الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technologique de Skikda المدرسة العليا لأساتذة التعليم التكنولوجي بسكيكدة

Département des Sciences Naturelles قسم العلوم الطبيعية

Mémoire de fin d'étude
مـذكـــــرة التخرج

Thème :
الموضوع :

تثمين الطاقات المتجددة في الجزائر؛ الواقع والآفاق

En vue de l'obtention du diplôme de : Professeur d'Enseignement Secondaire

لنيل شهادة : أستاذ التعليم الثانوي

من إنجاز الطالبة:

جواد بشرى

أعضاء لجنة المناقشة :

د. وشتاتي إيمان	رئيسا	أستاذ محاضر-ب- بالمدرسة العليا للأساتذة (ENSET) سكيكدة
د. خلفاوي فيصل	مشرفا	أستاذ محاضر-أ- بالمدرسة العليا للأساتذة (ENSET) سكيكدة
د. كحال آمنة	مناقشا	أستاذ محاضر-ب- بالمدرسة العليا للأساتذة (ENSET) سكيكدة

Promotion Juin - **2024** - دفعة جوان

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وعرفان

قال تعالى: {وَمَن يَشْكُرْ فَإِنَّمَا يَشْكُرُ لِنَفْسِهِ}

وقال رسوله الكريم صلى الله عليه وسلم: "من لم يشكر الناس، لم يشكر الله"

أحمد الله تعالى حمداً كثيراً طيباً مباركا ملئ السموات والأرض على ما أكرمني به لاتمام هذه المذكرة.

ثم أتوجه بجزيل الشكر وعظيم الامتنان

إلى الأستاذ المشرف الفاضل **"الدكتور خلفاوي فيصل"** الذي تكرم بالاشراف علي، والذي كان نِعْمَ الأستاذ المشرف من حيث النصائح، التوجيهات والمساعدات التي قدمها لي من أجل إنجاز هذا العمل المتواضع

إلى أعضاء لجنة المناقشة الكرام **الأستاذة وشتاتي إيمان** و **الأستاذة كحال آمنة**، لقبولهم الإشراف على مناقشة مذكرتي وعلى نصائحهم و توجيهاتهم لي.

إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة، إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة، إلى جميع أساتذتي الأفاضل بالمدرسة العليا لأساتذة التعليم التقني والتكنولوجي ـ سكيكدة ـ

بشرى

إهـــــداء

قال الله تعالى: {وَمَا تَوْفِيقِي إِلَّا بِاللَّهِ}

رجوت كريمًا قد وثقت بصنعه وما كان من يرجو الكريم يخيب

الحمد لله الذي ما تم جهد ولا ختم سعي إلا بفضله، وما تخطى العبد

من عقبات وصعوبات إلا بتوفيقه ومعونته

الحمد لله حمدًا كثيرًا طيبًا مباركا ملئ ما في السماوات وما في الأرض

عظم المراد فهان الطريق

فجاءت لذة الوصول ... لتمحي مشقة السنين

أهدي ثمرة جهدي المتواضع

إلى نفسي القوية، الشجاعة والطموحة

إلى من وهبتني الأمل والنشأة على شغف الاطلاع والمعرفة، إلى من علمتني أن أرتقي سلم الحياة بحكمة وصبر، إلى من كان دعاؤها سر نجاحي، إلى بسمة الحياة وسر الوجود، إلى "أمي الحبيبة"

إلى من أحمل اسمه بكل فخر، إلى من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم، إلى "أبي الغالي"

إلى من وهبني الله نعمة وجودهم في حياتي، إلى العقد المتين، إلى من كانوا عونا لي في رحلة بحثي، إلى أخي "سيف الدين"، وأخواتي "سلمى"، "حنان"، "أشواق"

إلى أستاذي المشرف الفاضل "الدكتور خلفاوي فيصل" الذي منحني من نصائحه، جهده ووقته الثمين

إلى كل من ساعدني وكان له دور من قريب أو بعيد في اتمام هذه المذكرة، سائلة الله عز وجل أن يجزي الجميع خير الجزاء في الدنيا والآخرة

إلى مدرستي الحبيبة " المدرسة العليا لأساتذة التعليم التقني والتكنولوجي ـ سكيكدة ـ" التي لا طالما كانت حلمي وها قد تحقق الحلم وأنا الآن على مشارف التخرج.

بشرى

ملخص

في مواجهة التغيرات المناخية وحتمية الانتقال إلى طاقة مستدامة، تواجه الجزائر نقطة تحول حاسمة في مجال الأمن الطاقوي بفضل ثرواتها المتجددة الوفيرة، تتمتع البلاد بإمكانيات هائلة للاستفادة من هذه البدائل الطاقوية وتقليل اعتمادها على الوقود الأحفوري. تستعرض هذه الدراسة التحديات والفرص المرتبطة بتطوير الطاقة المتجددة في الجزائر، من خلال تقديم تحليل شامل للقطاع، بدءًا من المفاهيم الأساسية للطاقة وصولاً إلى التحديات المحددة التي تواجهها البلاد. مع التركيز على الوضع الجزائري، تفحص الدراسة الموارد المتجددة المتاحة، والإنجازات التي تحققت، والتحديات التي يجب التغلب عليها لدمجها بشكل كامل في مجال الطاقة الوطني.

علاوة على ذلك، تقدم هذه المذكرة توصيات ملموسة لتعزيز تطوير الطاقة المتجددة في الجزائر، من خلال استكشاف الجوانب المالية والتنظيمية والتكنولوجية اللازمة لتسريع التحول الطاقوي وضمان مستقبل مستدام.

الكلمات المفتاحية:

التغير المناخي، التحول الطاقوي، الأمن الطاقوي، الوقود الأحفوري، الموارد المتجددة.

Abstarct

Faced with climate change and the need for a sustainable energy transition, Algeria is at a decisive moment in the field of energy security. With its abundant renewable resources, the country has considerable potential to exploit these energy alternatives and reduce its dependence on fossil fuels. This study explores the challenges and opportunities related to the development of renewable energies in Algeria, providing a comprehensive analysis of the sector, from the fundamental concepts of energy to the specific challenges of the country. Focusing on the Algerian situation, it examines the renewable resources available, the achievements achieved and the challenges to be met in order to fully integrate them into the national energy mix. In addition to its descriptive analysis, this thesis proposes concrete recommendations to promote the development of renewable energies in Algeria, by exploring the financial, regulatory and technological aspects necessary to accelerate the energy transition and ensure a sustainable future.

Keywords:

Climate change, energy transition, energy security, fossil fuels, renewable resources.

Résumé

Confrontée aux changements climatiques et à la nécessité d'une transition énergétique durable, l'Algérie se trouve à un moment décisif crucial dans le domaine de la sécurité énergétique. Avec ses abondantes ressources renouvelables, le pays possède un potentiel considérable pour exploiter ces alternatives énergétiques et réduire sa dépendance aux combustibles fossiles. Cette étude explore les enjeux et les opportunités liés au développement des énergies renouvelables en Algérie, en fournissant une analyse complète du secteur, des concepts fondamentaux de l'énergie aux défis spécifiques du pays. En se concentrant sur la situation algérienne, elle examine les ressources renouvelables disponibles, les réalisations accomplies et les défis à relever pour les intégrer pleinement dans le mix énergétique national. Outre son analyse descriptive, ce mémoire propose des recommandations concrètes pour favoriser le développement des énergies renouvelables en Algérie, en explorant les aspects financiers, réglementaires et technologiques nécessaires pour accélérer la transition énergétique et assurer un avenir durable.

Mots- Clés

Changements climatiques, transition énergétique, sécurité énergétique,combustibles fossiles, ressources renouvelables .

فهرس المحتويات

شكر وعرفان

الاهداء

الملخص

قائمة الأشكال

قائمة الصور

قائمة الجداول

مقدمة عامة

الفصل الأول: مفاهيم عامة حول الطاقة

تمهـــيد 01

1. التطور التاريخي للطاقة 01

2. مفهوم الطاقة 02

3. أنواع الطاقة ومصادرها 02

1.3. أنواع الطاقة 03

1.1.3. الطاقة الحرارية.....03

أ. الإشعاع الحراري 03

ب. الحمل الحراري 03

جـ. التوصيل الحراري 03

2.1.3. الطاقة الكيميائية 03

3.1.3. الطاقة الميكانيكية 03

4.1.3. الطاقة الكهربائية 04

5.1.3. الطاقة النووية 04

2.3. مصادر الطاقة 04

1.2.3. القدرة على التجدد 04

أ. مصادر الطاقة التقليدية (غير المتجددة) 04

ب. مصادر الطاقة المتجددة 04

2.2.3. مصادر الطاقة حسب مصدرها 05
أ. مصادر الطاقة الطبيعية 05
ب. مصادر الطاقة الصناعية 05
3.2.3.درجة الاستخدام 05
أ. مصادر طاقة أساسية 05
ب. مصادر طاقة بديلة 05
4. أهمية وأهداف الطاقة 06
1.4. أهمية الطاقة 06
2.4. أهداف الطاقة 06
5. مفهوم الطاقة التقليدية ومصادرها 07
1.5. مفهوم الطاقة التقليدية 07
2.5. مصادر الطاقة التقليدية 07
1.2.5. الفحم 07
أ. تعريف الفحم 07
ب. خصائص الفحم 08
جـ. أنواع الفحم 08
2.2.5. النفط 09
أ. تعريف النفط 09
ب. خصائص النفط 09
جـ. أنواع النفط 10
3.2.5. الغاز الطبيعي 10
أ. تعريف الغاز الطبيعي 10
ب. خصائص الغاز الطبيعي 10
جـ. أنواع الغاز الطبيعي 11
6.واقع الطاقة والاحتياطات العالمية 11
7. استهلاك الطاقة التقليدية والطلب المتزايد (سوق الطاقة) 13

1.7. الطلب على الطاقة 14
1.1.7.التحول الديمغرافي 14
2.1.7. الظروف المناخية 14
3.1.7. أنماط التنمية المتفاوتة بين مختلف الدول 15
2.7. هيكل الانتاج وأسعار الطاقة 17
1.2.7. هيكلة الانتاج 17
2.2.7. أسعار النفط 19
8. الآثار الناجمة عن استخدام الطاقة التقليدية 20
1.8. الآثار الاقتصادية 20
2.8. الآثار الاجتماعية والسياسية 21
3.8. الآثار البيئية 21
خلاصـــة 23

الفصل الثاني: المبادئ الأساسية للطاقات المتجددة

تمهـــيد 25
1. تعريف الطاقات المتجددة 25
2. مصادر الطاقات المتجددة 26
1.2. الطاقة الشمسية 26
2.2. طاقة الكتلة الحيوية (الإحيائية) 26
3.2. طاقة الرياح 27
4.2. طاقة المائية والبحرية 27
1.4.2. الطاقة المائية 27
2.4.2. الطاقة البحرية 28
أ. طاقة المد والجزر 28
ب. طاقة الأمواج 29
5.2. طاقة الحرارة الجوفية (الأرضية) 30
6.2. طاقة الهيدروجين 30

3. مجالات استخدام الطاقات المتجددة 31
1.3. استخدامات الطاقة الشمسية 31
أ. الاستعمال الحراري للطاقة الشمسية 31
ب. استخدام الطاقة الشمسية في الزراعة 32
جـ. استخدام الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء 32
2.3. استخدامات طاقة الكتلة الحيوية 33
أ. استخدام طاقة الكتلة الحيوية في توليد الكهرباء 33
3.3. استخدامات طاقة الرياح 34
4.3. استخدامات الطاقة المائية 34
أ. تحويل طاقة المياه إلى طاقة ميكانيكية 34
ب. استخدام الطاقة المائية في توليد الكهرباء 34
5.3. استخدامات طاقة الحرارة الجوفية 34
أ. استخدامات طاقة الحرارة الجوفية في توليد الكهرباء 34
ب. استخدامات أخرى 34
4. ايجابيات استغلال الطاقات المتجددة 35
5. عيوب الطاقات المتجددة 37
6. معوقات نمو استخدام الطاقات المتجددة 40
1.6. العائق السياسي والتشريعي 40
2.6. العائق التكنولوجي لتقنيات الطاقة 40
3.6. العوائق المالية 40
4.6. المعوقات القانونية 41
5.6. المعوقات المناخية 41
7. أهمية التوجه نحو الطاقات المتجددة 41
خلاصـــة 41

الفصل الثالث: واقع الطاقات المتجددة في العالم والوطن العربي

تمهيد 43

1. الاستثمارات العالمية في الطاقات المتجددة 43

2. توزيع الاستثمارات حسب الطاقات وحسب الدول 44

3. الاستهلاك العالمي للطاقات المتجددة 46

4. الانتاج العالمي من الطاقات المتجددة 48

1.4. إنتاج الطاقة الشمسية 49

2.4. إنتاج طاقة الرياح 49

3.4. إنتاج الطاقة المائية 50

4.4. إنتاج طاقة الكتلة الحيوية 51

5.4. إنتاج طاقة الحرارة الجوفية 51

5. عرض تجارب عالمية رائدة في مجال الاستثمار في الطاقات المتجددة 52

1.5. التجربة الألمانية واستثماراتها في الطاقات المتجددة 52

1.1.5. مصادر الطاقات المتجددة في ألمانيا 52

2.1.5. الاستثمار في الطاقات المتجددة في ألمانيا 55

3.1.5. الانجازات الألمانية في مجال الطاقات المتجددة 57

2.5. التجربة الصينية واستثماراتها في الطاقات المتجددة 57

1.2.5. مصادر الطاقات المتجددة في الصين 57

2.2.5. استثمار الصين في الطاقات المتجددة 60

3.2.5. السياسات الصينية المنتهجة لتشجيع الاستثمار في الطاقات المتجددة 63

3.5. التجربة المغربية واستثماراتها في الطاقات المتجددة 64

1.3.5. مصادر الطاقات المتجددة في المغرب 64

2.3.5. الاستثمار في الطاقات المتجددة في المغرب 64

3.3.5. انجازات المغرب في الطاقات المتجددة 66

خلاصـــة 68

الفصل الرابع: دور الطاقات المتجددة في الجزائر وأثرها في تحقيق التحول الطاقوي

تمهـــيد 70

1. مصادر الطاقات المتجددة في الجزائر 70

1.1. الطاقة الشمسية في الجزائر 70

أ. مقومات الطاقة الشمسية في الجزائر 70

ب. الصعوبات التي تواجه استخدام الطاقة الشمسية في الجزائر 73

جـ. سبل تعزيز استخدام الطاقة الشمسية في الجزائر 74

2.1. طاقة الرياح في الجزائر 75

أ. مقومات طاقة الرياح في الجزائر 75

ب. أهمية استغلال طاقة الرياح في الجزائر 77

3.1. الطاقة المائية في الجزائر 77

4.1. الطاقة الحرارية الجوفي في الجزائر 79

5.1. طاقة الكتلة الحيوية في الجزائر 81

2. الاطار المؤسساتي للطاقات المتجددة في الجزائر 82

3. البرنامج الوطني للطاقات المتجددة في الجزائر 84

4. أهم الانجازات الجزائرية في مجال الطاقات المتجددة 91

أ. البرنامج الخاص بالصحراء الكبرى 91

ب. مشروع تزويد بالكهرباء عن طريق الطاقة الشمسية لـ 20 قرية بالجنوب الجزائري الكبير 91

جـ. تزويد محطة خدمات نفطال البريجة سطاوالي بالطاقة الشمسية 92

د. محطة إنارة فولطية صغيرة تابعة لمركز تطوير الطاقات المتجددة بشبكة الكهرباء الوطنية 92

هـ. مشاريع المحافظة السامية لتنمية السهوب 92

و. مشروع محطة مختلطة شمسية غاز من طرف شركة نيو إينرجي ألجريا (NEAL) 93

5. أهم مشاريع الطاقات المتجددة في الجزائر 93

أ. المشروع الجزائري الألماني "ديزرتيك" 93

ب. المشروع الجزائري الياباني "صحراء صولار بريدر" (أس أس بي) 94

6. الآثار الاقتصادية للطاقات المتجددة في الجزائر 95

1.6. آثار الطاقة المتجددة على التشغيل 95
2.6. تشجيع الاستثمار والمساهمة في زيادة الدخل الوطني 96
3.6. أثر الطاقات المتجددة كمدخل لتنويع الاقتصاد في رفع معدل النمو الاقتصادي 97
4.6. الأثر الاقتصادي للطاقات المتجددة في قطاع الصناعة 97
5.6. الأثر الاقتصادي للطاقات المتجددة في قطاع الزراعة 98
6.6. الأثر الاقتصادي للطاقات المتجددة في قطاع السياحة 99
7. معوقات وسبل تطوير استخدام الطاقات المتجددة في الجزائر 99
1.7. معوقات استخدام الطاقات المتجددة في الجزائر 99
أ. التكاليف العالية لاستغلال الطاقات المتجددة 99
ب. العقبات التقنية 99
جـ. نقص الطاقات الفنية والتقنية اللازمة من أجل تطبيق تكنولوجيا الطاقة المتجددة 100
د. تعثر برنامج الطاقات المتجددة 100
2.7. سبل تطوير استخدام الطاقات المتجددة في الجزائر 101
أ. تطوير استراتيجيات الطاقة المتجددة 101
ب. بناء قدرات الأبحاث والتطوير وصقل المهارات المحلية 101
جـ. وضع قوانين الزامية 101
د. وضع آليات وتشريعات تخص استخدام الطاقات المتجددة 101
خلاصـــة 102
خاتمة عامة و توصيات
قائمة المراجع

قائمة الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
01	تطور حجم الاستثمارات العالمية في الطاقات المتجددة خلال (2006-2016)	44
02	التوزيع الجغرافي للاستثمارات العالمية في الطاقات المتجددة حسب كل مصدر سنة 2016	45
03	الاستهلاك العالمي للطاقة المتجددة (مليون طن مكافئ للبترول)	47
04	توزيع استهلاك الطاقات المتجددة حسب المناطق	47
05	الانتاج العالمي للطاقة المتجددة (مليون طن مكافئ للبترول)	48
06	إنتاج الطاقة الشمسية من سنة 2006 إلى 2016	49
07	إنتاج طاقة الرياح من سنة 2006 إلى 2016	50
08	إنتاج طاقة الكتلة الحيوية من 2006 إلى 2016	51
09	مصادر الطاقة المتجددة في ألمانيا سنة 2017	53
10	الاستثمار العالمي في الطاقات المتجددة في ألمانيا لعام 2017	56
11	القدرة الإنتاجية للطاقة الشمسية الكهروضوئية في الصين مقارنة بدول العالم 2017	58
12	قدرة الطاقة المائية في الصين على توليد الكهرباء مقارنة بدول العالم 2017	59
13	القدرة الإنتاجية لطاقة الرياح في الصين مقارنة بدول العالم 2017	59
14	مكانة الصين في إنتاج الطاقة الحيوية في العالم 2017	60
15	استثمار الصين في الطاقات المتجددة	61
16	استثمار الصين في مصادر الطاقات المتجددة	61
17	خطة الصين للتوسع في إنتاج البيوماس	62
18	مكانة المغرب في الاستثمار في الطاقات المتجددة في منطقة الشرق الأوسط و إفريقيا لسنة 2017	65
19	حصص الطاقة الأحفورية والطاقة الشمسية وطاقة الرياح في الجزائر	85
20	التوجهات الحالية والمستقبلية لمساهمة الطاقة المتجددة في هيكل الامداد في الجزائر	86
21	هيكلة حظيرة الانتاج الوطني للطاقات التقليدية والمتجددة (ميغاواط)	87

قائمة الصور

الرقم	العنوان	الصفحة
01	أهم مصادر الطاقة	05
02	دورة الوقود الحيوي	26
03	أعمدة تحمل عنفات هوائية لتوليد الكهرباء	27
04	توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة المائية	28
05	توليد الطاقة الكهربائية باستخدام طاقة المد والجزر قديما وحديثا	29
06	طرق توليد الطاقة الكهربائية باستخدام طاقة الأمواج	29
07	المحطات البخارية الوميضية	30
08	إنتاج الهيدرجين باستخدام الطاقة الكهربائية	31
09	الألواح الشمسية	33
10	المشروع المغربي الشمسي نور- ورزازات	67
11	المتوسط السنوي لشدة الاشعاع الشمسي في الجزائر	71
12	سرعة الرياح في الجزائر 2004- 2014	76
13	توزيع طاقة الحرارة الجوفية بالجزائر	80

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
01	تقييم احتياطات البترول لآبار شركة توتال (Total)	12
02	الاحتياطي المؤكد من مصادر الطاقة الأولية ومعدلات إنتاجها واستهلاكها	13
03	الاستهلاك العالمي من الطاقة حسب المنطقة بين عامي 1973 و2009	16
04	الطلب العالمي على النفط كل ثلاثي (ث) من سنة 2010 إلى سنة 2012	17
05	العلاقة بين الناتج المحلي الخام واستهلاك الفرد من الطاقة سنة 2011	18
06	حصص الوقود من استهلاك الطاقة العالمية بملايين الأطنان من النفط	19
07	إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون لمصادر الطاقات التقليدية	22
08	أهم التأثيرت البيئية لمصادر الطاقة التقليدية	22
09	طرق تحويل الكتلة الحيوية إلى وقود	33
10	إنتاج الطاقة المائية خلال الفترة 2007 - 2016	50
11	إنتاج طاقة الحرارة الجوفية من 2007 إلى 2016	52
12	مساهمة طاقة الرياح مقارنة بالطاقات الأخرى في ألمانيا لعام 2017	54
13	مكانة ألمانيا بين الدول الأوروبية في الاستثمار في الطاقات المتجددة عام 2017	56
14	قدرات الطاقة الشمسية حسب المناطق في الجزائر	70
15	إنتاج الطاقة الشمسية في الجزائر خلال الفترة 2007- 2016	72
16	انتاج طاقة الرياح في الجزائر خلال الفترة 2007- 2016	76
17	محطات توليد الطاقة المائية في الجزائر	78
18	انتاج الطاقة المائية في الجزائر خلال الفترة 2007- 2016	79
19	مصادر الطاقة الجيوحرارية في الجزائر	81
20	الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في ظل برنامج الطاقات المتجددة في الجزائر	88

قائمة الإختصارات

AIE: International Energy Agency.

APRU: National Agency for Rationalization of Energy Use.

CDER: Renewable Energy Center.

EU: European Union.

GW: Gigawatt.

IPCC: Intergovernmental on Climate Change.

m/s: meter per second.

Mteq: Million tonnes of oil equivalent.

MW: Megawatt.

NEAL: New Energy Algeria.

RRR : Relationship between Resources and Reserves.

SEESMS: Solar Equipment Testing Station in the Far Desert.

UDES: Solar Equipment Development Unit.

UDST: Silicon Technology Development Unit.

UNEP: United Nations Environmental Protection program.

USD: United States Dollar.

% : Percentage.

م² : متر مربع

مقـــدمـــة عـــامة

في ظل تغيرات مناخية مثيرة للقلق، يتسابق العالم في البحث عن حلول بديلة و مستدامة للطاقة. حيث تواجه الجزائر، البلد الغني بالموارد المتجددة، منعطفًا حاسماً في انتقالها الطاقوي . في هذا السياق، تندرج هذه المذكرة من خلال تسليط الضوء على الموارد المتاحة واستكشاف التحديات والفرص المتعلقة باستغلال هذه المصادر البديلة للطاقة في الجزائر.

من خلال أربعة فصول، تقدم هذه الدراسة المتواضعة تحليلًا معمقًا لقطاع الطاقة المتجددة في الجزائر. يقدم الفصل الأول مفاهيم العامة حول الطاقة، مع التركيز على التحديات المرتبطة بالوقود الأحفوري والحاجة المُلِحَّة لتنويع مصادر التزود. يستكشف الفصل الثاني خصائص ومزايا الطاقة المتجددة، مبرزا قدرتها على تلبية احتياجات الجزائر المتزايدة من الطاقة مع الحفاظ على البيئة.

يركز الفصل الثالث على حالة و واقع الطاقات المتجددة على نطاق عالمي وفي العالم العربي. يحلل اتجاهات السوق والسياسات المنتهَجة والتقدم التكنولوجي المحرز في هذا المجال. بينما يتطرق الفصل الرابع والأخيرإلى دور الطاقات المتجددة في الجزائر وأثرها في تحقيق التحول الطاقوي، من خلال إبراز الموارد المتجددة المتاحة ، والإنجازات الملموسة التي تحققت والتحديات التي يجب مواجهتها من أجل دمج هذه الطاقات على نطاق أوسع، سعيا لتحقيق الأمن الطاقوي الوطني.

علاوة على التحليل الوصفي، تهدف هذ الدراسة إلى صياغة توصيات ملموسة لتعزيز تنمية و تطوير الطاقات المتجددة في الجزائر، مُبرزة الإمكانيات المالية والتنظيمية والتكنولوجية اللازمة من أجل التحول الطاقوي وضمان مستقبل طاقوي مستدام للبلاد.

في الختام، نأمل أن تقدم هذه المذكرة مساهمة و لو بسيطة لصناع القرار السياسي والفاعلين الاقتصاديين في فهم تحديات وآفاق الطاقات المتجددة في الجزائر، من أجل زيادة الوعي بأهمية هذا القطاع الاستراتيجي للتنمية المستدامة للبلاد.

الفصل الأول :

مفاهيم عامة حول الطاقة

تمهيد

تمثل الطاقة أحد الأركان الأساسية للتقدم الصناعي والتكنولوجي الذي يشهده العالم حاليًا، وتعد خاصية بارزة في هذا العصر، مما دفع البعض أن يطلق على عصرنا الحالي "عصر الطاقة"، بل أصبح استهلاك الطاقة من قبل الأفراد مؤشرًا على تقدم الأمم والشعوب، وقد ارتبطت الثورة الصناعية بشكل وثيق باستخدام الآلات التي تحتاج إلى طاقة حركية، ونجح الإنسان في توفير هذه الطاقة من خلال مصادر الطاقة الأحفورية مثل الفحم والبترول وغيرها. وصارت هذه المصادر تشكل المحرك الأساسي للتقدم في مختلف المجالات، حتى أصبحت عجلة الحياة تعتمد بشكل كبير عليها، ولتوضيح ما سبق فقد حاولنا من خلال هذا الفصل التعرف على ماهية الطاقة من خلال التعرف إلى مفهومها، أنواعها ومصادرها، أهدافها وأهميتها، واقعها والاحتياطات العالمية، استهلاك الطاقة التقليدية والطلب المتزايد (سوق الطاقة) و الآثار الناجمة عن استخدام الطاقات التقليدية.

1. التطور التاريخي للطاقة

كانت الغالبية العظمى من استعمالات الطاقة حتى القرن التاسع عشر في صورة طاقة متجددة كالسواقي، طواحين الهواء المستعملة في طحن الدرة والقمح وغيرها، وكانت الحرارة يحصل عليها باضرام النار في الخشب أو الروث أو الخث، في حين يتم الحصول على الضوء من الشموع المصنوعة من الشحم الحيواني بينما بالنسبة لوسائل النقل فقد اعتمدت للحصول على طاقتها على الرياح أو الحيوانات.

ومع تطور وسائل العمل التي اخترعها الإنسان لسد حاجياته عبر الزمن تطورت مصادر الطاقة، ففي البداية كان الإنسان يعتمد على قوته العضلية ليؤدي أعماله اليومية ثم استعمل الطاقة الحيوانية كذلك استغل حركة الرياح لتحريك السفن وادارة طواحين الهواء وارتكز على بعض مساقط المياه للتحكم في بعض الآلات البدائية، إلى أن اكتشف الفحم والذي تم تسخيره في الطاقة فقد كان لاكتشافه فضل في أن كانت انجلترا مهدا للثورة الصناعية إلى أن تم اكتشاف البترول.

وتمثل الطاقة أحد الركائز الرئيسية للمجتمعات حيث يرى علماء الاقتصاد أمثال فرانكل ''Frankel'' أنها تعد عاملا حديثا من عوامل الانتاج إلى جانب الأرض، العمل، رأس المال، والتنظيم، فما دام انه لا فائدة من رأسمال دون عمل أيضا لا فائدة منه دون طاقة، وقد أضحت الطاقة مقياسا مهما لمعرفة مدى تطور وتقدم المجتمعات الحديثة.

2. مفهوم الطاقة

تعريف الطاقة لغة هي "الترجمة الحرفية لكلمة Energy أو Energie أو Enegia باللغات الأوروبية الجديدة، مستنبطة من الكلمة اليونانية Energos أو Energia المكونة من قسمين En وتعني في أو داخل و Ergos وتعني نشاط، بمعنى أن الشيء باخله نشاط ويحتوي على جهد أو شغل".

أما اصطلاحا فقد امتلكت الطاقة مكانا ضمن الأدبيات الاقتصادية وفي ذلك جاءت الكثير من التعاريف لها في مختلف الدراسات والأبحاث والتي من بينها نذكر:

يطلق مصطلح طاقة على "كل ما ينتمي لمصادر الطاقة وإنتاجها واستهلاكها وأيضا حفظ مواردها وتتمثل أهميتها كونها اللبنة الأساسية الأولى لدوام العملية التنموية خاصة في الدول التي تستند على أرباح الطاقة المالية في تمويل مشاريعها التنموية".

كذلك تعرف الطاقة على أنها "القدرة على القيام بنشاط ما أو القدرة على بدل شغل، وتوجد أشكال عديدة للطاقة يتمثل أهمها في الحرارة، الضوء، الصوت وهناك أيضا الطاقة الكيميائية التي تنتج من حدوث تفاعلات كيميائية، كذلك الطاقة الميكانيكية التي تولدها الآلات، والطاقة الكهرومائية ، الطاقة الكهربائية، الطاقة الحركية، الطاقة الاشعاعية والديناميكية والذرية، كما يمكن تحويل الطاقة من شكل الى آخر مثل تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية والطاقة الكيميائية إلى طاقة ضوئية".

كما تعرف الطاقة بأنها "القوة الجسدية للحيوان أو للإنسان أو الرياح، سقوط الأمطار الشمس والبخار، بهذا فان تعريف الطاقة يرتبط باستعمالاتها المختلفة كحرارة وقوة، وقد تكون في شكل غاز مثل الغاز الطبيعي، وقد تكون في كل السوائل كالبترول، أو في صورة صلبة كالفحم بالإضافة للطاقة النووية والكهربائية المائية.

وتعرف أيضا بأنها " قابلية الشيء على انجاز عمل معين والناجمة عن القوة الكامنة في الشيء".

مما سبق ذكره يمكن تعريف الطاقة بأنها "تلك الوسيلة الأساسية واللازمة التي تحتاج إليها مختلف القطاعات الاقتصادية للممارسة نشاطاتها كما تعد العمود الأول والأساسي لاستمرار عملية التنمية، وهناك أشكال وصور مختلفة للطاقة كالبترول ، الفحم، الغاز الطبيعي والرياح وغيرها. (روايقية زهرة، 2019)

3. أنواع الطاقة ومصادرها

ان اكتشاف الإنسان للطاقة واستعمالاتها أدى إلى زيادة معارفه ورفع مستوى سيطرته على الطبيعة، وفي نفس الوقت فإن اكتشافه لمصادر الطاقة الحديثة رفع من مستوى استخدامه للطاقة التقليدية والحديثة معًا وهكذا صارت الطاقة بمختلف أنواعها ومصادرها موضوعا للبحث والتطوير المستمر.

1.3. أنواع الطاقة

1.1.3. الطاقة الحرارية ''Heat Energy'': وتعتمد على طاقة الإشعاع الكهرومغناطيسي كما في الطاقة الضوئية فنحن عندما نجلس بجوار نار مشتعلة من مدفأة نجد من الطاقة: الطاقة الضوئية في شكل ضوء والطاقة الحرارية في شكل حرارة منبعثة.

فالضوء ينتقل عن طريق الاشعاع فقط. في حين نجد أن الحرارة تنتقل من موقع إلى آخر بطريقة من الطرق الثلاثة التالية:

أ. الإشعاع الحراري'' Thermal Radiation'': ويعتمد على إشعاع موجات حرارية ذات مستويات مختلفة من الطاقة عند درجات حرارة مختلفة.

ب. الحمل الحراري ''Convection'': ينتج عن حركة المائع حيث تنتقل الحرارة نتيجة انتقال دوران وسريان المائع أو الهواء الساخن وتستمر هذه الحركة الدوامية إلى أن يستقر الجميع عند درجة حرارة واحدة متساوية.

مثال: تسخين مياه في قارورة يوضح لنا أن المياه الباردة تتحرك إلى الأسفل لأنها صاحبة الكثافة الأعلى بينما تتحرك المياه الساخنة إلى الأعلى ةتخل محلها المياه الباردة.

جـ .التوصيل الحراري ''Conduction'': وفيه تنتقل الحرارة بالتأثير الجزيئي حيث تتحرك الجزيئات الساخنة بسرعة كبيرة ةتصطدم ببعضها وتندفع الجزيئات الساخنة إلى تلك الجزيئات الباردة و يتم تبادل الحرارة معها وامتصاص جزء من سرعة حركتها ويتم تكرار هذا الفعل إلى أن تصبح كل الجزيئات عند نفس درجة الحرارة.

2.1.3. الطاقة الكيميائية ''Chemical Energy'': جزيئات العديد من المواد تحتوي على الطاقة الكيميائية فالنباتات النامية تجمع الطاقة من أشعة الشمس وثاني أكسيد الكربون من الهواء المحيط والمواد العضوية والمياه من التربة ويقوم النبات بتجميع هذه الطاقة وتحويلها كيميائيا إلى جزيئات جديدة تكون لب النبات ولحاءه. وهذه الطاقة المخزنة تتحرر عند حرق النبات. على سبيل المثال عند حرق الخشب تنتج كميات كبيرة من الطاقة الحرارية التي يمكن استغلالها لإدارة آلة حرارية لتوليد الطاقة الميكانيكية.

3.1.3. الطاقة الميكانيكية ''Mechanical Energy'': هي شكل من أشكال الطاقة المسؤولة عن بذل الشغل، واستخدم هذا اللفظ للدلالة على الطاقة الحركية المستغلة، فجميع الأجسام التي تتحرك تبذل طاقة ميكانيكية؛ كي تتغلب على المقاومة التي تحاول الأجسام بها أن تبقى في حالة حركة، وهي ما تلقب عادة بالقدرة الذاتية.

4.1.3. الطاقة الكهربائية ''Electrical Energy'': هي الطاقة التي تنتج عندما تنجذب الجزيئات السالبة إلى الجزيئات الموجبة الشحنة وتسمى الجزيئات سالبة الشحنة بالإلكترونات في حين الجزيئات موجبة الشحنة بالبروتونات. و يسبب التجاذب بينهما سريان الطاقة، وهذا السريان يمكن أن يحدث ضوءا إذا مر خلال سلك رفيع من مواد قابلة للتوهج كما هو الحال في المصباح الكهربائي.

كذلك يمكن أن يسبب هذا الفيض الكهربائي في محرك كهربائي إدارة الجزء الدوار ومنه دوارن الماكينة.

5.1.3. الطاقة النووية ''Nuclear Energy'': هي الطاقة المتحررة في بعض الذرات عند انشطارها وهذه الطاقة المتحررة يمكن استخدامها في التفجيرات مثل: القنبلة الهيدروجينية أو يمكن التحكم في الطاقة المتحررة وتوجيهها إلى تسخين مياه في مرجل بخاري تستخدم لإدارة توربين بخاري في محطة توليد كهرباء. (عصام الدين خليل حسن، 1999، ص10-11)

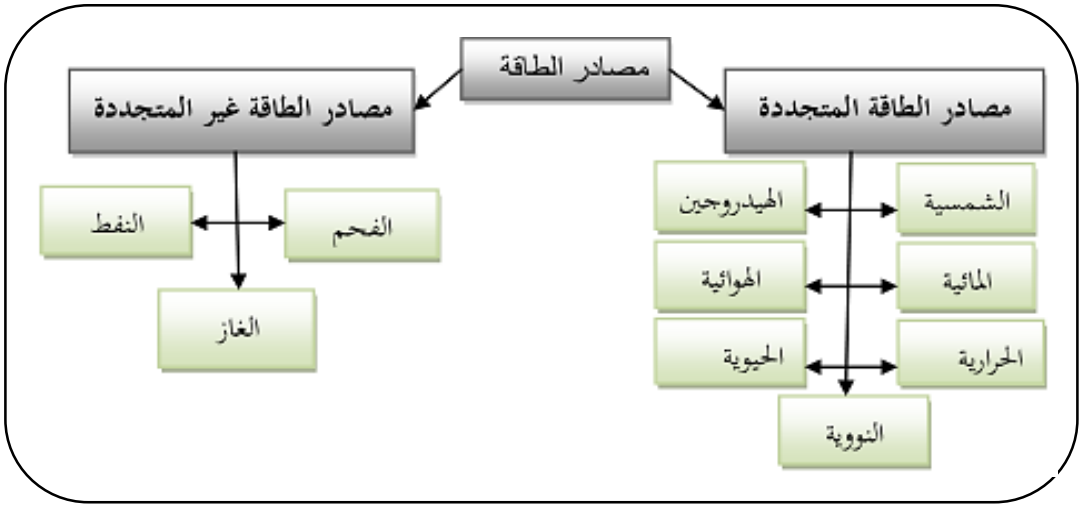
2.3. مصادر الطاقة

يمكن تصنيف مصادر الطاقة إلى عدة أقسام حسب معايير معينة نذكر منها:

1.2.3. القدرة على التجدد

أ. مصادر الطاقة التقليدية (غير المتجددة): هي المصادر المعرضة للنفاد والنضوب عبر الزمن بسبب الاستغلال اللاعقلاني لها مثل: الفحم، الغاز الطبيعي والبترول.

ب. مصادر الطاقة المتجددة: هي تلك المصادر التي تتجدد باستمرار في الطبيعة، وتشمل (الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة المائية، الحرارة الجوفية، طاقة الكتلة الحية)، وتعتبر مصادر متجددة لأن احتياطاتها لا تنقص بفعل الاستغلال المستمر لها.



صورة .1. أهم مصادر الطاقة. (روايقية زهرة، 2019)

2.3 2. مصادر الطاقة حسب مصادرها

تنقسم مصادر الطاقة طبقا لهذا المعيار إلى قسمين:

أ. مصادر الطاقة الطبيعية: وهي تلك المصادر ذات الأصل الطبيعي، أي أنها توجد في الطبيعة و من صنعها، وليس للإنسان دخل في ذلك وتتمثل هذه المصادر في: الرياح، الشمسو الوقود الأحفوري بأنواعه المختلفة من فحم، بترول وغاز طبيعي.

ب. مصادر الطاقة الصناعية: وهي تلك المصادر التي تنتج عن نشاط الإنسان وذكائه في الاستفادة من بعض الظواهر الطبيعية عن طريق تقنيات معينة، والتي من بينها: السدود والخزانات المستعملة في توليد الطاقة الكهربائية.

2.3 3. درجة الاستخدام

يمكن تقسيم مصادر الطاقة حسب درجة استخدامها إلى مايلي:

أ. مصادر طاقة أساسية: وهي التي يتم الاعتماد عليها بصفة أساسية مثل: البترول، الغاز الطبيعي، الفحم والطاقة النووية وتساهم هذه المصادر بنسبة كبيرة في استهلاك العالم من الطاقة.

