القائمة حاليا.³

*يقدر ما تخزنه طبقة الصحراء الشمالية من المياه بنحو 60 ألف مليار متر مكعب، ويتمتع ذلك الخزان من السعة والحجم ما يمكن من القيام باستغلاله بشكل مستدام.

¹ Bouziane Mahmah et Autres, Op Cit, p : 06

²بوزيان مهماه، "مشروع المغرب العربي-أوروبا لإنتاج الهيدروجين الشمسي"، مجلة النفط والتعاون العربي، أوبك، مجلد 34 العدد 125، الكويت، ربيع 2008، ص 170.

³هشام لبزة، علي العبسي، مرجع سبق ذكره، ص 10.

ثانيا: مشروع الربط الكهربائي العربي.

1. نبذة عن مشاريع الربط الكهربائي العربي:

يعتبر الربط الكهربائي العربي أحد أهم المشاريع لتبادل ونقل الكهرباء بين الدول العربية ويتبين ذلك من خلال:¹

أنه يمكن القول بأن الكهرباء هي شريان الحياة للأمم والمجتمعات قول لا يجافي الحقيقة، فهي إحدى ركائز التقدم الاقتصادي والاجتماعي، وتطورها مقترن إلى حد كبير بعمليات التنمية الشاملة التي تعيشها الشعوب، ويشكل الربط الكهربائي أحد أهم الوسائل الاقتصادية لتعزيز هذه التنمية وضمان وصول الكهرباء للمواطن العربي، وعلى الرغم من النمو المتزايد لقطاع الكهرباء في أنحاء الوطن العربي، إلا أن الكثير من المناطق في بعض الدول العربية ما تزال تعاني من مشاكل عدم وجود الكهرباء أو انقطاع التيار بصفة دائمة، إن تحسين هذه الخدمة عن طريق الربط الكهربائي قد يكون أحد أهم السبل لمعالجة هذه المشاكل خاصة بعد اجتماع العوامل التي هيأت الظروف المناسبة للتفكير في ضرورة ربط الشبكات الكهربائية العربية والتي يمكن تلخيصها فيما يلي:

- تنوع مصادر الطاقة في الوطن العربي؛
- الاختلاف اليومي والفصلي والسنوي في الطلب على الطاقة بين الدول العربية؛
- تفاوت أوقات الحمل الأقصى على مستوى الأقطار العربية.

لذلك أولت الدول العربية اهتماما كبيرا لموضوع الربط الكهربائي منذ مطلع السبعينات من القرن الماضي، وذلك من منطلق إدراكها للعوائد الاقتصادية والفنية التي تعود على الدول العربية من خلال ربط شبكتها الكهربائية والمتمثلة بشكل أساسي في:²

- تقليل حجم الاستثمار في قطاع توليد الطاقة الكهربائية نتيجة لتقليل الاحتياطي في محطات التوليد الكهربائية لكل دولة؛

¹ جميلة مطر، الربط الكهربائي العربي ودور المجلس الوزاري العربي للكهرباء، الأوراق الفنية لمؤتمر الطاقة العربي العاشر، أبو ظبي-الإمارات العربية المتحدة، ديسمبر 2014، ص 12.

² اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، الأطر المؤسسية لإدارة عدد من القطاعات الفرعية للطاقة في البلدان العربية، مطبوعة الأمم المتحدة صادرة عن الإسكوا، لبنان، 2014، ص 31.

- الاستفادة من اختلاف أوقات الذروة واختلاف التوقيت بما يسمح بزيادة القدرة الممكن تبادلها بين الشبكات المرتبطة؛
- زيادة كفاءة الأنظمة الكهربائية واعتمادها بتقديم الدعم في حالات الطوارئ؛
- استغلال شبكات الربط الكهربائي في إنشاء شبكات نقل المعلومات بين الدول المرتبطة؛
- كما يؤدي ربط الشبكات الكهربائية في البلدان العربية إلى فوائد عديدة، منها عدم الحاجة إلى بناء مزيد من محطات توليد جديدة بسبب تبادل الأحمال بين البلدان وقت ذروة الاستهلاك والتي تختلف من بلد لآخر، وتخفيض كلفة التشغيل من خلال الحد من الحاجة إلى القدرة الاحتياطية اللازمة لتلبية التغيرات في الطلب، كما يسمح ربط الشبكات بإطلاق مشاريع معنية بتوليد الكهرباء في المواقع الأكثر جدوى من الناحية الاقتصادية ما يؤدي إلى تقليص التلوث في المنطقة.

2. واقع مشاريع الربط الكهربائي العربي:

لقد بدأ ربط الشبكات الكهربائية في الدول العربية منذ الخمسينيات بين دول المغرب العربي وفي السبعينيات بين سوريا والأردن، سوريا ولبنان وعلى مستويات متواضعة من الجهد الكهربائي، وأخذت دراسات مشاريع الربط تزداد كثافة حتى أصبح الربط الكهربائي بين شبكات الدول العربية على ما نراه الآن حيث أصبح الربط بين بلدان شمال إفريقيا وكذلك بين مصر والأردن وسوريا واقعا ملموسا، كما أن هناك بعض الدول العربية (فلسطين، السودان، اليمن، موريتانيا) مهتمة بموضوع ربط شبكتها الكهربائية مع الدول العربية المجاورة وتبذل جهودا كبيرة في مجال الربط الداخلي بما يؤهلها للربط الكهربائي مع الدول المجاورة.¹

وقد حظي هذا الموضوع باهتمام القادة العرب خلال القمم العربية المتعاقبة التي أصدرت مجموعة من القرارات دعما لهذا المشروع، وكُفِّ في قمة الجزائر 2005 المجلس الوزاري العربي للكهرباء بإعداد دراسة لتقدير احتياجات الدول العربية الأقل نموا لاستكمال المنظومة الكهربائية الداخلية، كخطوة لازمة لتحقيق ربطها مع الدول العربية كهربائيا مع التأكيد على أهمية مواءمة الأطر المؤسسية والقانونية مع ما تتطلبه مشاريع الربط الكهربائي، كذلك دراسة سبل الاستفادة من الغاز الطبيعي في الدول العربية في إنتاج الكهرباء وتصديرها، كما أكد في قمة الرياض 2007 وكذلك القمم العربية الاقتصادية التنموية والاجتماعية (الكويت 2009- شرم الشيخ 2011-الرياض 2013) على ضرورة الإسراع في إنجاز الدراسة

¹ جميلة مطر، مرجع سبق ذكره، ص 14.

الشاملة حول مستقبل مشروعات الربط الكهربائي العربية على مدى العشرين سنة القادمة، نظرا لأهميتها في إيجاد سوق عربية متكاملة للطاقة تدار وفق الأسس الاقتصادية.¹

3. مشاريع الربط الكهربائي العربي-الجزائري:

إن فكرة الاتحاد العربي للكهرباء بدأت في المغرب العربي في مؤتمر الطاقة العربية الثالث في الجزائر صيف 1985، ومنذ ذلك التاريخ فقد تطورت الكهرباء العربية ونمت حوالي 8 إلى 10 أضعاف². وفيما يخص الجزائر فإن شبكة الربط الكهربائي المرتبطة كهربائيا من خلالها هي شبكة الربط الكهربائي لدول المغرب العربي إذ يهدف هذا المشروع إلى ربط الشبكات الكهربائية لكل من (ليبيا، تونس، الجزائر، المغرب) على جهد 400 و 220 كيلو فولط وفيما يلي مستجدات الربط في هذا المشروع:

الجدول رقم (30): مشروع الربط الكهربائي لدول المغرب العربي.

خط الربط	موقف مشروع الربط
ليبيا-تونس	تم الانتهاء من تنفيذ مشروع الربط الكهربائي بين البلدان على جهد 220 كيلوفولط عام 2004، وتم إجراء التجارب الخاصة بالتشغيل التزامني غير أنه قد ظهرت بعض المشاكل الفنية في التشغيل المتزامن، وأعيدت تجربة تشغيل الربط خلال النصف الأول من عام 2010، التي لم تنجح لأسباب تقنية، ويجري حاليا بحث بدائل أخرى لخط الربط من ضمنها التوصيل على التيار المستمر، وتعتبر الوصلة المفقودة (ليبيا-تونس) هي الوصلة اللازمة لربط مجموعة الدول في مشروع الربط الكهربائي الثماني بدول المغرب العربي المرتبط بمجموعة الدول الأوروبية من خلال المغرب.
ليبيا-الجزائر	تم إنجاز دراسة حول ربط ليبيا والجزائر.
تونس-الجزائر	تم تشغيل الخط على جهد 400 كيلوفولط بين الجزائر وتونس في شهر يونيو 2014.
الجزائر-المغرب	تم تشغيل المشروع على خطين يربطان بين سيدي بوسعيد (الجزائر) ومركز بورديم (المغرب) تم تشغيل الأول في سبتمبر 2009 والثاني في أبريل 2010.

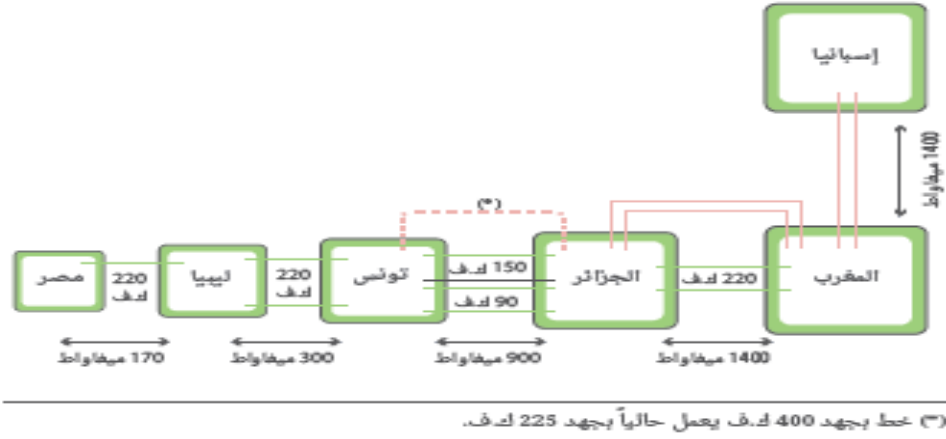
المصدر: جميلة مطر، مرجع سبق ذكره، ص 16.

¹ جميلة مطر، مرجع سبق ذكره، ص 05.

² هشام الخطيب، الطاقة الكهربائية في العالم العربي، مجلة كهرباء العرب، العدد 24، قطر، أكتوبر 2016، ص 67.

كما أن الشكل الموالي يشير إلى خطوط الربط الكهربائي في منطقة المغرب العربي.

الشكل رقم (40): خطوط الربط الكهربائي لدول المغرب العربي.



المصدر: اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، الأطر المؤسسية لإدارة عدد من القطاعات الفرعية للطاقة في البلدان العربية، مرجع سبق ذكره، ص 32.

يتضح من خلال الشكل أعلاه وجود روابط كهربائية قائمة بين الجزائر وبلدان المغرب العربي ومصر وبين أوروبا عبر إسبانيا ووجود روابط أخرى يخطط لإنجازها من بين هذه الروابط:

- وجود رابط بين الجزائر-إسبانيا عبر المغرب بقوة 220 كيلوفولط، وخط يربطها بإسبانيا عبر المغرب بـ400 كيلوفولط (وهي تعمل حالياً) ووجود دراسة جدوى قيد الإنجاز بـ400 كيلوفولط أخرى وهذا كتدعيم للمشروع في مرحلته الثانية.
- وجود روابط مباشرة بين الجزائر-تونس والجزائر والمغرب وهي روابط قائمة، بالإضافة إلى روابط بين الجزائر وليبيا عبر تونس وتعمل الجزائر على تحسين الخط القائم بجهد 220 كيلوفولط لتبلغ 400 كيلوفولط، والجدول الموالي يوضح شبكات الربط الموجودة حالياً بين الجزائر وتونس والمغرب.

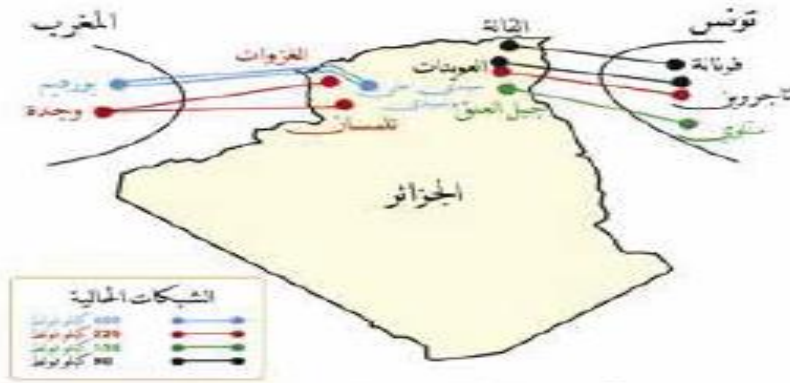
الجدول رقم (31): شبكات الربط الموجودة حاليا بين الجزائر تونس والمغرب.

التوتر	سنة التشغيل	الخط	
90 كيلو فولط	1952	العوينات - تاجروين	الربط الجزائري - التونسي
90 كيلو فولط	1954	القالبة - فرنانة	
220 كيلو فولط	1980	العوينات - تاجروين	
150 كيلو فولط	1984	جبل العنق - متلوي	
220 كيلو فولط	1988	الغزوات - وجدة	الربط الجزائري - المغربي
220 كيلو فولط	1992	تلمسان - وجدة	
400 كيلو فولط	2011	سيدي علي بوسيدي - بورديم (1)	
400 كيلو فولط	2011	سيدي علي بوسيدي - بورديم (2)	

المصدر: ريم بوعروج، الطاقة الكهربائية في الجزائر، مجلة كهرباء العرب، العدد الثامن عشر، قطر، 2012، ص 63.

وقد بدأ ربط الشبكات المغربية في مطلع خمسينيات القرن الماضي حيث أن هذا الترابط وضع في سياق تبادل وتقاسم احتياجات الطاقة الكهربائية وقد ساعد هذا على تنظيم صيانة الشبكات، والشكل الموالي يبين خطوط الربط الكهربائي المبنية سابقا في الجدول اعلاه.

الشكل رقم (41): الربط الكهربائي بين الجزائر المغرب وتونس.



المصدر: ريم بوعروج، مرجع سبق ذكره، ص 62.

4. مستقبل تصدير الجزائر للطاقة الشمسية عبر خطوط الربط الكهربائي العربي.

تهدف الجزائر إلى إنشاء وتقوية شبكة ربط كهربائية مع الدول العربية ما يساعدها على إعداد منصة لتبادل الكهرباء مع دول المنطقة ثم التوسع إلى الشبكات العالمية، ومن بين أهداف الجزائر في هذا السياق تصدير 04 آلاف ميغاواط من الكهرباء للطاقة الشمسية إلى أسواق عربية وهذا كما يلي:¹

وقعت الجزائر إلى جانب 13 دولة عربية على مذكرة تفاهم لإنشاء سوق عربية مشتركة للكهرباء، في محاولة لإيجاد أسواق عربية جديدة لصرف الكهرباء التي تعتمز إنتاجها من مشاريع الطاقة النظيفة التي أطلقتها مؤخرا، خاصة مشروع الطاقة الشمسية الكبير الذي من المقرر إنتاج 4 آلاف ميغاواط من الكهرباء النظيفة كمرحلة أولية.

و وقعت مذكرة التفاهم 14 دولية عربية تضم إلى جانب الجزائر كلا من العراق والسعودية والإمارات والبحرين والسودان وعمان وقطر وجزر القمر والكويت ومصر وليبيا والمغرب واليمن، وجاء التوقيع بمقر الأمانة العامة لجامعة الدول العربية بالقاهرة، على هامش أعمال الدورة الثانية عشرة للمجلس الوزاري العربي للكهرباء. وفي هذا الإطار، أكد الأمين العام المساعد رئيس قطاع الشؤون الاقتصادية بالجامعة العربية، أن مذكرة التفاهم التي وقعها الوزراء المعنيون بشأن الكهرباء في الدول العربية أو من يمثلهم، تعد وثيقة رفيعة المستوى وتؤكد التزامهم السياسي بدعم مسيرة الربط الكهربائي لشبكات الدول العربية.

ومن جهتها، تعتمز الجزائر طرح مناقصات دولية لإنجاز 3 محطات للطاقة الشمسية لتوليد 4 آلاف ميغاواط من الكهرباء، والذي ستموله سوناطراك بنسبة 50 بالمائة، وتندرج هذه الخطوة ضمن إستراتيجية الحكومة في التوجه نحو تنويع مصادر طاقة بديلة عن المحروقات.

وأبدت عدة مؤسسات مالية دولية وشركات عالمية رغبتها في المشاركة في إنجاز هذا المشروع الضخم على غرار شركة "جنرال إلكتريك" الأمريكية، ووكالة التنمية الفرنسية والبنك الإفريقي للتنمية، خاصة أن تكلفة المشروع تقدر بمليارات الدولارات حيث من المقرر أن تمول سوناطراك نحو 50 بالمائة من تكلفة المحطات الثلاث.

¹سارة نوي، الجزائر تخطط لتصدير 4 آلاف ميغاواط من الكهرباء النظيفة إلى الأسواق العربية، جريدة الفجر، الجزائر

2017/04/09 متوفر على: <http://www.al-fadjr.com/ar/index.php?news=358378>

كما تقرر الانطلاق في البرنامج لإنتاج الكهرباء بحجم 4000 ميغاواط من الطاقة الشمسية و500 ميغاواط أخرى من طاقة الرياح كمرحلة أولى، ويهدف المخطط الذي وافق عليه مجلس الوزراء في ماي 2015 إلى إنتاج 22 ألف ميغاواط من الطاقة من مصادر متجددة.

وشهدت أعمال الدورة الثانية عشرة للمجلس الوزاري العربي للكهرباء، دعوة رئيس الاجتماع وزير النفط والكهرباء والماء الكويتي إلى ضرورة الاهتمام بنقل التكنولوجيا والتعاون مع الدول والمنظمات الإقليمية والدولية، وتكثيف التدريب وبرامج التطوير للكوادر العربية بهدف الارتقاء بأداء وتطوير العمل، منوها بأهمية الإستراتيجية العربية لتطوير استخدام الطاقة المتجددة 2010-2030 والتي تم إقرارها من قادة الدول العربية.

كما تم الإعلان عن إعداد مذكرة تفاهم للتعاون مع البنك الدولي في إنشاء منصة لتبادل الكهرباء بين الدول العربية خلال مرحلة انتقالية 2016-2018، بهدف تسريع اندماج الدول العربية في تجارة الكهرباء كوسيلة لتدعيم إقامة السوق العربية المشتركة للكهرباء.

المطلب الثالث: معوقات استغلال و تصدير الطاقة الشمسية بالجزائر

على الرغم من الحلول والتقنيات المبتكرة، والتطورات متعددة الجوانب، التي تعرفها الطاقة الشمسية والتي غدت بفضلها تمثل أحد أهم المصادر الطاقوية الحالية والمستقبلية. غير أنها تواجه مجموعة من المشاكل والعقبات التي تعيق سرعة انتشارها، وتقف أمام إمكانيات تصديرها، وسنتناول فيما يلي أبرز المعوقات التي تقف أمام استغلال الطاقة الشمسية، وأهم العوامل التي تعيق تصديرها و هذا سواء بالنسبة للجزائر او غيرها من البلدان كون الطاقة الشمسية تواجه مجموعة من العقبات التي يعنى العالم ككل بلها وتخطيها.

الفرع الأول: معوقات استغلال الطاقة الشمسية.

من بين اكبر المعوقات التي تحول دون سلاسة ويسر استغلال الطاقة الشمسية نذكر ما يلي:¹

أولاً: معوقات اقتصادية

تتعلق بتزايد النفقات الاستثمارية أمام المستثمرين الراغبين في إسترداد رأس المال في الأجل القصير، بينما يتوقع من الاستثمار في الطاقة الشمسية منافع في الأجل الطويل. وكذا قيام بعض الدول بدعم الوقود التقليدي بشكل كبير بما يقيد من قرارات الإستثمار في الطاقة الشمسية.

ثانياً: معوقات قانونية.

والتي تختلف من دولة لأخرى وعلى المستوى المحلي داخل الدول أيضاً ويتعلق ذلك بالتراخيص والموافقات القانونية والمسائل السلوكية الخاصة بنقص الوعي بأهمية التكنولوجيا الجديدة.

ثالثاً: التلوث.

من أهم المشاكل التي تواجه الباحثين في مجالات استخدام الطاقة الشمسية هي وجود الغبار ومحاولة تنظيف أجهزة الطاقة الشمسية منه، وقد برهنت البحوث الجارية حول هذا الموضوع أن أكثر من 50% من فعالية الطاقة الشمسية تفقد في حالة عدم تنظيف الجهاز المستقبل لأشعة الشمس لمدة شهر، إن أفضل طريقة للتخلص من الغبار هي استخدام طرق التنظيف المستمر أي على فترات لا تتجاوز ثلاثة أيام لكل فترة وتختلف هذه الطرق من بلد إلى آخر معتمدة على طبيعة الغبار وطبيعة الطقس.

رابعاً: تخزين الطاقة الشمسية والاستفادة منها أثناء الليل أو الأيام الغائمة او الغابرة.

ويعتمد خزن الطاقة الشمسية على طبيعة وكمية الطاقة الشمسية، ونوع الاستخدام ووفرة الاستخدام بالإضافة إلى التكلفة الإجمالية لطريقة التخزين ويفضل عدم استعمال أجهزة للخرن لتقليل التكلفة والاستفادة بدلا من ذلك من الطاقة الشمسية مباشرة حين وجودها فقط، ويعتبر موضوع تخزين الطاقة الشمسية من المواضيع التي تحتاج إلى بحث علمي أكثر واستكشافات جديدة. ولتخزين الطاقة الكهربائية فما زالت الطريقة الشائعة هي استخدام البطاريات السائلة (بطاريات الحامض والرصاص) وتوجد حالياً أكثر من عشر طرق لتخزين الطاقة الشمسية كصهر المعادن والتحويل الطاقوي للمادة وطرق المزج الثنائي وغيرها.

¹تقرير حول: اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية، مرجع سبق ذكره، ص ص 16،17 .

خامسا: حدوث التآكل في المجمعات الشمسية بسبب الأملاح الموجودة في المياه المستخدمة في دورات التسخين وتعتبر الدورات المغلقة، واستخدام ماء خال من الأملاح فيها أحسن الحلول للحد من مشكلة التآكل والصدأ في المجمعات الشمسية.¹

بالإضافة إلى المعوقات السابقة يمكن ذكر مجموعة معوقات أخرى:²

- جهل المستهلك بأهمية هذه الطاقة، مما يتطلب وضع خطة تفهيم وتوجيه بما يتناسب مع التحولات الاجتماعية التي ترافق استخدام هذه الطاقة؛
- إن نظام الطاقة الذي عاشه الإنسان خلال التطور الصناعي نتج عنه نظام حياتي معين، ونظام الطاقة الشمسية الجديد قد يتطلب تغييرا نوعيا في بعض أسس هذا النظام؛
- محدودية المكان، وتحتاج إلى وسائل مساندة وغالية نسبيا، ونقل كفاءتها مع ازدياد الغيوم، وبحاجة إلى مساحة كبيرة لأن أشعة الشمس غير مركزة؛
- عدم وجود دعم سياسي وحكومي كاف لبرامج الطاقة الشمسية؛
- توفر البترول ببعض المناطق بما يكفي الاستهلاك الحالي مع توفر احتياطات معينة، بالإضافة إلى انخفاض تكلفته مقارنة بتوليد الطاقة الشمسية.

بالإضافة إلى العوائق العامة التي تواجه استغلال الطاقة الشمسية في العالم ككل فالجزائر تواجه عوائق خاصة تتماشى وظروفها الإقتصادية والسياسية والاجتماعية وغيرها. إذ تتمتع الجزائر بصورة إعلامية وبيئية إيجابية لتطوير الطاقة الشمسية، غير أنها لا تلغي وجود العديد من العقبات التكنولوجية و البيروقراطية التي يمكن أن تواجه الطموحات المرغوب تحقيقها، منها:³

تعتبر الجزائر من الدول الغنية بالطاقة الأحفورية، وهي أحد العوامل التي يمكن أن تخفف من إندفاع المسؤولين نحو الطاقة المتجددة، خوفا من أحداث تأثير سلبي في منظومة إنتاج النفط وأسعاره. وقد برز ذلك في توجه الجزائر نحو إستغلال الغاز الصخري في أفق 2030. حيث تمتلك الجزائر ثالث مخزون في العالم بإحتياطي يقدر بنحو 20 ألف مليار متر مكعب بديلا للنفط المتوقع نفاذه خلال العقدين القادمين، وهو ما يبقى على هيمنة القطاع الريعي على الاقتصاد الوطني؛

¹ عيسى محمد الجوشي، مرجع سبق ذكره، ص 119.

² دوغلاس. س جيانكولي، الفيزياء "المبادئ والتطبيقات"، سلسلة الكتب الجامعية المترجمة "العلوم الأساسية"، دار العبيكان للنشر والتوزيع، السعودية، 2014، ص 43.

فريدة كافي، الطاقات المتجددة و دورها في الاقتصاد و حماية البيئة، مرجع سبق ذكره، ص ص 299، 300. ³

ارتفاع رأس المال اللازم لمشروعات الطاقات المتجددة، كما أن العائد على الاستثمار يحتاج الى وقت أطول من مصادر الطاقة الأحفورية، مما يحتم على الجزائر الدخول في شراكات مع الاستثمار الأجنبي أو المنح الخارجية المرتبطة بصناديق التنمية النظيفة، فضلا عن الاعتقاد الخاطئ بأن الاستثمار في مثل هذه المشروعات يمثل مخاطرة مالية على الرغم من كونها طاقة تحافظ على البيئة؛

المساحات الكبيرة من الأراضي التي يجب تخصيصها لمشروعات طاقة الرياح والطاقة الشمسية، وهو ما يتطلب سياسات وبرامج واضحة لاستخدامات الأراضي وتمليكها للدولة، ورغم المساحة الهائلة التي تتمتع بها الجزائر فهي تعاني من صعوبة في توفر الأوعية العقارية؛

محدودية القدرات التصنيعية المحلية لمعدات إنتاج الطاقة المتجددة وعدم القدرة على المنافسة مع الشركات العالمية، نتيجة عدم كفاية الموارد البشرية الفنية الوطنية، وهو ما يضطر السلطات إلى الاستعانة بالمكاتب الاستشارية الدولية، إضافة إلى ضعف المخصصات المالية للبحث العلمي والتطوير لمعدات الطاقة المتجددة؛¹

عدم التحضير الجيد من طرف المعنيين، والإفتقاد لثقافة التخطيط المسبق، كما أن برنامج إنتاج الطاقة الكهربائية من مصادر بديلة الذي جرى إنطلاقه سنة 2010، يسير بكل بطيء؛

إن إنتاج واستخدام التكنولوجيات المتقدمة في إنتاج الطاقة (الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والوقود الحيوي) يحتاج إلى تضافر جهود عدد كبير من الشركاء منهم شركات التصنيع والمستخدمين، والسلطات التشريعية والتنفيذية ذات الصلة والبحث العلمي وغيرها. كما يجب تحديد الأدوار وخطط التنفيذ و وضع نظام إداري متكامل للتنسيق بين هذه الاطراف من أجل الوصول الى إنتاج الطاقة من مصادر متجددة، والجزائر تفتقر للجانب التنسيقي وتعاني من صعوبة التخزين؛

إن قلة الاهتمام باستخدام المصادر المتجددة لإنتاج الطاقة والفهم الخاطئ لطبيعة عمل وتطبيقات تكنولوجيات الطاقة المتجددة من قبل الأطراف المعنية والمجتمع بأسره يشكل عائقا كبيرا في الاعتماد على المصادر المتجددة في إنتاج الطاقة، وهنا يبرز دور الإعلام والتوعية للدفع نحو تأهيل الأفراد والمجتمع نحو مفهوم صحيح لإنتاج الطاقة من مصادر نظيفة وصديقة للبيئة، الأمر الذي يساعد على توضيح الحقائق الاقتصادية والبيئية والفنية في هذه المجالات.²

¹ اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي اسيا، التصنيع المحلي لمعدات إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، المجلس الاقتصادي والاجتماعي، الأمم المتحدة، نيويورك، 2011، ص22.

سارة بن شيخ، ناريمان بن عبد الرحمن، مرجع سبق ذكره.²

الفرع الثاني: معوقات و حلول تصدير الطاقة الشمسية.

أولاً: 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 بطاقة 20 جيجاواط حتى عام 2020 بحوالي 97 مليار يورو، منها 71 مليار سيتم ضخها في محطات توليد الطاقة الكهربائية، أما 16 مليار الباقية فستتفق 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 لتتجح 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

ثانياً: 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 الثلاثة الماضية.²

أما في بلدان مجلس التعاون الخليجي فغير قادرة على التبادل التجاري مع بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا لأنها ليست مرتبطة ارتباطا ماديا معها، وعلى الرغم من أن بلدان المغرب العربي فيما عدا ليبيا مرتبطة ارتباطا كاملا وامتزامة، لا يمكن حاليا تحويل كميات كبيرة من الكهرباء عبر شمال

¹ إزابيل فيرنفيلز، كريستين فيستفال، مرجع سبق ذكره، ص ص 40-43.

² Sameh Mobarek, OP CIT.