ب. مصادر طاقة بديلة: وهي مصادر الطاقة الحديثة مثل: طاقة الرياح، الطاقة الشمسية، طاقة الأمواج والمد والجزر وتساهم هذه المصادر بنسبة قليلة في سد احتياجات العالم من الطاقة.

4.أهمية وأهداف الطاقة

1.4.أهمية الطاقة

يمكن قياس تقدم مجتمع معين من خلال قدرته على إدارة والتحكم في مصادر الطاقة واستغلالها بأفضل الطرق لتحقيق أقصى نتائج. تعتمد درجة استخدام هذه المصادر بشكل أساسي على توفرها، وعلى مهارات التكنولوجيا المستخدمة للاستفادة منها. يعمل المجتمع الدولي حاليًا على تطوير هذه القدرات لتحقيق استغلال أمثل للمصادر الطاقية، خاصة في ظل زيادة الطلب العالمي على الطاقة. يُركز الاهتمام أيضًا على الجوانب الاقتصادية والاجتماعية لهذا التطور، حيث أصبحت توفر الطاقة بأسعار معقولة ترتبط بشكل كبير بالتقدم الاقتصادي والاجتماعي.

بالإضافة إلى ذلك، تتبنى الدول البترولية دوراً حيوياً في الاقتصاد، حيث تُعَدُّ إيرادات صادرات النفط مصدرًا أساسيًا لتمويل الخزينة بالعملة الأجنبية. على سبيل المثال، تعتمد الجزائر بنسبة تفوق 60% على الإيرادات البترولية في تمويل الخزينة. إلى جانب دور الطاقة الحيوي في الاقتصاد، تُسهم مصادر الطاقة التقليدية، وخاصة البترول، بشكل كبير في التراكم الرأسمالي من خلال إعادة استثمار الفوائض البترولية.

بسبب الأهمية المتزايدة للطاقة في الاقتصادات، تلقى موضوع الطاقة اهتمامًا كبيرًا في الدراسات والنقاشات، سواء على مستوى الدول أو المؤسسات والهيئات الدولية. تأثرت هذه الاهتمامات بارتفاع أسعار الطاقة، وخاصة البترول، في السبعينات، حيث استُخدِمَت كسلاح من قِبَل بعض الدول العربية. أدرك العالم آنذاك أهمية امتلاك مصادر الطاقة وتكنولوجياتها، مما دفعه إلى إعادة النظر في سياسته الطاقوية بناءً على التكنولوجيا المتقدمة والموارد المالية الكبيرة، وقد نجحت الدول المتقدمة خاصة في ترشيد استهلاك الطاقة لديها وتنويع وتطوير مصادر الطاقة بديلة للبترول وذلك محولة منها لمجابهة تزايد طلبها على الطاقة.

2.4. أهداف الطاقة

ـ السعي إلى تخفيض تكلفة الطاقة على مستوى المجتمع يتضمن البحث عن سبل لتقليل استهلاك الطاقة بشكل كمي، مع مراعاة تحقيق مستوى معيشي يلبي احتياجات ورغبات المجتمع. من الناحية الكيفية، يتضمن هذا الجهد تحديد كيفية إنتاج الطاقة بأقل تكلفة ممكنة.

ـ تأمين كفاءة ضمانية لتوفير الطاقة يتطلب التركيز على تنويع مصادر الطاقة المستخدمة، بدلاً من التركيز الحصري على مصدر واحد. يتضمن هذا النهج الاهتمام بتطورات الأحداث المتعلقة بمصادر الطاقة المتنوعة.

ـ تحسين هيكل الميزان التجاري يشمل السعي إلى زيادة قيمة إنتاج الطاقة باستخدام المصادر الأولية المتاحة على الصعيدين الوطني والمحلي.

ـ حماية البيئة والحفاظ على توازنها.

هذه الأهداف غالبًا ما تكون غير مترابطة وأحيانًا تتعارض. فعلى سبيل المثال، التركيز على خفض تكلفة الإنتاج لا يعني بالضرورة تقليل عجز الميزان التجاري، وكذلك، رغبة في توفير الطاقة قد تقلل من حدة التلوث في بعض الأحيان وتزيد منه في حالات أخرى. وأظهرت دراسات مؤخرًا من قبل خبراء اقتصاد أن اتخاذ إجراءات جادة في اقتصاد الطاقة، وتطوير الموارد الطبيعية، وتنويع مصادر التمويل يمكن أن يقلل من الحاجة إلى المفاعلات النووية. وبديل آخر يمكن أن يكون تقليل الهدر في استهلاك الطاقة، مما يجعل زيادة الاستهلاك تكون أقل من 20% سنويًا، ويمكن استرداد جزء كبير من الطاقة المهدرة في قطاع الصناعة. (جابر، سليماني، مسعودي، 2017)

5. مفهوم الطاقة التقليدية ومصادرها

1.5. مفهوم الطاقة التقليدية

يطلق إسم مصادرالطاقة التقليدية على المصادر التي وفرت حتى الآن معظم احتياجات المجتمعات الصناعية الحديثة من الطاقة مثل الفحم، البترول والغاز الطبيعي، وتعتبر كافة مصادر الطاقة التقليدية موارد ناضبة، ويقصد بالمورد الناضب، الموارد التي ينفد ما يتوفر منها في الطبيعة، أو في مكان معين نتيجة إستخراجه أو إستحدامه ولا تقتصر ظاهرة النضوب على الموارد التقليدية للطاقة الناضبة، وذلك مثل النفط المستخلص من رمال القار، والصخور الزيتية، والنفط والقار المستخلصان من الفحم، ويطلق على النفط والغز المستخلصين من هذه المصادر الثلاثة الوقود الصناعي. (تكواشت عماد، 2012، ص3)

2.5. مصادر الطاقة التقليدية

1.2.5. الفحم

أ. تعريف الفحم

الفحم الحجري يُعَدُّ من تشكيلات الطبيعة ويُوجَد في أعماق الأرض بكميات هائلة على بُعدٍ كبير من سطحها. يتميز بكتل سوداء قابلة للتكامل، ويُعَدُّ المورد الطاقوي الوحيد الذي يتوفر بوفرة. اكتسب الفحم أهميته كمصدر عالمي للطاقة منذ اكتشافه في القرن الثامن عشر، حيث ساهمت استخداماته في تشغيل القواطر الصناعية الجديدة في أوروبا. يظل الطلب عليه حتى اليوم، باعتباره مصدراً هاماً لتلبية الاحتياجات الطاقوية.

ب. خصائص الفحم

الفحم يعد مادة عضوية معقدة تتألف من حلقات كربون مترابطة عن طريق الهيدروكربونات المتنوعة وروابط ذرية متنوعة مثل الأكسجين والنيتروجين والكبريت. عادةً ما يكون تركيبه في المتوسط على النحو التالي: C10H3O (ويمكن هذه النسبة وهي عشر ذرات كربون إلى ثماني ذرات هيدروجين أن تبرز الفرق بين الفحم والنفط الخام الذ بلغ النسبة فيه عشر ذرات كربون إلى سبع عشر ونصف ذرات من الهيدروجين)، يتألف الفحم من مواد نباتية ميتة تتراكم في المستنقعات، وتوجد عادة في رواسب مصبات الأنهار ودلتاها. تصلد هذه المواد وتتحول بفعل الضغط المتزايد ودرجات الحرارة العالية، على نحو يشبه عملية التحول التدريجي للنفط. في المراحل الأولى، تحدث عملية التحول اللاهوائي للمادة النباتية، مما يؤدي إلى تحرر المواد الطيارة وتبددها. ينتج عن ذلك تشكيلات مدمجة غير منتظمة من المركبات الكربونية الغنية. في المرحلة الثانية، يحدث التفحم عبر طبقات الجرافيت، حيث تزداد نسبة الكربون تدريجيا في كل طبقة من هذه الطبقات.

جـ. أنواع الفحم

ـ الفحم النباتي: هي مخلفات تتكون من كربون ينتج عن عملية إزالة الماء من المواد النباتية. يُعرف الطريقة التي يتم فيها تحضيره باسم التقطير الإتلافي، والذي يتضمن حرق المواد بمعزل عن الهواء. يُظهر وجود الأنسجة النباتية في الفحم النباتي والحجري أنهما من أصل نباتي. يتم تحضير الفحم النباتي بواسطة تسخين الخشب، حيث يخسر الخشب كمية من الماء أثناء تحوله إلى فحم نباتي، مما يزيد من نسبة المسامات فيه. الماء في الخشب هو أيضًا المسؤول عن الدخان الكثيف عند حرقه. أما بالنسبة لثقل الفحم الحجري مقارنةً بالفحم النباتي، فيعود ذلك إلى وجود المكونات المعدنية التي توجد فقط في الفحم الحجري.

ـ فحم الكوك: هو مادة كربونية قابلة للاستخدام كوقود من خلال عملية الاحتراق، ويتم تصنيعها بواسطة التقطير الإتلافي للفحم الحجري أو الفحم البيتوميني. يظهر الفحم في النهاية على شكل أحجار سوداء ورمادية جافة، لكنها ليست شديدة الصلابة وقابلة للكسر.

ـ الفحم الحجري: يعتبر من أكثر أنواع الوقود الأحفورية وفرة وفي الوقت ذاته أكثر الأواع إثارة للجدل يسبب تدمير البيئة الناجمة عن أعمال التنجيم من جهة، ومن جهة أخرى بسبب الانعكاسات الناتجة عن حرقه التي تتضمن إطلاق ثاني أكسيد الكربون وظاهرة المطر الحمضي.

2.2.5. النفط

أ. تعريف النفط

النفط يمثل عصب التقدم الصناعي ويعد عنصرًا حيويًا في حياتنا اليومية، ويظهر ذلك بوضوح من خلال الترويج لمقولة "من يملك النفط يملك العالم، ومن يملك العالم يملك القوة". بالإضافة إلى ذلك، يعتبر النفط الوقود الرئيسي على مستوى الاستخدام العالمي حيث يشكل نحو 39% من الوقود التجاري على أساس نفطي. وقد ساعدت التجهيزات المتزايدة والأسعار المنخفضة بعد الحرب العالمية الثانية النفط في تحقيق سيطرته والاحتفاظ بها، ولكن هذا لا يعود فقط إلى الأسباب الاقتصادية بل يعود أيضا إلى أسباب أخرى.

ب. خصائص النفط

للنفط خصائص فريدة تجعله يختلف عن باقي مصادر الطاقة وذلك يرجع للأسباب التالية:

- يُعتبر قوة دافعة للاقتصاد لا مثيل لها، إذ تعمل على تحريك الاقتصاد الصناعي باعتبارها طاقة ومادة خام ورأسمال في الوقت نفسه.

- يُعَدُّ المورد النفيس والمادة الاستراتيجية، حيث يتأثر بالعوامل السياسية والاقتصادية، مما يمنحه طابعًا دوليًا وأهمية خاصة، ومنذ اكتشافه، يشهد العالم سباقًا للسيطرة عليه.

تُعَدُّ صناعة النفط واحدةً من الصناعات الضخمة، حيث تنطوي على مخاطر عالية وتحتاج إلى رؤوس أموال كبيرة نظرًا لصعوبة مراحلها.

- يُعتبر النفط مصدرًا ناضبًا، حيث يتناقص بكثافة استعماله.

- يتميز بتركيب كيميائي فريد، حيث يقدم ما يقارب 80 ألف منتج من المشتقات.

- تتركز معظم منابع النفط في الدول النامية، وتحصل الاقتصاديات الصناعية على هذا المصدر لتحويله إلى رأسمال، من خلال تسيير فروع الاقتصاد وإقامة استثمارات ضخمة، والتي تعود عليها بالفوائض والمكاسب المالية.

وتتميز السلعة النفطية عن غيرها من السلع الأخرى بمميزات معينة من أبرزها نذكر مايلي:

- الميزة التكنولوجية والفنية: وهي ما يرتبط بمستوى تكنولوجيا أساليب ومعدات استغلال الثروة النفطية، فكل تقدم تكنولوجي على وسائل الاستغلال يعزز من مركز النفط وأهميته من خلال تخفيض تكاليف الإنتاج وما ينعكس ذلك على السعر لاحقا.

ـ الميزة الانتاجية: تتميز السلع النفطية بشكل عام بارتفاع إنتاجيتها، ويرجع ذلك إلى استخدام أساليب إنتاج متقدمة فنيا وتكنولوجيا في النشاط الصناعي للنفط.

ـ الميزة النفطية: يقصد بها سهولة نقل المنتجات النفطية من مناطق إنتاجها إلى مناطق استعمالها أو استهلاكها في أي نقطة من العالم.

جـ. أنواع النفط

يوجد عدة أنواع من النفط الخام، لكنها تختلف عن بعضها بشكل واضح كما هو حال الفحم. ترجع تلك الاختلافات بين أنواع النفط إلى الكميات المتفاوتة من المواد الهيدروكربونية وكذلك الكبريت والنيتروجين والأكسجين. يُعتبر وجود الكبريت سمة سلبية في المشتقات النفطية، نظرًا لتوليدها للتلوث عند احتراقها، بالإضافة إلى تأثيره على محتوى الطاقة في وحدة وزن النفط. لذا، كلما قلت نسبة المواد غير الهيدروكربونية في النفط، زادت جودته، وتقل على إثر ذلك الخطوات الضرورية لتنقيته وتكريره للحصول على مشتقاته المتنوعة.

بالإضافة إلى ما تم ذكره، يميز بين أنواع النفط أيضًا استنادًا إلى خصائصه كخام خفيف أو خام ثقيل. يتميز النفط الخفيف بوجود نسبة عالية من الغاز لين، الذي ينفصل عن النفط الخام في مراحل التكرير الأولية، مما يترك جزءًا صغيرًا نسبيًا من المواد الثقيلة التي تتطلب جهدًا أكبر لتكريرها.

3.2.5. الغاز الطبيعي

أ. تعريف الغاز الطبيعي

الغاز الطبيعي النقي لا لون له ولا رائحة، وهو يصلح الاستخدام كوقود مباشرة دون الحاجة لمعالجته، عادة ما يتم اضافة إحدى المواد العضوية ذات رائحة مميزة إلى هذا الغاز، ويحتوي الغاز الطبيعي على نفس العناصر الرئيسية التي يحتوي عليها البترول باعتباره نوع الهيدروكربونات العضوية، وإن كان يتخذ صورة غازية وليست سائلة للارتفاع بنسبة عناصره التي تتطاير في درجات عادية، ومن ثم فقد يوجد في الطبيعة مختلطا بالبترول السائل، فيتكون المكمن البترولي من ثلاث طبقات، طبقة الماء أسفل المكمن، فوقها طبقة البترول السائلة، ثم على القمة طبقة الغاز، وتلك تبعا للتفاوت بين الثلاث طبقات في درجة الكثافة، وهنا يتم استخراج الغاز وتجميعه أثناء استخراج البترول من البئر، ويطلق على الغاز في هذه الحالة مسمى الغاز المصاحب ويساعد وجود الغاز على اندفاع البترول وخروجه من البئر دون معالجات خاصة، وقد يوجد الغاز في حقول غاز لا تحتوي على أي سوائل بترولية.

ب. خصائص الغاز الطبيعي

يتميز الغاز الطبيعي بعدة خصائص نذكر منها:

ـ سرعة اشتعاله واحتراقه الكامل يجعله من أنظف مصادر الطاقة لانعدام المخلفات الضارة بالصحى العامة.

ـ تعتمد بعض الصناعات كالبلاستيك والكيماويات على الميثان الذي يعتبر جزءا من مكونات الغاز الطبيعي.

ـ يستخدم الغاز الطبيعي كمنتج أساسي في الصناعة البيتروكيميائية.

ـ يمكن أن يحل الغاز الطبيعي محل الكثير من المنتجات المكررة التي تستعمل كوقود باستثناء البنزين ووقود الطائرات النفاثة.

ـ يمكن للغاز أن يستخدم في مجال صناعات الطاقة المكثفة، حيث يستخدم بصورة رئيسية في اختزال الألمنيوم والحديد والفولاذ، وإنتاج الاسمنت والزجاج كما يستعمل كوقود في توليد الكهرباء.

جـ. أنواع الغاز الطبيعي

ـ الغاز الجاف: يتواجد داخل المكمن الطبيعي في شكل غازي، ويظل في هذه الحالة داخل طبقات الصخور وأثناء استخراجه من البئر حتى يصل إلى السطح. يتراوح متوسط نسبة الميثان في هذا الغاز بين 96% و98%.

ـ الغاز الغني: هذا النوع من الغاز يظل في حالته الغازية حتى يتم استخراجه إلى السطح؛ وحينئذ تنفصل عنه كمية ضئيلة من المكثفات الهيدروكربونية ويتميز هذا النوع باحتوائه على كمية أكبر من الهيدروكربونات.

ـ الغاز الكثيف: يظهر هذا النوع من الغاز في حالته الأولية على شكل طور غازي، ولكنه يتميز بظاهرة فريدة تخلص في أنه ينفصل عنه فورا وفي داخل المكمن سائل تتزايد كميته باستمرار كلما انخفض الضغط حتى تبلغ هذه الكمية أقصاها، ثم يبدأ بالتحول إلى طور غازي مع استمرارية انخفاض الضغط، ويحتوي هذا الغاز على نسبة عالية من خليط الهيدروكربونات الأثقل في الوزن الجزيئي من البيوتانت، وتعرف جميعها بالمكثفات البترولية. (علاوي، لزازي، 2022)

6. واقع الطاقة والاحتياطات العالمية

مثلما أشار مالتيس في كتاباته أن الموارد لا تتزايد بنفس وتيرة تزايد عدد السكان أعد مجلس الطاقة العالمي تقريرا لمعرفة نسبة احتياطات العالم من الطاقة (The relationship between resources and reserves ''RRR'') والذي يعتبر مؤشر مدى توفر الطاقات غير المتجددة مستقبلا، فالاحتياطات المعروفة من البترول مقدر لها أن تعيش 30 أو 40 سنة، ويؤكد تقرير (RRR) أن احتياطات البترول والغاز محدودة ب 45 إلى 60 سنة مع الأخذ بعين الاعتبار للاكتشافات الجديدة. وتجدر الاشارة أن كل شركو منتجة للبترول وكل دولة تصرح عن احتياطاتها بطريقتها الخاصة، والإشكال المطروح يتمحور حول المعيار الذي يجب أن تحدد على أساسه

الاحتياطات العالمية؟ ومن يحدد الكميات اللازمة من هذه المصادر التي يجب التوقف عندها عن الاستخراج؟ إضافة إلى من يجدر به نشر هذه الاحتياطات؟ والجواب الصحيح هو أن إحصائيات الاحتياطات العالمية تنشر بناءا على مجموعة من المؤشرات، مثلا كفريق عمل شركة منتجة للبترول يكلف بدراسة معينة، أو من أجل التفاوض حول عملية تصدير البترول أو عند محاولة معرفة جدوى استثمار مجموعة من الآبار، وكي يتم توضيح هذا الأمر يشير الجدول التالي كيف تقوم شركة توتال للبترول (Total) بتقييم احتياطات الآبار التي تستغلها والتي صرحت بأنها تكتشف ما يقدر ببرميل واحد من النفط مقابل إنتاج برميلين، والمعلوم أن جميع الشركات لا تصرح عن طبيعة الأسس والطرق التي تعتمدها من أجل تقييم هذا الاحتياطي.

الجدول .1. تقييم احتياطات البترول لآبار شركة توتال (Total).

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

زواوية، 2013، ص29

بني الجدول استنادا على التقارير السنوية لنشاط شركة توتال التي تصرح عن الاحتياطات التي لا تزال مستقرة نسبيا ولم تتذبذب وهذا راجع لإعادة النظر في الاحتياطات السابقة.

الظاهر أيضا أن العالم يكتشف آبارا جديدة أقل بمرتين أو ثلاث مرات مما يتم إنتاجه سنويا، فقد قدر صافي اكتشافات البترول بعد طرح الاستهلاك في سنة 1970 بأزيد من +40 مليار برميل، وتحول إلى أقل من -20 مليار برميل سنة 2000، وهذا لقلة الاكتشافات الجديدة ابتداءا من الثمانينات والتي صارت تقدر بأقل مما يتم استهلاكه حاليا. فالتصريح عن نسب الاحتياطات لشركة معينة لا يخلو من الأهداف الاقتصادية والمالية لأنه إذا تم التصريح عن جميع الاحتياطات فإن سعر البترول سينخفض وإذا حدث العكس سترتفع الأسعار وهذا في غير صالح الدولة المستوردة لهذه المادة الخام، فدول مصدرة مثل السعودية، فنزويلا أو إيران يعتبر البترول فيها القاطرة الوحيدة التمويلية لاقتصادياتها والتي تدفع فاتورتها الدول المستوردة، فليس هنالك أي تقرير شرعي أو هيئة دولية رسمية تراقب وتصرح عن جميع احتياطات العالمم من الموارد الأولية من غير المؤسسات غير الرسمية (كالجريدة الدولية للبترول والغاز مثلا). كما توقعت وكالة الطاقة العالمية AIE أيضا أن مجموع الطاقة

المستهلكة في العالم المستمدة من المصادر غير المتجددة لسنة 2030 ستقدر بما يكافئ قيمة 15265 مليون طن من البترول - Mteq - بالنسبة لجميع القطاعات الاقتصادية بما فيها قطاع الكهرباء والنقل.

جدول .2. الاحتياطي المؤكد من مصادر الطاقة الأولية ومعدلات إنتاجها واستهلاكها

معطيات سنة 2010 مقارنة بسنة 2000.

	البترول 46 سنة	الغاز الطبيعي 59 سنة	الفحم 118 سنة	الطاقة النووية	الطاقة الكهرومائية	الطاقات المتجددة	إنتاج الوقود
الاحتياطيات المؤكدة سنة 2010	1383.2 ألف مليون برميل	187.1 تريليون متر مكعب	860938 مليون طن من الفحم				
الاحتياطيات المؤكدة سنة 2000	1017 ألف مليون برميل	156.9 تريليون متر مكعب	1089 بليون طن				
الإنتاج (مليون طن من البترول)	3913.7	2880.9	3731.4				
الاستهلاك العالمي (مليون طن من البترول)	3908.7	2661.4	3505.6	614.0	736.3	137.4	59.261

زواوية، 2013، ص30

تفترض الأرقام المبينة في الجدول أعلاه ثبات معدلات نمو احتياطات المصادر الأولية من الطاقة عبر الزمن، وهذا راجع إلى التكنولوجيات الجديدة المساعدة في البحث والتنقيب عن آبار جديدة والمسهلة لعمليات الاستخراج والتوزيع، غير أن النمو السكاني واستمرار عجلة التنمية ومتطلباتها من شأنهما التأثير أكثر على وتيرة الاستهلاك، حيث أشارت دراسات كل من والشن و ايفانو (Walsh/Ivanhoe, 2000) أن البترول سيقترب من نضوبه بين سنوات 2050 و2075.

7. استهلاك الطاقة التقليدية والطلب المتزايد (سوق الطاقة)

تقوم الأسواق بخدمة المجتمع عبر تنظيم فعّال للنشاط الاقتصادي. تستخدم الأسواق الأسعار كوسيلة لتلبية احتياجات المجتمع وتحديد القرارات الاقتصادية بطريقة فعّالة. يعتمد نجاح قوة السوق على عمليات غير مركزة لاتخاذ قرارات وتبادل الموارد دون الحاجة إلى تخطيط مركزي عالي القدرة. تسعى أسعار السوق إلى تحسين تخصيص الموارد باستخدام "اليد الخفية" (Invisible hand)، كما وصفها آدم سميث، لتحقيق أفضل نتائج للمجتمع. المصلحة الذاتية والمنافسة تشكلان القوى الدافعة والتنظيمية للسوق. الفكرة الرئيسية وراء فعالية

الأسواق والتبادل الحر هي مفهوم الميزة النسبية (Comparative Advantage)، حيث يتم تفضيل صاحب الميزة النسبية أو تكلفة الفرصة البديلة الأقل. تكون الأسواق ناجحة عندما يتم تخصيص الموارد بكفاءة، وهذه الكفاءة تُعرف في علم الاقتصاد بأمثلية باريتو (pareto Optimality)، حيث لا يمكن إعادة تخصيص الموارد دون تأثير سلبي على أحد على الأقل. يؤدي تبادل السلع والخدمات بحرية إلى تحقيق تخصيص اجتماعي فعّال للموارد، حيث يسعى المستهلكون والمنتجون لتحقيق أقصى منافعهم بطريقة متبادلة.

1.7. الطلب على الطاقة

الطلب على مصادر الطاقة ينشأ كنتيجة للطلب على الصناعات والسلع والخدمات النهائية التي تحتاج إلى استخدام الطاقة في عمليات إنتاجها. يتسم الطلب على الطاقة عمومًا بالزيادة عبر الزمن، ويتأثر بعدة عوامل في زمن ما ولمجتمع معين، ومن أهم محددات الطلب العالمي على الطاقة مايلـــي:

1.1.7. التحول الديمغرافي العالمي: شهدت الفترة الأخيرة نموًا متسارعًا في عدد السكان، ويُرجع هذا النمو إلى حد كبير إلى تقدم العلوم الطبية وارتفاع نسبة الأمل في الحياة. تتوقع التقديرات أن تزيد كثافة السكان من 6 إلى 9 مليار نسمة بحلول سنة 2050 وبالرغم من أن معدل المواليد في العالم قد انخفض في السنوات الأخيرة، غير أن النمو الكبير للسكان يمثله نصف سكان المعمورة من فقراء افريقيا وآسيا الجنوبية خاصة في المناطق شبه الحضرية (Peri-urban areas)، إضافة إلى أن حاجة السكان للطاقة (الكهرباء مثلا) لا تتناقص بسرعة خاصة في المناطق الفقيرة من العالم.

في حالة عدم وجود تطور تكنولوجي عالمي موحد، وإذا قللت الدول المنتجة من اعتمادها على الطاقة البترولية، وقامت بتحسين شبكات السكك الحديدية، على سبيل المثال، لتقليل استهلاك الطاقة في قطاع النقل، أو اعتمدت تقنيات الطاقة الهيدروجينية، فإن ذلك سيؤدي إلى توفير مصدر مستدام للطاقة يخدم نصف سكان العالم، سواء كانت الكهرباء، الخشب، أو البترول. تتوقف استقرار الأوضاع السياسية العالمية على قدرة النظام الطاقي على توفير بدائل فعالة. لذلك، يجب على الدول المنتجة أن تفكر في تقليل استهلاكها للطاقة من أجل تحقيق هدف مشترك يخدم جميع سكان العالم.

2.1.7. الظروف المناخية: يتأثر استخدام الطاقة في العديد من الجوانب بالظروف المناخية، خاصة في الدول الصناعية الكبيرة مثل الولايات المتحدة واليابان وأوروبا الغربية والشرقية. في بعض الأحيان، تشهد مواسم الشتاء انخفاضاً حاداً في درجات الحرارة، مما يؤدي إلى تحول الاستهلاك الرئيسي من البنزين إلى السولار، خاصة في مناطق شمال شرق الولايات المتحدة مثل نيويورك وفيلادلفيا وواشنطن. هذا التغيير يؤدي غالبًا إلى ارتفاع الأسعار.

ومنذ عام 2003، جاء ارتفاع أسعار النفط وليد ازدياد لم يكن في الحسبان نتيجة تدني طاقات التكرير على نحو مفاجئ وانقطاع في إمدادات النفط والغاز الطبيعي في الولايات المتحدة الأمريكية، ففي أعقاب انحسار إعصاري كاترينا وريتا (خريف 2005) أصبح من الواضح أن تأثير النقص في طاقات التكرير على صناعات النفط والغاز الطبيعي وسوائل الغاز نتيجة التغيرات المناخية جاء مشابها وإن كان أقل حدة من أزمات نقص الإمدادات خلال عامي 1973 و1974.

3.1.7. أنماط التنمية المتفاوتة بين مختلف الدول: شهدت التنمية الاقتصادية في العقد الأخير حتى نهاية عام 2000 تباطؤًا أقل من التوقعات المتوقعة في تقرير "الطاقة لعالم الغذ" الصادر عام 1989. يعزى هذا التباطؤ إلى التحولات السياسية التي أثرت على الاتحاد السوفياتي ودول أوروبا الوسطى والشرقية حتى عام 1998. في هذا السياق، شهد النمو الاقتصادي العالمي ارتفاعًا بنسبة 2.8%، وهو رقم أقل من التوقعات المقدرة في تقرير "الطاقة لعالم الغذ" الذي كان يتوقع نموًا بنسبة 3.8% سنويًا. وضعف الهيكل الاقتصادي للدول النامية والذي تجسد في الأزمة المالية الآسيوية سنة 1997، والهشاشة الهيكلية أيضا لدول أمريكا اللاتينية؛ كلها عوامل أثرت على الطلب العالمي على الطاقة، إضافة إلى بروز اقتصاديات الكثير من الدول النامية كدول جنوب غرب آسيا والتي تمثل نصف عدد سكان العالم والتي تسعى لمقاربة نموذجها التنموي من أنماط العيش الأوروبية واليابانية من خلال تطبيق مزيج طاقوي متنوع المصادر من الطاقات الأحفورية والطاقة النووية والطاقات المتجددة، علاوة على ذلك، تعتمد بعض الدول مثل روسيا، أمريكا اللاتينية، أفريقيا الجنوبية، ودول الشرق الأوسط، ذات الكثافة السكانية المتوسطة، بشكل كبير على مصادر واحدة من الطاقة، وهي الطاقات الأحفورية. أما فيما يتعلق بالدول الأفريقية الفقيرة والهند، فإن استهلاك الطاقة للفرد الواحد يعتمد بشكل كبير على البترول في قطاع النقل، وعلى الخشب للطهي، وعلى الفحم لإنتاج الكهرباء. يظهر هنا التفاوت الكبير في استهلاك الطاقة للفرد الواحد بين مختلف دول العالم.

جدول .3. الاستهلاك العالمي من الطاقة حسب المنطقة بين عامي 1973 و2009 بما يكافئ ملايين الأطنان من البترول.

الدول	الاستهلاك الكلي من الطاقة لسنة 1973 والنسبة % من الاستهلاك العالمي		الاستهلاك الكلي من الطاقة لسنة 2009 والنسبة % من الاستهلاك العالمي	
دول منظمة التعاون والتنمية	2818.422	%60.3	3575.084	%42.8
دول خارج منظمة التعاون والتنمية والدول الأوروآسيوية	630.990	%13.5	676.593	%8.1
الصين	369.246	%7.9	1445.069	%17.3
آسيا**	299.136	%6.4	1027.419	%12.3
الشرق الأوسط	32.718	%0.7	392.591	%4.7
أفريقيا	172.938	%3.7	501.180	%6.0
أمريكا اللاتينية	168.264	%3.6	409.297	%4.9
المستودعات***	182.286	%3.9	325.767	%3.9
المجموع	4674	%100	8353	%100

زواوية، 2013، ص33

تتوقع وكالة الطاقة الدولية زيادة في الطلب على الطاقة، حسب دراستها، حيث أظهرت الأبحاث أن الطلب العالمي على النفط ارتفع بنسبة 0.9% خلال النصف الأول من عام 2012. في هذه الفترة، ارتفع استهلاك النفط على مستوى العالم من 89.2 مليون برميل يوميًا في عام 2011 إلى 90.0 مليون برميل يوميًا. وأن الأسواق الأربعة المستهلكة والمتحكمة في الطلب على النفط هي الصين والولايات المتحدة، أوروبا واليابان، حيث أن استهلاك الصين من البترول سيزداد سنة 2012 بمقدار 0.4 مليون برميل يوميا ليصل إلى ما قيمته 9.9 مليون برميل يوميا بما يعادل 50% من إجمالي التوسع العالمي لاستهلاك البترول، وأن استهلاك أوروبا والولايات المتحدة سيتناقص بقيمة 0.3 مليون برميل يوميا (في حدود 13.9 مليون برميل يوميا) و0.2 مليون برميل يوميا (في حدود 18.7 مليون برميل يوميا) على التوالي. ومن المتوقع أيضا أن يصل إنتاج الشرق الأوسط وشمال افريقيا إلى 50 مليون برميل يوميا عام 2020 لتغطية هذا الطلب العالمي. في ستينات القرن الماضي، كانت الولايات المتحدة الأمريكية تعتمد بشكل كامل على مصادرها الخاصة للاستفادة من البترول. ولكن حالياً، أصبحت الولايات المتحدة متوسطة في تبادل الصادرات، حيث تعتمد بنسبة 50٪ على وارداتها من البترول من مناطق مثل الشرق الأوسط وأمريكا الوسطى ونيجيريا.

جدول .4. الطلب العالمي على النفط كل ثلاثي (ث) من سنة 2010 إلى سنة 2012 (مليون برميل يوميا).

	ث 1	ث 2	ث 3	ث 4	2010	ث 1	ث 2	ث 3	ث 4	2011	ث 1	ث 2	ث 3	ث 4	2012
أفريقيا	3.3	3.5	3.4	3.5	**3.4**	3.4	3.4	3.3	3.4	**3.4**	3.5	3.5	3.5	3.5	**3.5**
أمريكا	29.5	30.0	30.6	30.3	**30.1**	30.1	29.8	30.3	30.0	**30.1**	29.7	29.7	30.4	30.3	**30.0**
آسيا	27.2	27.0	26.7	28.3	**27.3**	28.6	27.3	27.4	28.9	**28.1**	29.5	28.0	28.1	29.4	**28.7**
أوروبا	15.0	14.9	15.6	15.5	**15.3**	14.9	14.8	15.4	14.8	**15.0**	14.4	14.4	15.1	14.8	**14.7**
ا س س*	4.4	4.3	4.5	4.6	**4.4**	4.5	4.6	4.8	4.8	**4.7**	4.7	4.7	4.9	4.9	**4.8**
ش. الأوسط	7.4	7.8	8.3	7.7	**7.8**	7.6	8.0	8.5	8.0	**8.0**	7.7	8.2	8.7	8.2	**8.2**
العالم	86.9	87.6	89.2	89.9	**88.4**	89.2	88.0	89.7	89.9	**89.2**	89.5	88.6	90.7	91.1	**90.0**
التغير (%)	2.6	3.3	3.6	3.5	**3.3**	2.6	0.5	0.6	0.1	**0.9**	0.3	0.7	1.1	1.3	**0.9**

زواوية، 2013، ص34

2.7. هيكل الإنتاج وأسعار الطاقة

لفهم الطلب العالمي على مصادر الطاقة التقليدية، يتعين أن نتناول بشكل أساسي هيكل إنتاجها وأسعارها في الأسواق العالمية.

1.2.7. هيكلة الإنتاج :

تشير الإحصاءات إلى وجود علاقة طردية بين معدل النمو الاقتصادي ومعدل الاستهلاك من الطاقة، فيلاحظ أن الدول الصناعية تحتل المرتبة الأعلى في قائمة معدلات استهلاك الطاقة، ويعتبر معدل استهلاك الفرد الواحد من الطاقة مؤشرا لطبيعة التطور الاقتصادي ودرجة النمو، وكشف الإحصاءات أنه بالرغم من توفر الموارد الاقتصادية هائلة لدى الدول النامية خاصة البترول والغاز ورغم أن عدد سكان الدول النامية يزيد بأكثر من أربعة أضعاف عدد سكان الدول الصناعية المتقدمة إلا أن استهلاك الطاقة في الدول النامية يمثل نسبة ضئيلة من إجمالي استهلاك الطاقة على مستوى العالم. والجدول التالي يوضح الناتج المحلي الخام للفرد وعلاقته باستهلاك الطاقة.

جدول .5. العلاقة بين الناتج المحلي الخام واستهلاك الفرد من الطاقة سنة 2011.

البلدان	الكثافة السكانية*	الناتج المحلي الخام للفرد**	إنتاج الطاقة***	استيراد الطاقة***	استهلاك الكهرباء****
دول منظمة التعاون والتنمية	1225	32114	3807	1644	9813
الشرق الأوسط	195	1433	1561	951-	638
دول خارج منظمة التعاون والتنمية الأوروبية والأوروآسيوية	335	2835	1645	580-	1407
الصين	1338	12434	2085	305	3545
آسيا	2208	9094	1310	203	1637
أمريكا اللاتينية	451	3769	751	188-	850
أفريقيا	1009	2565	1133	452-	566
العالم	6761	64244	12292	-	18456

زواوية، 2013، ص35

ينسب تصاعد الطلب على الطاقة في العالم، بشكل دائم، بمعدلات سنوية تتغير بين عام وآخر بحدود 1.5% إلى 2% إلى الحاجة المتزايدة على المصادر الأحفورية، ففي عام 2002 بلغ الطلب على النفط نحو 78.8 مليون برميل يوميا، ارتفع في عام 2004 إلى 82.2 مليون برميل وفي العام 2005 بلغ 83.4 وفي العام 2006 ارتفع الطلب إلى 84.95 مليون برميل. ووصل إلى 86.42 مليون برميل سنة 2007، ليتراجع بعدها إلى 85.99 سنة 2008 وإلى 84.71 مليون برميل سنة 2009 ويعود ذلك لتداعيات أزمة الرهن العقاري وتذبذب الطلب العالمي مسجلا بعدها ارتفاعا مقدرا بـ 3.1% من سنة 2009 إلى سنة 2010 مقدرا بـ 87.38 مليون برميل، تاريخنا يظهر بوضوح أهمية النفط كمصدر حيوي للطاقة، حيث لا تتوقف التجارب التاريخية عن تأكيد أنه لا يمكن الاستغناء عن هذا المورد الطاقوي أبدًا، حيث تستحوذ الولايات المتحدة الأمريكية على ما نسبته 21.1% من هذا الطلب بصفتها المستهلك الأول للنفط، وتستهلك منه الصين ما نسبته 10.6%، وتستهلك أوروبا بكاملها 22.9%، بينما لا تمثل حصة قارة افريقيا بكاملها من هذا الطلب سوى 3.9%، مقابل 8.9% لدول الشرق الأوسط و7% لدول شمال ووسط القارة الأمريكية، ولأن امدادات الغاز الطبيعي حاليا تشكل أقل من 24% من استهلاك الطاقة الأولية في العالم، استهلاك الغاز الطبيعي يتركز بشكل رئيسي في ثلاث مناطق رئيسية، وهي أمريكا الشمالية وأوروبا والاتحاد السوفييتي السابق. على عكس النفط، يُعَتَبَرُ نقل الغاز على مسافات طويلة أمراً مكلفاً، حيث تتزايد تكاليف نقل الغاز عبر الأنابيب نتيجة لزيادة النفقات المتعلقة بالحجم.، ويظهر الجدول الموالي حصص الوقود من استهلاك الطاقة الأولية في العالم.

جدول .6. حصص الوقود من استهلاك الطاقة العالمية بملايين الأطنان من النفط.

المصدر	1999	2000	2004	2006	2009	2010	2011
النفط			3798.6	3836.8	3908.7	4031.9	4059.1
الغاز الطبيعي			2425.2	2474.7	2661.4	2843.1	2905.6
الفحم			2798.9	2929.8	3305.6	3532.0	3724.3
الطاقة النووية			625.1	627.2	614.0	626.3	599.3
الطاقة الكهرومائية			643.2	668.7	736.3	778.9	791.5
طاقة متجددة					137.4	165.5	194.8
المجموع	**9048.8**	**9285.0**	**10291.0**	**10537.1**	**11363.2**	**11977.8**	**12274.6**

زواوية، 2013، ص36

يبين الجدول مساهمة مصادر الطاقة الأولية في إنتاج الوقود الحيوي، حيث نلاحظ أن الطلب على الطاقة لا يزال متزايدا وبوتيرة ثابتة نسبيا حيث قدرت الزيادة بين عامي 1999 و2000 بنسبة 1.02%، لتحافظ نسبة التغير على ثباتها طيلة الفترة الممتدة من 2004 إلى سنة 2011، ويقدر حاليا نمو إجمالي الاستهلاك العالمي من الطاقات الأولية ما نسبته 2.5%، ومنه فإن استهلاك العالم من الوقود يعتبر مستقرا نسبيا إلى متزايد وهذا راجع بصفة كبيرة لإستبدال مصادر الطاقة لبعضها البعض دون تغير أنماط الاستهلاك الحالية. فعلى الرغم من أن سوق الفحم الحجري تخسر من حصتها في السوق حيث انخفضت من حصة شبه مساوية للنفط إلى ما نسبته 26% في عام 1980، فإن حصة النفط من الاستهلاك العالمي قد بلغت الذروة في أوائل السبعينات وتبلغ الآن حوالي 33.1% وهي (سوق النفط) بذلك تواصل خسارة حصصها السوقية خاصة في السنوات الاثني عشر الأخيرة وتُعتبر نسبة مساهمة النفط في السوق العالمية حالياً أقل من تلك في بداية عام 1965.

2.2.7. أسعار النفط

إن ارتفاع أسعار البترول يفضي إلى ترشيد الاستهلاك من جهة ومن جهة أخرى يشجع على إحلال مصادر الوقود محل بعضها البعض "Inter fuel substitution" والمقصود بترشيد الاستهلاك ليس فقط القضاء على الفاقد في استهلاك الطاقة ولكن إحلال عناصر إنتاج بأخرى في العملية الانتاجية، إضافة لأن التجهيزات الرأسمالية طويلة الأجل التي تحتاج إلى طاقة يكون من الصعب التخلص منها قبل انتهاء فترة حياتها الإنتاجية وتظل تستهلك نفس القدر من الطاقة، مثل هذه التجهيزات في المنازل والمكاتب وناطحات السحاب، مما يؤدي إلى تقليل من مرونة الطلب على الطاقة.

ـ هناك عاملان رئيسيان يؤثران أيضًا في الأسعار، وهما معدلات التضخم وسعر صرف الدولار. ومن المعروف أن النفط يُسعر بالدولار، ورغم وجود محاولات سابقة لتسعيره بعملات أخرى مثل اليورو أو سلة العملات، إلا أنها لم تنجح، وظل الدولار هو العملة التسعير الوحيدة.

ـ المضاربات في أسواق النفط، وهي ظاهرة ظهرت بشكل ملحوظ في العقدين الأخيرين، تساهم بدورها في رفع أسعار البترول فالمتعاملون في هذه الأسواق لا يكترثون بالسعر الحقيقي بل بالصعود والهبوط للنفط في الأسواق المالية وذلك حتى يستطيعوا مواصلة إجراء عمليات البيع والشراء.

ـ من العوامل الرئيسية الأخرى المؤثرة على أسعار النفط، يأتي المخزون النفطي الأمريكي في مقدمة العوامل المؤثرة، نظرًا للوزن الكبير الذي يحمله الاقتصاد الأمريكي. يتم إصدار تقريرين أسبوعيين من قبل جهتين رئيسيتين في الولايات المتحدة، وهما المعهد الأمريكي للبترول ووزارة الطاقة الأمريكية، لتقدير مخزون النفط الخام والمشتقات النفطية، والتي تحدد بناءً عليها الأسعار. يُعد رفع أسعار النفط أيضًا في مصلحة شركات النفط العالمية، حيث أظهرت الأرقام أن جميع هذه الشركات حققت أرباحًا هائلة في عام 2005، وهو الأمر الذي يترتب عليه دفع ضرائب على جزء كبير من هذه الأرباح. وبناءً على ذلك، يكمن مصلحة هذه الشركات في رفع أسعار النفط، خاصة عندما يحين وقت تسعير وتقدير مخزونها.

8. الآثار الناجمة عن استخدام الطاقات التقليدية

1.8. الآثار الاقتصادية

يتسبب التدهور البيئي في تأثيرات سيئة على التنمية الاقتصادية، إذ ترتفع تكاليف الإنتاج الفعلية، وتنخفض إنتاجية الأرض والعمل. يتناقص الإنتاج والصادرات، وبالتالي يتناقص الدخل الضريبي. سواء كان ذلك بسبب نقص المياه المحلي في الولايات المتحدة، أو نقص أخشاب الوقود في الهند، أو نقص الغذاء في أفريقيا، فإن الارتباط الواضح بين استنزاف الموارد والضغوط الاقتصادية يظهر واضحًا. يعد تقييم تكلفة التدهور البيئي جزءًا هامًا في ربط البيئة بالتنمية الاقتصادية والاجتماعية. يأتي التدهور البيئي من مصادر مثل تلوث الهواء والمياه، وتآكل الشواطئ والمناطق الساحلية، وإدارة الصرف الصحي السيئة، ونضوب الموارد الطبيعية، وتدهور التربة، ورمي النفايات. تطوّرت فكرة حساب التدهور البيئي من خلال تحليل المنفعة الفردية والتكلفة الجماعية. وبتطبيق النظرية الاقتصادية على القضايا البيئية، أضحى لدينا الاعتراف بأن البيئة والموارد الطبيعية تمتلك قيمة اقتصادية، سواء كان ذلك عند استهلاكها أو استنزافها. ببساطة، المنفعة تشير إلى الأثر الإيجابي على البيئة (مثل الهواء النقي)، بينما تعتبر التكلفة هي الأثر السلبي على البيئة (المبلغ المدفوع للحصول على الهواء النقي).

2.8. الآثار الاجتماعية والسياسية

تعد الآثار على الصحة والمتمثلة في تزايد سوء التغذية وما يتبعه من زيادة في معدلات الوفيات من أخطر النتائج الاجتماعية للتدهور البيئي، وتتمثل المخاطر البيئية على الصحة ونوعية الحياة بمايلي:

ـ نقص في امدادات المياه النظيفة والصالحة للشرب.

ـ تلوث الهواء الداخلي والخارجي.

ـ النقص في خدمات الصرف الصحي، وتلوث المياه النظيفة.

ـ تراكم النفايات الصلبة والمواد الكيميائية الزراعية والصناعية والطبية غير المعالجة والتي تؤثر على نوعية الهواء والموارد الطبيعية، والأملاك العقارية وعلى نوعية المياه الجوفية والصحة العامة.

3.8. الآثار البيئية

بالرغم من تفاوت المخاطر والأضرار الصحيةوالبيئية الناتجة عن الطاقات التقليدية حسب مصادرها إلا أنها تشترك في مساهمتها غي تدمير البيئة والتأثير على الحياة وذلك باختلاف طرق الاستخراج والأغراض التي تستخدم فيـــــها:

نلاحظ من الجدول أن الفحم الحجري هو المساهم الأكبر في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو وهذا لطبيعته الفيزيائية والتي تحتاج لعمليات حرقه عند استخدامه أو ضرورة حرق بعض المواد العضوية للحصول على الخث، ولكن البترول يعتبر الملوث الأول وهذا لأنه المصدر الوحيد الذي يستهلك بكميات كبيرة فضلا عن تعدد مشتقاته البتروكيماوية وتعدد استعمالاته، ويلاحظ أيضا أن ارتفاع نسبة غازات ثاني أكسيد الكربون في الجو راجعة لكثافة استخدام الطاقات الأحفورية في العملية الصناعية، وأنه إذا ما واصل العالم عمليات الاستخراج والاستهلاك بهذه الوتيرة فإن العالم سيفقد توازن خمس تركيبته الأحيائية ومنه التأثير على الغلاف الجوي والعديد من المشاكل البيئية مثلما هو مبين في الجدول الموالـــــي:

جدول .7. إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون لمصادر الطاقات التقليدية.

	2005	2006	2007	2008	2009
البترول	11125.656	11166.420	11143.911	11077.064	10887.688
الغاز الطبيعي	5748.255	5868.630	6077.690	6273.429	6031.983
الفحم	11492.239	11904.172	12502.905	13049.011	13393.577
إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العالم	28336.150	28939.222	29724.505	30399.503	30313.248

زواوية، 2013، ص48

يظهر الجدول الموالي أن زيادة نسب ثاني أكسيد الكربون في الجو ترجع إلى الاستخدام المكثف للطاقة الأحفورية في العمليات الصناعية. إذا استمر العالم في استخراج واستهلاك هذه الموارد بهذا النطاق، فإنه سيواجه فقدان توازن بيئي كبير، مما يؤدي إلى مشاكل بيئية واسعة، بما في ذلك التأثير السلبي على الغلاف الجوي، كما يتضح في الجدول التالي:

جدول .8. أهم التأثيرت البيئية لمصادر الطاقة التقليدية.

مصدر الطاقة	التأثيرات البيئية
الفحم	• تلوث المياه السطحية والجوفية. • اضطراب وتغيرات في استخدام الأراضي وتدهور النظام البيئي. • انبعاثات غازات ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين.
النفط	• تلوث سطح التربة بالغازات الثقيلة ومخلفات الرماد والخث. • تدهور التربة وانجرافها نتيجة عمليات الاستخراج والنقل.
الغاز الطبيعي	• تغيرات عالمية في المناخ بسبب انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون والغازات الحابسة للحرارة. • تلوث البحار والمحيطات.

زواوية، 2013، ص48

خلاصة

يتوفر أنواع الوقود الأحفورية في الأرض بكميات محدودة، وحالما نستهلك جميع مصادرها فسنفقد الطاقة التي تحويها إلى الأبد، إضافة إلى أن حرقها للحصول على الطاقة يؤدي إلى تلوق الهواء بفعل عوادم الغاز، لذلك يسعى العلماء والمهندسون في أرجاء العالم للبحث عن طرق جديدة لتوفير الطاقة من خلال إيجاد مصادر للطاقة لا تنضب ولا تلوث الهواء في الوقت نفسه.

الفصل الثاني :

المبادئ الأساسية للطاقات المتجددة

تمهيد

تعتبر الطاقات المتجددة خيارا مهما وقيّما للإمداد بالطاقة فهي مصادر تخفف الضغط على البيئة، وتعمل على تخفيض معدلات استخدام الطاقة الأحفورية، وتحافظ عليها كاحتياطي استراتيجي للأجيال المقبلة، فماذا نعني بمصطلح الطاقات المتجددة؟ فيما تتمثل مصادرها؟ ما هي مجالات استخدامها؟ وفيما تكمن هي ايجابياتها وعيوبها ؟ وكذلك ما هي أهم معوقات نمو استخدامها؟ وما أهمية التوجه نحو استخدام الطاقات المتجددة؟

1. تعريف الطاقات المتجددة

عرفت مختلف الدولية الطاقات المتجددة حسب تعدد توجهاتها وحسب درجة حرصها على ضرورة اللجوء إلى استخدامها، وفيما يلي نورد البعض منها:

تعرف الطاقة المتجددة (Renewable Energy) بأنها الطاقة التي يتم الحصول عليها من مصادر بمعدل أقل من أو يساوي إعادة سد النقص في المصدر.

تعريف برنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة UNEP: الطاقة المتجددة عبارة عن طاقة لا يكون مصدرها مخزون ثابت ومحدود في الطبيعة، تتجدد بصفة دورية أسرع من وتيرة استهلاكها، وتظهر في الأشكال الخمسة التالية: الكتلة الحيوية، أشعة الشمس، الرياح، الطاقة الكهرومائية وطاقة باطن الأرض.

تعريف وكالة الطاقة العالمية IEA: تتشكل الطاقة المتجددة من مصادر الطاقة الناتجة عن مسارات الطبيعة التلقائية كأشعة الشمس والرياح في الطبيعة بوتيرة أعلى من وتيرة استهلاكها.

تعريف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC: الطاقة المتجددة هي كل طاقة يكون مصدرها شمسي، جيوفيزيائي أو بيولوجي 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 كالحرارة والطاقة الكهربائية والطاقة الحركية باستخدام تكنولوجيات متعددة تسمح بتوفير خدمات الطاقة من وقود وكهرباء.

من خلال مجمل التعاريف السابقة نخلص إلى أن الطاقات المتجددة، تكون ذات مصدر طبيعي، تتصف بالتجدد بوتيرة أكبر من استعمالها. كما تتميز بضالة أو انعدام المخلفات الضارة بالبيئة عند الاستعمال. ويكون استعمالها بشكل مستمر كمصدر بديل ودائم للطاقة. (موشحانا، الكوزاني، 2015، ص10).

2. مصادر الطاقات المتجددة

1.2. الطاقة الشمسية

تعتبر الشمس من الطاقات الأساسية والضرورية لحياة الإنسان. إذ تشكل ثروة هامة تلعب دورًا حيويًا في جوانب الحياة الصحية والاقتصادية. فلا وجود للحياة بدون شمس، حيث تكون مسؤولة بصورة مباشر أو غير مباشر تقريبا عن جميع مصادر الطاقة على سطح الأرض. وتعد الطاقة الشمسية من أهم أنواع الطاقة التي يمكن للإنسان الاستفادة منها. وأشعة الشمس هي عبارة عن أشعة كهرومغناطيسية طيفها المرئي يشكل 49% وغير المرئي كالأشعة الفوق بنفسجية يشكل 2% والأشعة دون الحمراء 49%، وتختلف الطاقة الشمسية حسب حركتها وبعدها بالنسبة إلى الأرض، بالإضافة إلى اختلاف كثافة أشعة الشمس وشدتها فوق خريطة الأرض حسب فصول السنة ، وبعدها عن الأرض وميولها ووضعها فوق المواقع الجغرافية طول النهار أو خلال السنة، و كذلك حسب كثافة السحب التي تحجبها لأنها تقلل من كمية الأشعة التي تصل إلى سطح الأرض.

2.2. طاقة الكتلة الحيوية (الإحيائية)

يشير مصطلح الكتلة الحيوية إلى كل المواد ذات الأصل النباتي والحيواني، كالأشجار والنباتات والمخلفات الزراعية وبقايا الحيوانات كالروث وغيرها، بالإضافة إلى المخلفات الصلبة الصناعية والبشرية التي يمكن الاستفادة منها عن طريق إطلاق طاقتها الكامنة بالحرق المباشر أو التخمير... إلخ.

طاقة الكتلة الحيوية هي كتلة المواد العضوية غير الأحفورية من الأصل البيولوجي، وهي الطاقة الناجمة عن المخلفات العضوية والحيوانية والنباتية والإنسانية والقابلة للتحلل سواء كانت سائلة أو صلبة.

صورة.2. دورة الوقود الحيوي (https://aawsat.com)

3.2. طاقة الرياح

تعد طاقة الرياح أحد مظاهر الطاقة الشمسية حيث يؤدي تسخين طبقات الهواء بفعل أشعة الشمس، التي تختلف في درجاتها في مواقع مختلفة وفي طبقات الجو المتعددة، حيث أنها تتحكم في تلك الزاوية التي تسقط بها الأشعة الشمسية على هذه الطبقة، وينتقل الهواء البارد ليحل محل الهواء الساخن في حين يرتفع الهواء الساخن بدوره ليحل مكانه الهواء البارد. وبذلك تعتبر الطاقة الشمسية المسبب الأساسي للرياح نتيجة تفاوت الضغط الجوي، فمنذ قرون عديدة استخدمت طاقة الرياح لدفع المراكب والسفن على سطح البحر وطحن الحبوب وغيرها من الاستخدامات، وطاقة الرياح هي القدرة التي تمكن الرياح من تحريك الأشياء فهي تشكل الطاقة الحركية، كما تعتبر طاقة الرياح طاقة هائلة يمكن الحصول من خلالها على ملايين كيلواط من الطاقة، إذ تقام أعمدة ترتفع أكثر من عشرين متر على سواحل البحار وفي المناطق المكشوفة والأماكن المرتفعة فوق الجبال والهضاب، وتوضع فوقها أجهزة قياس سرعة وإتجاه الرياح ويمكن بعد دراسات تستغرق أعواما طويلة معرفة أحوالها المختلفة من سرعات وأوقات الهبوب واتاجاهاتها وأحسن الطرق لاستغلالها عمليا واقتصاديا، ويوجد هناك نوعين من طاقة الرياح، طاقة الرياح البرية وطاقة الرياح البحرية.

صورة.3. أعمدة تحمل عنفات هوائية لتوليد الكهرباء(https://arwikipedia.org)

4.2. الطاقة المائية والبحرية

تغطي المياه نسبة 72% من مساحة سطح الأرض، فهي توجد بصورة محيطات، بحار، بحيرات وأنهار، ونتيجة لهذا التوزع قامت العديد من الدول باستغلال الوفرة الهائلة لتلك المصادر لتوليد الطاقة الكهربائية، وفيما يلي سنتطرق للطاقة المائية والطاقة البحرية.

1.4.2. الطاقة المائية

الطاقة المائية هي أي طاقة كهربائية تتولد بواسطة الطاقة التي يحتويها الماء، ويشار أليها في مختلف المصادر والمراجع بالكهرومائية للدلالة على الطاقة الكهربائية الت تتولد من مساقط المياه.

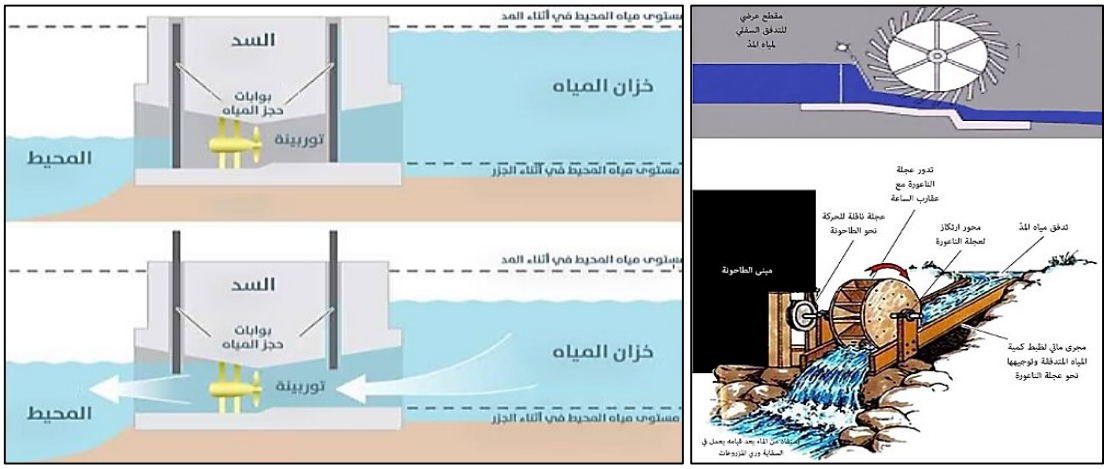
تقنية استخدام مصادر الطاقة المائية لديها جذور تاريخية طويلة ومعروفة منذ عقود. يظهر أن تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية من هذا النوع من المصادر تُشكل تحديًا قويًا للمصادر التقليدية، وحالياً تستخدم مصادر الطاقة المائية في أكثر من 30 دولة. قد شهدت تطورًا كبيرًا في تقنية هذا النوع من المصادر، حيث تم التقدم من استخدام دولاب خشبي لتحويل جزء صغير من طاقة المياه إلى طاقة ميكانيكية إلى استخدام توربين ومولد يدوران بسرعة 1500 دورة في الدقيقة لإنتاج الطاقة الكهربائية.

صورة.4. توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة المائية (https://ar.wikipedia.com)

2.4.2. الطاقة البحرية

أ. طاقة المد والجزر

تُعتبر طاقة المد والجزر من الوسائل الطبيعية للحصول على الطاقة الميكانيكية، حيث يتكون ظاهرة المد من ارتفاع سطح البحر في المناطق المعرضة لتأثير الشمس والقمر، حيث تغطي المياه الشواطئ الواقعة في هذه المناطق. بالمقابل، تحدث ظاهرة الجزر بعد مدة من الزمن، عندما ينخفض سطح البحر وتنسحب المياه مرة أخرى إلى البحر. يُستغل هذا التبديل في مستوى المياه لتوليد الطاقة الكهربائية، حيث يُقام سد عند مدخل الخليج الذي يتميز بفارق كبير في مستوى المياه بين فترة المد والجزر. يُنصب توربينات توليد الكهرباء عند بوابة هذا السد لاستفادة من حركة المياه وتحويلها إلى طاقة كهربائية.



صورة .5. توليد الطاقة الكهربائية باستخدام طاقة المد والجزر قديما وحديثا.

(https://www.syr-res.com)

ب. طاقة الأمواج

لقد انشغل المفكرون منذ قرون بفكرة استخدام الأمواج كمصدر للاستفادة من الطاقة، ورغم تجدد هذه الأفكار على مر العصور، فإن الاهتمام الجاد بتحويلها إلى واقع عملي لم ينشأ إلا في سبعينات القرن الماضي. يُعتبر الاستخدام المناسب لهذه الطاقة في المناطق ذات الأمواج العالية والتي تعتبر مصادر الطاقة التقليدية فيها باهظة، كما هو الحال في الجزر النائية. ومن المهم إجراء تطويرات تقنية لجعل هذا المصدر ملائمًا من الناحية التقنية والاقتصادية.

أجهزة العمود ذو منسوب الماء المتغير الأجهزة ذات الرأس النقطي الطافي

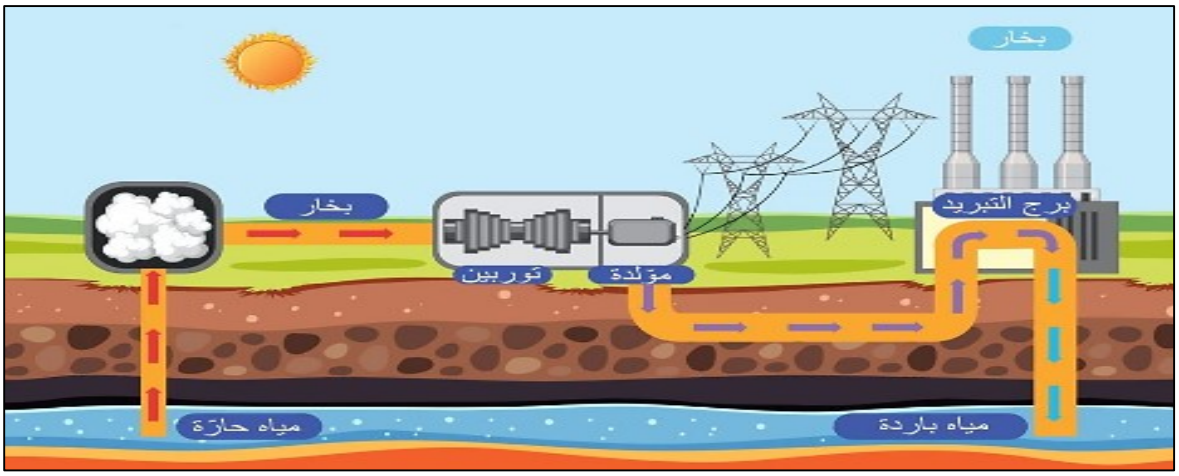
صورة.6. طرق توليد الطاقة الكهربائية باستخدام طاقة الأمواج

(https://www.Kawngroup.com)

5.2. طاقة الحرارة الجوفية (الأرضية)

يرجع تاريخ وجود الطاقة الجوفية الحرارية إلى زمن نشأة الأرض، حيث تعتبر طاقة باطن الأرض من بين أبرز مصادر الطاقة المتجددة، والحرارة الجوفية هي الحرارة الطبيعية للأرض الناتجة عن وجود عناصر مشعة في أعماق الأرض، وهي طاقة حرارية مرتفعة جدا مخزنة في باطن الأرض في الصهارة، يُقَدَّر من قِبَل الخبراء أن 99% من كتلة الكرة الأرضية تتألف من صخور تتجاوز حرارتها 1000 درجة مئوية. كما اعتبروا أن هذه الحرارة كافية لتوليد كميات هائلة من الكهرباء في المستقبل.

أُجريت أول تجربة لتوليد الكهرباء من بخار جوف الأرض في إيطاليا في عام 1904، وكانت بقوة إنتاج تبلغ 280 ألف كيلوواط. كما توجد محطات لتوليد الكهرباء باستخدام الحرارة الجوفية في عدة دول من بينها روسيا، اليابان، المكسيك، والولايات المتحدة الأمريكية. أما في الدول العربية، فإن هذا المصدر من مصادر الطاقة المتجددة يكون متاحًا في بعض البلدان مثل الجزائر، المغرب، جيبوتي، اليمن، السعودية، وبدرجة أقل في الأردن، مصر، السودان، وتونس.



صورة.7. المحطات البخارية الوميضية (https://www.capasande.de)

6.2. طاقة الهيدروجين

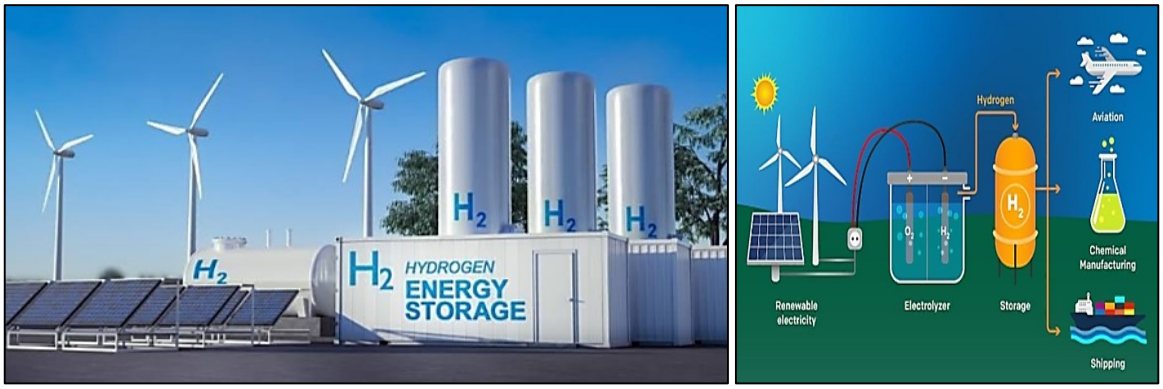
يعتبر غاز الهيدروجين من المصادر الهامة للطاقة المتجددة فهو نوع مهم من أنواع الوقود، ومرشح ليلعب دورا مهما في توفير الطاقة في المستقبل فهو النوع الأخف والأنظف من أنواع الوقود وهو موجود بكثرة في الطبيعة ولكن ليس مستقلا فهو يدخل في تشكيل الماء والهواء ويمكن استخراج الهيدروجين بالطرق التالية:

ـ التحليل الكهربائي: وهي الطريقة الأكثر شيوعا، يتم ذلك عن طريق تمرير تيار كهربائي في الماء مما يؤدي إلى تحليله إلى عنصرين مستقلين عن بعضهما (الهيدروجين والأكسجين).

ـ التحليل الحراري: يتم ذلك بتسخين بخار الماء تحت درجة حرارة تقدر بـ 2500، وعندئذ يتحلل الماء إلى الهيدروجين والأكسجين، يتم الحصول على الأول والتخلص من الثاني إن لم تكن هناك حاجة إليه، لكن المشكلات التي تعترض هذه الطريقة تتمثل في الحصول على الحرارة اللازمة لهذه العملية.

ـ الطاقة الكيميائية الحرارية: تعتمد هذه الطريقة على تفاعل الماء مع بعض المركبات الكيميائية في درجات حرارة عالية تصل إلى 800 درجة، مما يؤدي إلى تحلل الماء بعد سلسلة من التفاعلات وغالبا يستخدم في هذه الطريقة كلوريد الحديد مع بخار الماء.

ـ التركيب الضوئي: تتمثل هذه الطريقة في أن النباتات في الطبيعة تقوم بعملية تحليل الماء الذي تمتصه فيما يسمى بعملية التركيب الضوئي إلى عنصرين وهما الهيدروجين والأكسجين، وهذه العملية لا تتم إلا بوجود وسيط اليخضور. (براهيمي، بن يعيش، 2016)



صورة.8. إنتاج الهيدرجين باستخدام الطاقة الكهربائية

(https://www.arabrena.com)

3. مجالات استخدام الطاقات المتجددة

1.3. استخدامات الطاقة الشمسية

أ ـ الاستعمال الحراري للطاقة الشمسية

استخدامات الحرارة المستمدة من الطاقة الشمسية متعددة، وأكثرها شيوعا استخدامها لأغراض التدفئة والتبريد في المباني. يظهر أن هذا المجال يشهد نجاحًا متزايدًا في ساحة الاستفادة من الطاقة الشمسية، حيث تتاح الفرص لتحقيق تنافسية اقتصادية في غضون فترة زمنية قصيرة. تعتمد أنظمة التدفئة على تصميم المباني الذي يشمل سقوفًا مصنوعة من طبقات من المواد البلاستيكية قادرة على تجميع وتركيز أشعة الشمس. يمر خلالها أنابيب المياه، وتسخن هذه المياه بهذه الطريقة. يوجد حاليًا عدد قليل من المنازل في أوروبا وأمريكا واليابان التي تعتمد على هذا الأسلوب لتدفئتها.

أما فيما يتعلق باستخدام الطاقة الشمسية في عمليات التبريد، يتم تطوير أنظمة كيميائية خاصة، وهي أكثر تعقيدًا من عمليات التدفئة. ومع ذلك، تتزايد حاجة تبريد المباني في الوقت الذي يشهد زيادة في شدة الإشعاع الشمسي.

ب ـ استخدام الطاقة الشمسية في الزراعة

الطاقة أحد المتطلبات الرئيسية للزراعة وتنمية المناطق الريفية، كما أن النباتات تستخدم ضوء الشمس وثاني أكسيد الكربون والماء لتحولها إلى طاقة تنمو بها، ويمكن لمصادر الطاقة المتجددة أن تحل بعض مشاكل المناطق الريفية مثل تحويل المخلفات الزراعية إلى غاز حيوي، إلى جانب استخدام الطاقة الشمسية في ضخ المياه، والبيوت البلاستيكية الزراعية، وتجفيف المحاصيل وكذلك في الطهي.

جـ ـ استخدام الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء

تحويل الطاقة الشمسية المباشرة إلى طاقة كهربائية يعتبر إنجازًا علميًا رائعًا ويُعتبر أفضل التقنيات المستخدمة حاليًا في مجال الطاقة المتجددة. تتألف الخلية الشمسية من طبقتين رقيقتين من مادة شبه موصلة، إحداهما موجبة والأخرى سالبة، وتُصنع من السيليكون أو مواد أخرى. يمكن تعريف الخلية الشمسية بأنها بطارية شمسية تولد تيارًا يتناسب مع شدة الإشعاع الشمسي، ويمكن أن يصل إلى قيم تتراوح بين 2.5 و3 أمبير في أوقات الإشعاع الشمسي الأعلى. يركز الاهتمام على إدخال الفولتوضوئيات كمصدر للطاقة المتجددة في التطبيقات الأرضية لتطوير التقنية وتوسيع وسائل الاستخدام في مختلف القطاعات مثل السكن والصحة والتعليم والصناعة والزراعة وغيرها. في المناطق المعزولة والنائية التي تعاني من نقص الشبكات الكهربائية العامة، تساهم الفولتوضوئيات في تحفيز التنمية الاقتصادية والتقدم الاجتماعي المحلي. تُعتبر المسطحات الفولتوضوئية مصدرًا مستدامًا للطاقة كمصدر كهربائي، حيث لا تحتوي على أجزاء متحركة، وتتميز بعمر طويل يتراوح بين 15 و35 عامًا وتأثير بيئي إيجابي. تضفي هذه التطورات العلمية جاذبية معمارية على المباني، ومن المتوقع أن تساهم مستقبلا في العودة العكسية للهجرة وخاصة في المناطق النائية الصحراوية منها، وتحقيق آثار اقتصادية واجتماعية إيجابية للسكان.

صورة .9. الألواح الشمسية (https://edarabia.com)

2.3. استخدامات طاقة الكتلة الحيوية

أ ـ استخدام طاقة الكتلة الحيوية في توليد الكهرباء

حرق الكتلة الحيوية والحرارة المتولدة عنها تستخدم مباشرة لأغراض التدفئة كما يمكن أن تستخدم لدفع التوربينات وتوليد الكهرباء.

ـ تحويل الكتلة الحيوية إلى وقود

يمكن تحويل الكتلة الحيوية أيضًا إلى وقود يستخدم في قطاع النقل، وهو غالبًا ما يُعرف بالوقود الحيوي. يستند مفهوم الوقود الحيوي على فكرة استخدام مصدر متجدد من أنواع معينة من المحاصيل، حيث يتم إعادة معالجتها للحصول على وقود يمكن استخدامه في وسائل النقل التقليدية، مما يقلل من الاعتماد على النفط.

جدول .9. يبين طرق تحويل الكتلة الحيوية إلى وقود

المادة الأولية	طريقة التحويل	الوقود الناتج
البذور الزيتية	الاستخلاص	وقود زيتي
السكر و النشا	التخمر	الكحول الايثيلي
الخشب و السيليلوز	التغويز و التمييع	الكحول المثيلي
الخشب	الكربنة	فحم الخشب
البقايا الحيوانية و الزراعية	الهضم اللاهوائي	غاز الميثان
بقايا الوسط الحضري و الخشب و المخلفات الزراعية	التكسير الحراري	زيت، فحم، غاز
المخلفات الزراعية و الخشب	التغوير	غاز المولدات

(براهيمي، بن يعيش، 2016)

3.3. استخدامات طاقة الرياح

تعد تكنولوجيا طاقة الرياح حاليًا ناضجة، حيث يكون لها تكلفة اقتصادية تنافسية في المواقع ذات سرعة رياح عالية، مقارنةً بتقنيات توليد الطاقة التقليدية وذلك مع مراعاة التأثيرات البيئية. شهد تطور تكنولوجيا طاقة الرياح تقدمًا ملحوظًا منذ نهاية عام 1999، حيث ارتفع إجمالي القدرة الإنتاجية للتوربينات إلى 14 جيغاواط. وقد تضاعف هذا الرقم بنسبة 12 مرة خلال العقد اللاحق، ليصل إلى 160 جيغاواط بحلول نهاية عام 2009.

4.3. استخدامات الطاقة المائية

أ ـ تحويل طاقة المياه إلى طاقة ميكانيكية

تشمل الطاقة المائية الطاقة الناتجة عن حركة المياه أو سقوطها. كانت طاقة المياه واحدة من أقدم أشكال الطاقة التي استفاد منها الإنسان، حيث عرف الإنسان كيفية استخدامها قبل حوالي 2000 عام. حيث ابتكر الإنسان ماء الساقية (الناعورة)، وهو عبارة عن عجلة مزودة بأرياش حول إطارها. عندما يرتطم الماء المتحرك بالأرياش فإنه يدير العجلة ويستخدم العجلة الدوارة في تسيير آلة. بهذه الطريقة، يتم تحويل طاقة المياه إلى طاقة ميكانيكية.

ب ـ استخدام الطاقة المائية في توليد الكهرباء

في الوقت الحاضر، يُعتبر إنتاج الكهرباء من الطاقة المائية واحدًا من أهم التطبيقات. عندما يتدفق الماء من منطقة مرتفعة إلى منطقة منخفضة، يقوم بتشغيل التوربينات التي تدير المولدات الكهربائية. يعتمد أداء التوربين على نفس المبدأ الذي يعتمد عليه ماء الساقية.

يُطلق على الكهرباء التي تتم إنتاجها بهذه الطريقة اسم "الكهرباء المائية". هناك كميات هائلة من الطاقة المتاحة في حركات المد والجزر في المحيطات، ويمكن الاستفادة من هذه الطاقة في مختلف التطبيقات. على سبيل المثال، تعمل محطات توليد الطاقة الكهربائية من حركات المد والجزر كمحطات هيدروكهربائية، حيث يتم تحويل حركة مياه المد والجزر المتحركة إلى طاقة كهربائية.

5.3. استخدامات طاقة الحرارة الجوفية

أ ـ استخدامات طاقة الحرارة الجوفية في توليد الكهرباء

يُستفاد من الطاقة الحرارية في إنتاج الكهرباء، ولتحقيق ذلك يتعين حفر أنابيب عديدة إلى أعماق كبيرة، قد تصل إلى ما يقارب 5 كيلومترات. تعتبر عملية مكلفة للغاية، على الرغم من توفر الطاقة الأساسية بشكل مجاني وبكميات هائلة، إلا أنه من الصعب الحصول عليها.

ب ـ استخدامات أخرى

في بعض الحالات، يتم استخدام المياه الساخنة للتدفئة عندما تكون درجة الحرارة قريبة من سطح الأرض، ويمكن العثور عليها على عمق يصل إلى 150 مترًا، أو في بعض المناطق حيث تظهر على شكل ينابيع

حارة تتدفق إلى سطح الأرض. كما يتم الاستفادة من الطاقة الحرارية المنبعثة من الحمم البركانية لتدفئة المنازل، وقد بدأت هذه الطريقة في الاستخدام منذ عام 1974.(بوحنة، ينينب، 2021)

4. ايجابيات استغلال الطاقات المتجددة

1.4. الطاقة الشمسية

ـ طاقة متجددة ومستدامة: تعتبر الطاقة الشمسية موردًا متجددًا غير قابل للنضوب، ومتاحًا بشكل مجاني، مما يسهل إقامة مشاريع مستدامة تعتمد على استغلالها.

ـ الألواح الشمسية سهلة التركيب: مستلزمات الطاقة الشمسية غير ظاهرة تقريبا، خاصةً عند تنصيب الألواح الشمسية على أسطح المباني، مما يعني عدم الحاجة إلى مهارات متقدمة أو معدات خاصة. يمكن تركيبها بسهولة على سطوح المنازل ضمن مشاريع منزلية صغيرة، وتتطلب الحد الأدنى من الصيانة للحفاظ على أدائها بشكل فعّال. بالإضافة إلى ذلك، لا تسبب تركيب الألواح الشمسية في المنازل أي انبعاثات ضارة أو إزعاج، وتُظهر تأثيراً إيجابياً على البيئة.

ـ طاقة نظيفة: عدم مساهمة الطاقة الشمسية في تلوث البيئة، هذه المشكلة التي تواجه الانسان المعاصر وتبدو كأنها خارجة عن سيطرته وتهدد حياة الانسان ومستقبله والناتجة في معظمها عن الاستغلال المفرط لمصادر الطاقة الملوثة للبيئة كالنفط والفحم والغاز الطبيعي.

ـ تتمتع الاستفادة من الطاقة الشمسية بحرية عدم التبعية للسيطرة السياسية والدولية أو القيود المحلية، مما يسمح بتوسيع نطاق استخدامها دون قيود تقنية أو إدارية.