إفريقيا، وعلى المستوى المؤسسي، ليس هناك تنسيق لعملية التوليد والنقل بالنسبة للمناطق الفرعية مما يتعذر معه تحديد إمكانية زيادة التبادل التجاري.¹

ومن المهم أن نلاحظ أنه نظرا لتعذر تخزين الكهرباء، يجب أن يكون العرض والطلب على قدم المساواة بصفة دائمة من أجل الحفاظ على ميزان الشبكة، وهذا يخلق عبئا فنيا إضافيا على مشغلي شبكات النقل ويحد من تدفق الكهرباء عبر الحدود.²

ثالثا: تأخر القرارات السياسية وتضارب المصالح.

لا يزال إطار سياسة الطاقة موجها إلى نظام الطاقة التقليدي، وتم 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 وقلق من التطور المستقبلي وتحسين شبكات الطاقة الكهربائية والسوق الداخلي. وهكذا يؤخذ على السوق الداخلي للطاقة الكهربائية في التوجهات الجديدة للاتحاد الأوروبي، لأنه يفتقر إلى السيولة والشفافية مما يعوق تقسيم الموارد المالية، التأمين ضد المخاطر واللاحق بالسوق.

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، ولا 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

رابعا: تحفظات وأفضلية لخيارات الطاقة الأخرى في شمال إفريقيا.

يسود في الجزائر ودول شمال إفريقيا، التي لا غنى عنها من أجل تنفيذ المبادرات، مجموعة من التحفظات وتضارب المصالح، مما يعرقل المضي قدما في مبادرة الطاقة الشمسية. وتختلف النظم السياسية والاقتصادية ونوعية العلاقات تماما عن أوروبا- بوجه عام يسود جميع دول شمال إفريقيا نوع

¹ تقرير عن التنمية "منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا"، البنك الدولي، 2012، مرجع سبق ذكره، ص 34.

² الترجمة العربية لدليل إحصاءات الطاقة 2005، مرجع سبق ذكره، ص 50.

³ إزابيل فيرنغيلز، كريستين فيستقال، مرجع سبق ذكره، ص 45، 46.

من إنعدام الثقة تجاه مبادرات الطاقة الشمسية والإدعاء الأوروبي بأن المشروع مفيد لجميع الأطراف، حيث يخشى البعض أن تبقى كميات قليلة من الطاقة الكهربائية الباهظة الثمن للاستهلاك المحلي بسبب تصدير كميات ضخمة، كما يعتقد أن المستفيد الأكبر من هذه المبادرات هم المستثمرون الغربيون، الذين يسخون أموالا في محطات توليد الطاقة الشمسية وكذلك شركات الكهرباء الأوروبية.

ودائما ما تعلق في شمال إفريقيا أصوات، يبدو لها بناء صناعة محلية للألواح الضوئية والإنتاج اللامركزي للطاقة الكهربائية من الشمس أكثر فائدة، علاوة على ذلك فإن السؤال عن مزيج الطاقة القومي المأمول مستقبلا في شمال إفريقيا لم يجد إجابة بعد، كما أن طاقة الرياح والطاقة الشمسية تمثل حجر أساس صغير ومهم في الخطط الاستراتيجية لها. وهناك اهتمام واضح بالطاقة النووية يظهر من الوثائق الرسمية الخاصة بموضوع توفير الطاقة.¹

وتبدى الجزائر إهتماما صريحا بالغاز الصخري مما قد يعطل أو يعرقل سيرورة الطاقة الشمسية، إذ إعتبر وزير الطاقة الجزائري غاز الشيبست خيارا جديا بما أن البلد يزخر بمخزون هائل يفوق 600 ترليون متر مكعب وهذا التقدير قد أقر إثر عملية مسح امتدت على مساحة 180 ألف كيلومتر مربعا وقد شرعت شركة "شال" في الحفر في منطقة بجنوب شرق الجزائر وقد تمتد فترة الاستغلال إلى 40 سنة.²

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

تؤثر الصراعات الإقليمية في شمال إفريقيا وفي المنطقة العربية سلبا على التعاون الأمر الذي يسري أيضا على مبادرات الطاقة الشمسية، حيث يرجع 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 كان الجانب العربي ينتظر من الاتحاد الأوروبي والدول الأعضاء به استنكارا واضح لما ترتكبه إسرائيل من جرائم.

كما أن التعاون بين دول إتحاد المغرب العربي المؤسس عام 1989 بهدف التكامل الاقتصادي لا وجود له سوى على الورق، علما بأن العلاقة بين دول شمال إفريقيا تتسم بالتنافس.

¹ إزابيل فيرنفيلز، كريستين فيستفال، مرجع سبق ذكره، ص52.

سمير بسباس، غاز الشيبست أو إغتصاب باطن الأرض، دار نقوش عربية، تونس، 2013، ص302

بالرغم من ذلك يمكن أن يمثل مشروع الطاقة الشمسية ضغطا كافيا للتعاون بين الدول، حيث أظهرت الخبرات المكتسبة في مجال التعاون الأمني في إطار حوار يسمى بـ5+5 (بين دول المغرب العربي ومالطا، إيطاليا، فرنسا، إسبانيا والبرتغال) أن التعاون الجيد ممكن عندما تتلاقى مصالح الدول المشاركة بصورة كافية. وينتظر أن يكون مقدار التطابق في المصالح كبيرا في مبادرات الطاقة الشمسية. ويعد تصدير الطاقة الشمسية المشروع الأكثر طموحا والأكثر دعاية في وسائل الإعلام، إلا أن المعطيات داخل اتحاد 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.¹

سادسا: المخاطر الأمنية.

تبرز ثلاثة أنماط من المخاطر الأمنية التي تعرقل مبادرات الطاقة الشمسية، أولها مخاطر تأمين الاستثمارات، وثانيها تأمين نقل الطاقة من التهديدات السياسية والاقتصادية، وثالثها مخاطر تأمين البشر ومن ضمنهم العمال الأجانب وكذلك البنية التحتية للطاقة.²

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 التبادلي التجاري الطاقوي الذي تنعم به الآن ومن أجل مواكبة بقية دول العالم في هذا المجال يقترح مراعاة ما يلي:³

- الدعم المادي والمعنوي وتنشيط حركة البحث في مجالات الطاقة الشمسية؛
- القيام بإنشاء بنك لمعلومات الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة وشدة الرياح وكمية الغبار وغيرها من المعلومات الدورية الضرورية لاستخدام الطاقة الشمسية؛
- 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؛

¹ إزابيل فيرنغيلز، كريستين فيستفال، مرجع سبق ذكره، ص ص 54-56.

² نفسه، ص 57.

³ مشروع بحث: استخدام الطاقة المتجددة في دول الخليج، وزارة الطاقة، شؤون الكهرباء، إدارة الكهرباء، ومياه التحلية، مجلة بيئة المدن الالكترونية، العدد الأول، 2012، ص 11، بتصرف.

- 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؛
- تطبيق جميع سبل ترشيد والحفاظ على الطاقة ودراسة أفضل طرقها بالإضافة إلى دعم المواطنين الذين يستعملون الطاقة الشمسية في منازلهم؛
- تشجيع التعاون مع الدول المتقدمة في هذا المجال والإستفادة من خبراتها على أن يكون ذلك مبنيا على أساس المساواة والمنفعة المتبادلة.

بالإضافة الى زيادة التحفيزات المادية والمعنوية كما ونوعا، للباحثين والتقنيين والمستثمرين بمجال الطاقات المتجددة ككل. ومنحهم إمتيازات مالية وجبائية وجمركية وغيرها من المزايا المشجعة والمحفزة للنهوض بهذه الطاقة، كمنح أسعار تفضيلية ومدعومة لمنتجات الطاقة المتجددة لتشجيع انتشارها ويمكن سحب هذا الدعم تدريجيا مع زيادة إنتشارها وهذا لتستطيع الصمود والمنافسة وتتمكن من الإعتماد على نفسها؛

التركيز على تسويق الطاقة الشمسية بإعتبار أن لها الفرصة والنصيب الأكبر بالجزائر وهذا في مختلف الأوساط والفعاليات والتظاهرات؛

جعل تصدير الطاقة الشمسية واقعا يجب العمل عليه، لا مجرد فكرة تنتظر إذا ما سمحت الظروف لتحقيقها لأن بدايات إستغلال كل أنواع الطاقات تكون صعبة ومكلفة.

خلاصة الفصل الرابع:

أخذت الحكومة الجزائرية في البحث عن سبل لرفع قدراتها الانتاجية واستغلال اكبر قدر ممكن لمصادر الطاقة المتجددة، وفي هذا الإطار قامت بالتخطيط لعدة مشاريع مستقبلية لترقية موارد الطاقة الشمسية، وسطرت خطط مكثفة لتطوير انتاجها وإستغلالها وهذا لتفعيل استخداماتها وأدوارها محليا علاوة على تصدير كميات هامة منها نحو شبكات الطاقة الكهربائية العالمية. إذ تأمل الجزائر أن تنوع وترفع أو تحافظ على قدراتها التصديرية الطاقوية عن طرق ضم الطاقة الشمسية إلى مصادرها الطاقوية المعتمدة.

وكما تطلب الطاقات التقليدية تكاليف عالية جدا للتقيب والاكتشاف والإنتاج والنقل، فللطاقة الشمسية ايضا التكلفة العالية الناجمة عن الاستثمار فيها، وهذا كون مشاريع الطاقة عموما تأخذ اكثر بكثير عن 20 سنة حتى تكتمل فالغاز الصخري مثلا وحسب تقديرات السلطات الجزائرية ستتطلب ما يقارب 40 سنة حتى يكون المشروع قابل للاستغلال ومهيئ للاستفادة منه، وبالمثل 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 الانتاج منه.

وتتملك الجزائر 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 انتاج الطاقة من مصادر شمسية، حيث ينتظر انتاج ما يفوق 22000 ميغاواط من أصل متجدد وتكون موجهة للسوق الوطنية مع التمسك بخيار التصدير كهدف إستراتيجي. وقد إتيح للجزائر العديد من المشاريع التصديرية للطاقة الشمسية كالمشروع الجزائري-الألماني ديزرتيك، المشروع صحراء صولار بريد، مشروع الربط الكهربائي العربي، المشروع المغربي الأوروبي للهيدروجين الشمسي وغيرها. غير أنه وإن كان الاتجاه العام إيجابيا، 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، وعند إمعان النظر يتبين لنا أن معظم المعوقات يمكن تذليلها وأن التعارض في المصالح لا يمثل عائق مركزي أمام تنفيذ المشروع.

الختامة

الخاتمة العامة

تتمتع الجزائر بقدرات هائلة من الطاقة الشمسية بسبب اتساع مساحتها وتموقعها ضمن الحزام الشمسي، مما جعلها من بين أهم الدول التي يعول عليها في إنتاج الطاقة الشمسية والتي يمكن من خلالها تلبية الاحتياجات والمتطلبات الضرورية المحلية بالإضافة إلى امكانية استغلالها وتصديرها إلى الخارج.

وتسعي الجزائر للبحث عن بدائل تصديرية للطاقات التقليدية، والإعتماد على مصادر متنوعة وأكثر ديمومة، وقد لجأت علي غرار دول العالم إلى استغلال إمكانياتها الوفيرة من الطاقات المتجددة والطاقة الشمسية على وجه الخصوص، وهذا لإعطاء دفعة جديدة لهذا القطاع ودعم موقفها التصديري الطاقوي.

وبالرغم من أن الجزائر لم تكن سباقة في الاستثمار بالطاقة الشمسية وهذا لأسباب عديدة منها توفر الطاقات التقليدية خاصة البترول والغاز الطبيعي، والتخوف من التكلفة العالية للاستثمارات بالطاقة الشمسية وغيرها إلا أنها أحرزت تقدما في هذا المجال سواء من الجانب البحثي والتقني، أو من الجانب العملي. إذ نجحت الجزائر في إقامة عدد لا بأس به من مشاريع الطاقة الشمسية على غرار محطات الطاقة الشمسية بكل من ادرار، تمنراست، تندوف، سيدي بالعباس، سوق هراس، النعامة، الجلفة، السعيدة، الأغواط، غرداية، حاسي الرمل، دجانيت، إليزي، وغيرها من المشاريع المنفذة أو تلك التي هي في إطار التنفيذ والتي تدخل ضمن أهداف الإستراتيجية الوطنية لإنتاج ما يناهز 13575 ميغاواط من الطاقة الشمسية الكهروضوئية في المرحلة 2015-2030، وإنتاج 2000 ميغاواط من الطاقة الشمسية الحرارية في المرحلة ذاتها.

وقد 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 صولار بريد، مشروع الربط الكهربائي العربي، المشروع المغربي 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 صولار بريد، 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 او من

جانب انجاز المشاريع وانتاج الطاقة الكهربائية ويعول كثيرا على المشروع ليكون من اهم المشاريع المستقبلية التي ستتحج في تصدير الطاقة الشمسية عبر القارات.

ومع أن مستقبل الصناعة النظيفة لتقنيات الطاقة الشمسية واعد جدا، 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. تبدو وفي الوهلة الأولى من أكبر العراقيل التي تقف أمام إمكانيات تصدير الطاقة الشمسية. غير أن عدم وجود التوجه والدعم السياسي والحكومي الجاد والكاف لبرامج الطاقة الشمسية بالإضافة إلى التحفظات والأفضلية لخيرات الطاقة التقليدية، وتضارب المصالح والصراعات الإقليمية وغياب التكامل بالإضافة إلى مختلف المخاطر الأمنية المنتشرة في الكثير من المناطق. كل هذه الأسباب تعتبر حجر العثرة الأساسي الواقف أمام نجاح تصدير الطاقة الشمسية وترجمة استراتيجياتها وخطتها على أرض الواقع.

1. نتائج اختبار الفرضيات:

فيما يخص نتائج اختبار الفرضيات فقد توصلنا من خلال ما تم إيرادها في هذا البحث إلى النتائج التالية:

■ بالنسبة للفرضية الأولى: والتي مفادها أن التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية تمتاز بهيمنة الطاقات التقليدية، برغم من كونها غير متجددة ولها الكثير من الآثار السلبية على البيئة. فقد تحققت كليا، وهذا نتيجة سيطرة مصادر الطاقة التقليدية على هيكل المزيج الطاقوي العالمي فكمثال فقد تم تلبية نسبة ما يفوق عن 85 بالمئة من الطلب العالمي على الطاقة بأنواع الوقود التقليدي لوحده سنة 2014، مما يؤكد الفرضية الأولى 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 الى ذروته قريبا، ومن ثم يبدأ بالتناقص وهذا بغض النظر عن الآثار البيئية السلبية الناجمة عن استغلال مصادره والتي نجم عنها تغيرات مناخية خطيرة تهدد الكوكب والبشرية ككل. ويتطابق هذا مع واقع التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية للجزائر بل على صدارها ككل فالطاقات التقليدية تسيطر على ما يفوق 95 بالمئة من صادرات الجزائر.