ـ تُتيح الطاقة الشمسية إمكانية الاستفادة منها في معظم المواقع، حيث يمكن إقامة المشاريع بسهولة في أماكن متنوعة قرب التجمعات السكنية أو المناطق الصناعية، دون الحاجة إلى وسائل نقل أو تحميل. تعتبر هذه التقنية الشمسية الطريقة الأمثل لاستمداد الطاقة الكهربائية في المناطق الجبلية، الصحراوية وعرض البحر، ويتم استخدامها بنجاح لتلبية احتياجات الطاقة الكهربائية للأقمار الصناعية.

ـ تكنولوجيا الطاقة الشمسية لا تحتاج إلى أنظمة معقدة ولا تشكل مخاطر على العاملين والأفراد الآخرين بنفس القدر الذي قد يتواجد في استخدام مصادر طاقة أخرى.

2.4. طاقة الكتلة الحيوية

تتميز طاقة الكتلة الحيوية بالإضافة إلى أنها طاقة متجددة غير ناضبة ولا تشكل ضررا على البيئة بالأشياء التالية:

ـ الوفرة على أوسع نطاق في الكرة الأرضية لكونها تتشكل من النفايات والبقايا الحيوانية والإنسانية ومخلفات الزراعة والصناعة الصلبة والسائلة.

ـ تستعمل الكتلة الحية في توليد الكهرباء والحرارة بالإضافة إلى أنها تستعمل لتوليد الغاز الحيوي.

ـ تحتوي على الأقل على 0.1% من الكبريت ومن 3 إلى 5% من الرماد، إضافة إلى أن حجم ثاني أكسيد الكربون المنبعث من الكتلة الحية عند حرقها يعادل الحجم المنبعث منها عند عملية التركيب الضوئي، وهذا يعني أنها لا تشكل خطرا على البيئة لأنها لا تطلق كميات إضافية من ثاني أكسيد الكربون في الطبيعة.

3.4. طاقة الرياح

ـ يمكن الاستفادة من الأراضي التي تركب عليها التوربينات في الفلاحة والزراعة.

ـ لا ينتج عن تشغيلها أية انبعاثات لغازات الدفيئة أو فضلات.

ـ تتصف بالمرونة لأن التوربينات ذات أحجام مختلفة، وهي ملائمة لتوفير الطاقة للأماكن البعيدة أو النائية، كما يمكن ربطها بشبكة الطاقة الوطينة.

4.4. الطاقة المائية

ـ تعد الطاقة المائية من الطاقات المتجددة النظيفة لكون عملية توليدها واستخدامها لا تتضمن أي من العمليات الملوثة كالاحتراق والعمليات الفيزيائية والكيماوية التي تنبعث منها مركبات سامة تلوث البيئة.

ـ إن بناء محطات توليد الكهرومائية والسدود يترتب عنه فوائد عديدة، منها السيطرة على الفيضانات وتنظيم معدل تدفق المياه خلال مواسم مختلفة، إلى جانب ري الأراضي الزراعية المجاورة، وتأسيس مواقع للسياحة والاستجمام، وتحسين جودة المياه.

5.4. الطاقة البحرية

ـ طاقة نظيفة غير ملوثة للبيئة كما أنها مصدر متجدد لا ينضب إضافة إلى ذلك فهي طاقة مجانية.

ـ محطات طاقة الأمواج يمكن أن تبنى عمليا على طول أي ساحل بحر.

ـ يمكن استخدامها أماكن سياحية ومزارع أسماك.

6.4. طاقة الحرارة الجوفية

ـ تعد طاقة الحرارة الجوفية طاقة نظيفة وصديقة للبيئة، ولا تسبب أي تلوث سواء في استخراجها أو في تحويلها أو في استعمالها.

ـ توجد بكميات كبيرة في العديد من بلدان العالم، إضافة إلى المردود العالي للطاقة المستخرجة منها.

ـ إقامة محطات توليد الكهرباء باستعمال الطاقة الجوفية لا تحتاج إلى أراضي شاسعة.

ـ محطات الطاقة الجوفية ليست عرضة لتقلبات الطقس أو إضربات سياسية.

ـ محطات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الجوفية يمكن أن تعمل 24/24 ساعة في اليوم، وهذا غير ممكن في أي محطة تستخدم مصدر آخر من مصادر الطاقة المتجددة.(حمزة، 2018)

7.4. طاقة الهيدروجين

يتميز الهيدروجين بمميزات تجعل منه وقودا مثاليا في المستقبل بالمقارنة مع الأنواع الأخرى المتوفرة من أنواع الوقود ومن بين هذه المميزات نذكر:

ـ سهولة نقل الهيدروجين على شكل سائل أو غازي في صهاريج أو أنابيب، إضافة إلى امكانية تخزينه لفترات طويلة لاستعماله عند الحاجة دون أن يفقد خصائصه أو يفقد قيمته.

ـ الهيدروجين هو عنصر قابل للاشتعال ويتمتع بمحتوى حراري عالٍ، وعند احتراقه، لا تتكون أي ملوثات ضارة للبيئة أو الطبيعة. هذا يمنحه ميزة استخدام أفضل مقارنةً بالوقود الأحفوري.

ـ يمكن استخدام الهيدروجين للاستهلاك المنزلي في الطهي والتسخين والتدفئة بدل الغاز الطبيعي، كما يمتلك إمكانية استخدامه كوقود للمركبات ووسائل النقل بإجراء تغييرات طفيفة على المحركات المعمول بها حاليا.

ـ ضآلة الطاقة اللازمة لبدأ احتراقه مقارنة بالمصادر الأخرى.

ـ يعد من مصادر الطاقة المتجددة غير الناضبة وهو متوافر بكميات هائلة في الطبيعة، وخصوصا في مياه البحار والمحيطات.

ـ كمية الطاقة الحرارية المولدة من الهيدروجين السائل تفوق بمعامل 2.75 الحرارة التي يولدها حجم مشابه من المشتقات النفطية. بالإضافة إلى ذلك، يحتوي الهيدروجين الغازي على ثلث محتوى الحرارة للغاز الطبيعي، مما يجعل الهيدروجين السائل خيارًا مثاليًا للصواريخ والطائرات فائقة السرعة. يُعَدُّ انخفاض كثافة الهيدروجين، جنبًا إلى جنب مع محتواه الحراري، سببًا في جعل الطاقة الكامنة في خزان محدد يحتوي على الهيدروجين السائل تفوق أضعاف الطاقة الكامنة في خزان مماثل من أي وقود آخر يُستخدَم في نفس الغرض.

ـ تـُؤدي عملية إنتاج الهيدروجين باستخدام تحليل كهربائي للماء إلى إنتاج الأكسجين أيضًا. يتمتع الهيدروجين بعدة استخدامات مهمة، من بينها استخدامه في صناعة إنتاج الفولاذ.(براهيمي، بن يعيش، 2016)

5. عيوب الطاقات المتجددة

1.5. الطاقة الشمسية

ـ بالنسبة للاستخدام المنزلي، قد لا تكون مساحة تركيب أنظمة الطاقة الشمسية كبيرة ويُمكن تثبيتها بسهولة على أسطح المنازل. ومع ذلك، يختلف الأمر بالنسبة للشركات الكبيرة، حيث يتطلب الأمر مساحات واسعة لتحقيق فعالية قصوى في توليد الكهرباء بشكل دائم. ونظرًا لأن الفضاء المطلوب يكون كبيرًا، يصبح عامل التكلفة والمساحة اللازمة للتركيب أمورًا حاسمة تؤثر بشكل كبير في دراسات الجدوى لتنفيذ أنظمة الطاقة الشمسية في المدن الكبيرة وفي المواقع التي تشهد ارتفاعًا في أسعار الأراضي.

ـ الطاقة الشمسية تظل غير متاحة بشكل مستمر، مما يستلزم تطوير نظام فعّال لتخزينها، يُعتبر تخزين الطاقة الشمسية في البطاريات خيارًا، ولكن يظهر أن هذا الخيار يترافق مع تحديات مالية، حيث تكون تكلفة

البطاريات مرتفعة، وتكون فترة عمرها الافتراضي قصيرة بالمقارنة مع تكلفتها، بحيث يتم شحن البطاريات خلال ساعات النهار لتوفير الطاقة التي يمكن استخدامها خلال ساعات الليل.

ـ كفاءة النظام الشمسي يقل في أيام المطر والغيوم، لذلك في النظم المستقلة عن الشبكة يجب عمل بطاريات تخزين تسع لثلاث أو أربع أيام لتفادي انقطاع التيار في حالة سوء الأحوال الجوية.

ـ التكلفة الأولية لشراء نظام شمسي عالية إلى حد ما، يشمل ذلك دفع ثمن الألواح الشمسية والبطاريات والأسلاك وهيكل التثبيت، هذه التكلفة عائق أمام محدودي الدخل الذين يحصلون حاليا على الكهرباء مدعمة من الحكومة.

2.5. طاقة الكتلة الحيوية

تتعرض تقنيات طاقة الكتلة الحيوية للكثير من الانتقادات نتيجة للتوسع المتزايد الذي تشهده الدول في اعتمادها على هذا النوع من الطاقة. يؤدي هذا التوسع إلى آثار سلبية على البيئة والأمن الغذائي، ويتسبب في تأثيرات على التربة. يمكن تسليط الضوء على أهم العيوب الرئيسية كالتالي:

ـ يتطلب إنتاج الكتلة الحيوية زراعة مساحات كبيرة مما يؤدي إلى تناقص مساحة الأراضي المخصصة لزراعة المنتجات الغذائية، حيث تؤدي إلى ارتفاع أسعار الغذاء بشكل كبير، وخير دليل على ذلك ما حدث من ارتفاع في عام 2007.

ـ إن حرق الكتلة الحيوية بشكل مباشر يساهم بشكل كبير في ظاهرة الاحتباس الحراري.

ـ زيادة استهلاك الخشب لتوليد الطاقة يؤدي إلى ارتفاع أسعار الخشب ومنتجاته.

ـ انتشار التصحر نتيجة لقطع الأشجار بشكل عشوائي مما يؤدي إلى تعرية التربة.

3.5. طاقة الرياح

ـ عند إقامة مزارع الرياح الكبرى أو عند إنشاء مئات من توربينات الرياح الكبيرة يكون التأثير البصري لدوران التوربينات والضوضاء الصادرة عنها ومخاطر اصطدام الطيور مما يتسبب في الكثير من الأحيان بقتلها خاصة أوقات التكاثر مما يهدد بانقراضها، فضلا عن بعض التأثيرات الأخرى على النباتات والحيوان وكذلك ارتفاع تكاليفها الاقتصادية خاصة فيما يخص مزارع الرياح البحرية.

ـ مصدر غير ثابت فالطاقة الناتجة عن الرياح متغيرة حسب الزمن في اليوم الواحد (عواصف ورياح عادية) وخلال فصول السنة الواحدة، كما أنها متغيرة حسب المكان أيضا، ويمكن تفادي ذلك بعمل بطاريات لاختزان الطاقة واستخدامها في الأوقات التي لا تهب فيها الرياح أو تكون سرعتها ضعيفة، إضافة إلى مدى المنطقة التي تغطيها ومقدار السرعة والاتجاه.

ـ أن يكون موقع مزرعة الرياح مكشوفا ولا توجد حوله حواجز جبلية أو مرتفعات تحجب حركة الرياح.

ـ تتطلب مزارع طاقة الرياح مساحات شاسعة من الأراضي ومنه فهي ليست مناسبة لكل البلدان.

ـ الافتقار للخطط وكذا المعلومات والإحصائيات والهياكل التنظيمية للتصنيع والتوزيع والصيانة، والتردد في دمج كهرباء طاقة الرياح في الشبكات العامة.

4.5. الطاقة المائية

ـ التكاليف إنشاء المحطات الكهرومائية مرتفعة مقارنة بالمحطات الطاقة التقليدية.

ـ يترتب عن إقامة السدود نشأة بحبرات تؤدي إلى غمر مساحات واسعة من الأراضي.

ـ يتطلب نقل التيار الكهربائي لمسافات بعيدة إقامة مراكز للضغط العالي مما يؤدي إلى زيادة التكاليف.

5.5. الطاقة البحرية

ـ تحتاج إلى معدات معقدة تعمل تحت ظروف مناخية صعبة.

ـ ارتفاع التكاليف المطلوبة لإنجاز هذا النوع من المحطات وفي المقابل الطاقة الناتجة لن تكون مستمرة.

ـ استعمال هذه التقنية في المياه المالحة يعرض القطع المعدنية إلى الصدأ ومنه وجوب الصيانة الدائمة.

ـ طاقة المد والجزر محدودة مقارنة بمصادر أخرى، وإستغلالها يضل مرهونا بأوقات معينة.

6.5. الطاقة الحرارية الجوفية

ـ يمكن تطبيقها في المياه ذات الحرارة المرتفعة أو فائقة الحرارة فقط، حيث أن بعض الأماكن تمتلك طبيعيا مياه جوفية حارة لكنها ليست حار بما فيه الكفاية لإنتاج البخار المطلوب لإدارة التوربينات.

ـ إقامة محطات توليد الكهرباء باستعمال الطاقة الجوفية عملية باهظة التكاليف.

ـ يمنع إقامة محطات للطاقة الجوفية في المناطق التي بها نشاطات للزلازل والبراكين رغم توفر المياه الحارة بها.

ـ الطاقة الجوفية لها تأثيرات بيئية مشابهة تقريبا لتلك الناتجة عن الطاقة التقليدية، حيث تحتوي السوائل المستخرجة من أعماق الأرض على خليط من الغازات، منها ثاني أكسيد الكربون، الميثان، سلفيد الكبريت والأمونيا، وتشارك تلك الغازات في مشكلة المطر الحمضي والاحتباس الحراري.(حمزة، 2018)

7.5. طاقة الهيدروجين

بالرغم من الايجابيات التي يتمتع بها الهيدروجين إلا أنه لا يخلو من بعض العيوب التي نذكر منها:

ـ الإعتماد الكبير على الغاز الطبيعي في إنتاج الهيدروجين وهذا لا يحل مشكلة نفاد الطاقة الأحفورية وكذا إنبعاث الغازات المضرة بالبيئة.

ـ تكلفة إنتاج الهيدروجين مرتفعة، حيث يتطلب إنتاج متر مكعب من الهيدروجين في معظم الأجهزة الحالية ما بين 4.5 إلى 4.8 كيلوواط في الساعة. تتمركز الجهود البحثية في تحسين كفاءة هذه الخلايا بهدف تقليص التكاليف.

ـ تختلف البنية التحتية لإنتاج الهيدروجين عن تلك المستخدمة في مصادر الطاقة الحالية، مما يستلزم إجراء تعديلات قد تكون مكلفة.

ـ إنخفاض الطاقة في وحدة الحجم من الهيدروجين وهو ما يعني الحاجة إلى خزانات كبيرة للإحتفاظ به وقت الحاجة.(براهيمي، بن يعيش، 2016)

6. معوقات نمو استخدام الطاقات المتجددة

هناك مجموعة من العوائق والتحديات التي تواجه نمو الطاقات المتجددة وانتشارها وهي:

1.6. العائق السياسي والتشريعي:

يتمثل هذا العائق بعدم وجود سياسات واضحة تسير عليها الحكومات لتحقيق التنمية المستدامة والأهداف المرجوة، ما يجعل انتشار الطاقة المتجددة والنمو المستدام للفترة الحالية في نوع من عدم التنظيم والوضوح في الخطوات التي تدعم نمو وانتشار ودعم القطاع واستثماراته، فضلا عن غياب التعاون المدروس بين الجهات الحكومية والتنفيذية ذات صلة، كصناع القرار والمؤسسات المالية ومزودي التجهيزات والمستعملين.

2.6. العائق التكنولوجي لتقنيات الطاقة

يظهر هذا العائق في عدة مجالات وهي:

ـ البحوث والتطوير: لاتزال بعض أنواع تقنيات الطاقة في مرحلة التطوير والدراسة، ولم تصل إلى الجودة الكاملة.

أ ـ الخبرات والكفاءات: كالافتقار إلى الخبرات الفنية والتصنيع المحلي في الدول النامية.

ب ـ الخطط الاستراتيجية والتنفيذ: حيث أن هناك ضعفا في التوازن بين الفاعلية المتعلقة بتكنولوجيا الطاقة المتجددة على المستوى المحلي مع استراتيجيات التفعيل.

جـ ـ التمويل والدعم المالي: يظهر في عدم توافر الحوافز المالية، كتقديم التمويل والخصومات الضريبية الجمركية وإشراك القطاع الخاص من خلالها.

3.6. العوائق المالية

تشمل العوائق المالية مايلي:

ـ الفرق بين سعر تكلفة بيع الطاقة ومتوسط تكلفة إنتاجها.

ـ ارتفاع التكلفة الرأسمالية لمشاريع الطاقة المتجددة مع تزايد النفقات الاستثمارية أمام المستثمرين الراغبين في استرداد رأس المال خلال فترة قصيرة.

ـ تذبذب أسعار الوقود مع دعم الدول للوقود، بما قد يحد من انتشار قطاع الطاقة المتجددة ونموه، وحل مشكلات التلوث المناخي.

4.6. المعوقات القانونية

تختلف هذه المعوقات بحسب أنظمة الدول من النواحي القانونية، لكن لوحظ في العديد من الدول غياب اللوائح والقوانين الوطنية للطاقة، والتراخيص والموافقات القانونية، كتسهيل عملية انتشار استخدامات الطاقة والاستثمار، وضبط المسائل السلوكية الخاصة بنقص الوعي وأهمية دور الطاقة المتجددة.

5.6. المعوقات المناخية

قد تؤدي التغيرات المناخية كالغبار، الغيوم ومشاكل المياه والرياح إلى التعطل في توليد الطاقة المتجددة، مما ينعكس سلبا بتردد البعض في دعم مجالات القطاع المختلفة والبحث عن تقنيات ذات كفاءة عالية، قادرة على مواجهة المتغيرات والمشاكل المناخية التي قد تعارض أدائها وكفائتها في الانتاج.(بوحنة، ينينب، 2021)

7. أهمية التوجه نحو الطاقات المتجددة

للطاقات المتجددة أهمية كبيرة وفوائد تعد ولا تحصى، يمكن توضيحها فيما يلي:

- مصادر دائمة تساهم بنسبة كبيرة في تلبية نسبة عالية من الاحتياجات الطاقوية.
- تعزيز إمكانية الوصول إلى خدمات الطاقة في المناطق البعيدة والقرى النائية، حيث يكون الاستهلاك منخفضًا وهو ما يساهم في رفع مستوى المعيشة في هذه المناطق.
- يتيح استخدام مصادر الطاقة المتجددة للدول الاعتماد على مواردها المحلية، وبالتالي تخفيف الضغط على الأسواق العالمية للطاقة التقليدية.
- توفير فرص جديدة ومنه زيادة الدخل السنوي.
- دفع عجلة التنمية بينما نحفاظ على البيئة (تخفيض انبعاثات الغازات الدفيئة).(بورحلي، 2021، ص4)

خلاصة

تعتبر الطاقات المتجددة بمثابة الخيار الأفضل بكثير مقارنة بالطاقات الأحفورية، نظرًا لأنها تتمتع بالاستدامة والنظافة، وتقلل من التلوث بشكل كبير. كما تساهم في تأمين احتياجات الطاقة بشكل فعّال، بينما تحمي البيئة من التأثيرات الضار؛ وذلك لأن المصادر النفطية لا تكفي للأجيال المستقبلية نظرا لأن كمياتها محدودة في الطبيعة، وهذا ما دفع العديد من الدول والحكومات لتبني بعض الآليات والأساليب لدعم وتشجيع التوجه نحو الاستثمار في الطاقات المتجددة.

الفصل الثالث :

واقع الطاقات المتجددة في العالم والوطن العربي

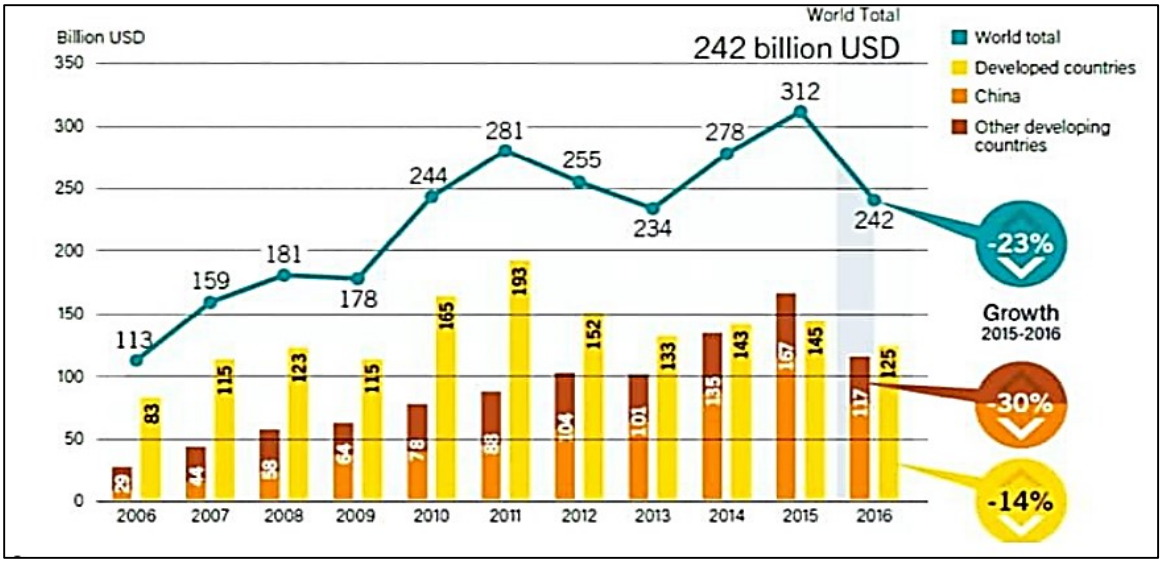
تمهيد

رغم أن حصة الطاقة المتجددة تظل متواضعة في الوقت الحالي، إلا أن أسواقها تشهد نموًا ملحوظًا. فقد وضعت العديد من الدول حول العالم استثمارًا في مجال الطاقات المتجددة كهدف يسعى إليه، بهدف تعزيز الاقتصاد الوطني وتعزيز التواصل الدولي، سواء كانت تلك الدول متقدمة أو نامية. لذا، يتعين تسليط الضوء على واقع وتطور هذه الطاقات في جميع أنحاء العالم.

1. الاستثمارات العالمية في الطاقات المتجددة

في بداية القرن الواحد والعشرين، شهدنا نشاطًا ملحوظًا من قبل القوى الاقتصادية المتعددة والجمعيات الخاصة المعنية بالبيئة. هذه الجهات تعمل جاهدة على توجيه العالم نحو نظام طاقة جديد يقلل من الاعتماد على الوقود الأحفوري، ويشجع على الاستثمار في مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة التي تحافظ على استدامة البيئة وتوازنها. تميزت هذه الفترة بتقدم كبير في مجال إنتاج الطاقة المتجددة، حيث بلغت مساهمتها حوالي 18% من احتياجات الطاقة عالميًا في عام 2006، تتوزع بين 13% من الكتلة الحيوية، و3% من الطاقة الكهرومائية، و2% من مصادر الطاقة المتجددة الجديدة مثل الطاقة الشمسية، والحرارة الجوفية، والمحطات المائية الصغيرة، والجيل الجديد من الكتلة الحية. في عام 2008، ارتفعت مساهمة الطاقة المتجددة إلى 19% من إجمالي الإنتاج العالمي للطاقة، ووصلت إلى 19.3% في عام 2015.

في عام 2016، شهد العالم انخفاضًا بارزًا في الاستثمارات الجديدة في مشاريع الطاقة المتجددة بنسبة تصل إلى حوالي 23% مقارنة بعام 2015، حيث بلغت قيمتها حوالي 242 مليار دولار، مقابل 312 مليار دولار في العام السابق. ورغم ذلك، فإن تكلفة إنتاج الطاقة من الرياح البرية شهدت انخفاضًا يقدر بنحو 11.5%، بينما انخفضت تكلفة طاقة الرياح البحرية بنسبة 10%. وعلى الرغم من ذلك، فإن كمية الطاقة المتجددة المثبتة زادت في عام 2016 لتبلغ حوالي 161 ميغاواط، مقارنة بـ 127.5 ميغاواط في عام 2015، حيث ساهمت الطاقة الشمسية بنسبة 47%، تلتها طاقة الرياح بنسبة 34%، ثم طاقة الرياح البحرية بنسبة 15.5%.



الشكل.1. تطور حجم الاستثمارات العالمية في الطاقات المتجددة خلال (2006-2016)
(Renewables 2017 Global Status Report, P112)

تشير البيانات إلى أن الاستثمارات في مجال الطاقات المتجددة في الدول النامية كانت متدنية نسبياً مقارنة بالدول المتقدمة، ويرجع سبب ذلك إلى غناها بالموارد الطبيعية الأحفورية، بما في ذلك البترول والغاز الطبيعي. ومع انخفاض أسعار البترول وتقلص مخزونه، خاصة خلال الفترة من عام 2008 إلى عام 2016، شهدت الدول النامية زيادة ملحوظة في الاستثمارات في هذا المجال. يرجع هذا الارتفاع إلى زيادة حجم الاستثمارات الأجنبية في هذه الدول، بالإضافة إلى التطور التكنولوجي والتقدم الذي شهدته تقنيات الطاقات المتجددة.

في عام 2016، يلاحظ انخفاض حجم الاستثمار العالمي في مجال الطاقات المتجددة، وذلك بسبب انخفاض تكلفة الإنتاج نتيجة للتقدم التكنولوجي في مختلف قطاعات الإنتاج، خاصة في مجالي الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. بالإضافة إلى تراجع النشاط في سوقين رئيسيين، وهما الصين التي شهدت زيادة في استثماراتها، وبعض الأسواق الناشئة، إلى عوامل متعددة.

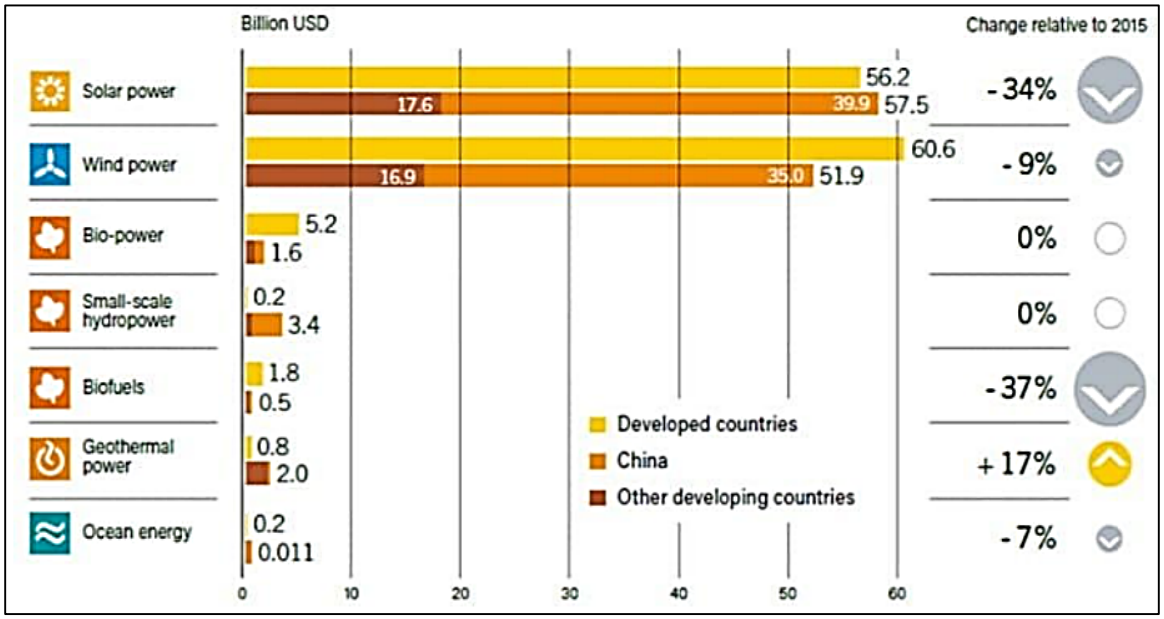
2. توزيع الاستثمارات حسب الطاقات وحسب الدول

وفقًا لتقرير برنامج البيئة التابع للأمم المتحدة الصادر في يونيو 2007، بلغت الاستثمارات في مصادر الطاقة المتجددة حوالي 100 مليار دولار في عام 2006، نتيجة للقلق المتزايد من ظاهرة الاحتباس الحراري. وقد

تم توجيه 75% من هذه الاستثمارات إلى الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا، بينما توزعت النسبة المتبقية من 25% على باقي دول العالم.

وتشير وكالة الطاقة الدولية إلى أنه من المتوقع أن تمثل مصادر الطاقة المتجددة، مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية، ثلث إجمالي إنتاج الكهرباء عالميًا بحلول عام 2035. أي أنه من المتوقع أن يكون هناك تحول تدريجي نحو الاعتماد على الطاقة المتجددة كمصدر أساسي لإنتاج الكهرباء. ويعزز هذا التحول انخفاض تكاليف التكنولوجيا والدعم المستمر للطاقات المتجددة، حيث بلغت الدعم المالي 88 مليار دولار عالميًا في عام 2011، ومن المتوقع أن يرتفع إلى 240 مليار دولار بحلول عام 2035.

في عام 2013، بلغت الاستثمارات العالمية الجديدة في مجالات الطاقة المتجددة، باستثناء الطاقة الكهرومائية، حوالي 214.4 مليار دولار، مسجلة انخفاضًا بنسبة 14% عن العام السابق، وبنسبة 23% عام 2011. عندما نأخذ في الاعتبار الاستثمارات غير المدرجة في مجال الطاقة الكهرومائية، يصل إجمالي الاستثمارات الجديدة في الطاقة المتجددة إلى 249.9 مليار دولار في عام 2013. شهدت هذه الاستثمارات انخفاضًا بعد عدة سنوات من النمو، يعزى جزئيًا إلى حالة عدم اليقين بشأن سياسات الحوافز في أوروبا والولايات المتحدة، وجزئيًا إلى الانخفاض الحاد في تكاليف التكنولوجيا المستخدمة.



الشكل.2. التوزيع الجغرافي للاستثمارات العالمية في الطاقات المتجددة حسب كل مصدر سنة 2016
(Renewables 2017 Global Status Report, P112)

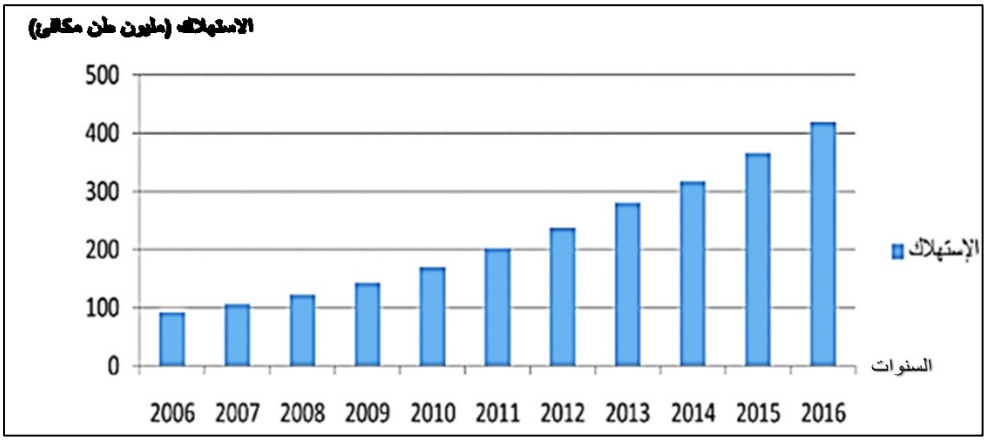
في عام 2016، أصبحت الطاقة الشمسية القائدة في مجال الطاقة المتجددة، حيث بلغت الاستثمارات فيها 113.7 مليار دولار، وتلتها طاقة الرياح بـ 112.5 مليار دولار. وفي الوقت الحالي، تتصدر الصين القائمة في هذا المجال، حيث بلغت استثماراتها في الطاقة الشمسية 39.9 مليار دولار، وفي طاقة الرياح 35 مليار دولار. يلاحظ أن الاستثمار في الطاقة الشمسية قد ارتفع في الدول النامية والأسواق الناشئة، بينما تراجعت الاستثمارات في الدول المتقدمة.

يظهر من البيانات أن الاستثمارات في مصادر الطاقة المتجددة قد شهدت انخفاضًا مقارنة بعام 2015، حيث انخفضت بنسبة 34% في حالة الطاقة الشمسية و9% في حالة طاقة الرياح. ومع ذلك، سجلت زيادة بنسبة 17% في حالة الطاقة الحرارية. (تقرير الأمين العام السنوي الرابع والأربعون، 2017)

3. الاستهلاك العالمي للطاقات المتجددة

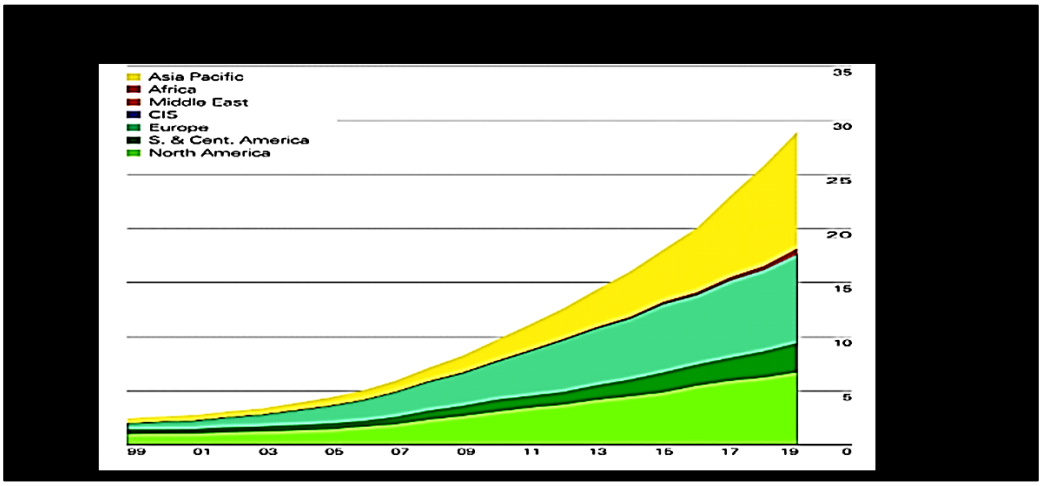
عند تصفح تقرير شبكة سياسات الطاقة المتجددة للقرن الحادي والعشرين لعام 2017، يتضح أن عام 2016 شهد تطورات مهمة أسهمت في زيادة الاهتمام بالاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة. ومن بين هذه التطورات كان استمرار انخفاض أسعار الوقود الأحفوري، وتراجع تكاليف التكنولوجيا النظيفة، إلى جانب تحفيزات مستمرة لتطوير تقنيات تخزين الطاقة.

تبرز أهمية الاستثمارات في التجهيزات الخاصة بالطاقات المتجددة من خلال دورها الفعّال في إنتاج الطاقة النظيفة. فقد ساهمت هذه التجهيزات بنسبة تعادل 9.1% من إجمالي الإنتاج العالمي للكهرباء في عام 2014، مقارنة بنسبة 8.5% في العام السابق، مما أدى إلى تقليص انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمقدار 3.1 جيغا طن. ووفقًا للتقرير، استمر هذا الانخفاض في الانبعاثات السامة لثلاث سنوات متتالية حتى عام 2016، ويرجع ذلك جزئياً إلى تراجع استخدام الفحم عالميًا وتحسين كفاءة الطاقة المتجددة. كما تشير الإحصائيات إلى تجاوز الطاقة المتجددة لحاجز 2000 جيغاواط في نهاية عام 2016، بنمو يقدر بنسبة 8.7%، نفس النسبة التي سجلتها الطاقة المستمدة من الشمس والرياح في عام 2015.



الشكل.3. الاستهلاك العالمي للطاقة المتجددة (مليون طن مكافئ للبترول)
(BP statistical review of world energy, june 2017, p45, available online at : www.bp.com)

يظهر من الشكل السابق أن تطور الاستهلاك العالمي للطاقة المتجددة قد شهد تزايدًا مستمرًا. فبعد أن كانت الكمية المستهلكة تبلغ 93.2 مليون طن مكافئ في عام 2006، ارتفعت إلى 170.1 مليون طن مكافئ في عام 2010، وصعدت إلى 317.3 مليون طن مكافئ في عام 2013، لتصل في عام 2016 إلى 419.6 مليون طن مكافئ. وفيما يتعلق بالتوزيع الجغرافي، احتلت قارة آسيا المرتبة الأولى بنسبة 34.6%، تلتها أوروبا بنسبة 34.4% في عام 2016. أما على المستوى الدولي، فاحتلت الصين والولايات المتحدة المرتبة الأولى والثانية على التوالي، بنسبة 20.5% و20% على التوالي لعام 2016. (واكلي كلثوم، خلفاوي منية، 2018)

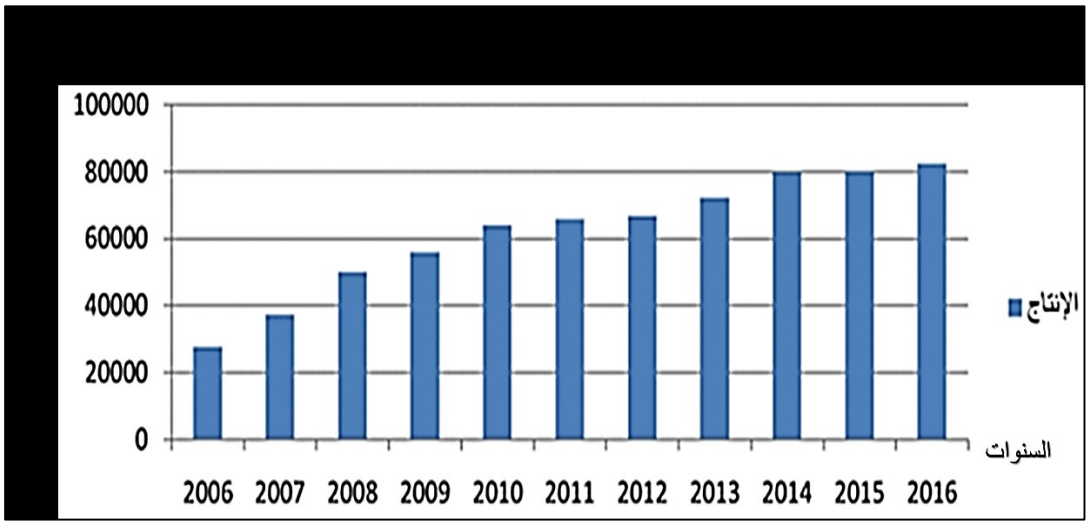


الشكل.4. توزيع استهلاك الطاقات المتجددة حسب المناطق
(BP statistical review of world energy, june 2017, p45, available online at www.bp.com)

4. الانتاج العالمي من الطاقات المتجددة

شهد التقدم الكبير في تكنولوجيا أنظمة الطاقة المتجددة تحسينًا كبيرًا في كفاءة استخدام الطاقة في بعض أنظمة الاستهلاك. فمن المعروف أن كفاءة الخلايا الكهروضوئية تصل إلى نسبة 80%، بينما تبلغ كفاءة توربينات الرياح حوالي 45%. بالإضافة إلى ذلك، تصل كفاءة خلايا الوقود إلى ما نسبته 70%. تم التوسع بشكل كبير في إنتاج الطاقة من التقنيات المتجددة خلال العقود الأخيرة، نظرًا لعدة اعتبارات، منها أن ما تستقطبه الأرض من طاقة شمسية خلال 223 ساعة يعادل كمية النفط العالمية المتاحة، وما يهب من الرياح على سطح الكرة الأرضية خلال 94 يومًا يعادل طاقة النفط العالمية بأكملها. وإذا تم استغلال حتى 0.5% من طاقة الرياح على سطح الأرض، فإنها ستكفي لتلبية احتياجات العالم من الكهرباء.