■ وبالنسبة للفرضية الثانية : التي تشير إلى ان الوضع الطاقوي العالمي المتميز بتذبذب في أسعار الطاقات التقليدية وكذا عدم ثبات مخزونها، ساهم في توجيه الاهتمام نحو الطاقات المتجددة لأنها طاقات

خضراء ولا تنضب وكذا لتنويع مصادر الطاقة. فقد تحققت ايضا، اذ تشهد أسعار الطاقات التقليدية عدم ثبات وتذبذب دائم فكمثال فيما يخص أسعار البترول والتي كانت تقدر بحوالي 120 دولار للبرميل سنة 2012، فقد تغير السعر ليصل إلى ما دون 40 دولار للبرميل سنة 2016. إضافة الى تأكيد أغلبية التقارير المعتمدة أن العمر الافتراضي لإحتياجات العالم من الطاقة التقليدية لن تكفي العالم لمدة زمنية طويلة وهذا بالرغم من الإكتشافات الحالية، مما ساهم في توجه الاهتمام العالمي إلى البحث عن مصادر بديلة وداعمة للطاقات التقليدية وتعتبر الطاقات المتجددة أهم هذه البدائل كونها طاقة نظيفة وخضراء ولا تنضب.

■ وبخصوص الفرضية الثالثة: والتي تعتبر الطاقة الشمسية مصدر طاقتي 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 8.1 مليون وظيفة في العالم سنة 2015 منها ما يفوق 4 مليون فرصة عمل بالطاقة الشمسية، كما أن الطاقة الشمسية فكت العزلة للكثير من المناطق الريفية والبعيدة عن شبكات الكهرباء مما ساهم في تطويرها وتسهيل الحياة بها، كما يساهم إعتاد الطاقة الشمسية في فتح صناعات جديدة وتطوير النشاط الزراعي وغيرها من الفرص التنموية متعددة المجالات، أما فيما يخص القدرة على التحكم بالتكاليف فيتوجب علينا النظر الى ما بعد عملية الانشاء، حيث يؤدي استخدام الطاقة الشمسية إلى تخفيض الكلف التشغيلية والإنتاجية، علاوة إلى الانخفاض المستمر لأسعار هذه التكنولوجيات والتي تشهد انخفاضات هامة وسريعة تضع تكلفتها محل تنافس مع تكلفة باقي الطاقات التقليدية والتي بدورها كذلك احتاجت الي تكاليف عالية في بدايات إنشائها.

■ أما بالنسبة للفرضية الرابعة: التي فحواها أن استغلال الطاقة الشمسية يسهم في توفير الطاقة التي يمكن أن يوجه جزء منها لتغطية الطلب المحلي والجزء الآخر يوجه للتصدير. فقد تحققت هي الأخرى ولو نسبيا، فإستغلال الطاقة الشمسية يمكن من توفير الطاقة التي يمكن توجيهها لتغطية الطلب على الطاقة محليا مما سيسهم في تخفيف الإعتاد على الثروة النفطية والغازية ويمكن من تصدير تلك الكميات عوض استهلاكها محليا، 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 رواجاً حيث ينمو سوقها باستمرار ويوفر فرصاً تصديرية هامة.

2. النتائج المتوصل إليها:

مما سبق، تم التوصل الى جملة من النتائج، نوجزها فيما يلي:

- ستبقى الطاقات التقليدية العنصر الأساسي في التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية والمصدر الرئيسي للطاقة في المستقبل القريب، إذ لا يمكننا احلالها بالطاقة الشمسية والطاقات المتجددة في الوقت القريب والمتوسط فالكثير من الدلائل توضح بأن الطاقة المتجددة تواجه تحديات كبيرة نتيجة توفر الطاقة التقليدية؛
- 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 وتحسين استغلالها للطاقة الشمسية؛
- تتوفر 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 انتاج الطاقة الشمسية؛
- 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 مواكبة التوجهات العالمية ومسيرة التحول الطاقوي الحاصل في العالم والذي يعتبر الطاقة الشمسية كأهم مصادر الطاقة المستقبلية. وبالفعل فقد نجحت الجزائر في إقامة عدد مهم من مشاريع الطاقة الشمسية والتي تتموقع أهمها بالهضاب العليا والصحراء الشاسعة، وهذا محاولة منها للبدء في إستغلال الطاقة الشمسية لدعم وتخفيف الضغط على الطاقات التقليدية كخطوة أولى ثم الانتقال إلى تصديرها؛
- يساهم تدعيم الطاقات التقليدية بالمتجددة بإطالة عمرها الافتراضي والحفاظ على نصيب الأجيال؛
- تظهر أهمية التوجه نحو استغلال الطاقات المتجددة في كونها تعتبر بديلا حقيقيا ومكملا للطاقات التقليدية، نظرا للخصائص التي تتميز بها وبالأخص أنها لا تتضب وصديقة للبيئة فهي مفتاح لحماية البيئة ولتنويع مصادر الطاقة بطاقات مستدامة؛
- بالرغم من ارتفاع تكلفة الطاقة الشمسية إلا أن هذه التكاليف تشهد انخفاضات هامة، حيث انخفضت أسعار الطاقة الشمسية الضوئية بنسبة 80% منذ عام 2008، ومن المتوقع لها أن تستمر بالانخفاض مستقبلا، لتزداد قدرتها تدريجيا على المنافسة دون دعم؛
- لا تزال الجوانب القانونية المنظمة لمشاريع الإستثمار بالطاقة الشمسية يعاني من ثغرات ونقائص وهو ما افرز فراغا تشريعيًا؛

- توجه الجزائر نحو الغاز الصخري من شأنه أن يبطئ من سرعة وفعالية البرامج المسطرة لتطوير الطاقات المتجددة كون تكلفة المشروعين معا ستكون ثقيلة على ميزانية الدولة والتي تعرف تعثرا؛
- تتوفر الجزائر على الدعائم الأساسية التي تسمح لها بدخول مجال صناعة تكنولوجيا الطاقة الشمسية، خاصة لتوافر عنصر السيليسيوم بجودة عالية بالصحراء الجزائرية والذي يعتبر من اهم عناصر هذه الصناعة؛
- توجد على أرض الواقع مجموعة من المشاريع الاستثمارية لتصدير الطاقة الشمسية عبر القارات وتأمل الأطراف المقدمة لهذه المشاريع أن تكون الجزائر كطرف ضمنها؛
- أبدت الجزائر اهتماما وتعاوننا مع بعض المشاريع التصديرية للطاقة الشمسية كالمشروع الجزائري الياباني صحراء صولار بريدر، مشروع الربط الكهربائي العربي، المشروع المغربي الأوروبي للهيدروجين الشمسي.

3. التوصيات:

- تجند كافة الإمكانيات لتحقيق الإستراتيجيات الوطنية للطاقات المتجددة والعمل على أن لا تبقي أهدافها مجرد أرقام على الورق؛
- تشجيع وتحفيز الأبحاث والتطوير من القدرات المتوفرة وصل المهارات المحلية، اذ تحتاج الطاقة الشمسية وصناعاتها الى عناصر بشرية مؤهلة من التقنيين والمصممين والمهندسين بالإضافة الى ذلك يعتمد قطاع الطاقة المتجددة بشكل كبير على الأبحاث والتطوير لإحراز التقدم في مجالات المواد والتكنولوجيات والتنفيذ؛
- تشجيع وإتاحة الفرص والتحفيزات مادية ومعنوية كما ونوعا للقطاع الخاص للاستثمار في إنتاج وتسويق الطاقة المنتجة من الطاقة الشمسية؛
- العمل على نشر الوعي وتقديم الحوافز لإستخدام تكنولوجيا الطاقة الشمسية ودعم المواطنين الذين يستعملون الطاقة الشمسية في منازلهم أو لمختلف حاجاتهم؛
- الإستفادة من الفرص والمشاريع المقترحة من قبل الأطراف الأوروبية لسبب قربها والعلاقات الجيدة معها، وهذا بالدراسة المعمقة لتلك المشاريع وأخذها بجدية وتقديم الاقتراحات المناسبة للطرفين، خاصة أن الإتحاد الأوروبي وضع كهدف ملزم ان تكون 30% من الطاقة الموجهة لتلبية احتياجاته ستكون من أصل متجدد في آفاق 2020. وهذا يؤكد على التوجه الذي تسعي اليه مستقبلا، علما أنها أهم سوق تصدر اليها الجزائر منتجاتها من الطاقة التقليدية؛
- تنشيط طرق التبادل المشورة العلمية مع البلدان المتقدمة في هذا المجال والاستفادة من خبراتها؛

- توجيه الاهتمام إلى الطاقة الشمسية أكثر من توجيهه الي الاستثمار في الغاز الصخري، لما له من آثار سلبية كثيرة على البيئة وملوثة للثروة المائية، كما يعتبر من الطاقات غير المتجددة وهو فان لا محالة وبالتالي العمل مباشرة للتوجه نحو طاقات دائمة عوض بذل جهد ومبالغ طائلة في طاقات ناضبة ثم العودة الي نقطة الصفر والبحث عن بدائل من جديد؛
- تشجيع التعاون الجدي مع الأطراف التي تهدف لتصدير الطاقة الشمسية وهذا من شأنه أن يحرك ويذلل الحواجز والعوائق التي تقف أمام نجاح تصدير هذه الطاقة؛
- القيام بمشاريع رائدة وكبيرة نوعا ما وعلى مستوى يفيد البلد ويكون بالفعل داعم للطاقات التقليدية خاصة وأن إتساع رقعة الجزائر يسبب تكاليف باهظة لإيصال الطاقة (كالكهرباء وغاز) الى كافة ربوع الوطن وبالتالي تخفيض تلك التكاليف وتطوير مصدر طاقتي حقيقي داعم ومكمل، وهذا كون الانتقال الى تصدير الطاقة الشمسية لن ينجح ان لم نستطع حاليا استغلالها محليا.

4. آفاق الدراسة:

يعتبر موضوع جدوى إستغلال الطاقة الشمسية كطاقة متجددة وإمكانية إستخدامها في التبادلات التجارية الخارجية، من أهم المواضيع ذات التوجه والاهتمام العالمي، خاصة الدول الأوروبية منها والتي تسعى الى توفير الدراسات والبحوث المتعلقة بمختلف جوانبه بغية ضمان مصادر الإمداد، وهذا من خلال تعزيز برامج الإمدادات المستقبلية.

وقد حاولنا في هذه الدراسة توضيح بعض الجوانب المتعلقة بالموضوع غير انه لا يمكن تقديم رؤية مطلقة أو نهائية أو الإحاطة بجميع تفاصيله لإتساعه، وعليه وفيما يخص آفاق هذا البحث فهي واسعة اتساع هذا المجال، ويمكن تناول مواضيع أخرى سواء كانت مكملة او مفصلة لهذه الدراسة والتي يمكن أن تحمل العناوين التالية:

- ❖ تصدير الطاقة الشمسية ورهان شبكات الربط الكهربائي بين الواقع والمأمول.
- ❖ دور الإستثمار الأجنبي المباشر في تحقيق الأهداف التصديرية للطاقة الشمسية.
- ❖ صناعة الطاقة الشمسية كدعامة لفتح آفاق تصديرية جديدة.
- ❖ الجدوى الإقتصادية لإستغلال و تصدير الطاقة الشمسية.
- ❖ التكامل الطاقوي الدولي ودوره في إنجاح تصدير الطاقة الشمسية.
- ❖ آثار توجه الجزائر نحو الغاز الصخري على إمكانيات تصديرها للطاقة الشمسية.

قائمة المراجع

أولاً: باللغة العربية.

أ. الكتب

1. أحلام زواوية، دور اقتصاديات الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة في الدول العربية، مكتبة الوفاء القانونية، الإسكندرية، الطبعة الأولى، 2014.
2. أحمد سمير أبو الفتوح، يوسف خلاف، دور القوانين والتشريعات في جذب الاستثمار الأجنبي المباشر في الجزائر منذ عام 2001، دار المكتب العربي للمعارف، القاهرة، مصر، 2015.
3. إدوارد س. كاسيدي و بيتر غروسمان، مدخل الي الطاقة "المصادر و التكنولوجيا والمجتمع"، ترجمة صباح صديق الدمولوجي، سلسلة كتب التقنيات الاستراتيجية والمتقدمة، المنظمة العربية للترجمة، 2010.
4. إدوارد -أ- كيلر، الجيولوجيا البيئية، سلسلة الكتب الجامعية للترجمة العلوم الاساسية، المملكة العربية السعودية، الطبعة 09، 2014.
5. إدوارد جي تاربوك وآخرون، الأرض مقدمة في الجيولوجيا الفيزيائية، سلسلة الكتب الجامعية المترجمة العلوم الأساسية، دار العبيكان للنشر، الرياض، 2014.
6. أسعد رحمان الحلفي، هندسة الأغذية بالطاقة الشمسية، مكتبة الزهراء للطباعة، العراق، 2010.
7. آل الشيخ حمد بن محمد، اقتصاديات موارد الطبيعية والبيئية، دار كنعان، المملكة العربية السعودية، 2007.
8. ت. نجات وزير أوغلو، التحديات البيئية وعصر ما بعد الوقود الأحفوري"المخاطر والغموض في أسواق الطاقة العالمية المتغيرة والانعكاسات على منطقة الخليج العربي"، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، 2006.
9. جهاد عودة، مقدمة في العلاقات الدولية المتقدمة، دار المكتب العربي للمعارف، مصر، 2014.
10. جون ر. فانشي، الطاقة التقنية وتوجهات المستقبل، ترجمة عبد الباسط على صالح كرمان، سلسلة كتب التقنيات الإستراتيجية والمتقدمة، المنظمة العربية للترجمة، 2011.
11. حاتم الزافعي، البترول "ذروة الإنتاج وتداعيات الانحدار"، دار نهضة مصر، مصر، 2009.
12. حسن أحمد شحاتة، التلوث البيئي ومخاطر الطاقة، مكتبة الدار العربية للكتب، القاهرة، 2003.
13. حسين عبد الله، البترول العربي، دراسة اقتصادية سياسية، دار النهضة العربية، مصر، 2003.
14. حسين عبد الله، الغاز الطبيعي والطاقة النووية والتغير المناخي من منظور اقتصادي، المكتبة الأكاديمية، مصر، 2011.

15. حيدر شاكر البرزنجي، محمود حسن جمعة، تكنولوجيا ونظم المعلومات في المنظمات المعاصرة، دار ابن العربي للنشر والطباعة، بغداد، العراق، 2014.
16. خالد أمين عبد الله، محاسبة النفط، دار وائل للنشر، عمان، الأردن، 2001.
17. خلود خالد الصادق بيوض، عقد الامتياز النفطي وتطبيقاته، المكتب الجامعي الحديث، مصر، 2012.
18. درويش محمد خميس فريح الفيسي وآخرون، طاقة المستقبل للعالم العربي "مقارنة الطاقة الشمسية بالطاقة الذرية"، المركز الدولي لأنظمة المياه والطاقة، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة، 2010.
19. دوغلاس. سجيانكولي، الفيزياء المبادئ والتطبيقات، سلسلة الكتب الجامعية المترجمة العلوم الأساسية، دار العبيكان للنشر والتوزيع، السعودية، 2014.
20. راتب السعود، الإنسان والبيئة "دراسة في التربية البيئية"، دار الثقافة للنشر والتوزيع، الاردن، 2010.
21. رمضان محمد مقلد وآخرون، اقتصاديات الموارد البيئية،الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 2004.
22. روبرت ل. ايفانز، شحن مستقبلنا بالطاقة "مدخل إلى الطاقة المستدامة"، ترجمة فيصل حردان، سلسلة كتب التقنيات الاستراتيجية والمتقدمة، المنظمة العربية للترجمة، لبنان، 2011.
23. ريتشارد هايبرغ، النفط "النفط ومصير المجتمعات الصناعية"، ترجمة أنطوان عبد الله، الدار العربية للعلوم، لبنان، 2005.
24. ستيفان ك. و كراوتر، توليد القدرة الكهربائية من الطاقة الشمسية "أنظمة الطاقة الفولتوضوئية"، ترجمة عبد الباسط كرمان، سلسلة كتب التقنيات الإستراتيجية والمتقدمة، المنظمة العربية للترجمة، مركز دراسات الوحدة العربية، لبنان، 2011.
25. سمير التتير، التطورات النفطية في العالم العربي والعالم ماضيا وحاضرا، دار المنهل اللبناني، بيروت، لبنان، 2007.
26. سمير بسباس، غاز الشيست او إغصاب باطن الأرض، دار نقوش عربية، تونس، 2013.
27. سمير سعدون مصطفى وآخرون، الطاقة البديلة، دار اليازوري العلمية ، الأردن، 2011.
28. السيد المراكبي، الحماية القانونية للبيئة من التلوث، دار النهضة العربية، مصر، 2010.
29. سيف الدين الحلاف، التقنية اليوم كيف تعمل، المعهد الجيولوجرافي بألمانيا، العبيكان للنشر، السعودية، 2007.
30. صديق محمد عفيفي، تسويق البترول، دار الشروق للطباعة والنشر، ط 09، الإسكندرية، 2002.
31. عابد عبد الله، أساسيات علم البيئة، دار وائل للنشر والطباعة، الأردن، الطبعة الثانية، 2004.

32. عبد القادر رزيق المحادمي، التلوث البيئي "مخاطر الحاضر وتحديات المستقبل"، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2000.
33. عبد الله الدبوبي وآخرون، الإنسان والبيئة، دار المأمون للنشر والتوزيع، ط 03، الأردن، 2012.
34. عبد الله بن عبد الرحمن البريدي، التنمية المستدامة" مدخل تكاملي لمفاهيم الاستدامة وتطبيقاتها مع التركيز على العالم العربي"، دار العبيكان للنشر، الرياض، 2015.
35. عبد الله رزق، اقتصاديات ناشئة في العالم، دار الفرابي للنشر، لبنان، 2009.
36. علي عبد الله العراي، الطاقة المستدامة (المتجددة) "دراسات وقوانين"، إدارة شؤون اللجان والبحوث، مجلس الشورى ، الأردن، 2012.
37. علي لطفي، الطاقة والتنمية في الدول العربية، منشورات المنظمة العربية للتنمية الإدارية، مصر، 2008.
38. علي محمد عبد الله، الطاقة المتجددة، وكالة الصحافة العربية (ناشرون)، مصر، 2015.
39. علي محمد عبد الله، الوقود الحيوي واستخدامات الطحالب، دار الكتب المصرية، مصر، 2016.
40. عيسى محمد الجوشي، مصادر الطاقة، مكتبة المجتمع العربي للنشر، عمان، 2006.
41. غانم علي أحمد، المناخ التطبيقي، دار المسيرة للنشر والتوزيع، الأردن، 2010.
42. فؤاد قاسم الأمير، حل مشكلة الطاقة هو التحدي الأكبر للبشرية في القرن الحادي والعشرون، مؤسسة الغد للدراسات والنشر، العراق، 2005.
43. فيل أوكيف وآخرون، مستقبل استخدام الطاقة، ترجمة عائشة حمدي، مجموعة النيل العربية، 2009.
44. كارل بيلني جيرارد ريد، لعبة الطاقة الكبرى، ترجمة أسماء عليوه، مجموعة النيل العربية، 2014.
45. كولن كامبل، نهاية عصر البترول، ترجمة عدنان عباس علي، سلسلة كتب ثقافية شهرية، الكويت، 2004.
46. لودوفيك مون، الطاقة النفطية والطاقة النووية، ترجمة مارك عبود، مكتبة الملك فهد الوطنية، الرياض، 2014.
47. محبوب عبد الحفيظ عبد الرحيم ، ملامح وآفاق مستقبل الاقتصاد السعودي - إعادة بناء اقتصادي - دار النشر اي كتب الالكترونية، لندن، بريطانيا، 2013.

48. محمد أنيس طويلة، الشبكات اللاسلكية في الدول النامية، دليل عملي لتخطيط وبناء بنى الاتصالات التحتية منخفضة التكاليف، المركز الدولي للأبحاث والتنمية IDRC، الإصدار الثاني، كندا، 2008.
49. محمد خميس الزوكة، جغرافية الطاقة، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، 2001.
50. محمد عزت محمد وآخرون، اقتصاديات الموارد والبيئة، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 2007.
51. محمد فوزي أبو السعود وآخرون، الموارد واقتصادياتها، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 2001.
52. محمد مجدي واصل، مبادئ الكيمياء والهندسة، الأكاديمية الحديثة للكتاب الجامعي، مصر، 2010.
53. محمود سرى طه، ترشيد الطاقة وإدارة الطلب عليها، مجموعة النيل العربية، مصر، 2006.
54. معروف هوشيار، تحليل الاقتصاد الدولي، دار جرجير للنشر والتوزيع، الأردن، 2006.
55. منى البرادعي، مذكرات في اقتصاديات البترول، جامعة الدول العربية، معهد البحوث والدراسات العربي، القاهرة، 2007.
56. نصري ذياب، جغرافية الطاقة، الجنادرية للنشر والتوزيع، الأردن، 2011.
57. هاني عمارة، الطاقة وعصر القوة، دار غيداء للنشر والتوزيع، الأردن، 2012.
58. هشام حريز، دور إنتاج الطاقات المتجددة في إعادة هيكلة سوق الطاقة، مكتبة الوفاء، مصر، 2014.
59. ياسين عيسى محمد، مصادر الطاقة، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمان، 2006.
60. يحيى نبهان، اطلس الوطن العربي "الجغرافي و الطبيعي و السياسي"، دار يافا العلمية للنشر والتوزيع، الأردن، 2010.

ب. رسائل الدكتوراه

1. أمينة مخلفي، أثر تطور أنظمة استغلال النفط على الصادرات "دراسة حالة الجزائر بالرجوع إلى بعض التجارب العالمية"، رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه علوم، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، 2013.
2. سيدي محمد شكوري، وفرة الموارد الطبيعية والنمو الاقتصادي -دراسة حالة الاقتصاد الجزائري-، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية و علوم التسيير و العلوم التجارية، جامعة أبي بكر بلقايد، تلمسان، الجزائر، 2012.
3. عمر الشريف، إستخدامات الطاقات المتجددة ودورها في التنمية المحلية المستدامة- دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر-، أطروحة دكتوراه، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، قسم العلوم الاقتصادية، جامعة الحاج لخضر باتنة، الجزائر، 2007.

4. فريدة كافي، الطاقات المتجددة ودورها في الإقتصاد وحماية البيئة- دراسة حالة الجزائر-، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، قسم العلوم الإقتصادية، جامعة باجي مختار عنابة، الجزائر، 2015.

5. هاجر بريطل، دور الشراكة الجزائرية الأجنبية في تمويل وتطوير الطاقات المتجددة في الجزائر-دراسة حالة الشراكة الجزائرية الإسبانية-، رسالة دكتوراه الطور الثالث (Imd)، قسم العلوم الاقتصادية، جامعة محمد خيضر-بسكرة، الجزائر، 2016.

ج. التقارير

1. الأمم المتحدة، اللجنة الاقتصادية لإفريقيا، الصناعة والاقتصاد الأخضر في إفريقيا الشمالية "التحديات والممارسات والعبر المستخلصة"، اثيوبيا، 2016.

2. الأمم المتحدة، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، تكنولوجيا قطاع الطاقة للتخفيف من تغير المناخ، الاجتماع الخامس للجنة الاستشارية للتنمية العلمية والتكنولوجية والابتكار التكنولوجي، بيروت، 29-30 مارس، 2010.

3. برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP)، الدليل الإرشادي للبرلمانيين من أجل الطاقة المتجددة، الولايات المتحدة الأمريكية، 2013.

4. برنامج الأمم المتحدة الإنمائي UNDP، تقرير التنمية البشرية، 2015.

5. برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، دمج الطاقة الشمسية الحرارية في المباني "دليل سريع للمهندسين المعماريين والبنائين"، فرع الطاقة، شعبة التكنولوجيا والصناعة والاقتصاد، فرنسا، 2015.

6. بنك الجزائر، التقرير السنوي التطور الاقتصادي والنقدي للجزائر، 2015.

7. البنك الدولي، تقرير عن التنمية "منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا"، الصحة السياسية إلى الصحة الاقتصادية في العالم العربي: الطريق إلى التكامل الاقتصادي، ماي 2012.

8. الترجمة العربية لدليل إحصاءات الطاقة، منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، وكالة الطاقة الدولية، 2005.

9. تقرير حول: اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية، مركز الدراسات والبحوث، غرفة الشرفية، السعودية، 2009.

10. تقرير خاص لبنك أبو ظبي الوطني، ملخص تنفيذي لتمويل مستقبل الطاقة، من إعداد جامعة كامبريدج وشركة برايس ووترهاوس كوبرز، أبو ظبي، مارس 2015.

11. جامعة الدول العربية، الإستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة (2010-2030)، القطاع الاقتصادي -إدارة الطاقة، المجلس الوزاري العربي للكهرباء، الرياض، 2013.
12. جامعة الدول العربية، الإطار الاسترشادي العربي للطاقة المتجددة، القطاع الاقتصادي، إدارة الطاقة، أمانة المجلس الوزاري العربي للكهرباء، دون ذكر السنة.
13. جامعة الدول العربية، القمة العربية التنموية الاقتصادية والاجتماعية، الدورة الثالثة، الأمانة العامة، الرياض، 2013.
14. جامعة الدول العربية، دليل الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة في الدول العربية، القطاع الاقتصادي، إدارة الطاقة، أمانة المجلس الوزاري العربي للكهرباء، مصر، 2013.
15. جامعة الدول العربية، دليل الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة في الدول العربية، القطاع الاقتصادي، إدارة الطاقة، المجلس الوزاري العربي للكهرباء، مصر، 2015.
16. الجمعية العالمية للأمم المتحدة، الدورة السادسة والخمسون، تقرير الأمين العام: الإجراءات الملموسة التي يجري اتخاذها لتشجيع مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة بما في ذلك تنفيذ البرنامج العالمي للطاقة الشمسية، 1996-2005.
17. دونالد اتكين، الكتاب الأبيض "التحول الى مستقبل الطاقة المتجددة" ، ترجمة هشام محمود العجاوي، المنظمة الدولية للطاقة، جهاز شؤون البيئة، القاهرة، مصر، 2005.
18. شبكة سياسة الطاقة المتجددة للقرن الواحد والعشرين "رن 21"، ترجمة محمد مصطفى الخياط، تقرير الوضع العالمي للطاقة المتجددة، 2014.
19. شبكة سياسة الطاقة المتجددة للقرن الواحد والعشرين "رن 21"، ترجمة محمد مصطفى الخياط، تقرير الوضع العالمي للطاقات المتجددة 2012.
20. صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد، الفصل الخامس، التطورات في مجال الطاقة والنفط، 2016.
21. صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد، الفصل الثاني عشر، التعاون العربي في مجال الطاقة المتجددة، 2011.
22. صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد، الفصل الثاني عشر، التعاون العربي في مجال تحسين كفاءة الطاقة، 2014.
23. صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد، الفصل الخامس: التطورات في مجال النفط والطاقة، 2013.

24. صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد، الفصل الخامس: التطورات في مجال النفط والطاقة، 2015.
25. الكتاب السنوي، برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، التقرير السنوي السابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، 2010.
26. اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، الأجر المؤسسية لإدارة عدد من القطاعات الفرعية للطاقة في البلدان العربية، مطبوعة الأمم المتحدة صادرة عن الإسكوا، لبنان، 2014.
27. اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، ترشيد استهلاك الطاقة في قطاع الصناعة، مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، جوهانسبورغ، جنوب إفريقيا، 26 أوت-04 سبتمبر 2002.
28. محمد البدرابي، جمع بيانات الطاقة "النفط ومشتقاته والغاز الطبيعي، الكهرباء، الطاقات المتجددة"، إدارة الإحصاء بالأمم المتحدة، المعهد العربي للإحصاء والتدريب "الايسكو"، 2013.
29. المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (REREE)، المؤشر العربي لطاقة المستقبل "الطاقة المتجددة" (AFEX)، 2013، مصر، 2013.
30. مكتب العمل الدولي، التقرير الخامس لمؤتمر العمل الدولي، التنمية المستدامة والعمل اللائق والوظائف الخضراء، جنيف، 2013.
31. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، التقرير الإحصائي السنوي، الكويت، 2016.
32. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي التاسع والثلاثون، الكويت، 2012.
33. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي الرابعون، الكويت، 2013.
34. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، ملخص دراسة دور الغاز الطبيعي في تحقيق التنمية المستدامة في الدول العربية، دولة الكويت، أكتوبر 2015.
35. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول أوابك، تقرير الأمين العام السنوي الثالث والأربعون، الكويت، 2016.
36. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام الثاني والأربعون، الكويت، 2015.
37. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام الحادي والأربعون، الكويت، 2014.
38. منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (UNIDO)، التقرير السنوي 2015، فيينا، 2016.

39. مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية (الأونكتاد)، تقرير التكنولوجيا والابتكار "تسخير تكنولوجيات الطاقة المتجددة في دفع عجلة التنمية، نيويورك وجنيف، 2002.
40. مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية، تقرير أمانة الاونكتاد، استعراض النقل البحري، جنيف، 2009.
41. هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة (NREA)، وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، التقرير السنوي، مصر، 2011.
42. وزارة الطاقة المناجم، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، الجزائر، 2011.
43. وزارة الطاقة المناجم، دليل الطاقات المتجددة، الجزائر، 2007.
44. وزارة الطاقة، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، الجزائر، جانفي 2016.
45. الوكالة الدولي للطاقة المتجددة، خارطة طريق الطاقة المتجددة (REmap 2030)، ملخص النتائج، 2014.
46. الوكالة الدولية للطاقة "ايرينا"، الملخص التنفيذي أسباب التحول في عالم الطاقة، أبو ظبي، 2014.
47. الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (ايرينا)، الملخص التنفيذي أسباب التحول في عالم الطاقة، أبو ظبي، 2014.
48. الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، خارطة طريق الطاقة المتجددة (REmap2013)، ملخص النتائج، 2014.
49. وهيب عيسى ناصر، حنان مبارك البوفلاسه، مصادر الطاقة النظيفة "أداة ضرورية لحماية المحيط الحيوي العربي"، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم والبحث العلمي، إدارة برامج العلوم والبحث العلمي، جامعة الدول العربية.
50. يوبا سكونا وآخرون، مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ، التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، أبو ظبي، 2011 .