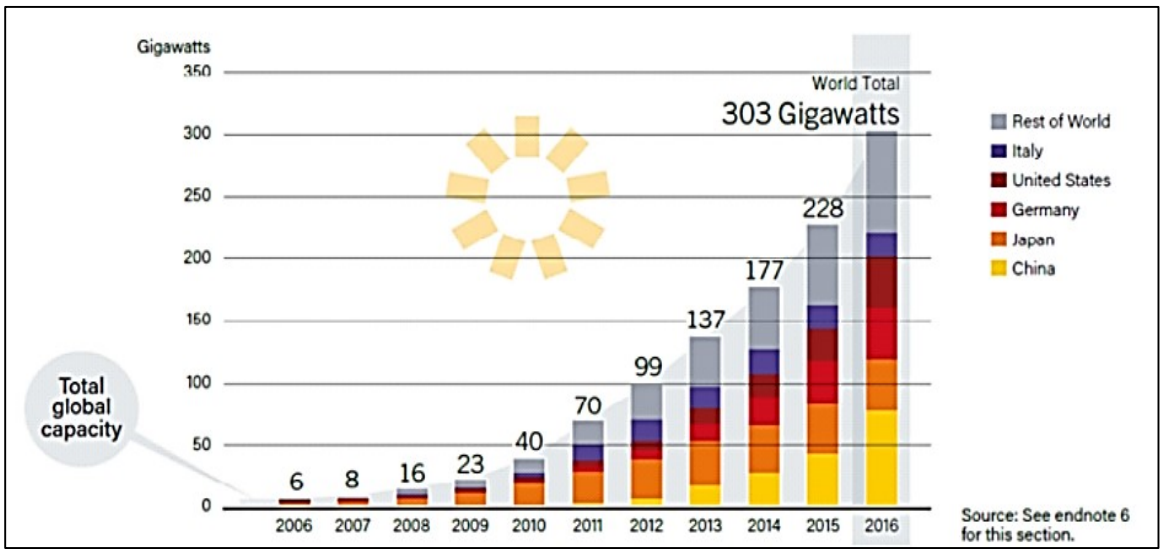
بسبب التباين في تكاليف الاستثمار في إنتاج الطاقة المتجددة، التي غالبًا ما تتم في شكل طاقة كهربائية، فإنها تختلف من تقنية إلى أخرى. فعلى سبيل المثال، فإن تكلفة إنتاج الكيلوواط الواحد في حالة طاقة الرياح تتراوح حوالي 1000 دولارًا، بينما تكون أعلى بكثير في حالة الخلايا الضوئية، حيث تصل حاليًا إلى أكثر من 5000 دولارًا للكيلوواط الواحد. وبالمقارنة مع التكاليف الاقتصادية للاستثمار في طرق توليد الكهرباء التقليدية مثل التوربينات الغازية ذات الدورة المفردة (بحوالي 550 دولار لكل كيلوواط)، يُعتبر تكلفة إنتاج الطاقة من المصادر المتجددة مرتفعة للغاية. كما أن تكاليف الفحم التقليدية حاليًا لا تتجاوز 1200 دولار لكل كيلوواط، بعد إضافة جميع المعدات والاحتياجات البيئية .وبالرغم من أن تكاليف الطاقة المتجددة زهيدة للغاية لعدم وجود تكلفة إلا أنه وحتى بعد إدخال هذه الاعتبارات فإن الطاقة المتجددة لا تزال مكلفة للغاية.



الشكل .5. الانتاج العالمي للطاقة المتجددة (مليون طن مكافئ للبترول)
(BP statistical review of world energy, june 2017, p45, available online at www.bp.com)

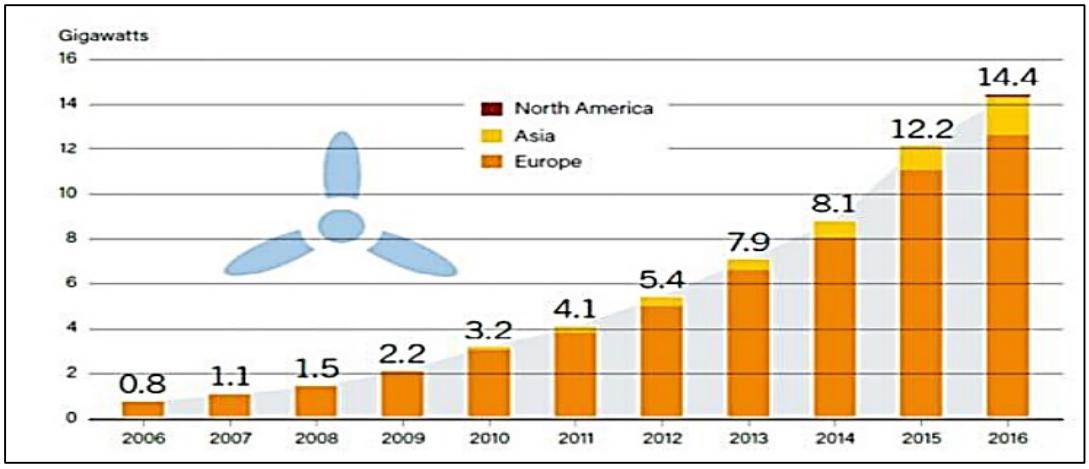
شهد تطور الإنتاج العالمي للطاقة المتجددة زيادة مستمرة، حيث ارتفع من 27848 مليون طن مكافئ في عام 2006 إلى 64008 مليون طن مكافئ في عام 2010، وكانت كمية الإنتاج في عام 2016 تبلغ 823006 مليون طن مكافئ.

1.4. إنتاج الطاقة الشمسية: يوضح الشكل الموالي تطور انتاج الطاقة الشمسية في العالم ما بين 2006 و2016. من الرسم البياني، يظهر لنا أن إجمالي إنتاج الطاقة الشمسية عالمياً يشهد زيادة كبيرة منذ عام 2006 إلى عام 2016، حيث ينتقل من 6 جيغاواط إلى 303 جيغاواط. كذلك نلاحظ أيضاً أن إيطاليا تعتبر أكبر الدول من حيث إنتاج الطاقة الشمسية، حيث وصلت إلى 220 جيغاواط في عام 2016.



الشكل.6. إنتاج الطاقة الشمسية من سنة 2006 إلى 2016
(Renewables 2017 Global Status Report, P66)

2.4. إنتاج طاقة الرياح: يوضح الشكل التالي تطور انتاج طاقة الرياح في العالم خلال الفترة من عام 2006 إلى 2016 . يظهر لنا أن إجمالي إنتاج طاقة الرياح عالمياً يشهد زيادة كبيرة منذ عام 2006 إلى عام 2016، حيث ينتقل من 0.8 جيغاواط إلى 14.4 جيغاواط. ونجد أن دول آسيا تعتبر الأكثر إنتاجاً لطاقة الرياح، حيث وصلت إلى 14.3 جيغاواط/سا في عام 2016 مقارنة بنسبة 3.2 ميغاواط في عام 2010. تليها أوروبا بحوالي 12.5 ميغاواط/سا في عام 2016.



الشكل.7. إنتاج طاقة الرياح من سنة 2006 إلى 2016.
(Renewables 2017 Global Status Report, P88)

3.4. إنتاج الطاقة المائية: يبين الجدول التالي إنتاج الطاقة المائية في العالم ما بين 2007 - 2016.

من خلال الجدول الوالي نرى أن إنتاج الطاقة المائية العالمي يظل مرتفعًا للغاية. فقد بلغ إجمالي إنتاج الطاقة المائية في عام 2016 ما يقدر بـ 1242961 ميغاواط، في حين أنه كان في عام 2007 حوالي 924192 ميغاواط/ساعة.

بالنظر إلى الجدول، نجد أن آسيا تحتل المرتبة الأولى في إنتاج الطاقة المائية بإجمالي قدره 515666 ميغاواط، تليها أوروبا في المرتبة الثانية ومن ثم أمريكا الشمالية حيث بلغ إنتاجها حوالي 215717 ميغاواط و169075 ميغاواط على نفس الترتيب سنة 2016 مقارنة بسنة 2007 حيث بلغ 201055 ميغاواط و184806 ميغاواط على نفس الترتيب.

جدول.10. إنتاج الطاقة المائية خلال الفترة 2007 - 2016 (الوحدة: ميغاواط).

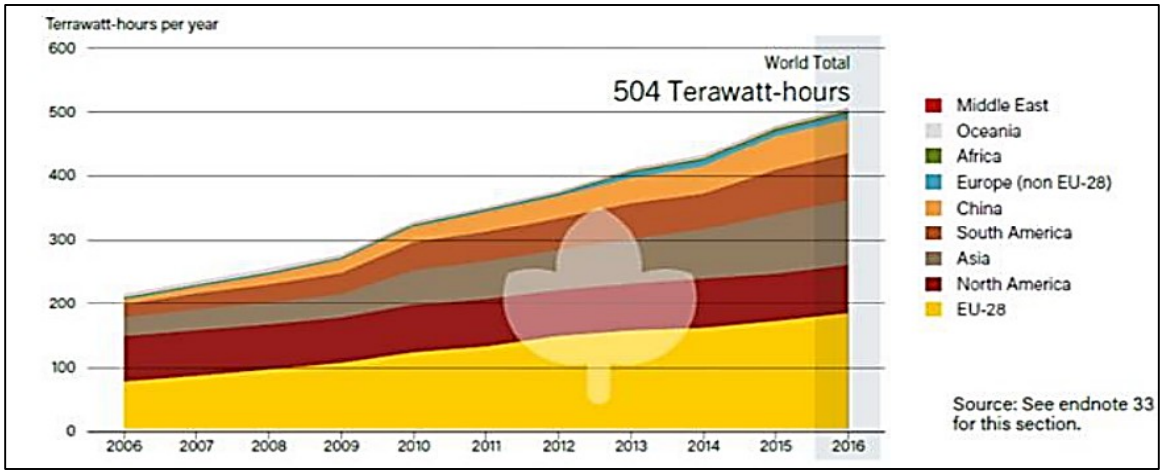
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
العالم	924 192	958 202	991 919	1 024 581	1 056 283	1 089 474	1 132 761	1 170 107	1 207 853	1 242 961
إفريقيا	23 632	24 087	25 317	26 611	26 648	27 657	28 275	28 739	29 119	32 625
آسيا	287 300	315 813	343 087	366 034	391 358	414 666	449 962	474 996	498 560	515 666
أمريكا الشمالية	184 806	185 632	186 839	187 698	188 087	188 270	188 759	193 159	194 023	196 075
أمريكا الجنوبية	131 482	132 961	134 156	137 321	139 560	141 579	143 854	147 676	152 987	161 789
أوروبا	201 055	202 502	204 288	206 152	207 660	208 714	210 371	211 411	213 804	215 717

(IRENA RE Capacity Statistics 2017)

4.4. إنتاج طاقة كتلة حيوية: يوضح الشكل التالي تطور إنتاج طاقة الكتلة الحيوية في العالم خلال الفترة ما بين 2006 و2016.

من خلال الشكل، يظهر لنا أن الإجمالي العالمي للطاقة العضوية قد شهد ارتفاعًا بمقدار 210 تيراواط إلى 504 تيراواط لعام 2006 إلى عام 2016.

كما نرى أن منطقة الشرق الأوسط تتصدر في إنتاج الكتلة الحيوية، حيث بلغ إنتاجها في عام 2016 حوالي 500 تيراواط، مقارنة بـ 210 تيراواط في عام 2006. أما إفريقيا فتأتي في المرتبة الثالثة من حيث الإنتاج.



الشكل.8. إنتاج طاقة الكتلة الحيوية من 2006 إلى 2016
(Renewables 2017 Global Status Report, P47)

5.4. إنتاج طاقة الحرارة الجوفية: يوضح الجدول التالي إنتاج طاقة الحرارة الجوفية في العالم ما بين عامي 2007 و 2016.

نلاحظ من خلال الجدول أن الإجمالي العالمي لإنتاج طاقة الحرارة الجوفية يزداد ببطء، حيث بلغ في عام 2016 حوالي 12628 ميغاواط مقارنة بـ 9144 ميغاواط في عام 2007.

ويُلاحظ كذلك أن آسيا تحتل المرتبة الأولى في إجمالي إنتاج الطاقة الحرارية، حيث بلغت في عام 2016 حوالي 4010 ميغاواط، تلتها أمريكا الشمالية في المرتبة الثانية ب 3463 ميغاواط، بينما تحتل أوروبا المرتبة الثالثة بـ 1543 ميغاواط.

الجدول.11. إنتاج طاقة الحرارة الجوفية من 2007 إلى 2016 (الوحدة: ميغاواط).

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
العالم	9 144	9 464	9 903	10 125	10 015	10 482	10 787	11 457	11 848	12 628
أسيا	3 500	3 572	3 707	3 723	3 577	3 727	3 754	3 886	3 905	4 010
أمريكا الشمالية	3 174	3 194	3 347	3 370	3 296	3 416	3 430	3 327	3 468	3 463
أمريكا الجنوبية	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–
أوروبا	1 186	1 275	1 304	1 337	1 429	1 433	1 446	1 485	1 487	1 543

(IRENA RE Capacity Statistics 2017)

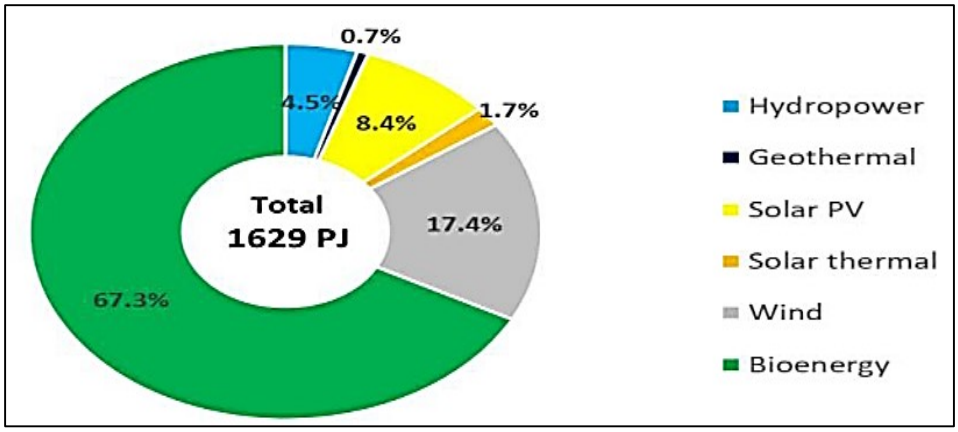
وفي الأخير، يمكن القول إن إنتاج الطاقة من مصادر متجددة قد شهد تطورًا ملحوظًا خلال العقدين الأخيرين. على الرغم من أن هذا التطور لم يصل إلى المستوى المطلوب بعد، إلا أنه يمثل خطوة إيجابية في استخدام هذه المصادر وإعطائها أهمية أكبر خلال السنوات القادمة، خاصة مع تزايد مجالات استخدامها. (بوحنة منال، ينينب صابرينة، 2021)

5.عرض تجارب عالمية رائدة في مجال الاستثمار في الطاقات المتجددة

1.5. التجربة الألمانية وإستثماراتها في الطاقات المتجددة

1.1.5. مصادر الطاقات المتجددة في ألمانيا

خلال السنوات الأخيرة، شهدت ألمانيا تقدماً ملحوظاً في مجال الاستفادة من الطاقة المتجددة، حيث أصبحت من الدول الرائدة عالمياً في هذا المجال. في هذا السياق، سنتناول مصادر الطاقة المتجددة التي تعتمد عليها ألمانيا، وهي كالتالي:



الشكل .9. مصادر الطاقة المتجددة في ألمانيا سنة 2017. (Country Reports, 2018, p5)

أ. الطاقة الشمسية

تمطر في ألمانيا طوال العام، وتكون السماء مغطاة بالغيوم معظم ساعات النهار. وعلى الرغم من هذه الظروف، إلا أن ألمانيا استطاعت أن تنتج كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية باستخدام ضوء الشمس، حيث أصبحت أكبر منتج عالمي للكهرباء من الطاقة الشمسية. وقد نشأ في ألمانيا قطاع صناعي جديد واعد يتمثل في تطوير تقنيات الطاقة الشمسية، حيث يحقق نموًا هائلًا في الآونة الأخيرة، وقد ساهم قانون مصادر الطاقة المتجددة الذي تم اعتماده منذ سنوات في تعزيز هذا القطاع وتحفيز نموه.

تمتلك ألمانيا مكانة بارزة في سوق الطاقة الشمسية، حيث تصنف كثاني أكبر سوق في العالم بقدرة تبلغ 5986 ميجاواط في عام 2016. تطمح ألمانيا إلى زيادة حصتها من الطاقة المتجددة، حيث تهدف إلى تلبية ما يصل إلى 50% بحلول عام 2050. تزايدت حجم الأعمال في مجال التقنيات الشمسية الألمانية بشكل كبير، حيث ارتفعت القيمة من 450 مليون يورو إلى ما يقارب 4.9 مليار أورو في عام 2016، ويشتمل هذا القطاع على حوالي 500,000 عامل و 800,000 مجمع شمسي مركب وجاهز. الجامعات والمعاهد الألمانية تقدم 144 تخصصا في مجالات الطاقة المتجددة، مثل الرياح والشمس، والطاقة الحيوية، وتقدم العديد من البرامج الماجستيرية خصيصًا للطلاب الدوليين لتلبية احتياجاتهم في هذه المجالات. وتضم ألمانيا ثلاث محطات شمسية مشهورة تتمثل في:

ـ محطة فالدبولينتز للطاقة الشمسية: تُعتبر محطة فالدبولينتز للطاقة الشمسية أكبر محطة لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية باستخدام الرقائق الضوئية الجهدية في العالم. تم بناء هذه المحطة في شرق ألمانيا قرب

مدينة لايبزج، وتصل قدرتها التوليدية إلى حوالي 40 ميغاواط. تعتمد المحطة على تقنيات مبتكرة في استخدام الرقائق الضوئية، وبدأت في إنتاج الكهرباء في عام 2008.

ـ محطة نوهاردنبرغ للطاقة الشمسية: توجد هذه المحطة في مطار Neuhardenberg العسكري في ألمانيا، وتتكون من 600,000 لوح شمسي بقدرة إجمالية تبلغ 145 ميجاواط. تم الانتهاء من بناء هذه المحطة في 30 سبتمبر 2013، وتُعتبر الآن أكبر محطة للخلايا الشمسية في أوروبا.

ـ محطة ليبروز للطاقة الشمسية: تعتمد هذه المحطة على تأثير ضوء جهدي لتحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلى تيار كهربائي. تتميز المحطة بقدرة توليد تبلغ 53 ميجاواط، مما يجعلها ثاني أكبر محطة في العالم بعد محطة أوميديلا للطاقة الشمسية الإسبانية التي تبلغ قدرتها 60 ميجاواط. يستفيد حوالي 15,000 منزل من التيار الكهربائي الذي تولده المحطة، دون تسبب أي ضرر بيئي. تم بناء هذه المحطة في عام 2009 بتكلفة تقدر بـ 238 مليون دولار أمريكي.

ب. طاقة الرياح

تم تسجيل إنجاز جديد في مجال طاقة الرياح في ألمانيا، حيث ساهمت محطات توليد الكهرباء التي تعتمد على طاقة الرياح، والتي تضم حوالي 19,000 وحدة، في تغذية الشبكة الكهربائية العامة بمقدار 15 مليار كيلوواط ساعي من التيار الكهربائي. تعتبر ألمانيا السوق العالمي الأكبر في مجال طاقة الرياح، حيث تبلغ طاقتها المثبتة أكثر من 2,400 ميغاواط. بدأ تنفيذ هذه الطاقة المثبتة في عام 2000، وذلك بفضل قانون دعم الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة. والجدول الموالي يبرز مساهمة طاقة الرياح مقارنة بالطاقات الأخرى في ألمانيا:

جدول.12. مساهمة طاقة الرياح مقارنة بالطاقات الأخرى في ألمانيا لعام 2017

أنواع الطاقة	طاقة الرياح	الطاقة الكهروضوئية	الطاقة المائية	طاقة الكتلة الحيوية	الطاقة الحرارية الجوفية
الوحدة %	**48.90%**	19.30%	18.10%	36.9%	0.02%

(سلامي محمد، حاوشين ابتسام، 2018، ص6)

جـ. طاقة الكتلة الحيوية:

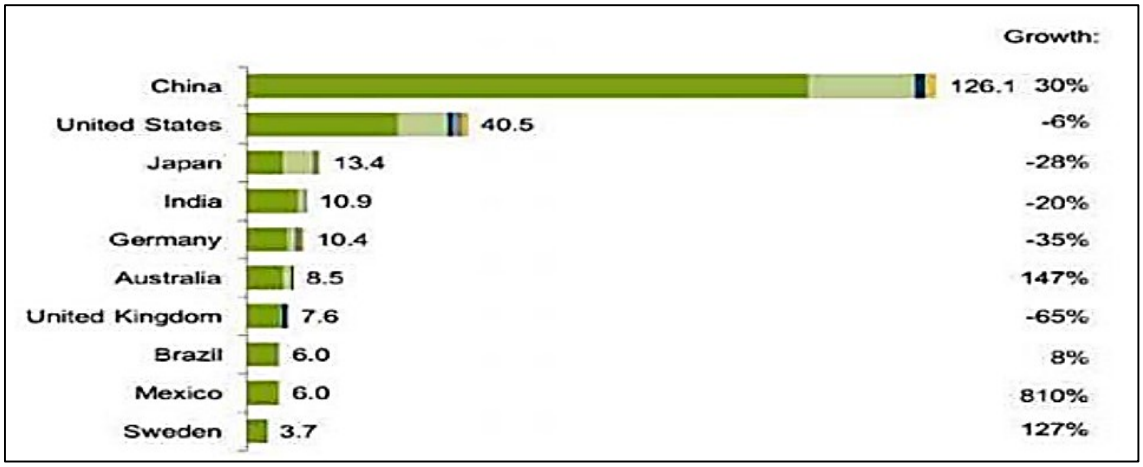
تعتمد طاقة الكتلة الحيوية على مصادر متعددة مثل الخشب والغاز العضوي وزيت النباتات لإنتاج الطاقة الكهربائية. في السنوات الأخيرة، زاد إنتاج الكهرباء من الكتلة الحيوية ليصل إلى أكثر من 17 مليار كيلوواط ساعي. وفي عام 2015، تم إنتاج حوالي 25 مليار كيلوواط ساعي من الطاقة الكهربائية باستخدام الكتلة الحيوية، منها 10 مليارات بالاعتماد على الخشب فقط، وأكثر من 5 مليارات من الغاز العضوي، ومليار من زيت النباتات. وبلغت حصة الكتلة الحيوية في إنتاج الكهرباء من المصادر المختلفة حوالي 12 بالمائة من التطورات الهامة في عام 2016.

د. طاقة الحرارة الجوفية:

بفضل التطورات التقنية في مجال الحفر، مثل تلك المستخدمة في دورن هاري، يتوقع علماء الحفر والطاقة زيادة في إنتاجية مصادر الطاقة. قامت ألمانيا بإنشاء أول محطة تعتمد على طاقة جوف الأرض في منطقة لانداو، على بُعد 360 كيلومترًا من دورن هاري، وقد تم تشغيلها وتوصيلها بشبكة الخدمة، حيث تُنتج حاليًا تدفئة بدون أي انبعاثات ضارة. وفقًا لوزارة البيئة الألمانية، هناك الآن خطط لبناء حوالي 150 محطة أخرى تعتمد على طاقة جوف الأرض، ومن المتوقع أن ترتفع هذه النسبة في المستقبل بجهود الوزارة. (حليلو صباح، 2018).

2.1.5. الاستثمار في الطاقات المتجددة في ألمانيا

لطالما كانت ألمانيا في الصدارة في مختلف المجالات، بما في ذلك الصناعة والتجارة، ولقد برزت بشكل ملحوظ في عالم الاستثمار في الطاقة النظيفة. وهي تصنف بين الدول الرائدة في هذا المجال، حيث قامت بجهود كبيرة في استثمار الطاقات المتجددة على مدى السنوات الماضية. ومع ذلك، شهدت ألمانيا انخفاضاً في الاستثمار في الطاقة المتجددة بنسبة تقدر بحوالي 35% في عام 2017 مقارنة بالعام السابق (2016)، حيث بلغت قيمة الاستثمارات 10.4 بليون دولار أمريكي. بالإضافة إلى ذلك، تحتل ألمانيا المرتبة الأولى في الاستثمار في الطاقات المتجددة بين الدول الأوروبية. والجدول الموالي يبين مكانة ألمانيا بين الدول الأوروبية في الاستثمار في الطاقات المتجددة:



الشكل .10. الاستثمار العالمي في الطاقات المتجددة في ألمانيا لعام 2017
(Bloomberg new energy finance, 2018, p23)

الجدول .13. مكانة ألمانيا بين الدول الأوروبية في الاستثمار في الطاقات المتجددة عام 2017

	2017	Growth on 2016%
Germany	10.4	−35%
United kingdom	7.6	−65%
Sweden	3.7	127%
France	2.6	−14%
Turkey	2.2	−8%
Netherlands	1.8	52%
Italy	1.7	1%
Norway	1.4	−25%
Lreland	0.8	%1
Greece	8.0	%287

(Bloomberg new energy finance, 2018, p25)

من بين الاستثمارات التي قامت بها ألمانيا خارج حدود دولتها نذكر ما يلي:

- البرازيل: شركة (bbbum welttechnik) قادت مشروعًا متميزًا لتخطيط مزرعة الرياح بهدف زيادة كفاءة توليد الطاقة. تم اعتماد أحدث التقنيات المتقدمة وأجهزة الاستشعار عن بُعد ذات الدقة العالية في هذا المشروع.

- الهند: قامت شركة الطاقة الألمانية BOSCH SCELQRTHERMIE بتنفيذ مشروع لتسخين المياه باستخدام الطاقة الشمسية في مدينة متميزة، استفادت فيه من خبرتها التقنية. بالإضافة إلى ذلك، نفذت الشركتان الألمانيتان BOS/FOSERA مشروعًا نموذجيًا يهدف إلى توصيل الكهرباء إلى قرية هندية. (German Energy Agency, 2018)

3.1.5. الإنجازات الألمانية في مجال الطاقات المتجددة

بدأت دعم مصادر الطاقة المتجددة في ألمانيا في عام 1990، وتم تعزيزه بشكل كبير مع صدور قانون مصادر الطاقة المتجددة في عام 2000، الذي ربط مصادر الطاقة المتجددة بشبكات توزيع الكهرباء. تحظى طاقة الرياح بدور محوري في هذا السياق، خاصة الرياح البحرية التي تتمتع بإمكانيات هائلة لم تُستغل بعد. في التسعينات من القرن الماضي، بدأت شركات الطاقة بالتعاون مع الحكومة في بناء حقول رياح على سواحل بحر الشمال. بعد نجاح هذه التجربة، توسعت الجهود لبناء مزيد من محطات توليد الطاقة الكهربائية من الرياح. وتم بناء 22 ألف طاحونة هوائية في شمال ألمانيا وعلى سواحل البحر للاستفادة من هذه المصادر الطبيعية المتجددة للطاقة.

تطور مجال إنتاج الطاقة المتجددة من الشمس بصورة متزايدة، حيث تباع سنويًا حوالي 240 ألف متر مربع من المجمعات الشمسية. وتصل مساحة هذه المجمعات المركبة حتى الآن إلى أكثر من خمسة ملايين متر مربع. في عام 2007، بلغت قيمة التركيبات الكهربائية المتجددة التي صدرت من ألمانيا حوالي 9 مليارات يورو، حيث كان 85% منها مرتبطة بتقنيات الرياح. كانت 45% من هذه الصادرات متجهة إلى أوروبا، 26% إلى آسيا، و 25% إلى الولايات المتحدة الأمريكية. وفي الوقت الحالي، يجري التوسع في استخدام كل من الطاقة العضوية والحرارة الجوفية. (عيشاوي كنزة، ميسوم منال، 2018)

2.5. التجربة الصينية واستثماراتها في الطاقات المتجددة

1.2.5. مصادر الطاقات المتجددة في الصين

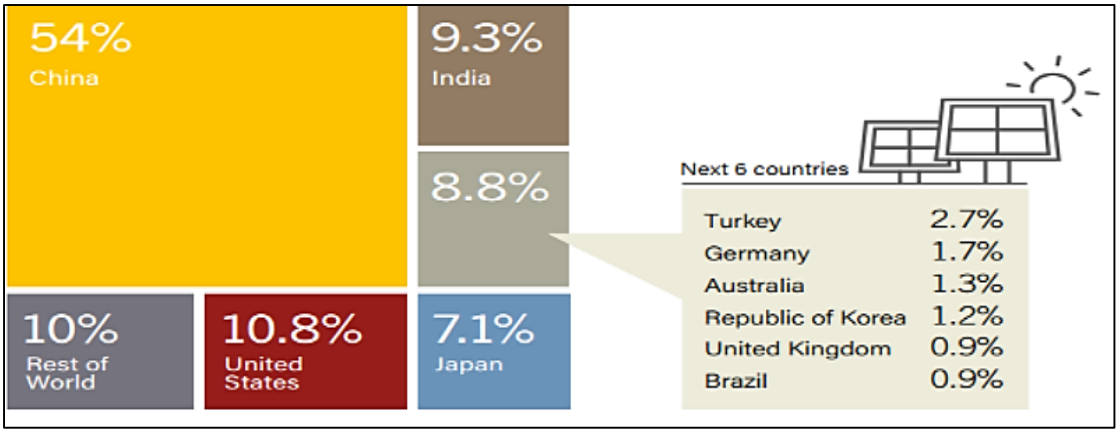
تمتلك الصين مجموعة من مصادر الطاقة المتجددة والتي تشمل مايلي:

أ. الطاقة الشمسية:

تستفيد 65% من مناطق الأراضي الصينية من سطوع الشمس لمدة تصل إلى 25% من السنة. ونتيجة لهذا الاستفادة الكبيرة من الطاقة الشمسية، يتم تعزيز استخدامها في تسخين المياه وتوليد الكهرباء في تلك المناطق.

ويبلغ إجمالي الطاقة المتاحة حوالي 70 ميغاواط، ويتم استخدامها بشكل رئيسي لتلبية احتياجات الطاقة في المناطق النائية وبعض المناطق الريفية.

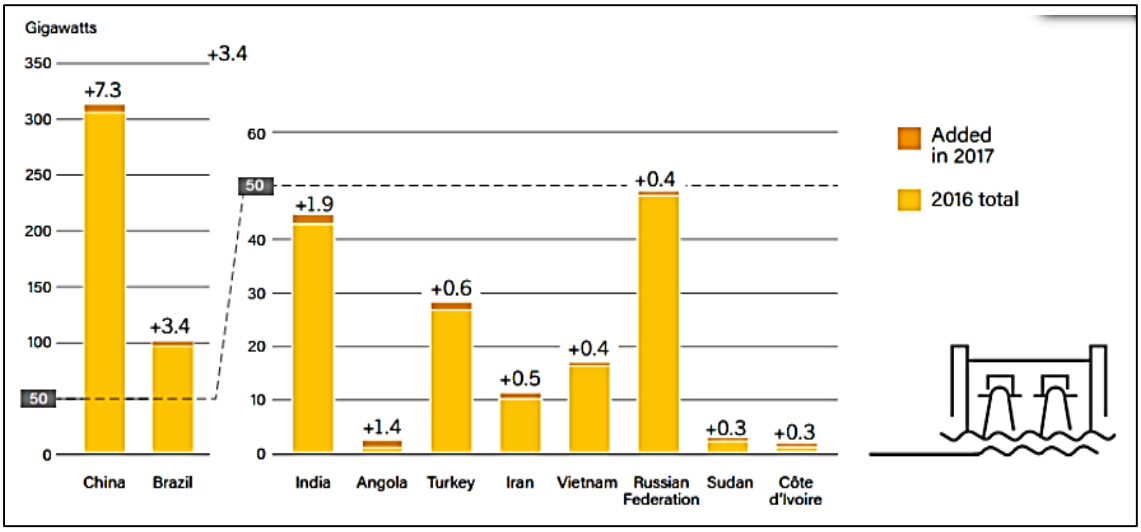
والشكل التالي يوضح القدرة الإجمالية المولدة للطاقة الشمسية الكهروضوئية والتي قدرت بـ 54% من اجمالي الطاقة الشمسية في العالم.



الشكل .11 القدرة الإنتاجية للطاقة الشمسية الكهروضوئية في الصين مقارنة بدول العالم 2017
(Renewable Energy Policy Network For the 21st century, 2018, p95).

ب. الطاقة المائية:

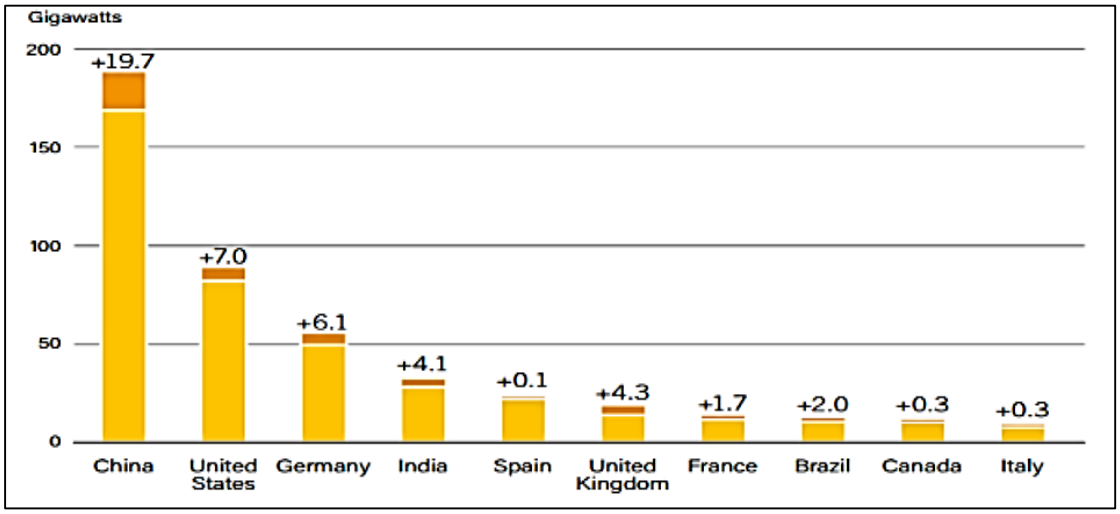
نسبة الطاقة المائية من الطاقة المتجددة تبلغ12%، وتستفيد منها حوالي 50 مليون أسرة في توفير الكهرباء. وفي عام 2017، بلغت قدرة طاقة الرياح المستغلة في توليد الكهرباء 307.3 GW، بارتفاع ملحوظ مقارنة بالعام السابق الذي كانت فيه القدرة 300 GW، مما يشكل زيادة بنسبة 7.3%، كما يوضح الشكل التالي هذا الارتفاع:



الشكل .12. قدرة الطاقة المائية في الصين على توليد الكهرباء مقارنة بدول العالم 2017
(Renewable Energy Policy Network For the 21st century, 2018, p84)

جـ. طاقة الرياح:

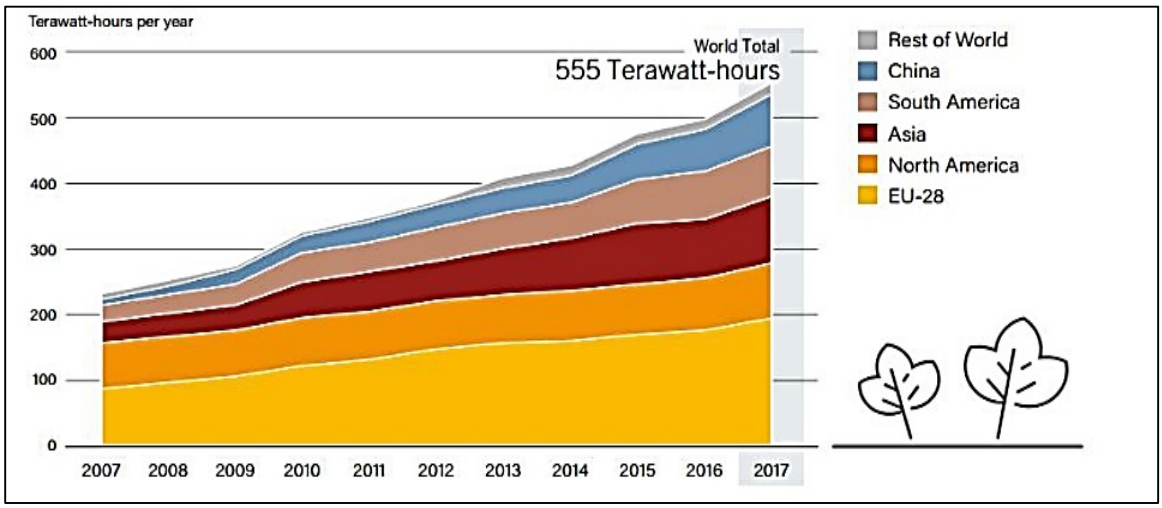
تحتل طاقة الرياح المرتبة الثالثة في استخدام مصادر الطاقة المتجددة في الصين، بعد الطاقة الشمسية والمائية. وفي عام 2016، بلغت قدرة الرياح في الصين، التي تعتبر الأولى عالميًا، حوالي 170 جيجاوات، ثم ارتفعت في عام 2017 إلى 189.7 جيجاوات، مما يمثل زيادة بنسبة 19.7%.