د. المقالات والمجلات

1. إبراهيم جاويش، ترشيد استهلاك الطاقة نحو اقتصاد أفضل وبيئة آمنة، مجلة جامعة دمشق، المجلد السادس عشر، العدد الأول، 2000.
2. إزابيل فيرنيليز، كرستين فيستفال، الطاقة الشمسية القادمة من الصحراء، المعهد الألماني للسياسة الدولية والأمن برلين، توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية، السلسلة 3، برلين 2010.

3. أمينة حواس وآخرون، افتتاح أكبر محطة للطاقة الشمسية المركزة في العالم بالمغرب، مجموعة البنك الدولي، صندوق الاستثمار في الأنشطة المناخية، البنك الإفريقي للتنمية، 2016.
4. أمينة مخلفي، النفط والطاقة البديلة المتجددة وغير المتجددة، مجلة الباحث، العدد 09، 2011.
5. إيمان بويحي، خالد الشتوي، دراسة موارد الطاقة-نظرة مركزة على الغاز الصخري-، مجلس الطاقة العالمي، لندن، 2010.
6. باتر محمد علي وردم، الطاقة المتجددة في العالم العربي، مجلة آفاق المستقبل، العدد 11، أغسطس 2011.
7. بلحاج محمد موسي وآخرون، التخطيط لإدخال الطاقة المتجددة ضمن منظومة الإمداد الطاقوي المستقبلية، مركز بحوث الطاقات المتجددة وتحتلية المياه، كلية الهندسة جامعة الفاتح، طرابلس، ليبيا، دون سنة.
8. البوابة الجزائرية للطاقات المتجددة، برنامج صحراء صولاربريدير-الأرضية التكنولوجية أصبحت عملية-، بتاريخ 2015/04/17، من الموقع: <http://portail.cder.dz/ar/spip.php?article1912>
9. بوبكر صابة، ناجي بن حسين، تقييم اقتصادي لاستخراج الغاز الصخري في الجزائر، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد الثاني والأربعون، العدد 156، الكويت، 2016.
10. بوزيان مهماه، مشروع المغرب العربي-أوروبا لإنتاج الهيدروجين الشمسي، مجلة النفط والتعاون العربي، أوبك، مجلد 34 العدد 125، الكويت، ربيع 2008.
11. بيتر بوشن ومايكل رينر، الوظائف الخضراء، صندوق النقد الدولي، مجلة التمويل والتنمية، العدد 52، ديسمبر 2015.
12. حقيبة تعليمية تدريبية في مجال الطاقات المتجددة، سلسلة الحقائق التعليمية التدريبية في مجال الطاقات المتجددة، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم (ألكو)، تونس، 2000.
13. حمزة حموشان و ميكامينيو، الثورة القادمة في شمال إفريقيا: الكفاح من أجل العدالة المناخية، ترجمة عباب مراد، تم النشر بواسطة: مؤسسة روزا لوكسمبورغ، بلاظفورم لندن، وعدالة شمال إفريقيا، 2015.
14. راغدة حداد، عماد فرحات، مستقبل الطاقة الشمسية في المنطقة العربية، مجلة البيئة والتنمية، المجلد 18، العدد 18، لبنان، مارس 2013.
15. ريم بوعروج، الطاقة الكهربائية في الجزائر، مجلة كهرباء العرب، العدد الثامن عشر، قطر، 2012.

16. سليمان حاج إبراهيم، الجزائر تمضي نحو إنتاج الغاز الصخري باستثمار 20 مليار دولار، القدر الأسبوعي، السنة السادسة والعشرون، العدد 7860، سبتمبر 2014.
17. شيماني وفاء، مستقبل الطاقة الخضراء كبديل للطاقة الأحفورية في الجزائر، مجلة الاقتصاد الجديد، جامعة خميس مليانة، الجزائر، العدد 14، المجلد 01، 2016 .
18. عبد الرؤوف رهبان، الأهمية النسبية النوعية لموارد الطاقة "دراسة في جغرافية الطاقة"، مجلة جامعة دمشق، المجلد 27، العدد الأول والثاني، سوريا، 2011.
19. عبد الوهاب سعدون، الغاز الصخري: هل سيغير خارطة الطاقة العالمية، المجلة الاقتصادية الالكترونية، العدد (6426)، من الموقع الالكتروني.
- http://www.aleqt.com/2011/05/16/article_538679.html 2015/02/17
20. علي رجب، تطور مراحل تسعير النفط الخام في الأسواق الدولية، مجلة النفط والتعاون العربي، العدد 141.
21. عمار محفوظ، تسخين المياه بالطاقة الشمسية بالجزائر، مجلة الطاقة المتجددة، مركز تطوير الطاقات المتجددة CDER، 2012.
22. عمر الشريف، الطاقة الشمسية وآثارها الاقتصادية في الجزائر، مجلة العلوم الإنسانية، جامعة محمد خيضر، بسكرة، العدد السادس، جوان 2004.
23. فروحات حدة، الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر، مجلة الباحث، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، عدد 11، 2012.
24. فريدة كافي، الاستثمار في الطاقة المتجددة كمدخل لدفع عجلة التنمية المستدامة في الجزائر، مع الإشارة إلى مشروع صحراء صولار بريدبير، مركز تنمية الطاقات المتجددة، نشرية الطاقات المتجددة CDER، العدد 02، 2016.
25. فهد التركي، مستقبل إنتاج النفط والغاز من المصادر غير التقليدية، مجلة جدوى الاستثمار، المملكة العربية السعودية، عدد ديسمبر 2013.
26. قاسم عبد السلام الزين، استكشاف فرص العمل المحتملة في الطاقات المتجددة، مجلة الطاقة الشمسية والتنمية المستدامة، المجلد 4، العدد 1، 2015.
27. كريستين لينس، نقاط مضيئة في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، مجلة البيئة والتنمية، المجلد 20، العدد 210-211، سبتمبر/أكتوبر 2015.

28. كميلية بوكرة، لامية عاتي، التوجهات نحو استغلال الغاز الصخري بين مؤيد ومعارض، مجلة البحوث الاقتصادية والمالية، جوان 2014.

29. ماجد ابراهيم عامر، الواقع الآفاق المستقبلية للطلب على النفط الخام والغاز الطبيعي في الدول الصناعية والانعكاسات على الدول الأعضاء، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد الأربعون، العدد 149، 2013.

30. ماجد إبراهيم عامر، تطور خارطة سوق النفط العالمية والانعكاسات المحتملة على الدول الأعضاء في أوابك، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد الثاني و الأربعون، العدد 156، 2016.

31. مجلة آفاق المستقبل، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، العدد 11، أبو ظبي، دولة الإمارات العربية المتحدة، أغسطس، 2011.

32. محمد الشعري، الطاقة المتجددة ليست خيارا "إنها ضرورة البيئة والتنمية"، المجلد 18، العدد 18، لبنان، مارس 2013.

33. محمد طالبي ومحمد ساحل، أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة، عرض تجربة ألمانيا، مجلة الباحث، العدد 06، 2008.

34. محمد مصطفى الخياط، الصين وخيار الطاقة البديلة...أزمة البحث عن مخرج، مجلة السياسة الدولية، العدد 173، مجلد 43، 2008.

35. مداحي محمد، فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة كإستراتيجية لما بعد المحروقات في تحقيق التنمية المستدامة "حالة الجزائر"، مجلة الباحث الاقتصادي، العدد 04، ديسمبر 2015.

36. مركز تطوير الطاقات المتجددة، وحدة البحث التطبيقي في الطاقات المتجددة، (2016/06/18) متوفر على: <http://www.cder.dz/spip.php?article1394>

37. مركز تطوير الطاقات المتجددة، وحدة البحث في الطاقات المتجددة في الوسط الصحراوي، متوفر على الموقع: (2016/06/18). <http://www.cder.dz/spip.php?article1393>.

38. مشروع بحث: استخدام الطاقة المتجددة في دول الخليج، وزارة الطاقة، شؤون الكهرباء، إدارة الكهرباء، ومياه التحلية، مجلة بيئة المدن الالكترونية، العدد الأول، 2012.

39. معهد أبحاث السياسات الاقتصادية الفلسطيني، تشجيع الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة، فلسطين، 2015، ص 03.

http://www.mas.ps/ar_category.php?id=37b9y14265Y37b9&f_s_year=&f_s_catid=&page=6

40. معهد الدراسات المصرفية، نشرة إضاءات مالية ومصرفية "عدد خاص بالغاز الصخري"، السلسلة السادسة، العدد 08، الكويت، مارس 2014.
41. نورة العروسي، نحو إصدار إطار قانوني واضح يسمح للمستثمرين الخواص بالإنتاج في مجال الطاقات المتجددة الطاقة، نشرية خاصة بوزارة الصناعة ، العدد 85، الجمهورية التونسية، جوان 2013.
42. هشام الخطيب، الطاقة الكهربائية في العالم العربي، مجلة كهرباء العرب، العدد الرابع والعشرون، قطر، أكتوبر 2016.
43. الوزارة الاتحادية للاقتصاد والطاقة، معا من أجل إنجاز تحول الطاقة " نحو امدادات بالطاقة امنة و نظيفة و بأسعار معقولة"، شعبة العلاقات العامة، برلين، المانيا، سبتمبر 2015.
44. وكاع فرمان، الطاقة الشمسية دعوة لاستغلالها قبل فوات الأوان، مجلة فيلادلفيا الثقافية، العدد السادس، الأردن، 2010.
45. الوكالة الألمانية للطاقة، الطاقة المتجددة "تقنيات الطاقة المتجددة قصة نجاح ألمانية"، الوزارة الاتحادية للاقتصاد والتكنولوجيا، 2010.
46. ياسين الصياد، أسواق نقل النفط والغاز الطبيعي... لا بديل عن السفن، مجلة النفط والتعاون العربي، العدد 146، 2013.

هـ. المؤتمرات و الملتقيات و الندوات

1. أحمد طرطار، طارق راشي، الغاز الصخري كمصدر جديد للطاقة العالمية، مؤتمر السياسات الاستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الاحتياجات الدولية، جامعة سطيف 1، الجزائر، 2015.
2. أحمد لعمى، رحمان أمان، مستقبل الهيدروجين الشمسي في الجزائر (المشروع المغربي-الأوروبي)، الملتقى العلمي الدولي حول سلوك المؤسسة الاقتصادية في ظل رهانات التنمية المستدامة والعدالة الاجتماعية، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، يومي 20-21 نوفمبر 2012.
3. بن شيخ سارة، بن عبد الرحمن ناريمان، عرض تجربة الجزائر في مجال الطاقة المتجددة، الملتقى الدولي حول "سلوك المؤسسة الاقتصادية في ظل رهانات التنمية المستدامة والعدالة الاجتماعية، جامعة ورقلة، الجزائر، 20-21 نوفمبر 2012.
4. بوحبيبة إلهام، قشوط مريم، الغاز الصخري: المصدر الطاقوي الجديد، مؤتمر السياسات الاستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الاحتياجات الدولية، سطيف 1، الجزائر، 2015.

5. بوحبيبة إلهام، قشوط مريم، الغاز الصخري: المصدر الطاقوي الجديد، مؤتمر السياسات الاستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الاحتياجات الدولية، سطيف1، الجزائر، 2015.
6. جميلة مطر، الربط الكهربائي العربي ودور المجلس الوزاري العربي للكهرباء، الأوراق الفنية لمؤتمر الطاقة العربي العاشر، أبو ظبي-الإمارات العربية المتحدة، ديسمبر 2014.
7. داودي الطيب، بريطل هاجر، سياسات استغلال الطاقة المتجددة في الجزائر، مؤتمر السياسات الاستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الاحتياجات الدولية، جامعة سطيف، الجزائر، 2015.
8. زاهر أحمد محمد، طرق وأساليب توليد الطاقة وانعكاساتها على ظاهرة الاحتباس الحراري، ندوة ظاهرة الاحتباس الحراري وآثاره على أمن وسلامة الإنسان، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية، الإمارات العربية المتحدة، 2009.
9. شافية كتاف، زهير بن دعاس، سياسات واستراتيجيات ترقية الكفاءة الاستخدامية للموارد الطاقوية المتجددة في الجزائر، مؤتمر السياسات الاستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الاحتياجات الدولية، جامعة سطيف، الجزائر، 2015.
10. عبد الحميد رولامي، هل سيخرج الغاز الصخري الصناعة الغازية من دائرة الصناعات الصديقة للبيئة، الملتقى الوطني فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية، جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة، الجزائر، نوفمبر 2013.
11. عبد العزيز بنونة وآخرون، المحطات الشمسية الحرارية، المؤتمر العربي العالمي لتطبيقات الطاقة الشمسية، 20 إلى 22 أكتوبر 2004، طرابلس، ليبيا.
12. لعلى أحمد، رحمان أمان، مستقبل الهيدروجين الشمسي في الجزائر، ملتقى دولي حول سلوك المؤسسة الاقتصادية في ظل رهانات التنمية المستدامة والعدالة الاجتماعية، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 20-21 نوفمبر.
13. 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.
14. محمد مصطفى الخياط وإيناس محمد إبراهيم الشيتي، استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تنمية مشروعات الطاقة المتجددة، المؤتمر العلمي السابع عشر لنظم المعلومات وتكنولوجيا الحاسبات، القاهرة، مصر، 2010.

15. محمد مصطفى الخياط، الطاقة البديلة وتأمين مصادر الطاقة، مؤتمر البترول والطاقة...هموم عالم واهتمامات امة، كلية الحقوق، جامعة المنصورة، مصر، 2-3 أفريل 2008
16. محمد يعقوبي، ناصف محمد، الطاقات المتجددة كدعامة إستراتيجية لتحقيق تنمية مستدامة في الجزائر، الملتقى الوطني فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية، جامعة 20 أوت سكيكدة، الجزائر، 02-03 نوفمبر 2013.
17. منتدى آسيا-إفريقيا الرابع حول الطاقة المستدامة، البرنامج الجزائري-الياباني "صحراء صولار بريدير": نموذج الشراكة تركز على نقل التكنولوجيا، الجزائر، ماي 2014
http://www.oran-aps.dz/spip.php?page=imprimer&id_article=13200
18. منتدى الرياض الاقتصادي، نحو تنمية اقتصادية مستدامة، اقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية، الدورة السابعة، الرياض، 2015.
19. مؤتمر الطاقة العربي العاشر، الورقة القطرية الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، ابوظبي، الامارات العربية المتحدة، ديسمبر 2014.
20. مؤتمر الطاقة العربي العاشر، فرص ترشيد استهلاك الطاقة في الدول العربية، أبو ظبي، دولة الإمارات العربية المتحدة، 21-23 ديسمبر 2014.
21. هشام ليزة، على العبسي، الدور المستقبلي للغاز الطبيعي الجزائري في ظل منافسة الطاقات البديلة والمتجددة، ملتقى وطني حول فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية، جامعة سكيكدة، الجزائر، 11-12 ديسمبر 2014.