الشكل .13. القدرة الإنتاجية لطاقة الرياح في الصين مقارنة بدول العالم 2017
(Renewable Energy Policy Network For the 21st century, 2018, p110)

د. طاقة الكتلة الحيوية:

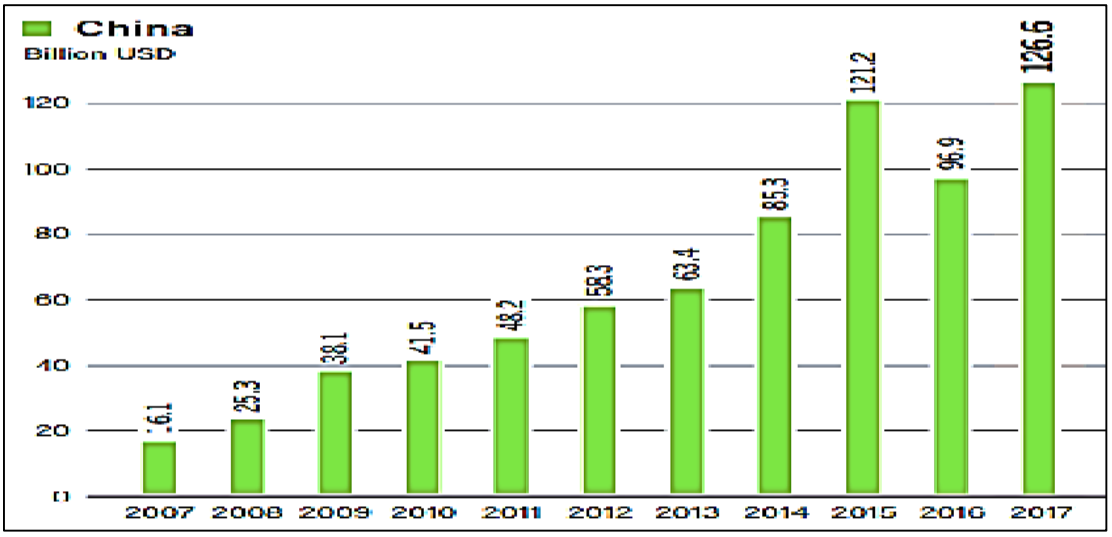
في الصين، يتوفر القش الأرز ومخلفات النباتات الأخرى ومخلفات الغابات وروث الحيوانات، بالإضافة إلى عدة مصادر. يمكن إنتاج 300 مليون طن من الفحم المكافئ من إجمالي 600 مليون طن من المخلفات الزراعية، ليتم استخدامها كوقود. واحتلت الصين المرتبة الخامسة في العالم في إنتاج الطاقة الحيوية، حيث بلغت نسبتها 79.4 تيراواط/ساعة. يوضح الشكل التالي ترتيب الصين في إنتاج الطاقة الحيوية على مستوى العالم.



الشكل.14. مكانة الصين في إنتاج الطاقة الحيوية في العالم 2017
(Renewable Energy Policy Network For the 21st century, 2018, p72)

2.2.5. استثمار الصين في الطاقات المتجددة

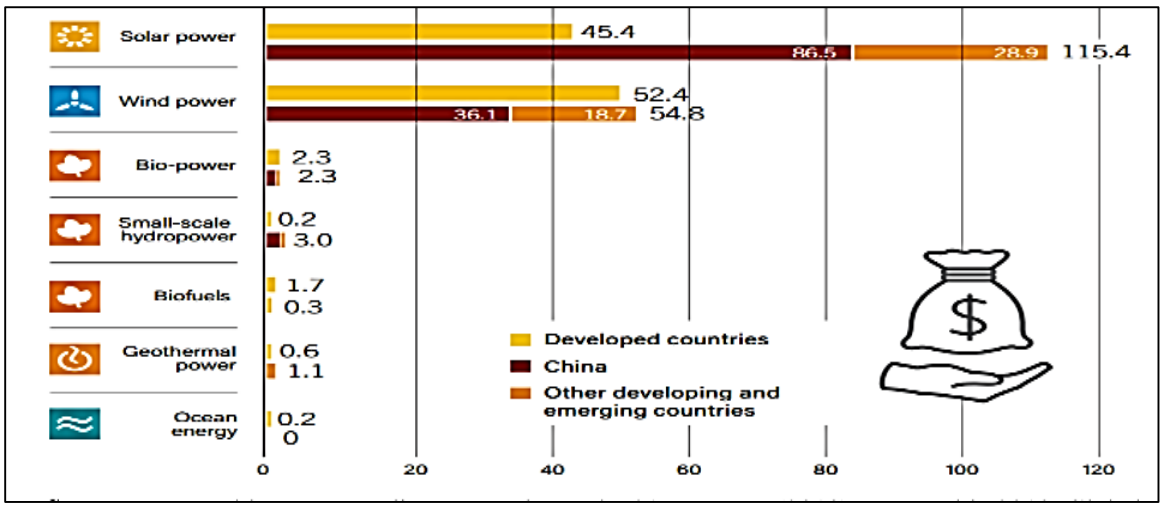
وكالة بلومبيرغ لتمويل الطاقات المتجددة والمؤسسة العالمية للإنارة أكدتا ارتفاع الاستثمار في الطاقات المتجددة من أقل من 50 مليار دولار أمريكي في عام 2004 إلى معدل قياسي بلغ 248 مليار دولار أمريكي في عام 2016. وسيطرت الصين بمفردها على ثلث إجمالي الاستثمارات العالمية في هذا المجال، حيث بلغ نموها في عام 2015 في الطاقة الشمسية وطاقة الرياح حوالي 90% من إجمالي الاستثمارات العالمية. وقد بلغت قيمة الاستثمارات في الطاقات المتجددة في الصين 126.6 بليون دولار أمريكي في عام 2017، مسجلة زيادة بنسبة 30% عن العام السابق الذي بلغت فيه 96.9 بليون دولار أمريكي.



الشكل.15. استثمار الصين في الطاقات المتجددة

(Renewable Energy Policy Network For the 21st century, 2018, p143)

وزعت الحكومة الصينية المبلغ المستثمر على مصادر الطاقة المتجددة المتاحة في الصين، كما يوضح الشكل التالي:



الشكل.16. استثمار الصين في مصادر الطاقات المتجددة

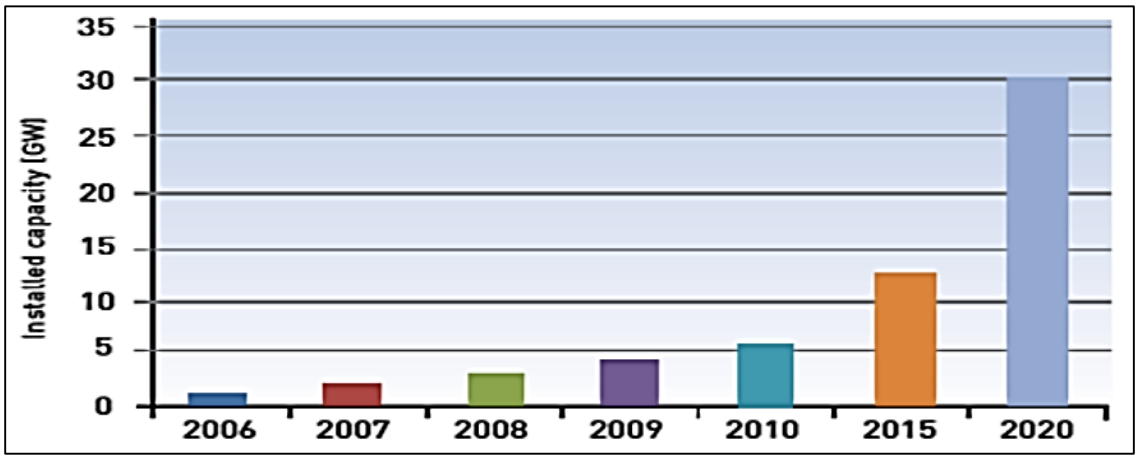
(Renewable Energy Policy Network For the 21st century, 2018, p144)

أ. الطاقة الشمسية: أصبحت الصين الرائدة عالميًا في إنتاج معدات الطاقة الشمسية، حيث تتصدر السوق العالمية في تصنيع الخلايا الفوتوفولطية. تحتل الصين المرتبة الثالثة في إنشاء المحطات الشمسية بعد إيطاليا وألمانيا. وقد بلغ استثمار الصين في مجال الطاقة الشمسية في عام 2017 حوالي 86.5 بليون دولار أمريكي، وهو يشكل الجزء الأكبر من الاستثمارات في هذا المجال بالمقارنة مع باقي المصادر الطاقوية الأخرى.

ب. طاقة الرياح: شهدت الصين نموًا سريعًا في الاستثمارات الموجهة لمجال طاقة الرياح، حيث أصبحت واحدة من أكبر دول العالم في إنشاء مزارع الرياح. بالإضافة إلى ذلك، تتصدر شركتان صينيتان قائمة أكبر ثلاث شركات في العالم في تصنيع التوربينات المستخدمة لتوليد الطاقة من الرياح. في غضون خمس سنوات فقط، تمكنت الصين من أن تصبح أكبر سوق لطاقة الرياح، بعد أن كانت تعتبر مبتدئة في هذا المجال. وحققت الصين الازدهار والنمو في مجال طاقة الرياح من خلال زيادة الاستثمارات فيه، حيث بلغت الاستثمارات الصينية في مجال طاقة الرياح في عام 2017 ما يقدر بحوالي 36.1 بليون دولار أمريكي.

جـ. الطاقة المائية: استثمارات الطاقة المائية كانت ضئيلة جدًا مقارنةً بالاستثمارات في الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، حيث بلغت حوالي 5.3 بليون دولار أمريكي في عام 2017.

د. طاقة الكتلة الحيوية: شهدت استثمارات الطاقة الحيوية في الصين تطورًا بطيئًا خلال السنوات الخمس الماضية، خاصة في مجال الوقود الحيوي السائل، نتيجة للمخاوف المتعلقة بالأمن الغذائي. في المقابل، شهد قطاع البيوماس والبيوغاز نموًا قويًا، حيث وضعت الصين أهدافًا طموحة على مدى عشر سنوات، تشمل إنتاج الكهرباء من البيوماس والبيوغاز. الشكل التالي يوضح الخطة الطموحة التي وضعتها الصين للتوسع في إنتاج البيوماس.



الشكل.17. خطة الصين للتوسع في إنتاج البيوماس (عاصم عبد المنعم أحمد، 2015)

تقدر الاستثمارات في الطاقة الحيوية في الصين في عام 2017 بحوالي 2.3 بليون دولار أمريكي، وهي الأدنى بين الاستثمارات في المصادر المتجددة. (رجاء بن ربيعة، 2016).

3.2.5. السياسات الصينية المنتهجة لتشجيع الاستثمار في الطاقات المتجددة

لتعزيز الاستثمار في مجال الطاقة المتجددة، اتخذت الصين سلسلة من السياسات التي تشمل الجوانب التنظيمية والحوافز المالية والتمويل العام. يمكن تلخيص هذه السياسات كما يلي:

أ. الجانب التنظيمي:

ـ في عام 2005، أصدرت الصين قانوناً للطاقة المتجددة، وتم تعديله في عام 2009، بهدف إنشاء إطار شامل لتنظيم قطاع الطاقة المتجددة في البلاد. هذه الخطوة وضعت ضغطاً على المستثمرين في قطاع الطاقة في الصين لزيادة استخدام الطاقة المتجددة.

ـ يتم التركيز في هذه الفترة على تعزيز النمو الاقتصادي بمراعاة الاستدامة كمفتاح للمستقبل وتطوير الاقتصاد. وتتمثل هذه الرؤية في ثلاثة مجالات رئيسية للاستثمار وهي الطاقة النظيفة، والحفاظ على الطاقة، وتعزيز السياسات التي تعتمد على الطاقة النظيفة.

ب. الحوافز المالية والتمويل العام:

قامت الصين بتنفيذ مجموعة من السياسات لتعزيز القطاع الطاقوي، حيث تضمنت سياسة وطنية على مستوى الحكومة العامة تحديد مستوى الدعم المالي أو نسبة الخصم التي تستفيد منها الشركات في هذا المجال. كما تضمنت هذه السياسات الإعفاءات الضريبية على الاستثمار والإنتاج لتعزيز الاستثمار في قطاع الطاقة، بالإضافة إلى تيسير الحصول على القروض والمنح. تسببت هذه السياسات في:

ـ البعد الاقتصادي: توجَّهت السياسات الصينية نحو تعزيز الاستثمار في قطاع الطاقة المتجددة، مما أدى إلى تصدُّر الصين المرتبة الأولى عالميًا في مجالات الاستثمار وإنتاج الطاقة المتجددة. هذا التحول أثَّر إيجابًا على نمو الاقتصاد الصيني، حيث شهدت البلاد زيادة كبيرة في معدلات النمو والازدهار الاقتصادي.

ـ البعد الاجتماعي: دعمت السياسات العامة لمصادر الطاقة المتجددة نمو حجم السوق وتعزيزت المنافسة العالمية. هذا النمو أسهم بشكل إيجابي في إنشاء فرص عمل جديدة، حيث زاد عدد الوظائف المباشرة وغير المباشرة بحوالي 1،747،000 وظيفة. تم توزيع هذه الوظائف عبر مجموعة من القطاعات، وتركزت بشكل أساسي في ثلاثة قطاعات رئيسية: الطاقة الشمسية بأنواعها الكهروضوئية وتدفئة الشمس/التبريد، وقطاع طاقة الرياح، وقطاع الكتلة الحيوية.

ـ البعد البيئي: بالرغم من الجهود التي بذلتها الصين في مجال الحفاظ على البيئة، إلا أنها لم تتمكن من تقليل انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون. يعكس هذا الواقع استمرار استخدام الصين للفحم بنسبة عالية، حيث تمثل

الفحم حوالي 70% من إمدادات الطاقة الأولية في الصين. وقد أدى هذا الاعتماد الكبير على الفحم إلى ضعف جهود السيطرة على التلوث البيئي. (ليليا بن مصور و آخرون ، 2018)

3.5. التجربة المغربية واستثمارتها في الطاقات المتجددة

1.3.5. مصادر الطاقات المتجددة في المغرب

على الرغم من أن المغرب يُعتبر واحدًا من الدول الفقيرة في مصادر الطاقة الأحفورية، إلا أنه يمتلك مصادر طاقوية متجددة هامة متمثلة فيما يلي:

أ. الطاقة الشمسية: نظرًا للموقع الجغرافي المميز للمغرب، فإن معدل ساعات سطوع الشمس يتراوح بين 2700 ساعة سنويًا في الشمال، وأكثر من 3500 ساعة سنويًا في الجنوب.

ب. طاقة الرياح: تتمتع المغرب بإمكانيات هائلة في توليد الطاقة من الرياح، حيث تبلغ القدرة الإنتاجية المحتملة حوالي 6000 ميغاواط. تتمركز المناطق الريحية في المغرب بشكل أساسي في أقصى الشمال وفي مناطق قرب المحيط الأطلسي.

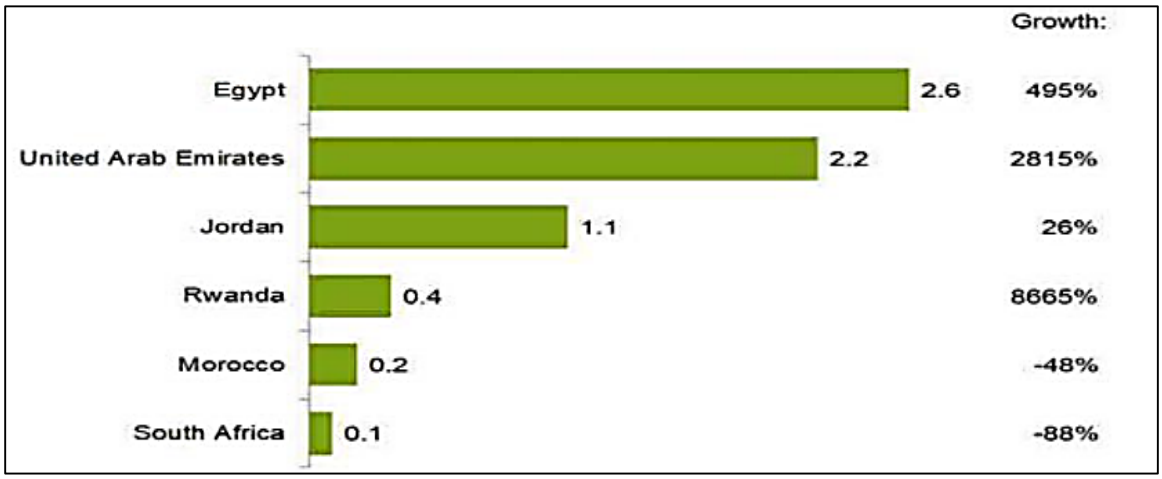
جـ. الطاقة الكهرومائية: يتمتع المغرب بإمكانيات كبيرة في استخدام المصادر المائية لتوليد الطاقة، حيث يصل الإنتاج السنوي إلى حوالي 5000 ميغاواط. ومع ذلك، يستغل فقط حوالي 40% من إجمالي المياه المتاحة لهذا الغرض.

د. طاقة الكتلة الحيوية: في المغرب، يُعتبر استخدام الخشب والفضلات الحيوانية والنباتية أكبر مصدر للطاقة المتجددة، وهذا النوع من الطاقة ينتشر بشكل أساسي في الريف المغربي، حيث يُستهلك بنسبة تصل إلى 89%، بينما تبلغ نسبة استخدامه في المناطق الحضرية حوالي 11%. (منيب ايمان، سلمى مميش، 2018)

2.3.5. الاستثمار في الطاقات المتجددة في المغرب

تصنَّف المغرب كثاني أكبر جاذبية للاستثمار في مجال الطاقات المتجددة عالميًا بعد الولايات المتحدة الأمريكية. تم تبني استراتيجية فعَّالة لدعم وتشجيع الاستثمار في هذا المجال، حيث تتقدم بخطى حثيثة في مشاريع متعددة، بدءًا من إطلاق محطات طاقة شمسية بتكلفة تصل إلى 9 مليار دولار، ومشروعات طاقة رياح بتكلفة 3.5 مليار دولار، ومشروع طاقة كهرومائية بتكلفة 0.6 مليار دولار. يُتوقع أن تزيد حصة الطاقات المتجددة من إجمالي الطاقة المستهلكة مما سيمكن البلاد من توفير 2.6 مليون طن من الطاقة

وتجنب انبعاث 20 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون سنويًا، إلى جانب إيجاد حوالي 25000 فرصة عمل جديدة بحلول عام 2030.



الشكل.18. مكانة المغرب في الاستثمار في الطاقات المتجددة في منطقة الشرق الأوسط و إفريقيا لسنة 2017
(Bloomberg new energy finance, 2018, p29)

يوضح الرسم البياني السابق أن المغرب قد استثمر حوالي 0.2 بليون دولار أمريكي، وهو مبلغ أقل بكثير مقارنة بالاستثمارات في عام 2016، حيث كانت تفوق الـ 1 مليار دولار. على الرغم من ذلك، حقق المغرب مكانة مرموقة بين دول المنطقة العربية والإفريقية. وفي المستقبل، يخطط المغرب لزيادة المبالغ المستثمرة في الطاقات المتجددة، مع التركيز على توسيع مشاريع طاقة الرياح بتكلفة تقدر بـ 13 مليار دولار.

يتمتع المغرب بموقع جغرافي استراتيجي، بالإضافة إلى ربط كهربائي مع إسبانيا، مما يجعله لاعباً رئيسياً في تطور سوق الكهرباء بين دول حوض البحر الأبيض المتوسط. بالانضمام إلى مشروع ترانسغرين، الذي يهدف إلى نقل الطاقة الكهربائية من شمال إفريقيا إلى أوروبا، يتوقع أن تستفيد المغرب من الخبرة التكنولوجية الأوروبية وتحقيق أرباح من إنتاج وتصدير الطاقة الكهربائية، خاصةً أن استهلاك الكهرباء بين شمال إفريقيا وأوروبا يختلف، مما يجعل تصدير الكهرباء من المغرب خيارًا جذابًا ومجديًا يمكن أن يعود بأرباح تعون على تغطية التكاليف الاستثمارية. (عبد العالي دكينة، كريم شكري، 2012).

3.3.5. انجازات المغرب في الطاقات المتجددة

تمكن المغرب من تحقيق عدة نجاحات في مجال الطاقات المتجددة، سواء من خلال المشاريع التي تم إنجازها بالفعل أو تلك التي لا تزال قيد التنفيذ، وتشمل هذه المشاريع:

أ. انجازات المغرب في طاقة الرياح

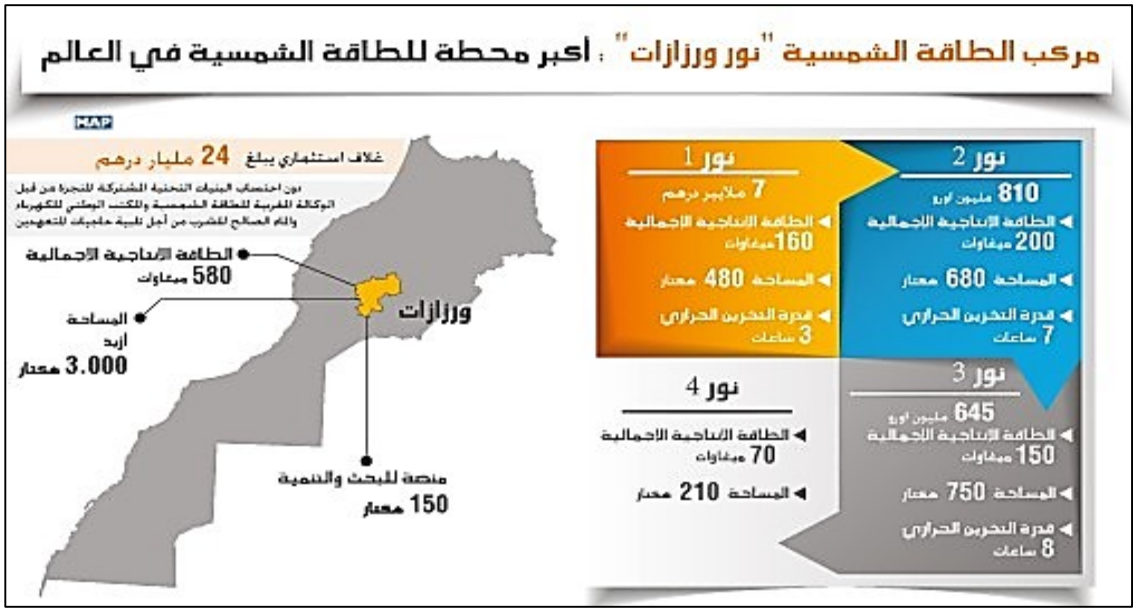
* **مشروع طنجة 1 :** والذي يبلغ قدرته 140 ميغاواط، مطور بالتعاون بين القطاع العام ـ المكتب الوطني للكهرباء والماء، قائم منذ عام 2010
* **مشروع الكدية البيضاء (مزرعة رياح عبد الخالق توريس):** قد رته: 54 ميغاواط، مطور من قبل القطاع الخاص، قائم منذ 2000 - 2001.
* **مشروع طرفاية :** القدرة: 300 ميغاواط، المطور: القطاع الخاص، الحالة: قيد الانشاء.
* **مشروع طنجة 2 :** القدرة 150 ميغاواط، المطور: القطاع الخاص، الحالة: قيد الانشاء.

ب. انجازات المغرب في الطاقة الشمسية المركزة:

* **مشروع ورزازات:** القدرة: 160 ميغاواط، المطور: شراكة بين القطاعين الخاص والعام، الحالة: قيد الإنشاء.
* **مشروع فم الواد:** القدرة: 500 ميغاواط، الحالة: مخطط لإنشائه.
* **مشروع بوجدور:** القدرة: 100 ميغاواط، الحالة: مخطط لإنشائه.
* **مشروع سبخة تاه:** القدرة: 500ميغاواط، الحالة: مخطط لإنشائه.

جـ. نموذج عن المشروع المغربي الشمسي نور- ورزازات:

تجسّدت النجاحات في تجربة المغرب في مجال الطاقات المتجددة من خلال إنجاز مشاريع كبرى، سواء في مجال الطاقة الشمسية أو الريحية. ومن بين هذه المشاريع مشروع "نور ورازات" كمثال مشرق على قدرة المغرب على الاستثمار في هذه الطاقات بنجاح.



الصورة.10. المشروع المغربي الشمسي نور- ورزازات (https://marocenv.com/8689.html/2017/)

❖ **التعريف بمشروع نور - ورزازات:**

إطلاق مشروع الطاقة الشمسية "نور - ورزازات" في المغرب يمثل بداية لجيل جديد من المشاريع التنموية، حيث تهدف المملكة من خلاله إلى الارتقاء إلى مصاف الدول المتقدمة وتوفير الظروف الاقتصادية والاجتماعية والبيئية لضمان العيش الكريم للمواطنين. يعود دعم هذه المبادرة المغربية على الصعيد العالمي إلى استجابتها للنداءات المتزايدة للحد من انبعاثات الغازات الضارة بالبيئة، حيث كان المغرب من بين الدول الرائدة في تحويل التزاماتها إلى أفعال من خلال الانتقال إلى استخدام الطاقة النظيفة كبديل للوقود الأحفوري.

تقترب مراحل مشروع محطة الطاقة الشمسية "نور ورازات"، أكبر مركب للطاقة الشمسية في العالم، من الانتهاء، حيث يتكون المشروع من أربع محطات شمسية متعددة التكنولوجيات تمتد على مساحة تقدر بحوالي 2000 هكتار(محطة نور1، محطة نور 2 محطة نور3، محطة نور 4). تم تنفيذ هذه المحطات بمطابقة لأعلى المعايير والمواصفات الدولية، سواء على الصعيدين التكنولوجي والبيئي.

❖ **المزايا التنموية لمشروع الطاقة الشمسية بالمغرب:**

ـ يساهم في تقليل استهلاك حوالي مليون طن سنوياً من الوقود الأحفوري، وبالإضافة إلى ذلك، سيقدم إسهامًا كبيرًا في الحفاظ على البيئة من خلال تقليل انبعاث حوالي 3.7 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون.

ـ هذه المشاريع لم تكن مجرد مصدر للطاقة النظيفة، بل كانت فرصة لتعزيز التنمية الاجتماعية والاقتصادية، حيث تم اعتماد إجراءات تشمل تحسين الصحة والتعليم، دعم القطاع الزراعي وريادة الأعمال، وتنشيط الحياة الثقافية والرياضية. استفاد أكثر من 20 ألف شخص من هذه الجهود التضامنية، وتم توفير الماء الصالح للشرب لأكثر من 30 قرية، بالإضافة إلى ربط أربع قرى بالشبكة الوطنية للطرق، مما ساهم في تقليل عزلتها الريفية.

ـ بالإضافة إلى مركب "نور ورازات"، يتضمن مخطط الطاقة الشمسية "نور" بناء سلسلة من محطات إنتاج الطاقة الشمسية متعددة التكنولوجيات في مناطق مختلفة من المغرب، بما في ذلك ميدلت، العيون، بوجدور، وطاطا، بطاقة إجمالية تبلغ 200 ميغاواط. من خلال هذه المشاريع الطاقية، سيستمر المغرب في الوفاء بالتزاماته الدولية المتعلقة بتقليل انبعاثات الغازات الضارة، وسيعمل على تحقيق هدفه الأساسي في رفع حصة الطاقات المتجددة ضمن المزيج الكهربائي الوطني إلى 52% بحلول عام 2030. (سياحة مسعودة، شويب أسماء، 2019، ص111، 113، 114).

خلاصة

تُعطى اليوم دول العالم أهمية كبيرة للطاقة المتجددة في سعيها نحو تحقيق النمو الاقتصادي والاجتماعي والبيئي والتكنولوجي. يتجه العالم نحو الاستثمار في الطاقة المتجددة كبديل استراتيجي مستدام، حيث أصبحت ألمانيا مثالًا بارزًا بتحقيقها مكانة رائدة في هذا المجال وتخفيضها لانبعاثات الكربون. وقد استحقت التجربة الصينية اهتماماً كبيراً، إذ حققت نجاحات تنموية واسعة واحتلت مواقع متقدمة في الأسواق العالمية، مما جعلها تتنافس بفاعلية مع الدول الرائدة في هذا المجال. وفي هذا السياق، فقد أولت المغرب اهتماماً بالغًا لتطوير واستغلال الطاقات المتجددة، حيث يُظهر ذلك واضحاً من خلال المشاريع الفعلية التي نفذتها والخطط المستقبلية التي وضعتها. ونظرًا لوجود حدود مشتركة بين المغرب والجزائر، يبدو أنهما يتمتعان بموارد طاقية متجددة مماثلة، مما يشير إلى إمكانية تبادل التجارب والتعاون في هذا المجال.

الفصل الرابع :

دور الطاقات المتجددة في الجزائر وأثرها في تحقيق التحول الطاقوي

تمهيد

تعمل الجزائر على ابتكار وسائل جديدة لتلبية الطلب المستقبلي على الطاقة، نتيجة للتجاوز الكبير لاستخدام مصادر الطاقة التقليدية والآثار السلبية على البيئة والصحة البشرية، مثل انبعاث الغازات السامة. يهدف هذا الفصل إلى استكشاف مصادر الطاقة المتجددة في الجزائر، والبنية التحتية المؤسسية المتعلقة بها، وبرنامج الطاقات المتجددة الوطني، بالإضافة إلى تسليط الضوء على أهم الإنجازات والمشاريع في هذا المجال. كما سيتم تقديم نظرة على الآثار الاقتصادية للاعتماد على الطاقات المتجددة، بالإضافة إلى التحديات التي قد تواجه استخدامها في البلاد.

1. مصادر الطاقات المتجددة في الجزائر

تمتلك الجزائر ثروات هائلة في مجال الطاقة المتجددة، وتحتاج فقط إلى إدارة فعالة سياسية واقتصادية للاستفادة الكاملة منها. إذا نجحت في ذلك، فسوف تكون لها ميزة تنافسية كبيرة وفرصة للمنافسة في سوق التصنيع العالمي.

1.1. الطاقة الشمسية في الجزائر

أ. مقومات الطاقة الشمسية في الجزائر

تتمتع الجزائر بالعديد من مقومات الطاقة الشمسية والتي تتمثل فيما يلي:

ـ تتميز الجزائر بوفرة الأراضي الصحراوية المشمسة على مدار أغلب أيام السنة، حيث تمتد فترات الشمس لأكثر من 2000 ساعة سنوياً، والجدول التالي يوضح قدرات الطاقة الشمسية حسب المناطق في الجزائر:

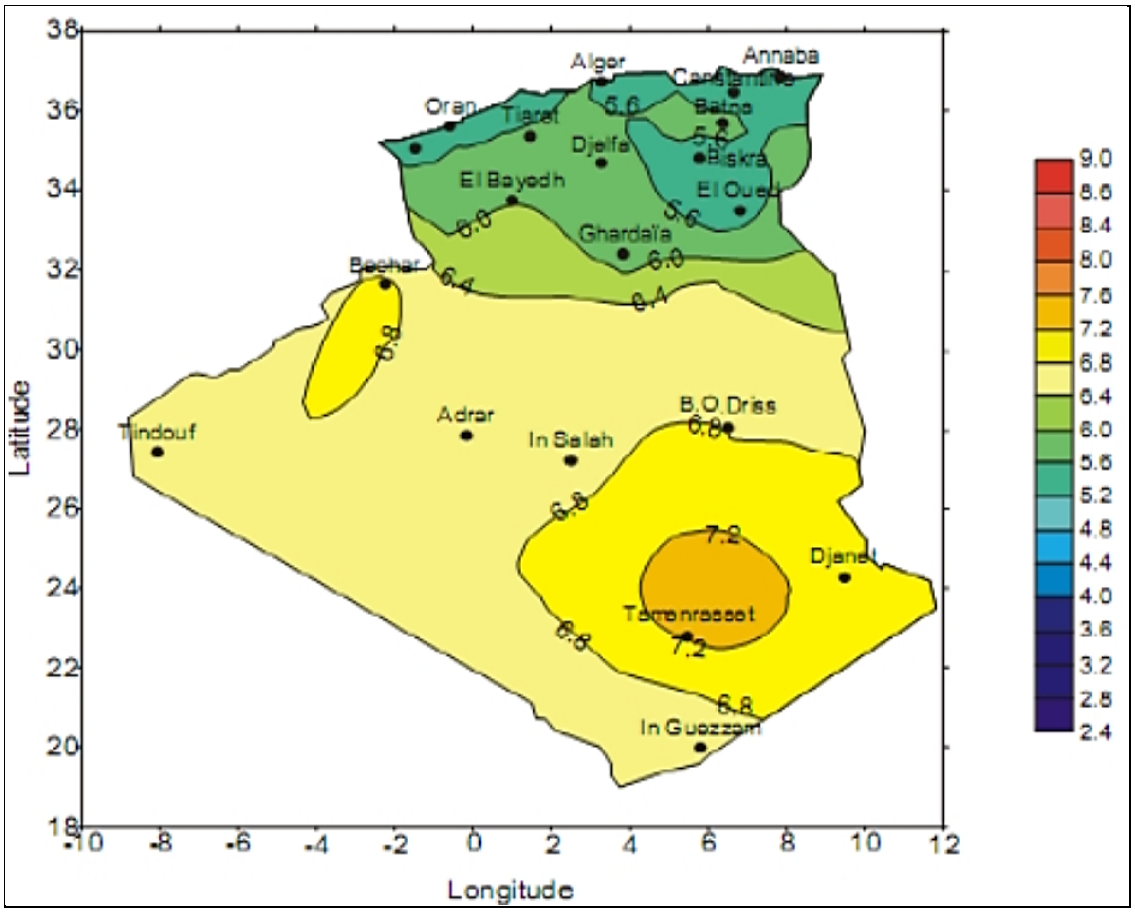
جدول .14. قدرات الطاقة الشمسية حسب المناطق في الجزائر

المناطق	المناطق الساحلية	الهضاب العليا	الصحراء
المساحة %	4	10	86
معدل مدة إشراقة الشمس (ساعات/السنة)	2650	3000	3500
معدل الطاقة المحصل عليها (كيلوواط ساعي/م^2/السنة)	1700	1900	2650

(بوحنة منال، ينينب صابرينة، 2021)

ـ تعتبر صحراء الجزائر واحدة من أكبر الصحاري في العالم، وتتميز بارتفاع درجات الحرارة الشديدة، خاصةً في فصل الصيف، حيث تتجاوز درجة الحرارة 60 درجة مئوية. تشكل المساحة التي تغطيها الصحراء في الجزائر أكثر من 80% من المساحة الإجمالية، مما يعزز قدرتها على استغلال الطاقة الشمسية بشكل أكبر.

ـ تشير العديد من الدراسات إلى إمكانية الجزائر تصدير الطاقة الشمسية التي تمتلكها إلى الدول الأخرى، نظراً لموقعها الجغرافي واتساع مساحاتها مما يتيح استمرار تعرضها لكميات كبيرة من الإشعاع الشمسي، الأمر الذي يجعلها قادرة على توليد كميات هائلة من الطاقة الشمسية.



الصورة .11. المتوسط السنوي لشدة الاشعاع الشمسي في الجزائر (بوحنة منال، ينينب صابرينة، 2021)

ـ هناك التزامات من قبل عدة دول حول العالم، بما في ذلك الجزائر، للامتثال لمؤشر المناخ الدولي، حيث تسعى لتقليل الانبعاثات الضارة التي تسهم في الاحتباس الحراري وتغير المناخ.

ـ تتواجد في الجزائر مجموعات من القرى الصغيرة والمتباعدة في الأرياف، حيث يبلغ نسبة سكان الريف حوالي 41% من إجمالي السكان. قد يكون من الصعب في بعض الأحيان ربط هذه القرى بالشبكة الكهربائية الرئيسية بسبب أسباب عملية أو اقتصادية. لذلك، الحل الأنسب في مثل هذه الحالات هو استخدام الطاقة الشمسية في تلك المناطق النائية.

ـ هناك العديد من الطرق التي يمكن من خلالها استخدام الطاقة الشمسية بكفاءة في الجزائر، ويمكن تصنيفها في ثلاث فئات رئيسية هي: إنتاج الكهرباء، التطبيقات الحرارية، والعمليات الكيميائية.

ـ تتميز الكثير من المناطق الصحراوية بانخفاض في تواجد الغيوم، مما يجعلها مؤهلة بشكل أكبر للاستفادة من الطاقة الشمسية.

ـ الجزائر لا تواجه مشكلة في توفر المساحة اللازمة لتركيب الألواح الشمسية ومستلزماتها، نظراً لمساحتها الكبيرة التي تبلغ 2381741 كيلومتر مربع، وهي أكبر بلد إفريقي من حيث المساحة والعاشر عالمياً. بالإضافة إلى ذلك، فإن توفير 1000 واط من الكهرباء يتطلب مساحة تتراوح بين 7 و 10 متر مربع من الألواح الشمسية، وبالتالي فإن الجزائر تمتلك الإمكانيات الكافية للاستفادة من الطاقة الشمسية بشكل كبير.

ـ إن إنتاج الطاقة الشمسية في الجزائر، على الرغم من النمو القياسي الذي شهده في عام 2016، لا يزال دون المستوى المطلوب. فقد وصل إنتاج الطاقة الشمسية إلى 250 ميغاواط في تلك السنة، مما يعكس الاهتمام المتزايد من قبل الدولة بهذا القطاع وزيادة اعتمادها على الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة.

جدول .15. إنتاج الطاقة الشمسية في الجزائر خلال الفترة 2007- 2016

السنة	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
الطاقة(ميغاواط)	2	2	2	2	27	27	27	28	79	250

(IRENA RE Capacity statistics 2017)

ب. الصعوبات التي تواجه استخدام الطاقة الشمسية في الجزائر

رغم الجهود المتنوعة لتعزيز الطاقة الشمسية وتحقيق البرامج والخطط المرسومة لتحقيق التنمية المستدامة، إلا أن هناك عددًا من التحديات التي تؤثر على مدى إسهام الطاقة الشمسية، وتشمل:

ـ العوائق التنظيمية: على الرغم من توافر الإطار القانوني الضروري لتعزيز هذه الطاقة في الجزائر، إلا أنها ما زالت غير فعّالة على الصعيدين التطبيقي والعملي، سواء بسبب غياب النصوص التطبيقية للقوانين المعتمدة في هذا المجال، أو بسبب عدم وضوحها وعموميتها.

ـ العوائق التكنولوجية: على الرغم من التقدم في تطوير تكنولوجيا الطاقة الشمسية، إلا أن استخدامها لا يزال محصورًا في عدد قليل من المحطات الصغيرة والتجريبية. يعود ذلك إلى عدم وجود نضج اقتصادي في تكنولوجيا الطاقة الشمسية، مما يؤدي إلى ارتفاع تكاليف الاستثمار فيها.

ـ نقص البنية التحتية الفنية والتكنولوجية اللازمة لتطبيق تكنولوجيا الطاقة الشمسية يعتبر عائقاً أمام الاستثمار فيها، حيث تتطلب دراسات دقيقة وأجهزة متطورة.

ـ ان عدم التفكير بجدية في استخدام الطاقة الشمسية من قبل الأفراد والمجتمع بشكل عام يشكل عائقاً أمام الاعتماد عليها كمصدر لإنتاج الطاقة.

ـ وجود الغبار ومحاولة تنظيف أجهزة الطاقة الشمسية منه يُعد تحديًا، وقد أظهرت الأبحاث الحالية في هذا المجال أن أكثر من 60% من كفاءة الطاقة الشمسية تفقد في حالة عدم تنظيف الجهاز الاستقبالي للأشعة الشمسية لمدة شهر. الطريقة الأمثل للتخلص من الغبار هي استخدام طرق التنظيف المستمرة، مثل تنظيفها بشكل دوري لا يتجاوز ثلاثة أيام لكل فترة. تختلف هذه الطرق من بلد إلى آخر، اعتمادًا على طبيعة الغبار وظروف الطقس في تلك البلدان.

ـ تخزين الطاقة الشمسية والاستفادة منها خلال الليل أو الأيام الغائمة تعتبر تحدياً. يعتمد عملية تخزين الطاقة الشمسية على عوامل متعددة، مثل كمية الطاقة الشمسية المتاحة ونوع الاستخدام ومدة الاستخدام، بالإضافة إلى تكلفة النظام بشكل عام. من الأفضل تجنب استخدام أجهزة التخزين لتقليل التكاليف والاستفادة مباشرة من الطاقة الشمسية أثناء توفرها، ويعتبر مجال تخزين الطاقة الشمسية موضوعا يحتاج إلى المزيد من الأبحاث العلمية واكتشافات جديدة.

ـ إضافةً إلى عدم وعي الحكومة بمدى أهمية هذا المصدر الطاقوي وعدم تقديم الدعم الكافي له، تواجه الطاقة الشمسية نوعًا من القصور في منح الأسماء للبحوث التطبيقية في الجامعات، بالإضافة إلى التردد والتحفظ في سياسات الأماكن المحلية من قبل الصانعين للقرارات.

جـ. سبل تعزيز استخدام الطاقة الشمسية في الجزائر

الاستثمار في البحث والتطوير لإيجاد بدائل للطاقة يعد جزءًا مكملًا ضروريًا لاستمرارية الجزائر كدولة مصدرة للطاقة وللحفاظ على مستوى الاقتصاد الذي تتمتع به. ومع ذلك، من أجل مواكبة باقي دول العالم في هذا المجال، ينبغي اتباع مجموعة من الطرق، من بينها:

ـ دعم الأسعار: يبدأ دعم الحكومة من خلال مؤسستها لجميع الجوانب التي تسهم في إنتاج الطاقة المتجددة، بدءًا من المصانع وصولاً إلى المستهلك، وسيساهم هذا بلا شك في جعل هذه الطاقات تلبي حاجات المجتمع الجزائري بشكل أفضل.

ـ تجميع الإمكانيات: يتضمن رسم سياسة جزائرية تنظم عملية إنتاج الطاقة واستخداماتها على المدى البعيد، وذلك بطريقة تضمن توازنًا بين موارد البلد وقدراته، وبين زيادة الطلب على الطاقة.

ـ تقديم الدعم المادي والمعنوي وتعزيز نشاط البحث في مجالات الطاقة الشمسية.

ـ إنشاء بنك للمعلومات يتضمن بيانات حول الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة وشدة الرياح وكمية الغبار، وغيرها من المعلومات الأساسية والدورية الضرورية لاستخدام الطاقة الشمسية.

ـ تعزيز التبادل العلمي والاستشارات بين الجزائر ودول أخرى من خلال عقد الندوات واللقاءات الدورية.

ـ تنفيذ جميع الإجراءات اللازمة لتعزيز الاستدامة في استخدام الطاقة، واستكشاف أفضل السبل لتحقيق ذلك، بالإضافة إلى دعم المواطنين الذين يستخدمون الطاقة الشمسية في منازلهم.

ـ استخدام الضرائب والرسوم التنافسية بهدف تعزيز الاستثمار وتعزيز انتشار الطاقة المتجددة. يكمن سبب هذه السياسات الضريبية في:

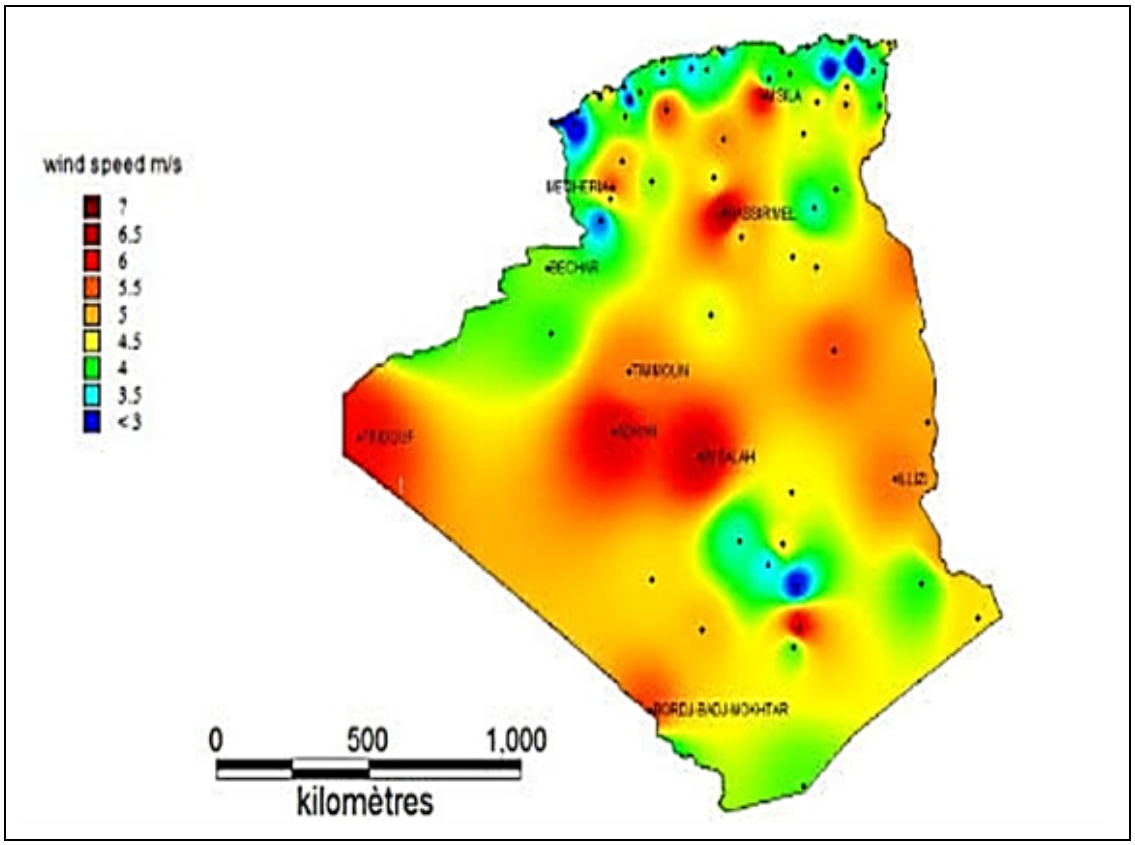
ـ ضرائب التغيير المناخي: تُفرض ضريبة خاصة على القطاع العام والشركات ذات الاستهلاك الكبير للطاقة، ويتم إعفاء قطاع الطاقة المتجددة من هذه الضريبة، وتُعرف هذه الضريبة باسم "ضريبة التغيير المناخي". ويهدف ذلك إلى تشجيع الاستثمار في إنتاج الطاقة المتجددة وتقليل الاعتماد على الطاقة الأحفورية، بهدف الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة.

ـ الضرائب على الكربون: تُفرض ضريبة الكربون كإضافة على سعر الوقود الأحفوري، وتتناسب مع كمية الكربون المنبعثة عند حرق هذا الوقود. وقد اعتبرت مثل هذه الضرائب فعالة في الحد من الانبعاثات، حيث تعتبر ضريبة تشجيعية لاستخدام الطاقة المتجددة.

2.1. طاقة الرياح في الجزائر

أ. مقومات طاقة الرياح في الجزائر

وفقًا للدراسات الحديثة، تم تحديد مواقع مناسبة لتنصيب مزارع الرياح لتوليد الطاقة الكهربائية في مناطق مختلفة من الجزائر، بما في ذلك رأس الوادي، بجاية، سطيف، برج بوعريريج، وتيارت، بالإضافة إلى إمكانية استغلال طاقة الرياح في المناطق الجنوبية مثل تندوف، أدرار، وبشار. هذا يشير إلى وجود عدة مناطق مؤهلة في التراب الوطني للاستفادة الأمثل من طاقة الرياح. وقد تم وضع برنامج طموح خلال الفترة من 2010 إلى 2014 لتطوير وتوليد الطاقة الكهربائية من طاقة الرياح، بمشاركة 10 باحثين بالإضافة إلى 360 أستاذًا يعملون في ثلاثين مركزًا بحثيًا محليًا. كما تم رسم الخطط لاستكشاف المزيد من المواقع التي تتمتع بنشاط الرياح في الجزائر، بهدف إنتاج نسبة معينة من الطاقة الكهربائية من طاقة الرياح بحلول عام 2015.



صورة .12. سرعة الرياح في الجزائر 2004- 2014 (https://www.cder.dz).

على الرغم من إمكانيات الجزائر في استخدام الرياح، إلا أنها لم تستفد منها بالشكل المطلوب. في السابق، لم تكن الجزائر مهتمة بتطوير هذا النوع من الطاقة، ولكن بدءاً من عام 2014، بدأت في إنتاجها، حيث كان حجم إنتاجها يقدر بـ 10 ميغاواط في الساعة، وظل ثابتاً حتى عام 2016.

جدول .16. انتاج طاقة الرياح في الجزائر خلال الفترة 2007- 2016

السنة	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
طاقة(ميغاواط)	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10

(IRENA, RE Capacity statistics, 2017)

ب. أهمية استغلال طاقة الرياح في الجزائر

ـ إن الأهمية الاقتصادية لاستخدام طاقة الرياح تظهر في تكلفتها المنخفضة، حيث تتراوح بين 5 إلى 6 دنانير للكيلوواط في الساعة. هذا يجعلها أقل تكلفة مقارنة بالطاقة الشمسية.

ـ تمتاز بتكنولوجيا بسيطة وغير معقدة مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى.

ـ الاستثمار في استغلال الرياح يُعتبر قيمة استثمارية مضمونة، خاصة في الجزائر التي تعتبر بلدًا رائدًا في استغلال الموارد غير المتجددة. تتمتع الجزائر بموقع استراتيجي له قدرة إقليمية كبيرة، حيث تمتد سواحلها لأكثر من 1200 كيلومتر وتفصل 1500 كيلومتر بين شمالها وجنوبها.

ـ يعتبر الخبراء أنه من الضروري التركيز على طاقة الرياح في الجزائر نظراً لفوائدها الاقتصادية ومساهمتها في تعزيز النشاط الصناعي وخلق فرص عمل.

ـ الجزائر تتمتع بموقع جغرافي مميز يجعلها ملائمة للاستفادة من الطاقة، حيث تهب الرياح على السواحل الجزائرية محملة بكميات كبيرة من الهواء البحري الرطب والهواء القاري النقي، مما يؤدي إلى زيادة سرعة الرياح المتوسطة لتتجاوز 7 أمتار في الثانية. وتشمل هذه الظروف الجيدة لتوليد الطاقة الريحية خصوصاً في المناطق الساحلية التي تمتد على مساحة تقدر بخمسين ألف كيلومتر مربع، وهي مناطق تتميز بالاستدامة والنظافة بحيث لا تشكل خطرا على البيئة.

3.1. الطاقة المائية في الجزائر

بالنسبة للطاقة المائية في الجزائر، فإنه على الرغم من الإمكانيات المائية الكبيرة المتاحة، والتي تعود جزئيًا إلى كميات الأمطار الهامة التي تسقط سنويًا والتي تقدر بحوالي 65 مليار متر مكعب، حيث يُعتبر ثلث هذه الكمية مياه سطحية، إلا أن الباقي يشكله مياه جوفية. ويعزى هذا التوزيع إلى تركيز الموارد المائية في مناطق محددة، بالإضافة إلى تبخر جزء منها أو تصريفها بسرعة نحو البحر أو حقول المياه الجوفية. توجد في الجزائر حالياً حوالي 103 سد منجز ونحو 50 سد في مرحلة الإنجاز.

ونتيجة لذلك، تبلغ حصة إنتاج الكهرباء من الطاقة المائية في الحضيرة الوطنية حوالي 1% فقط، ما يعادل نحو 286 ميغاواط. ويعتبر هذا الرقم قدرة ضعيفة مقارنةً بالعدد غير الكافي من السدود وعدم الاستفادة الأمثل من الموارد المتاحة.

نتيجة لقلة عدد المحطات لتوليد الكهرباء من الطاقة المائية وضعف الكفاءة والاستغلال الفعّال للمحطات الموجودة، فإن الاعتماد على الطاقة المائية لتوليد الكهرباء في الجزائر يصل إلى نسبة لا تتجاوز 3% يوضح الجدول التالي المشاريع المنجزة في مجال توليد الطاقة المائية في الجزائر وكميات الكهرباء التي تم توليدها.

جدول .17. محطات توليد الطاقة المائية في الجزائر

المحطة	الولاية	الاستطاعة (ميغاواط)
درقينة	بجاية	71,5
أغيل أمدا		24
زيامة منصورية	جيجل	100
إراقن		16
سوق الجمعة	تيزي وزو	8,085
تيزي مدان		4,458
أغزنشبل		2,712
غريب	عين الدفلى	7,000
قوريات	البويرة	6,425
واد فوضة	الشلف	15,600
بني بهدل	تلمسان	3,500
تسالة	عين تموشنت	4,228
بوحنيفة	معسكر	5,700
المجموع		286

(منشور وزارة الطاقة والمناجم، 2011)

مساهمة الطاقة المائية تظل محدودة مقارنة بالمصادر التقليدية، وتوضح الجدول الإنتاج الإجمالي للجزائر من الطاقة المائية، حيث كان إنتاجها في حالة استقرار. وقد بلغ إجمالي الإنتاج من الطاقة المائية في الفترة من عام 2007 إلى عام 2016 ما يقدر بـ 276 ميجاواط.

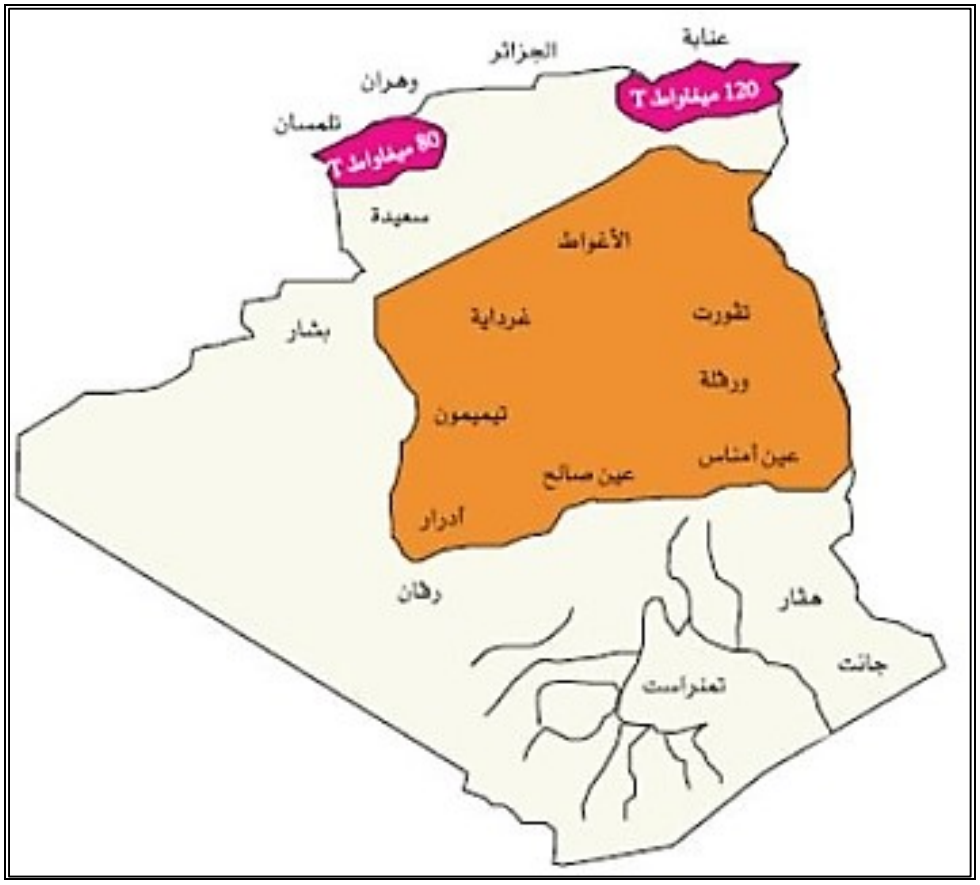
جدول .18. انتاج الطاقة المائية في الجزائر خلال الفترة 2007- 2016

السنة	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
الطاقة(ميغاواط)	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276

(IRENA RE Capacity statistics 2017)

4.1. الطاقة الحرارية الجوفية في الجزائر

فيما يتعلق بالطاقة الحرارية في الجزائر، تمكنت المعلومات الجيولوجية والجيوكيميائية، والجيوفيزيائية من إنشاء خريطة "جيومترية" أولية تجمع أكثر من 200 منبع ساخن في المنطقة الشمالية للبلاد والتي تتمركز أساسا في الشمال الشرقي والشمال الغربي للوطن. يمكن استخدام هذه المنابع في التدفئة، والتجفيف الزراعي، وتربية الحيوانات، حيث تصل درجات الحرارة إلى مستويات تتجاوز 45 درجة مئوية، ومن بينها منبع المتواجد بولاية قالمة " حمام المسخوطين" والذي تصل درجة حرارته على 98 درجة مئوية بالإضافة إلى وجود منابع ذات درجات حرارة مرتفعة جداً تصل إلى 199 درجة مئوية في بسكرة، مما يشجع على إنشاء محطات لتوليد الكهرباء بها.



صورة .13. توزيع طاقة الحرارة الجوفية بالجزائر

(Ministre de l'énergie et des Mines, Guide des Energie Renouvelables, Algérie, 2007, p42)

الجزائر تتمتع بإمكانيات كبيرة في مجال الطاقة الحرارية، حيث يتم الحصول على أكثر من 12 متر مكعب في الثانية من الماء الساخن من الآبار الارتوازية ومصادر المياه المعدنية الحارة، حيث تتراوح درجات حرارتها بين 98 و232 درجة مئوية. يعود استخدام المياه المعدنية الحارة في الجزائر إلى عدة عشرات من السنين في الاستخدامات المنزلية والسقي، وقد استُخدمت لأول مرة في تدفئة البيوت البلاستيكية الفلاحية عام 1970. وتشمل أهم استخدامات الطاقة الجيوحرارية في الجزائر تجفيف المنتجات الزراعية وتكييف الجو داخل المباني، بما في ذلك المنازل والفنادق والمحلات التجارية وغيرها، وتسخين البيوت الفلاحية، وتوفير الحرارة اللازمة في أماكن تربية الأسماك. كما تُستخدم هذه الطاقة في إنتاج الكهرباء، وتتوفر الجزائر على طبقة جوفية من المياه الحارة تغطي مساحة تقدر بالعديد من آلاف الكيلومترات المربعة، وتعرف بالطبقة

المائية والألبية أو "القارب الكبير"، حيث تصل درجة حرارتها المتوسطة إلى 57 درجة مئوية. وقد أنتجت العمليات الأولية لاستغلال هذه الطبقة طاقة سنوية تقدر بـ700 ميجاوات.

جدول .19. مصادر الطاقة الجيوحرارية في الجزائر

الولاية	البلدية	المنبع	المنسوب والحرارة
الشلف	أولاد فارس	عين بوشاقر	401 لتر/ثانية
بسكرة	بسكرة	حمام الصالحين	651 لتر/ثانية
بسكرة	أولاد جلال	الدوسن	تدفق قوي(56درجة مئوية)
معسكر	بوحنيفية	عين الحمامة	تدفق قوي(350متر علو)
ميلة	حمالة	بني هارون	301 لتر/ثانية
غرداية	زلفانة	زلفانة	3001لتر/ثانية
غليزان	سيدي عبد الله	سيدي عبد الله	41لتر/ثانية(51د رجة مئوية)
غليزان	متيلة	متيلة	601اتر/ثانية(در جة مئوية)

(غانية نذير، محمد قويدري، ص98)

5.1. طاقة الكتلة الحيوية في الجزائر

تُعرف الطاقة الحيوية، أو الطاقة البيولوجية كما يسميها البعض، بأنها نوع من الطاقة المستمدة من عدة مصادر، تشمل الكتلة النباتية وبقايا المحاصيل التي يُستخدمها بعض البلدان لإنتاج الوقود البيولوجي. كما تُستخدم في بعض الحالات النفايات المنزلية لإنتاج غاز الميثان.

تتميز الجزائر بآفاق واعدة في تطوير هذه الطاقة، خاصة في مزارع تربية المواشي وتحويل مخلفات التمور في الجنوب، ومخلفات صناعة زيت الزيتون. هذا يشير إلى إمكانية إنشاء مشاريع لتوليد الطاقة الكهربائية باستخدام البقايا الجافة من بذور الزيتون التي تتخلص منها هذه الصناعة. وستتم حساب قدرة المحطة الكهربائية بناءً على الموارد المتاحة من الكتلة الحيوية، وتبرز مزايا أخرى لهذه الطاقة، تتمثل في جوانبها الاجتماعية والاقتصادية والبيئية.

وبالنسبة لموارد الجزائر في هذا النوع من الطاقة:

ـ موارد غابية: تتمثل هذه الموارد في الغابات الاستوائية المتمركزة في شمال البلاد، حيث تشكل 10% من المساحة الإجمالية للبلاد. أما المناطق الأخرى فتشمل مناطق صحراوية جرداء. وتُقدر الطاقة الإجمالية لهذا المورد بحوالي 37 ميغا طن معدل نفط / السنة، مع قدرة استرجاع تقدر بحوالي 3.7 ميغا طن معدل نفط / السنة، مما يمثل نسبة 10% من الموارد الطاقية.

ـ موارد طاقوية من النفايات الحضرية والزراعية: يُعد هذا المورد حقلاً ذا أهمية استراتيجية، حيث يُقدر استيعابه بحوالي 1.33 مليون طن مكافئ للنفط سنويًا، ومع ذلك، لم تتم عمليات استغلاله بعد. (عليوة علي)

2. الاطار المؤسساتي للطاقات المتجددة في الجزائر

بدأ الاهتمام بموضوع الطاقات المتجددة في الجزائر منذ عام 1980، حيث تمت المصادقة على إنشاء المحافظة السامية للطاقة المتجددة في عام 1982 من قبل اللجنة المركزية. ومنذ ذلك الحين، بدأت الجهات المعنية في إعداد البنية التحتية اللازمة لبدء العمل في هذا المجال، بما في ذلك وضع الهياكل الأساسية. وانطلقت الجهود بإنشاء خمسة مراكز تنمية ومحطة تجريبية لاختبار وتطوير التقنيات والصناعات اللازمة لبرنامج الطاقات المتجددة. وقد شهدنا بعد ذلك تأسيس العديد من الهيئات والمؤسسات للعمل في هذا المجال، تهدف إلى دعم التطور والتنمية في مجال الطاقات المتجددة ومن بينها:

ـ الوكالة الوطنية لعقلنة استعمال الطاقة (APRU):

تأسست في 25 أوت 1985 في الجزائر تحت إشراف وزارة الطاقة والمناجم، حيث تهدف إلى تصميم واقتراح وتنسيق جميع الجهود التي من شأنها تلبية الطلب على الطاقة، وتطوير القطاع الطاقوي، وتعزيز كفاءة الطاقة واقتصاديتها.

ـ مركز الطاقة المتجددة (CDER):

تم تأسيسه في 28 مارس 1988 في بوزريعة، الجزائر، تحت إشراف وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، ومن بين أهدافه تنفيذ أبحاث في مجال الطاقة المتجددة، ولاسيما الطاقة الشمسية، بالإضافة إلى تطوير الوسائل المتعلقة باستغلال هذه الطاقات.

ـ وحدة تنمية التجهيزات الشمسية (UDES):

تأسست في 9 يناير 1988 في بوزريعة، الجزائر، كجزء من وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. تهدف هذه المؤسسة إلى تطوير التجهيزات الشمسية المستخدمة في التطبيقات الحرارية الضوئية.

ـ وحدة تنمية تكنولوجيا السيليسيوم (UDTS):

تهدف هذه المؤسسة إلى تطوير تقنيات المواد الأساسية المستخدمة في مجال الطاقة المتجددة، وهي تابعة لوزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

ـ محطة تجريب التجهيزات الشمسية في أقصى الصحراء (SEESMS):

تأسست في 22 مارس 1988 في أدرار، وتعنى بتطوير واختبار التجهيزات الشمسية في الإقليم الصحراوي. وهي تابعة لوزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

ـ مديرية الطاقات الجديدة والمتجددة:

أُنشئت في عام 1995 في الجزائر العاصمة، وتشمل مهامها تقييم موارد الطاقة المتجددة وتطويرها. تنتمي إلى وزارة الطاقة والمناجم.

ـ المحافظة السامية لتنمية السهوب:

هي مؤسسة عمومية ذات طابع إداري، تتألف من جانب تقني وآخر علمي. تأسست بموجب المرسوم رقم 81/337 الصادر في 12 ديسمبر 1989. من بين مهامها الرئيسية، القيام ببرامج حيوية في مجال ضخ المياه وتوفير الكهرباء من خلال الطاقة الشمسية لصالح المناطق الصحراوية.

ـ الوكالة الوطنية للطاقات المتجددة (NEAL):

تعتبر هذه المؤسسة أحد الجهات الاقتصادية الرئيسية، حيث تركز جهودها على تعزيز وتطوير الطاقة الجديدة والمتجددة. تتضمن مهامها تنفيذ وإدارة مشاريع الطاقة المتجددة، التي تعود بالفائدة على شركائها سواء داخل الجزائر أو خارجها، وتقوم أيضًا بإنشاء مركز متخصص في الطاقة الشمسية يضم مرافق للتدريب والبحث. (دنيا تير، منال بوعزة، 2021)

3. البرنامج الوطني للطاقات المتجددة في الجزائر 2011- 2030

قامت الجزائر بإطلاق برنامج طموح لتطوير الطاقات المتجددة وتعزيز الكفاءة الطاقوية، بهدف إعداد جزائر الغد. تتمحور رؤية الحكومة الجزائرية حول استراتيجية تثمين الموارد الطبيعية غير القابلة للنضوب، مثل الطاقة الشمسية، واستخدامها لتنويع مصادر الطاقة. بفضل دمج المبادرات والمهارات، تهدف الجزائر إلى الانضمام إلى عصر الطاقة الجديدة والمستدامة، وتحقيق تحول شامل نحو الاعتماد على مصادر الطاقة النظيفة.

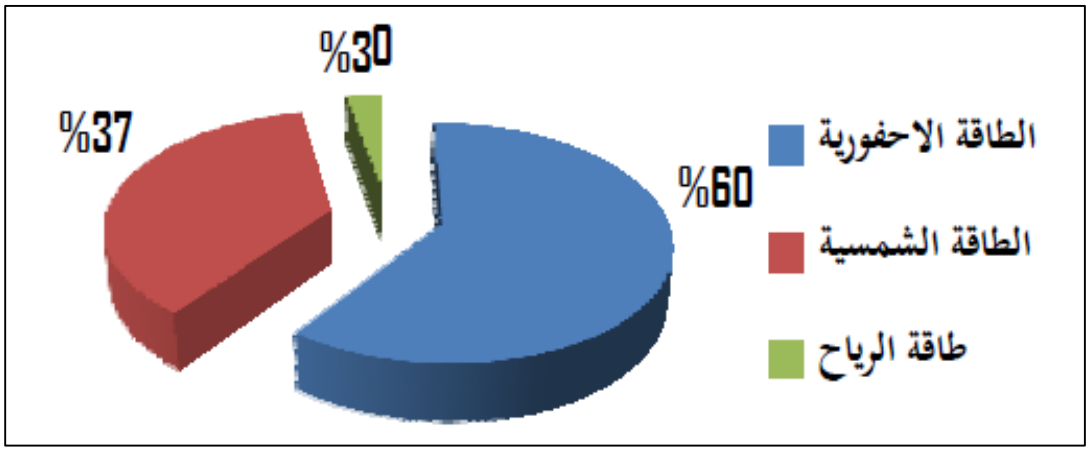
منذ عام 2011 وحتى عام 2020، شمل برنامج الطاقة المتجددة إنشاء 60 محطة للطاقة الشمسية، بما في ذلك الطاقة الشمسية الحرارية والكهروضوئية، إلى جانب حقول لتوليد الطاقة من الرياح ومحطات متعددة الاستخدامات. تم تنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة لإنتاج الكهرباء الموجهة للسوق الوطنية على ثلاث مراحل:

- **المرحلة الأولى:** ما بين 2011 و2013، و تُوجِّه الجهود نحو تنفيذ مشاريع رائدة (النموذجية) لاختيار مختلف التكنولوجيات المتوفرة.
- **المرحلة الثانية:** ستتميز الفترة ما بين عامي 2014 و 2015 باتباع نهج مباشر في نشر البرامج.
- **المرحلة الثالثة:** ستتميز الفترة ما بين عامي 2016 و 2020 بنشر البرامج على نطاق واسع.

تم وضع هذه المراحل ضمن استراتيجية وطنية شاملة تهدف إلى بناء صناعة حقيقية للطاقة الشمسية في الجزائر. تتضمن هذه الاستراتيجية برنامجًا تكوينيًا مكثفًا لبناء القدرات المحلية وترسيخ مهارات الخبراء الجزائريين في مجال الطاقة الشمسية. تهدف الجزائر من خلال هذه الاستراتيجية إلى تبني نهج شامل للطاقة المتجددة يهدف إلى إيجاد حلول دائمة للتحديات البيئية وحماية الموارد الطبيعية، خاصةً تلك المتعلقة بالوقود الأحفوري.

تُعدّ الطاقة الشمسية المحور الأساسي لهذا البرنامج، حيث تُخصص حصة كبيرة لها ضمن برنامج الطاقة الشمسية الحرارية والكهروضوئية. وبحلول عام 2030، من المتوقع أن تُساهم الطاقة الشمسية بأكثر من 37% من إجمالي إنتاج الكهرباء في البلاد. بالإضافة إلى ذلك، يشمل البرنامج أيضًا طاقة الرياح، والتي

تمثل المحور الثاني للتطور، حيث من المخطط أن تُساهم بنسبة 3% من إجمالي إنتاج الكهرباء في عام 2030، كما هو موضح في الشكل.



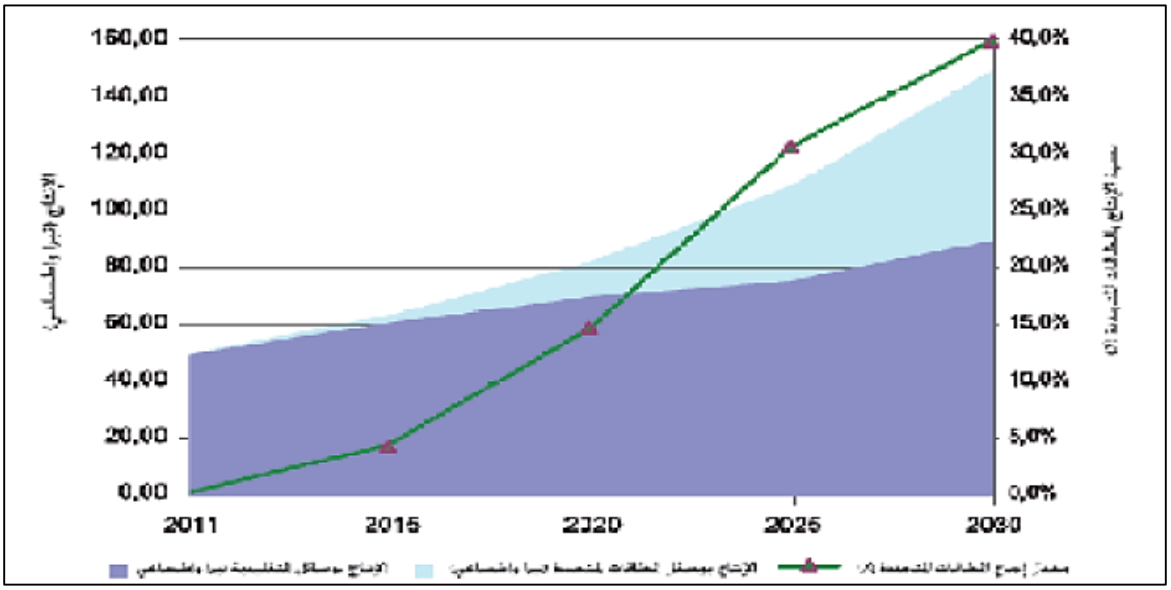
الشكل .19. حصص الطاقة الأحفورية والطاقة الشمسية وطاقة الرياح في الجزائر. (ترقو محمد وآخرون، 2017، ص75).

يُظهر الشكل توزيع مصادر الطاقة في الجزائر، حيث تُهيمن الطاقة الأحفورية (التقليدية) على المشهد بنسبة 60% من إجمالي أنواع الطاقة المنتجة. تأتي الطاقة الشمسية في المرتبة الثانية بنسبة 37%، بينما تُساهم طاقة الرياح بنسبة ضئيلة تبلغ 3%.

يهدف البرنامج الوطني لتطوير الطاقات المتجددة، الذي تمّ اعتماده من قبل الحكومة الجزائرية في 3 فبراير 2011، إلى توليد 40% من احتياجات البلاد من الكهرباء بحلول عام 2030 باستخدام مصادر الطاقة المتجددة، مع التركيز بشكل خاص على الطاقة الشمسية.

تتمتع الجزائر بإمكانيات هائلة في مجال الطاقة الشمسية، حيث تُعدّ من أهم الدول في حوض البحر الأبيض المتوسط من حيث الإشعاع الشمسي. وتسعى الجزائر من خلال هذا البرنامج إلى الاستفادة من هذه الإمكانيات لتصبح منتجًا رئيسيًا للطاقة الخضراء في المنطقة، وتُصدّر فائض الإنتاج إلى السوق الأوروبية.

كجزء من هذا البرنامج، تعتزم الجزائر إنشاء وحدات تجريبية صغيرة لاختبار مختلف تقنيات الطاقة المتجددة. ويوضح الشكل المُرفق التوجهات الحالية والمستقبلية لمساهمة مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة في الجزائر.



الشكل .20. التوجهات الحالية والمستقبلية لمساهمة الطاقة المتجددة في هيكل الامداد في الجزائر.

(ترقو محمد وآخرون، 2017، ص76).

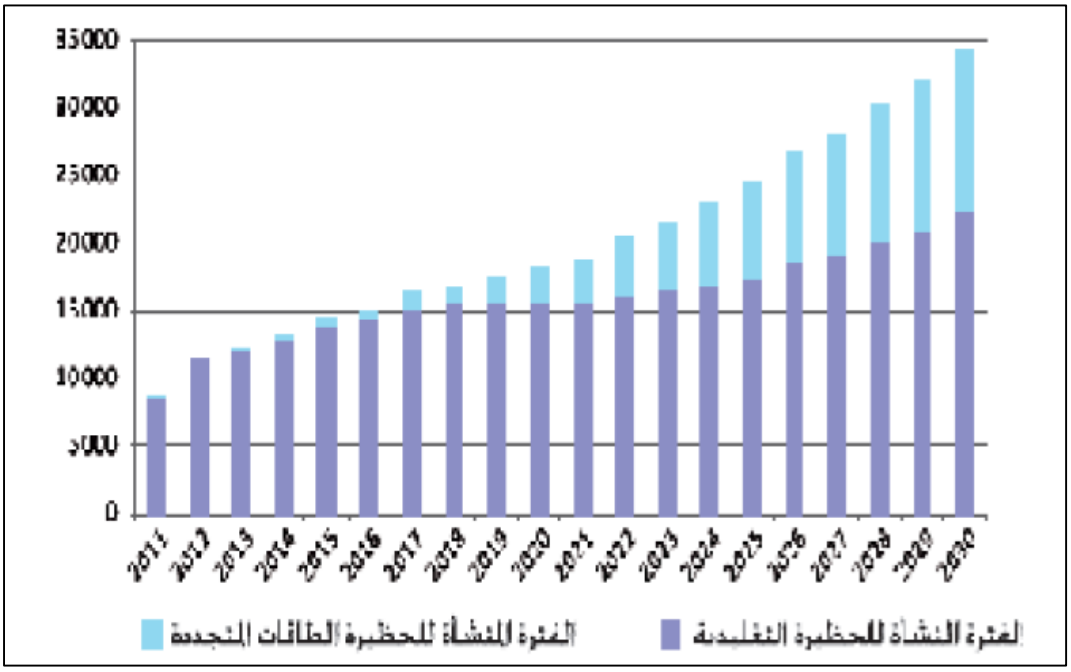
يُظهر الشكل أن مصادر الطاقة التقليدية هي السائدة في هيكل الإمداد بالطاقة في الجزائر، ولكن هذا لا يعني أن الجزائر لا تتجه نحو الاعتماد المتزايد على مصادر الطاقة المتجددة. ففي إطار استراتيجيتها الطاقوية الشاملة، تُنفذ الجزائر برنامجًا للطاقة المتجددة يتضمن المراحل التالية:

- تستهدف الجزائر الوصول إلى قدرة إجمالية 110 ميغاواط بحلول عام 2013.

- بحلول عام 2015، من المتوقع تركيب قدرة إجمالية تبلغ 650 ميغاواط.

- تهدف الجزائر إلى الوصول إلى قدرة إجمالية 2600 ميغاواط بحلول عام 2020، مع إمكانية تصدير ما يقارب 2000 ميغاواط.

- في أفق عام 2030، تتوقع الجزائر تركيب قدرة إجمالية 12000 ميغاواط لتلبية احتياجات السوق المحلي، مع إمكانية تصدير 10000 ميغاواط.



الشكل .21. هيكلة حظيرة الانتاج الوطني للطاقات التقليدية والمتجددة (ميغاواط)

(ترقو محمد وآخرون، 2017، ص76)

يُظهر هذا الشكل أن القدرة الإنتاجية المتوقعة للطاقة التقليدية في الجزائر ستشهد ازديادًا مستمرًا خلال الفترة من 2011 إلى 2030، حيث من المتوقع أن تصل إلى 2000 ميغاواط. بينما كانت القدرة الإنتاجية المتوقعة للطاقة المتجددة منخفضة للغاية خلال عامي 2011 و 2012، لكنها ستبدأ في الارتفاع بشكل ملحوظ من عام 2013 فصاعدًا، لتصل إلى 3500 ميغاواط بحلول عام 2030.

ركّز برنامج الطاقات المتجددة في الجزائر على تطوير نوعين من الطاقة الشمسية، وهما: الطاقة الشمسية الضوئية والطاقة الشمسية الحرارية، بالإضافة إلى طاقة الرياح، كما هو موضح في الجدول التالي.

جدول .20. الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في ظل برنامج الطاقات المتجددة في الجزائر.

نوع الطاقة	السنوات من 2011–2020		السنوات من 2021–2030	
الطاقة الشمسية الضوئية	انجاز مشاريع تقدر بـ	800 MW	انجاز مشاريع تقدر بـ	200 MW
الطاقة الشمسية الحرارية	2011–2015		2021–2023	
	انجاز مشروعين مع التخزين	150 MW لكل واحد	انجاز مشاريع تقدر بـ	500 MW
	انجاز مشروع محطة مختلطة غازية شمسية بحاسي الرمل	150 MW منها 25 MW من الطاقة الشمسية		
	2016–2020		2024–2030	
	انجاز أربع محطات مع التخزين	1.200 MW	انجاز مشاريع تقدر بـ	600 MW
طاقة الرياح	2011-2013		2016–2030	
	تأسيس أول مزرعة هوائية بأدرار	10 MW	انجاز مشاريع تقدر بـ	1.700 MW
	2014–2015			
	انجاز مزرعتين هوائيتين	20 MW لكل واحدة		

(ترقو محمد وآخرون، 2017، ص77).