و. الموسوعات

1. أحمد شفيق الخطيب، الطاقة الحرارية الأرضية والطاقة الحيوية، موسوعة الطاقة المستدامة، مكتبة لبنان ناشرون، لبنان، 2002.
2. بول أ. كوباسا، موسوعة الاختراعات والاكتشافات: الهندسة وفن العمارة، ترجمة خليل يوسف سمير، دار العبيكان، السعودية، 2016.

ز. مواقع الانترنت

1. المجلس العالمي للطاقة، منشورات المجلس العالمي للطاقة، 2013، ص 02، من الموقع:
[https://www.worldenergy.org/about-wec/brochure/ar/\(2013/08/13\)](https://www.worldenergy.org/about-wec/brochure/ar/(2013/08/13))
2. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، نبذة تاريخية من الموقع:

[http://www.oapecorg.org/ar/Home/About-Us/History\(2013/06/08\)](http://www.oapecorg.org/ar/Home/About-Us/History(2013/06/08))

3. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، اهداف المنظمة، من الموقع:

[http://www.oapecorg.org/ar/Home/About-Us/Objective-of-the-Organization\(2015/02/17\)](http://www.oapecorg.org/ar/Home/About-Us/Objective-of-the-Organization(2015/02/17))

4. وليد نزهت، نشأة أسعار النفط في السوق الدولية وأبعادها على سياسة الدول، المؤتمر العالمي لدراسات نفط العراق، 2011/12/22، موقع النفط والغاز الطبيعي العربي:

[www.arab-oil-naturalgas.com/studies/s-46.htm\(2014/09/21\)](http://www.arab-oil-naturalgas.com/studies/s-46.htm(2014/09/21))

5. إبراهيم نوار، البحث عن بديل: القيود البيئية والاعتبارات الاقتصادية لاستخدام الفحم، المركز العربي للبحوث والدراسات، 22 ماي 2014 على الموقع: [www.acrseg.org/6872\(2014/07/16\)](http://www.acrseg.org/6872(2014/07/16))

6. مركز تنمية الطاقات المتجددة (CDER)، خريطة حقول الرياح في الجزائر، متوفر على الموقع:

[www.cder.dz/spip.php?article1446\(2014/08/27\)](http://www.cder.dz/spip.php?article1446(2014/08/27))

7. المركز الإقليمي للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة (RCREEE)، مشروعات الطاقة المتجددة-مزرعة رياح كبيرتنا مدينة ادرار، متوفر على الموقع :

[www.taqaway.net/ar/re-projects/مزرعةرياح-كبيرتنا-مدينة-أدرار\(2015/10/22\)](http://www.taqaway.net/ar/re-projects/مزرعةرياح-كبيرتنا-مدينة-أدرار(2015/10/22))

8. المركز الإقليمي للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة (RCREEE)، مشروعات الطاقة المتجددة-مزرعة رياح خنشلة-، متوفر على الموقع:

[www.taqaway.net/ar/re-projects/مزرعةرياح-خنشلة\(2015/10/22\)](http://www.taqaway.net/ar/re-projects/مزرعةرياح-خنشلة(2015/10/22))

9. حمدي هاشم، تغيرات المناخ العالمي...مظاهرها وأبعادها الاقتصادية والسياسية، من الموقع:

<http://www.feedo.net/Environment/EnvironmentalProblems/ClimateChanges/UniversalClimate.htm>

10. ويكيبيديا الموسوعة الحرة، الطاقة الشمسية حسب البلد، من الموقع الالكتروني:

[https://ar.wikipedia.org/wiki/الطاقة_الشمسية_حسب_البلد\(2016/03/18\)](https://ar.wikipedia.org/wiki/الطاقة_الشمسية_حسب_البلد(2016/03/18))

11. الصين تتصدر دول العالم بإنتاج الطاقة الشمسية: متوفر بالموقع: (2017/02/19)

<https://www.alvexo.ae/blog/news/china-is-the-largest-producer-of-solar-energy>

12. الموقع الرسمي لوحدة البحث في المواد والطاقات المتجددة، جامعة تلمسان، متوفر على الموقع:

<http://urmer.univ-tlemcen.dz/presentation.html2016/12/22>

13. حسان حويشة، الجزائر...العلاق النائم للطاقة الشمسية بإنتاج منعدم، بوابة الشروق، متوفر على

الموقع: [http://www.echoroukonline.com/ara/articles/225832.html\(2015/07/11\)](http://www.echoroukonline.com/ara/articles/225832.html(2015/07/11))

14. الجنوب تحقق أشواطاً هامة لتطوير الطاقات المتجددة والتحكم في تكنولوجياتها، نشر في وكالة الأنباء الجزائرية يوم 18-12-2016 على الموقع: <http://www.djazairess.com>
15. كتابة الدولة الأمريكية للطاقة: الجزائر، الرابعة عالمياً في احتياطات الغاز الصخري، جوان 2013، متوفر على الموقع: <http://www.djazairess.com/elkhabar/339938> (2015/11/26)
16. سارة نوي، الغاز الصخري في الجزائر يعادل أو يفوق الولايات المتحدة الأمريكية، جريدة الفجر، الجزائر، ماي 2013، من الموقع: <http://www.al-fadjr.com/ar/index.php?news=242070%3Fprint> (2014/12/09)
17. حفيظ صواليلي، سمية يوسف، النقاش حول الغاز الصخري مغلوطة، جريدة الخبر، الجزائر، جوان 2014، من الموقع الإلكتروني: <http://www.elkhabar.com/ar/autres/nadwa/407595.html> (2014/12/09)
18. تقنية استخراج الغاز الصخري تهدد أوروبا بالزلازل، مقال نشر على موقع المؤسسة الإعلامية روسيا اليوم تاريخ النشر: 2014/07/04: <http://arabic.rt.com> تاريخ الإطلاع: 2016/04/23.
19. الطاقة والبيئة: "صحراء صولار بريدير" حل جزائري ياباني "بارع ونظيف" متوفر على الموقع: <https://www.djazairess.com/aps/423944> (2016/02/06)
20. اكتشاف حقل لإنتاج السيليسيوم في سيق باحتياطي 6 ملايين طن، جريدة المساء اليومية، (2015/09/29)، متوفر على: <http://www.altahrironline.com/ara/articles/203755>
21. سارة نوي، الجزائر تخطط لتصدير 4 آلاف ميغاواط من الكهرباء النظيفة إلى الأسواق العربية، جريدة الفجر، الجزائر، (2017/04/09) متوفر على: <http://www.al-fadjr.com/ar/index.php?news=358378>
22. رانيا حفني، ثروة الهيدروجين قادمة من جنوب مصر، جريدة الأهرام اليومية، 2014/08/22، متوفر على الرابط: <http://www.ahram.org.eg/NewsQ/315823.aspx> (2015/05/04)
23. نوال ح، بإمكان الجزائر تصدير كهرباء الطاقة الشمسية، جريدة المساء، 02 أكتوبر 2016، متوفر على الرابط: <https://www.el-massa.com/dz/index.php/component/k2/item/27129>

ح. القوانين والتشريعات.

1. الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 08 الصادر في فبراير سنة 2002.
2. القانون رقم 99-09 المؤرخ في 15 ربيع الثاني عام 1420 هـ الموافق لـ 28 جويلية 1999 والمتعلق بالتحكم في الطاقة، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 51 الصادر في 20 ربيع الأول عام 1420 هـ الموافق لـ 02 أوت سنة 1999.
3. القانون رقم 02-01 المؤرخ في 22 ذي القعدة عام 1422 هـ الموافق لـ 05 فبراير سنة 2002، والمتعلق بالكهرباء وتوزيع الغاز بواسطة قنوات، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 08 الصادر بتاريخ 23 ذي القعدة 1422 هـ الموافق لـ 06 فبراير 2002م.
4. القانون رقم 04-09 المؤرخ في 27 جمادى الثانية عام 1425 الموافق لـ 14 أوت 2004م، والمتعلق بترقية الطاقات المتجددة في إطار التنمية المستدامة، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 52 الصادر بتاريخ 02 رجب 1425 هـ الموافق لـ 18 أوت 2004م.

ثانيا: باللغة الأجنبية

A. Les livres

1. Chems Eddine Hitour 1, pour une Stratégie Energetique de l'Algérie a l'horizon 2030, Office des Publication Universitaire, Alger, 2003
2. David Pimentel, Biofuels, Soler and Wind as Renevabe Energy Systems- Benefits and Risks, Cornel University, Collego of Agriculture ans Life Sciences 5126 Comstoch Hall Ithaca, USA, 2008.
3. Francis Meunier, les Energies Renouvelables, le Cavalier Bleu , France,2007.
4. Francois Vuille et Autres, Comprendre la Transition Energétique : 100 Questions Brulantes , 100 Réponses la Tete Froide, Presses Polytechnique et Universitaires Romandes, Lausanne, Suisse, 2015.
5. Havard devold, Oil and Gaz Production Hand Book an Introduction to Oil and Gaz Production Transport Refining and Petrochemi Cal Industry, Edition 3.0.Oslo, U.S.A, August 2013.
6. Juliette Talpin, Economies D'énergie sur L'exploitation Agricole, Edition France Agricole, Paris, 2010
7. Martin Kaltschmitt, Wolfgang Streicher, Andreas Wiese : Renewable Energy – Technology, economics, and Environment, springer-verlag Berlin Heidelberg, Neu York, USA, 2007.
8. Michel Paillard et Autre, Energie Renouvelable, Marines Etude Prospective à l'horizonne 2030, Edition Quae, France, 2009.
9. Vincent Wallaert les Régions Méditerranéennes et le Développement des Energies Renouvelable, ENERMEO Institut de la Méditerranée, France, 2011.

B. les rapports et les annuaires

- 1.** 2016 Top Markets Report Renewable Energy, A Market Assessment Tool for U.S Exporters, U.S Department of Commerce, International Trade Administration, Industry and Analysis, April 2016.
- 2.** Alexander Mohanty, Dii-enabling Desertec in Eumena, Publisher Dii-Enabling Desertec in Eumena, Germany, 2010.
- 3.** Bassam Fattouh and Coby van der Linde, The International Energy Forum Twenty years of producer-consumer dialogue in a changing world, IEF, Riyadh, Saudi Arabia, 2011.
- 4.** Global Trends in Renewable Energy Investment 2015 Report, Frankfurt School of Finance and Management, Germany, 2015.
- 5.** International Energy Agency, Secure Sustainable Together, World Energy Outlook, Arabic Translation, France, 2015.
- 6.** International Energy Agency, Tracking Clean Energy Progress: Energy Technology Perspectives 2012 excerpt as IEA input to the Clean Energy Ministerial, Paris, France, 2012.
- 7.** International Energy Agency, World Energy Outlook 2012, Arabic Translation, France, 2012.
- 8.** International Energy Forum Charter, IEF, Riyadh, 22 February 2011
- 9.** IRENA (2014), Renewable Energy Prospects China, REmap 2030 Analysis, IRENA, ABY DHABI, 2014.
- 10.** Jing Cao and Felix Groba, Chinese Renewable Energy Technology Exports : the Role of Policy, Innovation and Markets, DIW Berlin German Institute for Economic Research Mohrenstr., Berlin, 2013.
- 11.** Ladislav Smia, Gaz de Schiste et Autres Gaz Non Conventionnels : Nouvelles Ressources Nouveaux Enjeux, Mirova Responsible Investing, Novembre 2012
- 12.** Le Livre Blanc : des Energies Renouvelables « des Choix qui Fondent Notre Avenir, Impression Chirat, Paris, France, 2012.
- 13.** Le Secteur des Energies Renouvelables en Afrique du Nord, Situation Actuelle et Perspectives, Nations Unies, Commission Economique pour L'Afrique, Bureau pour L'Afrique du Nord, Septembre 2012
- 14.** Manfred Hafner and Other, Outlook for Electricity and Renewable Energy in Southern and Eastern Mediterranean Countries, Medpro Technical Report, N 16, October 2012.
- 15.** Mark Fulton, Scaling Wind and Solar Power in China : Building the Grid to Meet Target, Deutsche Bank Group, DB Climate Change Advisors, China, 2012.
- 16.** Mohamed Ridha Yaiche, Abdallah Bouhanik, Atlas Solaire Algérien, Centre de Développement des Energies Renouvelables, Algérie, 2002.
- 17.** Nikolaus Supersberger and Other, Energy System in OPEC Countries of the Middle East and North Africa, System Analytic Comparison of Nuclear Power ; Renewable Energy and Energy Efficiency_ Wuppertal Institute for Climate, Environment, Energy, and Adelphi, Berlin- Germany, 2009.
- 18.** Rapport sur le Statut Mondial des Energies Renouvelables, 2016, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Paris, France, 2016.

19. Renewable Energy and Jobs-Annual Review 2016, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, United Arab Emirates, 2016.
20. Renewable Energy Policy Network for the 21 st Century (2016), Renewables 2016, Global Status Report, Paris.
21. Renewable Energy Policy Network for the 21 st Century, (2013), Renewables 2013 Global Status Report, Paris.
22. Renewable Energy Policy Network for the 21 st Century, (2014), Renewables 2014 Global Status Report, Paris.
23. Renewable Global Policy Network for the 21 st Century (2015), Renewable 2015 Global Status Report, Paris.
24. Renewables Global Futures Report 2013, Renewable Energy Policy Net Work for the 21 st Century, Paris, France, 2013.
25. Renewables Information 2016, Key Renewables Trends (Except), IEA, 2016.
26. Technology Roadmap-Solar Thermal Electricity, Report of International Energy Agency (iea), France, 2014.
27. U.S. Energy Information Administration, Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources : Algeria ,September 2015.
28. U.S. Energy Information Administration, Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas , An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States, Washington, DC , USA,2013.
29. United Nation Economic Commission for Africa : Office for North Africa, General Secretariat, Arab Maghreb Union, the Renewable Energy, Sector in North Africa : Current Situation And Prospects, Expert Meeting About 2012, International Year of Sustainable Energy for All, Rabat, September 2012.
30. World Energy Council « Conseil Mondial de l'Énergie », World Energy Resources, London, 2013 Survey

C. Les Revues Et les Articles

- 1 Des Projets Achevés et D'autres en Cours de Réalisation, Revue Algérie Energie, N° 03, Mars 2015.
- 2 Faiza Bendidi, Visite des Centrales Solaires Photovoltaïques D'ain Skhouna (SAIDA), TELAGH (SISI BEL-ABBES), et de SEDRT LEGZEL (NAAMA), Revue MAWRID, SKTM, Ghardaia, N° 02, Janvier 2017.
- 3 Hadjer Ben Chabana, Inauguration, des Centrales Solaires Photovoltaïques Délkhneg (Laghout) et Ain Elibel (Djelfa), Revue Mawarid, SKTM, Ghardaia, N° 02, Janvier 2017.
- 4 H. Koinuma, H. Fujioka, K. Kurokawa, Sahara Solar Breeder (SSB) Plan Directed Toward global Clean Energy Superhighway. <http://www.ssb-foundation.com>2015/06/29
- 5 Michel Meyer, Les Gaz de Schistes - Définition, Etat des Lieux et Perspectives, SIG – Février-2013, p 5. Disponible au <http://www.rts.ch/emissions/geopolitis/divers/4756191.html/BINARY/Dossier-gaz-de-schiste-SIG.pdf>
- 6 Ministère de L'énergie Algérienne, Programme National de l'efficacité Energétique, Disponible sur le site (02/03/2017) : <http://www.energy.gov.dz/francais/>

- 7 Ministère de L'énergie, Energies Nouvelles, Renouvelables et Maitrise de L'énergie, P13-14, Disponible sur le Site Officiel du Ministère de L'énergie, vu le 13/05/2017
<http://www.energy.gov.dz/francais/index.php?page=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-l-energie>
- 8 Ministère de L'énergie, Programme National Del'efficacité Energétique, p07, disponible sur le site : www.energy.gov.dz/francais/index.php vu le 11/04/2017
- 9 Ministère de L'énergie, Programme National des Energies Nouvelles et Renouvelable, P4, Disponible sur le site : www.energy.gov.dz/francais/index.php vu le 11/04/2017
- 10 Nagalakshmi Puttaswamy and Mohd Sahilali, How Did China Become the Largest Solar PV Manufacturing Country ? CSTEP, Note 2015- 02 India, 2015.
- 11 Programme Nationale de Développement des Energies Renouvelables et de L'efficacité Energétique à L'horizon 2030 Actualisé, Algérie Energie, Revue Algérienne de L'énergie, N° : 02, Février 2015.
- 12 Sameh Mobarek, Import-Export D'énergies Renouvelables entre L'Europe et L'Afrique du Nord : Un Commerce qui Profite à tous, la Banque Mondiale, 01/07/2016, disponible sur : <https://blogs.worldbank.org/voices/fr/import-export-d-nergies-renouvelables-entre-l-europe-et-l-afrique-du-nord-un-commerce-qui-profite>

D. Les Séminaires

1. Bouziane Mahmah et Autres, « Projet Maghreb-Europe : Production D'Hydrogène Solaire Phase 1 : Etude D'opportunité et de Faisabilité du Projet » , 20 eme Congrès Mondiale sur L'énergie, Rome, 11-15 Novembre 2007.

F. Les Sites Web

1. Algérie Portail de Données, International Energy Statistics, February 2015, TOTAL Coal imports, exports, available on : (12 /12/2015)
<http://algeria.opendataforafrica.org/EIAIES2014Aug/international-energy-statistics-february-2015#>
2. Desertec Alliance: A Network of National Representatives, the Official website of Desertec, available in : <http://www.desertec.org/representatives> (01/12/2016)

الملاحق

الملحق رقم (01): استهلاك الطاقة المتجددة في العالم من 2005 إلى 2015 (مليون طن نفط مكافئ)

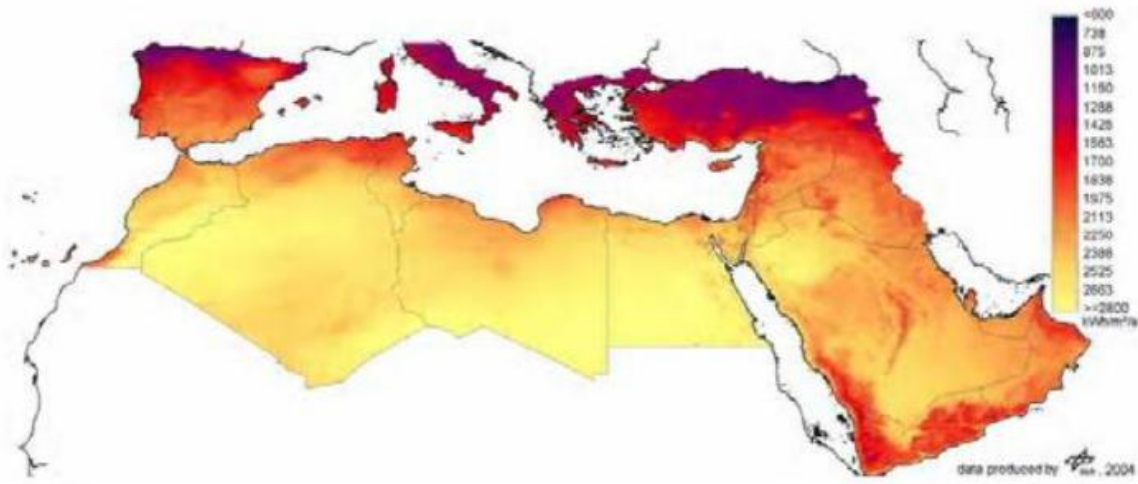
2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	السنوات الدول
71.7	66.8	60.2	51.7	45.7	39.3	33.9	29.7	24.8	22.8	20.7	الولايات المتحدة
7.3	6.3	5.2	4.5	4.7	4.1	3.36	2.5	2.6	2.5	2.4	كندا
3.5	3.0	2.6	2.4	2.0	2.0	1.8	1.8	1.9	1.7	1.8	المكسيك
82.6	76.1	68.1	58.5	52.4	45.3	39.0	34.0	29.4	27	24.9	مجموع امركا الشمالية
0.9	0.8	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	الأرجنتين
16.3	13.2	10.6	9.1	7.9	7.6	5.4	4.7	4.2	3.4	3.1	البرازيل
2.0	1.8	1.4	1.2	1.1	0.6	1.0	0.7	0.6	0.3	0.4	الشيلي
0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	كولومبيا
0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	+	+	+	+	+	الإكوادور
0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	.0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	بيرو
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	ترينيداد وتوباغو
+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	فنزويلا
4.3	3.4	2.9	2.5	2.1	1.9	1.8	1.6	1.4	1.2	1.1	باقي أمريكا الوسطى و الجنوبية
24.2	19.9	16.2	13.9	12.1	11.1	8.9	7.7	6.9	5.6	5.2	المجموع
2.4	2.0	1.9	1.7	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.2	0.9	النمسا
+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	أذربيجان
0.1	0.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	بيلاروسيا
3.2	2.7	2.5	2.3	1.8	1.3	1.1	0.9	0.7	0.5	0.4	بلجيكا
0.7	0.6	0.6	0.5	0.2	0.2	0.1	+	+	+	+	بلغاريا
1.7	1.6	1.5	1.3	1.2	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	التشيك
4.3	4.1	3.6	3.4	3.2	2.8	2.3	2.3	2.3	2.1	2.2	الدنمارك
3.1	2.9	2.9	2.6	2.6	2.5	2.0	2.4	2.3	2.5	2.2	فنلندا
7.9	6.5	5.9	5.5	4.4	3.4	2.8	2.3	1.9	1.4	1.1	فرنسا
40.0	32.3	29.3	27.5	24	19.0	17.2	16.5	15.2	11.7	9.7	ألمانيا
1.9	1.7	1.8	1.3	0.9	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	اليونان

0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.3	0.3	0.4	المجر
1.6	1.3	1.1	1.0	1.1	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	أرلندا
14.7	14.1	13.4	11.4	8.4	5.8	4.6	4.1	3.8	3.5	3.1	إيطاليا
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	كازاخستان
0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	+	+	+	+	ليتوانيا
2.7	2.6	2.7	2.8	2.8	2.5	2.4	2.1	1.7	1.8	1.7	هولندا
0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	النرويج
4.6	4.0	3.3	3.4	2.4	1.8	1.4	1.0	0.7	0.5	0.4	بولندا
3.5	3.6	3.6	3.1	2.8	2.8	2.3	1.8	1.4	1.1	0.8	البرتغال
2.2	1.5	1.2	0.6	0.4	0.1	+	+	+	+	+	رومانيا
0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	الإتحاد الروسي
0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	+	سلوفاكيا
15.4	16.0	16.3	15.0	12.6	12.5	10.7	8.7	7.2	6.2.12	5.6	اسبانيا
6.2	5.0	4.8	4.4	4.0	3.5	3.1	2.8	2.5	0.3	1.9	السويد
0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	سويسرا
3.8	2.8	2.3	1.7	1.3	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	تركيا
+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	تركمانستان
0.3	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	+	0.1	0.1	+	+	أوكرانيا
17.4	13.3	11.0	8.1	6.5	5.0	4.5	3.8	3.3	3.1	2.7	بريطانيا
+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	أوزبكستان
2.3	2.2	2.0	1.9	1.6	1.4	1.3	1.1	0.9	0.7	0.5	باقي دول أوروبا وأوراسيا
142.8	124.1	114.3	101.7	85.7	70.9	61	54.4	48	40.3	34.9	المجموع
0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	+	0.1	+	+	+	+	إيران
0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	+	+	+	+	+	+	فلسطين
+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	الكويت
+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	قطر
+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	السعودية
0.1	0.1	+	+	+	+	+	-	-	-	-	الإمارات
0.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	باقي الشرق الأوسط
0.5	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	+	+	+	المجموع
+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	الجزائر

0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	مصر
1.0	0.6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	جنوب إفريقيا
2.4	1.8	0.3	1.0	0.9	0.9	0.8	0.6	0.6	0.7	0.5	باقي دول إفريقيا
3.8	2.7	1.7	1.4	1.4	1.3	1.1	0.9	0.8	0.9	0.7	المجموع
4.5	4.1	3.7	3.0	2.4	2.0	1.7	1.7	1.6	1.4	1.2	أستراليا
0.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	بنغلادش
62.7	51.9	41.1	30.8	23.7	15.9	11	6.4	3.5	2.5	1.7	الصين
15.5	13.6	12.3	10.8	8.8	7.2	6.3	4.8	4.0	3.3	2.3	الهند
2.4	2.3	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	1.9	1.6	1.5	1.5	أندونيسيا
14.5	11.6	9.6	8.2	7.5	7.2		6.8	6.9	6.6	6.5	اليابان
0.2	0.2	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	+	+	-	-	ماليزيا
2.4	2.3	2.0	2.0	2.0	1.8	1.6	1.3	1.1	1.0	1.0	نيوزلندا
0.4	0.2	+	+	+	+	-	-	-	-	-	باكستان
2.7	2.4	2.2	2.4	2.3	2.3	2.4	2.4	2.3	2.4	2.2	الفلبين
0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	سنغافورا
1.6	1.2	1.0	0.7	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	كوريا الجنوبية
1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	تايوان
2.3	2.1	1.6	1.2	0.9	0.8	0.5	0.5	0.6	0.5	0.4	تايلاند
0.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	فيتنام
0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	باقي دول آسيا والمحيط الهادئ
110.9	93.4	80.5	62.7	51.9	41.2	34.1	26.9	22.7	20.0	17.4	المجموع
364.9	316.5	281.1	238.5	203.6	169.9	144.2	123.9	107.8	93.9	83.2	مجموع العالم

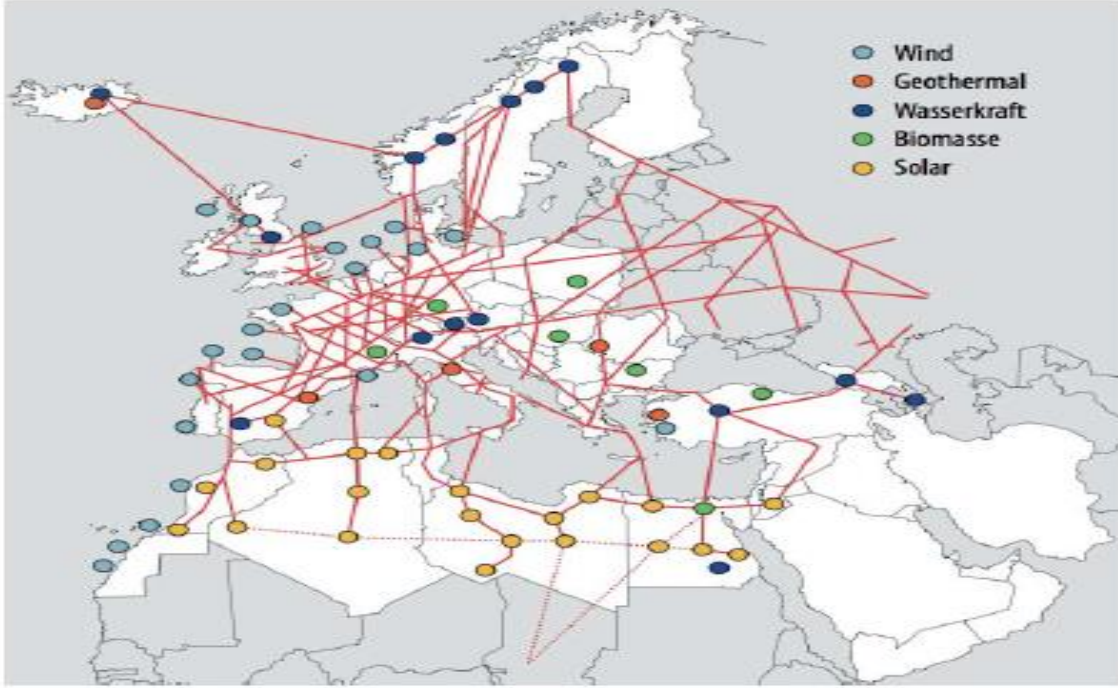
Source: British Petroleum BP, Statistical Review of World Energy, London, June 2016, P38.

الملحق رقم (02):المجموع السنوي للإشعاع الشمسي المباشر (إشعاع-عمودي-مباشر) في منطقة جنوب أوروبا وحوض لبحر الأبيض المتوسط: ك.و.س/م²/السنة، وتساوي طاقة الإشعاع الساقطة على كل متر مربع في العام من الطاقة الناتجة من 1-2 برميل من النفط



المصدر:المركز الألماني لشؤون الطيران ومجال الفضاء محطات الكهرباء من الطاقة الشمسية بمنطقة حوض البحر الابيض المتوسط، معهد ابحاث الديناميك الحرارية بقسم تحليل النظم والتقييم الهندسي، بتكليف من الوزارة الاتحادية لشؤون البيئة وحماية الطبيعة وامن المفاعلات النووية، الحكومة الالمانية، 2005، ص10.

الملحق رقم(03): خطوط نقل الكهرباء بالتيار المستمر فائق الجهد (HVDC) لنقل كهرباء مختلف
انواع الطاقات المتجددة من شمال افريقيا إلى أوروبا افاق 2050.



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