يُظهر الجدول التالي إنجازات الجزائر في مجال الطاقة المتجددة خلال الفترة من 2011 إلى 2030، مُقسمة حسب نوع الطاقة:

أ. الطاقة الشمسية الضوئية:

- **2011 -2020:** تم إنجاز مشاريع بقدرة 800 ميغاواط.
- **2021 -2030:** من المخطط إنجاز مشاريع بقدرة 200 ميغاواط.

ب. الطاقة الشمسية الحرارية:

- **2014- 2015:** تم إنجاز مشروعين مع تخزين بقدرة 150 ميغاواط لكل منهما، بالإضافة إلى مشروع محطة مختلطة غازية شمسية في حاسي الرمل بقدرة 150 ميغاواط (منها 25 ميغاواط من الطاقة الشمسية).
- **2016- 2020:** تم إنجاز مشاريع بقدرة 600 ميغاواط.
- **2021- 2023:** تم إنجاز مشاريع بقدرة 500 ميغاواط.

جـ. طاقة الرياح:

- **2011- 2013:** تم إنجاز أول مزرعة هوائية في أدرار بقدرة 10 ميغاواط.
- **2014- 2015:** تم إنجاز مزرعتين هوائيتين بقدرة 20 ميغاواط لكل منهما.
- **2016- 2030:** تم إنجاز وسيتم إنجاز مشاريع بقدرة 1700 ميغاواط.

إدراكًا منها للتحديات الطاقوية والبيئية المرتبطة بتنويع مزيج الطاقة، وانسجامًا مع رغبة الدول الكبرى في تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، التزمت الجزائر ببرنامج طموح لتطوير مصادر الطاقة المتجددة. يأتي هذا البرنامج متماشياً مع التطورات الاقتصادية والسياسية العالمية، ومع اتجاه العالم نحو حلول طاقوية بديلة تلبي احتياجاته المتزايدة. ويهدف البرنامج الجزائري إلى استغلال الموارد الشمسية وطاقة الرياح الوفيرة في البلاد، ليس فقط لتلبية احتياجاتها الداخلية من الكهرباء، بل أيضًا لتصدير جزء من هذه الطاقة إلى الدول الأوروبية.

- تخصيص 120 مليار لتطوير الطاقات المتجددة:

خصصت الجزائر استثمارات ضخمة بقيمة 120 مليار دولار لبلوغ هدفها المتمثل في توليد 40٪ من احتياجاتها من الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة بحلول عام 2030. وتسعى الجزائر إلى جلب الاستثمار الخاص والأجنبي للمساهمة في تمويل هذا البرنامج الطموح.

مع بدء تنفيذ هذا البرنامج، شرعت الجزائر في مسار واعد نحو الاعتماد على مصادر الطاقة البديلة والنظيفة. وقد أكدت السلطات العليا على أهمية تنويع مصادر الطاقة في البلاد من خلال تطبيق برنامج وطني للطاقات المتجددة.

وإلى جانب تلبية احتياجات الطاقة المتزايدة، يُتوقع أن يُساهم هذا البرنامج في تطوير صناعة وطنية للطاقة المتجددة تُبنى على المهارات والقدرات الجزائرية. كما ستُساهم جهود الدولة في دعم تطوير صناعة محلية للمكونات في خلق فرص عمل جديدة، حيث يُتوقع أن يُوفر هذا القطاع ما لا يقل عن 100 ألف وظيفة.

- انجاز وبناء 67 مشروعا لتحقيق انتقال الجزائر نحو حقبة الطاقات المتجددة:

إدراكًا لأهمية الحفاظ على موارد الطاقة الأحفورية وحماية البيئة، تضع الجزائر الطاقة المتجددة على رأس أولوياتها في مجال السياسة الطاقوية والبيئية.

وفي هذا الإطار، كشفت لجنة ضبط الكهرباء والغاز عن البرنامج الوطني لتطوير الطاقات المتجددة 2011-2030، والذي يهدف إلى إنجاز **67 مشروعًا** بطاقة إجمالية تصل إلى **2357 ميغاواط** خلال السنوات التسع القادمة.

يمثل هذا البرنامج تحديًا هامًا للجزائر في مسيرتها نحو حقبة الطاقة النظيفة .وتتوزع مشاريع البرنامج على **20 ولاية** في مختلف أنحاء البلاد، تشمل **الجنوب** و**الشمال** و**الهضاب العليا**.

وتم تصنيف هذه المشاريع إلى أربعة فروع رئيسية:

- **الطاقة الشمسية:** 27 مشروعًا بقدرة 638 ميغاواط.
- **الطاقة الحرارية:** 16 مشروعًا بقدرة 830 ميغاواط.
- **طاقة الرياح:** 18 مشروعًا بقدرة 829 ميغاواط.
- **الطاقة الهجينة:** 6 مشاريع بقدرة 60 ميغاواط.

ومن بين مشاريع الطاقة الشمسية، تُعد محطة الجلفة بقدرة 48 ميغاواط الأكبر، بينما تقع محطة أدرار ذات القدرة الأقل (5 ميغاواط).

ستُكمل الجزائر مساعيها لتطوير الطاقة المتجددة من خلال إنجاز نفس العدد من محطات الطاقة الهجينة التي تعمل بالشمس والديزل وتوربينات الغاز، وتستهدف هذه المشاريع بشكل خاص مناطق الجنوب التي لم يتم ربطها بعد بشبكة التوزيع الوطنية، وتبلغ الطاقة الإجمالية المخصصة لهذا الفرع 109 ميغاواط وسيتم إنجاز أكبر محطة في هذا الفرع)20 ميغاواط(في ولاية أدرار، بينما ستكون أصغر محطة (0.02 ميغاواط) في تين الكروم بولاية اليزي.

أما بالنسبة لمشاريع الطاقة الشمسية الحرارية، فستُقام ست محطات بطاقة إجمالية تصل إلى 1350 ميغاواط. وتبلغ طاقة أهم محطة من هذه المحطات 400 ميغاواط، بينما تبلغ طاقة أصغر محطة 20ميغاواط، ولم يتم تحديد مواقع هذه المحطات بعد، لكن من المرجح أن تُقام في ولاية أدرار.

وسيتم تنفيذ هذه المشاريع على ثلاث مراحل تمتد من الآن حتى عام 2030:

- **المرحلة الأولى (2011 - 2013):** سيتم إنجاز **مشاريع نموذجية** لإجراء تجارب على مختلف التقنيات المتاحة.
- **المرحلة الثانية (2014 - 2015):** تبدأ عملية **نشر البرنامج** على نطاق واسع.
- **المرحلة الثالثة (2016 - 2030):** ستشهد **توسيعًا شاملًا للبرنامج** بالتوازي مع المشاريع المدرجة في البرنامج الوطني لتطوير الطاقات المتجددة.(ترقو محمد وآخرون، 2017)

4. أهم الانجازات الجزائرية في مجال الطاقات المتجددة

بدأت الجزائر تنفيذ عدة مشاريع وبرامج للاستثمار في مجال الطاقة المتجددة، ومن أبرزها:

أ. البرنامج الخاص بالصحراء الكبرى 1985- 1989:

البرنامج الممول من الحكومة والمخصص لولايات أقصى الجنوب (أدرار، بشار، الواد، إليزي، تمنراست) يهدف إلى توفير الماء الصالح للشرب لسكان هذه المناطق، سواءً من خلال عمليات الضخ أو التحلية، بالإضافة إلى توفير الإنارة وتبريد الهواء داخل المباني خلال فصل الصيف.

ب. مشروع تزويد بالكهرباء عن طريق الطاقة الشمسية لـ 20 قرية بالجنوب الجزائري الكبير:

تتمتع الصحراء الجزائرية بإمكانيات هائلة من الطاقة الشمسية، ممّا ساهم في تنمية تقنيات الطاقة الشمسية الفوتوفولطية وتطبيقاتها في مجال الإنتاج الصغير لتوفير الكهرباء. ويُجسّد ذلك بشكل خاص في برنامج إيصال الكهرباء إلى 20 قرية نائية ومعزولة في جنوب البلاد، حيث تُواجه هذه القرى ظروف معيشية قاسية وتقع بعيدة عن الشبكة الكهربائية، ممّا يجعل إيصال الكهرباء إليها بالوسائل التقليدية أمرًا صعبًا.

وقد انطلق هذا المشروع فعليًا عام 1998، وتولت شركة سونلغاز مسؤولية تنفيذه. حيث قامت الشركة بتنفيذ برنامج للإنارة الريفية باستخدام الطاقة الشمسية والطاقة الفوتوفولطية، ممولًا من مخصصات الدولة، لصالح 1000 أسرة في المناطق النائية بولايات تندوف، أدرار، إليزي، تمنراست.

جـ. تزويد محطة خدمات نفطال البريجة بسطاوالي بالطاقة الشمسية:

في 26 أبريل 2004، تم تدشين أول محطة خدمات تسير حصريًا بالطاقة الشمسية في منطقة البريجة بمدينة سطاوالي في الجزائر العاصمة. تم تكليف وحدة تطوير التجهيزات الشمسية ببوزريعة بدراسة هذا المشروع وتنفيذه، وقد تم إنجازه في غضون 13 أسبوعًا.

تُقدر تكلفة إنجاز المحطة بـ 12.7 مليون دينار جزائري. وتعمل المحطة على إنارة محيطها من خلال 22 عمودًا مستقلًا، كل عمود منها ينتج 18 واط من الطاقة. كما تضم المحطة 22 عمودًا من الألواح الضوئية التي يمكنها العمل لمدة 12 يومًا دون الحاجة إلى أشعة الشمس.

د. محطة إنارة فولطية صغيرة تابعة لمركز تطوير الطاقات المتجددة بشبكة الكهرباء الوطنية:

في 21 يونيو 2004، قام مركز تطوير الطاقات المتجددة بتدشين أول محطة إنارة فولطية بقدرة 10 كيلوواط. تم ربط هذه المحطة بشبكة توزيع داخلية تابعة لشركة سونلغاز الجزائرية.

يأتي هذا المشروع ضمن إطار التعاون الجزائري-الإسباني، ويهدف إلى إنتاج 200 كيلوواط من الطاقة الكهربائية خلال 15 ساعة.

هـ. مشاريع المحافظة السامية لتنمية السهوب:

بعد ثلاثة سنوات من تأسيسها، تمكنت محافظة السهوب من وضع برنامج خاص بها لتنمية استخدام الطاقة المتجددة. وقد ركز هذا البرنامج على تطوير صناعة تكنولوجيا الوسائل الشمسية، حيث تم إنجاز أول لوحة فوتوفولطية للمركب الإلكتروني في بلعباس عام 1985.

وبحلول عام 2005، حققت المحافظة إنجازات هائلة في مجال الطاقة المتجددة، شملت:

- تركيب 3080 نظامًا شمسيًا سكنيًا، بإجمالي طاقة تقدر بـ 493 كيلوواط.
- تركيب 83 مضخة شمسية، بإجمالي طاقة تقدر بـ 83 كيلوواط.
- تركيب 53 طاحونة هوائية، تُنتج 480 مترًا مكعبًا من الماء يوميًا.

و. مشروع محطة مختلطة شمسية غاز من طرف شركة نيو إينرجي ألجريا (NEAL):

في عام 2006، تم إبرام اتفاق شراكة بين الشركة الجزائرية للطاقة الجديدة والشركة الإسبانية أبينار، نتج عنه تأسيس شركة "سولار باوربلانت وان" الخاضعة للقانون الجزائري. قامت هذه الشركة بتصميم وتنفيذ أول محطة طاقة شمسية هجينة في العالم، والتي تُعدّ نموذجًا فريدًا يجمع بين تقنيتين متطورتين:

- **نظام من المرايا المتحركة** :تُركز هذه المرايا طاقة الشمس على مساحة 180,000 متر مربع، بقوة 25 ميغاواط.
- **محطة توربينات غازية** :تعمل هذه المحطة بقدرة 130 ميغاواط، وتُستخدم كطاقة احتياطية في الأيام الملبدة بالغيوم أو ليلاً.

تُساهم هذه المحطة الهجينة في تقليل انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بشكل كبير مقارنة بالمحطات الكهربائية التقليدية، ممّا يُساهم في حماية البيئة. كما تُمثل هذه المحطة خطوة هائلة نحو دخول الجزائر عصر إنتاج واستغلال الطاقات المتجددة بكفاءة عالية. (طالم علي، 2017)

5. أهم مشاريع الطاقات المتجددة في الجزائر

أ. المشروع الجزائري الألماني "ديزرتيك":

يُعد مشروع ديزرتيك من أكبر مشاريع الطاقة المتجددة في العالم، بإشراف المؤسسة الألمانية التي تحمل الاسم نفسه. تأسس المشروع بمبادرة من نادي روما والهيئة المتوسطة للتعاون في الطاقة، وتم إطلاقه رسميًا في جويلية 2009 بدعم من مجموعة من الشركاء والبنوك الألمانية، ويهدف المشروع إلى استغلال طاقتي الشمس والرياح لإنتاج الكهرباء وتوفير ما بين 15% و 20% من احتياجات السوق الأوروبية. ووفقًا لتقديرات المركز القضائي الألماني، فإن شبكة بهذا الحجم يمكنها قبل عام 2025 توفير أكثر من 50% من احتياجات الطاقة الكهربائية لكل من أوروبا والشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

يعتمد مشروع ديزرتيك على تقنية ثورية تعتمد على استخدام الطاقة الحرارية للشمس بدلًا من الخلايا الكهروضوئية لتوليد الكهرباء. وتقوم هذه التقنية على تركيز أشعة الشمس باستخدام ملايين المرايا العاكسة موزعة على مساحة 27ألف كيلومتر مربع من الصحراء. وتُشير التقديرات إلى أن هذه المساحة تُشكل 0.3% فقط من مساحة شمال إفريقيا والشرق الأوسط، وأنها كافية لتلبية احتياجات الطاقة في المنطقة بأكملها، وحتى في أوروبا. ويمكن مضاعفة هذه الطاقة 300مرة بتسخير 1% فقط من مساحة المنطقتين، ما يكفي

لتلبية احتياجات العالم بأسره من الكهرباء. ومن المقرر بدء العمل في المرحلة الأولى من المشروع بعد عشر سنوات، وأن ينتهي تنفيذه بالكامل بحلول عام 2050.

تهدف خطة مشروع ديزرتيك إلى توفير طاقة كهربائية نظيفة من خلال توليد 20 ميغاواط من الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة بحلول عام 2020، و 22 ألف ميغاواط بحلول عام 2030. ووفقًا لـ يوسف يوسفي "وزير الطاقة السابق" سيساهم ذلك في تلبية احتياجات السوق الوطنية المتزايدة من الكهرباء وخلق حوالي 120 ألف فرصة عمل مباشرة وغير مباشرة. لكن أعلن وزير الطاقة الحالي، نور الدين بوطرفة أن الجزائر غير مهتمة حاليًا بمشروع ديزرتيك الأوروبي. ووضح في رده على سؤال شفوي في مجلس الأمة أن المفاوضات مع ألمانيا حول هذا المشروع الضخم قد توقفت لعدم جدوى استكماله في ظل فائض الطاقة الكهربائية في معظم بلدان أوروبا. ويرجع ذلك إلى عدة أسباب:

ـ تضارب المصالح: تختلف الدول المشاركة في مصالحها بخصوص حصص الإنتاج وطريقة التسويق للطاقة المولدة.

ـ مشاكل تقنية: تواجه نقل الكهرباء من الصحراء إلى أوروبا صعوبات تقنية كبيرة، ولا تزال أبحاث إيجاد حلول لهذه المشكلة جارية.

ـ تماطل ألمانيا: تتهم بعض الدول ألمانيا بالتماطل في نقل التكنولوجيا المستخدمة في المشروع إلى الدول العربية.

ـ مخاوف جيوسياسية: تشارك إسرائيل في المشروع، وترفض الجزائر التطبيع مع إسرائيل، مما قد يخلق توترات سياسية.

ـ فائدة ألمانيا: يعتقد البعض أن ألمانيا هي المستفيد الأول من المشروع، بينما لا تحصل دول شمال إفريقيا، مثل الجزائر، على فوائد كبيرة.

هذه التحديات تُلقي بظلالها على مستقبل المشروع، وتتطلب حلولاً سياسية وفنية من أجل ضمان نجاحه.

ب. المشروع الجزائري الياباني "صحراء صولار بريدير" (أس أس بي):

في 20 أوت 2010، تم توقيع اتفاقية بين وزارة التعليم العالي والبحث العلمي الجزائرية وجامعة العلوم والتكنولوجيا "محمد بوضياف" في وهران والوكالتين اليابانيتين "بي أي سي أ" و"جي أس تي أ." تهدف

الاتفاقية إلى تعزيز التعاون الدولي في مجال العلوم والتكنولوجيا، مع التركيز على مشروع لاستغلال الطاقة الشمسية لتحويلها إلى طاقة كهربائية. ويهدف المشروع إلى نقل الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة الشمسية من الجزائر إلى شمال إفريقيا عبر كوابل خاصة تُقلل من ضياع الطاقة. وتُعد هذه الاتفاقية خطوة هامة لتعزيز التعاون الجزائري- الياباني في مجال الطاقة المتجددة، وإيجاد حلول مبتكرة لتحديات الطاقة في المنطقة.

أعلن المدير التقني والعلمي لبرنامج "صحراء صولار بريد"، المتعلق بالطاقة الشمسية، أن الأرضية التكنولوجية للبرنامج أصبحت جاهزة للاستخدام العملي في الجزائر. وأوضح أنه تم تركيب آخر المعدات في جامعة الطاهر مولاي لسعيدة. كما استفادت جامعة وهران من مجهرين قويين يتيحان دقة عالية جدًا للدراسات الإلكترونية والتحليل الذري. ويشمل البرنامج أيضًا وحدة للبحث في الطاقة المتجددة في الوسط الصحراوي لأدرار تابعة لمركز تطوير الطاقات المتجددة. ويهدف البرنامج إلى ضمان التكوين المستمر والعالي للخبرات الجزائرية في مجال الطاقة الشمسية. وتحملت اليابان كل تكاليف الدراسة والتنفيذ لهذا المشروع. وتتوقع الجزائر أن تستفيد من هذا المشروع من خلال الاستفادة من الطاقة الشمسية كأحد أهم مصادر الطاقة المتجددة. أما الشريك الياباني، فستكون فائدته من خلال مشاركة الأرباح في المجال الزراعي. (محمد مداحي، 2016)

6. الآثار الاقتصادية للطاقات المتجددة في الجزائر

تطور الاستثمار في مجال الطاقات المتجددة في الجزائر أدى إلى ظهور تأثيرات اقتصادية ملموسة وفعالة. يمكن توضيح هذه التأثيرات كما يلي:

1.6. آثار الطاقة المتجددة على التشغيل

تُعاني الجزائر من ارتفاع معدلات البطالة، ولذلك تسعى جاهدة لمعالجة هذه المشكلة من خلال تنفيذ العديد من البرامج، ومن أهمها الاستثمار في مجال الطاقات المتجددة. يُعتبر هذا الاستثمار أحد ركائز استراتيجية الدولة لمكافحة البطالة، وذلك لقدرته على خلق فرص عمل جديدة في مختلف مراحل مشاريع الطاقة المتجددة، بدءًا من التخطيط والتصميم، وصولاً إلى التنفيذ والتشغيل والصيانة.

أعلنت السلطات الجزائرية عن اشتراط إلزامي على المقاولين الذين يتلقون مساعدات حكومية في إطار البرنامج الوطني للطاقات المتجددة، بضرورة تطوير القطاع بالتعاون مع الجامعات ومراكز البحث. يهدف هذا الشرط إلى خلق المزيد من فرص العمل، وتعزيز الترابط بين القطاعين الأكاديمي والصناعي في مجال الطاقة المتجددة.

يُعدّ البرنامج الوطني للطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، الذي تنفذه الجزائر حاليًا، مبادرة هامة لزيادة الاستثمارات في هذا المجال.

يسعى البرنامج إلى إنشاء محافظة للطاقات المتجددة تعمل بشكل شامل ومنسق مع مراكز البحث ومؤسسات الصناعة، لتمكين جميع الجهات الفاعلة من المشاركة في تطوير وتطبيق تقنيات الطاقة المتجددة. ويُتوقع أن يُساهم هذا البرنامج في خلق عشرات الآلاف من فرص العمل، سواء كانت مباشرة أو غير مباشرة، في قطاع الطاقة المتجددة في الجزائر.

يُعدّ مشروع مصنع الرويبة لإنتاج أنظمة وألواح ضوئية مثالًا ملموسًا على إمكانات الاستثمار في مجال الطاقة المتجددة لخلق فرص عمل. وسيُكلف هذا المشروع حوالي 40مليار دينار جزائري (383 مليون يورو)، وسيتمتع بطاقة إنتاجية تصل إلى 116 ميغاواط سنويًا. والمُتوقع أن يُوفر 500 فرصة عمل جديدة لسكان المنطقة.

2.6. تشجيع الاستثمار والمساهمة في زيادة الدخل الوطني:

يُعدّ تشجيع الاستثمار في مجال الطاقات المتجددة أحد أهمّ الفوائد الاقتصادية لاستخدامها في الجزائر. وذلك من خلال:

- **استغلال الطاقة غير المتجددة في عمليات التصدير:** يُمكن توجيه الطاقة الأحفورية، مثل النفط والغاز، لتصديرها، ممّا يُدرّ العملة الصعبة على البلاد.
- **الاعتماد على الطاقة المتجددة للاستهلاك المحلي:** يُمكن تحقيق الاكتفاء الذاتي من الطاقة من خلال استخدام مصادر الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، لتلبية احتياجات الاستهلاك المحلي.

استراتيجية تصدير متنوعة لضمان الأمن الطاقوي وتشمل هذه الاستراتيجية:

- **تنويع أسواق التصدير:** يجب البحث عن أسواق جديدة لتصدير الطاقة الأحفورية، بدلاً من الاعتماد على أسواق محددة مثل دول الاتحاد الأوروبي.
- **تحديد سياسات تصدير ذكية:** يجب وضع سياسات تصدير تُراعي تقلبات أسعار الطاقة العالمية، وتُقلّل من مخاطر الاعتماد على مصدر واحد للدخل.

التأثيرات السلبية لتراجع الطلب على الغاز الجزائري:

- **تدهور الوضع الاقتصادي في الجزائر:** انخفاض عائدات تصدير الغاز يُؤثّر سلبًا على الاقتصاد الجزائري.
- **فقدان حصة السوق للشركة الجزائرية:** ازدياد واردات الغاز الروسي إلى الدول الأوروبية يُهدّد مكانة شركة سوناطراك الجزائرية.

3.6. أثر الطاقات المتجددة كمدخل لتنويع الاقتصاد في رفع معدل النمو الاقتصادي:

يُعدّ تنويع الاقتصاد من خلال الاستثمار في مجال الطاقات المتجددة أداة فعّالة لتعزيز معدل النمو الاقتصادي في الجزائر.

وذلك من خلال تأثيره الإيجابي على مختلف جوانب الاقتصاد، ونذكر منها:

- **تحفيز الإنتاجية:** يُساهم الاستثمار في الطاقة المتجددة في خلق فرص عمل جديدة، ممّا يُؤدّي إلى زيادة الإنتاجية وتحسين كفاءة رأس المال البشري.
- **جذب الاستثمارات:** تُوفّر مشاريع الطاقة المتجددة فرصًا استثمارية جديدة، ممّا يُشجّع على تنويع الاستثمارات وتقليل المخاطر الاستثمارية.
- **خلق قطاعات اقتصادية جديدة:** يُؤدّي تطوير قطاع الطاقة المتجددة إلى نشوء قطاعات اقتصادية جديدة، مثل تصنيع مكونات الطاقة المتجددة وتقديم خدمات الصيانة، ممّا يُعزّز الترابط بين مختلف القطاعات الاقتصادية.
- **استقرار النمو الاقتصادي:** يُساهم تنويع مصادر الطاقة في تقليل الاعتماد على النفط والغاز، ممّا يُؤدّي إلى استقرار النمو الاقتصادي وتقليل تأثّره بتقلبات أسعار الطاقة العالمية.

وهناك آثار اقتصادية أخرى للطاقات المتجددة في القطاعات الأخرى منها:

4.6. الأثر الاقتصادي للطاقات المتجددة في قطاع الصناعة:

يسعى برنامج وطني طموح إلى زيادة مساهمة القطاع الصناعي في الناتج المحلي الإجمالي للجزائر، وذلك من خلال:

- تطوير وتوطين صناعة تجهيزات الطاقة المتجددة :يهدف البرنامج إلى تصنيع مكونات الطاقة المتجددة محليًا، مع رفع نسبة مساهمة هذا القطاع في الناتج المحلي الإجمالي إلى أكثر من 80% بحلول عام 2030.
- نشر تقنيات الطاقة المتجددة على نطاق واسع :يشمل البرنامج تركيب أنظمة الطاقة المتجددة في مختلف المناطق، بما في ذلك المناطق الريفية والحضرية والمجمعات الصناعية.

تحديات اقتصادية هائلة:

على الرغم من أهمية أهداف البرنامج، إلا أنّ واقع الاقتصاد الجزائري يفرض تحديات كبيرة، حيث:

- هيمنة قطاع المحروقات :يُهيمن قطاع المحروقات على الاقتصاد الجزائري حاليًا، حيث يُساهم بنسبة 39% من الناتج المحلي الإجمالي.
- سيطرة قطاع الخدمات :يأتي قطاع الخدمات في المرتبة الثانية بنسبة.36%
- مساهمة ضئيلة للقطاعات الأخرى :تُساهم قطاعات الزراعة والبناء والأشغال العامة والصناعة بنسب ضئيلة، 10% و 9% و 6% على التوالي.

5.6. الأثر الاقتصادي للطاقات المتجددة في قطاع الزراعة:

يعدّ قطاع الزراعة ركيزة أساسية للاقتصاد الجزائري. وقد شهد هذا القطاع استخدامًا متزايدًا للطاقة المتجددة في مختلف أنشطته، مثل:

- **تشغيل مضخات الري بالطاقة الشمسية:** يُساهم ذلك في ترشيد استهلاك المياه وتحسين كفاءة الري.
- **توفير التدفئة والتبريد في البيوت البلاستيكية:** يُتيح ذلك زراعة محاصيل متنوعة على مدار السنة وتحسين الإنتاجية الزراعية.

أدركت الجزائر أهمية قطاع الزراعة في تنويع الاقتصاد وتحقيق الأمن الغذائي. ولذلك، عملت الحكومة على تعزيز مساهمة هذا القطاع في الناتج المحلي الإجمالي. وقد أثمرت هذه الجهود عن زيادة ملحوظة في مساهمة قطاع الزراعة، حيث وصلت إلى 12.2%في عام 2017.

6.6. الأثر الاقتصادي للطاقات المتجددة في قطاع السياحة:

تُشير الدلائل إلى ازدياد تأثير الطاقة المتجددة على قطاع السياحة، وذلك لما تتمتع به من مزايا بيئية تُساهم في جذب السياح المهتمين بالسياحة الخضراء. وقد شهد قطاع السياحة في الجزائر تحسنًا تدريجيًا في الآونة الأخيرة. (محمد براق، 2016).

7. معوقات وسبل تطوير استخدام الطاقات المتجددة في الجزائر

1.7. معوقات استخدام الطاقات المتجددة في الجزائر

يواجه التحول الجاري في الجزائر نحو مصادر طاقة متجددة وفيرة ومستدامة، بدلاً من الاعتماد على المصادر الناضبة، عقباتٍ يجب التغلب عليها من بينها:

أ. التكاليف العالية لاستغلال الطاقة المتجددة

صحيح أن إمكانيات وموارد الطاقة المتجددة متوفرة في الجزائر، خاصة منها الطاقة الشمسية والريحية. ومع ذلك فإنها تعاني من تحديات عديدة، وأحدها ارتفاع التكاليف التي تقيد توسعها من جوانب مختلفة. فمن جانب التكاليف في مجال الاستثمارات، تتعلق بمدى التكنولوجيا المتاحة وكيفية توظيفها بشكل أمثل لاستغلال الموارد الكامنة في الطاقة المتجددة. حيث تُعتبر أسعار الاستثمار عاملاً حاسماً في تقييم الجدوى الاقتصادية لمشاريع الطاقة وفقًا لافتراضات محددة.

ب. العقبات التقنية

الرغم من التقدم التقني الكبير الذي حققته شبكات توليد الكهرباء باستخدام طاقة الرياح وأنظمة الطاقة الشمسية الحرارية، إذ وصلت قدراتها إلى مئات الميجاواط، فإنها لا تزال تواجه تحديات تنافسية في السوق التجارية. هذا يعود جزئياً إلى اعتماد اقتصادياتها بشكل كبير على طبيعة الموقع، وينبغي أخذ برامج تطوير هذه التكنولوجيات بعين الاعتبار، وتقييمها بعناية في المواقع التي تتمتع بموارد طبيعية متاحة وكبيرة.

جـ. نقص الطاقات الفنية والتقنية اللازمة من أجل تطبيق تكنولوجيا الطاقة المتجددة

يُعدّ نقص الخبرات التقنية والفنية أحد العوائق الرئيسية أمام انتشار الطاقة المتجددة على نطاق واسع.

فلتطوير مشاريع الطاقة المتجددة بفعالية، تتطلب الأمر دراسات شاملة لتقييم القدرات المحلية في مجال التصنيع، وتحديد متطلبات عمليات تصنيع مكونات ومعدات الطاقة المتجددة، وتحديد مدى توافر الأيدي العاملة الماهرة.

و إليك تفصيلًا لهذه التحديات:

- نقص الخبرات في التصميم: تفتقر الجزائر إلى الكفاءات الهندسية والتقنية اللازمة لتصميم وتنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة.
- نقص الخبرات في التصنيع: تنقص الجزائر القدرة على تصنيع مكونات ومعدات الطاقة المتجددة محليًا، مما يزيد من تكلفة المشاريع ويعتمد على الاستيراد.
- نقص المهارات الفنية: تنقص الجزائر القوى العاملة الماهرة اللازمة لتشغيل وصيانة مشاريع الطاقة المتجددة.

د. تعثر برنامج الطاقات المتجددة

على الرغم من تخصيص ميزانية ضخمة تصل إلى 120 مليار دولار، يواجه البرنامج الوطني للطاقات المتجددة (2010-2030) صعوبات كبيرة تعيق تقدمه.

وتتمثل أهم هذه العوائق في:

- **ضعف التحضير:** لم يتم التحضير بشكل كافٍ لتنفيذ البرنامج، مما أدى إلى نقص التخطيط والتنسيق بين مختلف الجهات المعنية.
- **نقص الثقافة التخطيطية**: تعاني بعض الجهات من نقص في الخبرة في مجال التخطيط الاستراتيجي لإدارة مشاريع الطاقة المتجددة.
- **بطء تنفيذ برنامج إنتاج الطاقة الكهربائية من مصادر بديلة:** يسير تنفيذ البرنامج المخصص لإنتاج الطاقة الكهربائية من مصادر بديلة، والذي انطلق عام 2010، بوتيرة بطيئة.

2.7. سبل تطوير استخدام الطاقات المتجددة في الجزائر

تعد مشاركة القطاع الخاص في تطوير قطاع الطاقة المتجددة في الجزائر أمرًا أساسيًا، نظرًا لخبرته في تقليل التكاليف وتحسين الكفاءة.

بالإضافة إلى الجهود الإيجابية والتدعيمية التي تقوم بها الحكومة الجزائرية لتنشيط القطاع وتشجيع الاستثمارات فيه من خلال:

أ. تطوير استراتيجية الطاقة المتجددة

استخدام الطاقة المتجددة يتطلب من الجزائر تطوير استراتيجية للطاقة المتجددة، وهي تحتاج أيضًا إلى اعتبار الفوائد الاقتصادية المترتبة عن تأسيس قطاع صناعي قوي قادر على توفير القطع والمعدات اللازمة لمشاريع الطاقة المتجددة بدلاً من استيرادها. بالإضافة إلى ذلك، يجب عليها تحديد مدى طموحها، حيث يمكن لها أن تحدد ما إذا كانت ترغب في بناء قطاع طاقة متجددة قوي يتمتع بالدعم من معاهد البحوث والمبادرات التعليمية والجهود الأخرى، أو فقط قطاعاً للتكنولوجيا.

ب. بناء قدرات الأبحاث والتطوير وصقل المهارات المحلية

تتطلب صناعة الطاقة المتجددة وجود قوة عاملة مؤهلة من التقنيين والمصممين والمهندسين، ويعتمد قطاع الطاقة المتجددة بشكل كبير على الأبحاث والتطوير لتقدم التكنولوجيا الطاقوية. عادةً ما يكون الرواد في هذا القطاع على اتصال وثيق مع معاهد البحوث العالمية. ومع ذلك، تفتقر الجزائر إلى مراكز دراسات ومعاهد بحوث مخصصة للطاقة المتجددة. ولكنها بدأت في إنشاء مراكز بحوث للطاقة المتجددة، مما قد يسمح لها بلعب دور ريادي على المستوى العالمي، بشرط اعتماد السياسات الاستثمارية التكنولوجية والاقتصادية الملائمة.

جـ. وضع قوانين الزامية

سن القوانين الإلزامية لاستخدام الطاقة المتجددة، المعروفة في الاتحاد الأوروبي باسم (EU Renewable Directyres)، ووضع التوجيهات الخاصة بتطوير تكنولوجيات مصادر الطاقة المتجددة.

د. وضع آليات وتشريعات تخص استخدام الطاقة المتجددة

تبني آليات التمويل مثل نظام السندات والقروض بفائدة منخفضة، وزيادة الاستهلاك الضريبي، ومبيعات الطاقة الخضراء، مع الحاجة إلى إعداد إطار قانوني وتشريعي لمشاريع الطاقة المتجددة الصغيرة، بالإضافة

إلى نظام تنفيذي انتقالي لتسهيل إنجاز المشاريع، وعدم الاعتماد الدائم على النظام السائد في قطاع الكهرباء. (بلال بوجمعة، خيرجة حمزة)

خلاصة

بفضل موقعها الجغرافي المميز، تتمتع الجزائر بكميات هائلة من الطاقات المتجددة، خاصة الطاقة الشمسية، حيث تتلقى أكثر من 2000 ساعة من أشعة الشمس الساطعة سنوياً. بالإضافة إلى ذلك، تتمتع بإمكانيات كبيرة في مجال الطاقة الريحية، بينما تكون كميات المصادر الأخرى محدودة. ونتيجة لهذه الإمكانيات الضخمة، فإن الجزائر قادرة على تلبية الطلب المتزايد على الطاقة، وربما تصبح مصدرًا للتصدير في المستقبل.

تعكس الجهود المبذولة اهتمام الجزائر البالغ بالطاقات المتجددة، حيث تعمل على تطويرها وتنفيذ مشاريعها من خلال الإطار المؤسسي المعني بها. بفضل هذه الإمكانيات، أصبحت الجزائر جاذبة لعدة دول شريكة في مجال توليد الطاقة المتجددة، مثل ألمانيا واليابان.

على الرغم من وجود تحديات، مثل ارتفاع تكاليف الاستثمار، فإن الجزائر تسعى جاهدة نحو تطوير الطاقة المتجددة، حيث وضعت برامج طويلة المدى وخصصت موارد مالية لتشجيع الاستثمار في هذا المجال، بهدف توليد 40% من الطاقة من مصادر متجددة بحلول عام 2030.

وفي إطار السياسة الطاقوية الوطنية، تسعى الجزائر إلى تلبية الطلب على الطاقة في المناطق النائية.

وبالتالي، يعد التوجه نحو الطاقات المتجددة خيارًا طاقويًا واستراتيجيًا، يعزز الحفاظ على البيئة ويساهم في تحقيق التنمية المستدامة.

خـاتمــة عـــامـة و توصـيات

خاتمة عامة

شهد قطاع الطاقات المتجددة في الجزائر تقدماً ملحوظاً خلال الفترة الأخيرة، حيث أصبح له دور بارز في توفير الطاقة وتنويع مصادر الإمداد الطاقوي في البلاد. تتميز الجزائر بمواردها الطبيعية الوفيرة من الشمس والرياح والمياه، ما يعزز الفرص لاستغلال الطاقة المتجددة بشكل كبير.

تبنت الحكومة الجزائرية استراتيجية شاملة لتعزيز الاستثمار في مجال الطاقات المتجددة، وتطوير البنية التحتية الضرورية لدعم نمو هذا القطاع. ومن خلال تعزيز الاستثمارات المحلية والأجنبية، تهدف الجزائر إلى زيادة إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة، وتحسين كفاءة استخدام الطاقة بشكل عام. تعتمد الجزائر بشكل أساسي على الطاقة الشمسية والرياح، نظراً لتوافر موارد طبيعية غنية في هذه المجالات. وقد شهدت البلاد تقدماً كبيراً في مشاريع توليد الطاقة من الشمس والرياح، وتم إنشاء محطات كبيرة لتوليد الكهرباء. بالإضافة إلى ذلك، تسعى الجزائر إلى تعزيز استخدام الطاقة المتجددة في قطاعات أخرى مثل النقل والصناعة والزراعة، بهدف تحقيق التنمية المستدامة والتخفيف من اعتمادها على الوقود الأحفوري.

بشكل عام، تمثل الطاقات المتجددة جزءاً أساسياً من استراتيجية الجزائر لتوفير الطاقة وتحقيق التنمية المستدامة، ومن المتوقع أن تستمر البلاد في تعزيز جهودها في هذا السياق في المستقبل.

التوصيات

بناءً على ظروف الجزائر وإمكانياتها، إليك بعض التوصيات لتطوير والاستفادة الجيدة من الطاقات المتجددة في البلاد:

- تعزيز التحول نحو الطاقة المتجددة: يجب وضع استراتيجية واضحة وملزمة لتعزيز استخدام الطاقات المتجددة في مختلف القطاعات، مع تحديد أهداف قابلة للقياس والمتابعة على المدى القصير والطويل.

- تطوير البنية التحتية: يجب الاستثمار في بناء البنية التحتية الضرورية لتوليد ونقل الطاقة المتجددة، مثل المحطات الشمسية ومحطات الطاقة الرياحية والشبكات الكهربائية المتطورة.

- تشجيع الابتكار والبحث العلمي: ينبغي دعم الأبحاث والابتكارات في مجال الطاقات المتجددة لتطوير تكنولوجيا جديدة وتحسين كفاءة الإنتاج والتخزين.

- توفير التشجيعات المالية: ينبغي تقديم التشجيعات المالية والضريبية للمستثمرين في مجال الطاقات المتجددة، مثل الحوافز المالية وتسهيل القروض وضمانات الاستثمار.

ـ تطوير القدرات البشرية: يجب توفير التدريب والتأهيل للكوادر البشرية المحلية في مجالات الطاقات المتجددة، لضمان توفر الكفاءات الفنية اللازمة لتطوير وتشغيل المشاريع بكفاءة.

ـ تعزيز التعاون الدولي: يمكن للجزائر الاستفادة من التعاون الدولي في مجال الطاقات المتجددة، سواء من خلال الشراكات الثنائية مع الدول الأخرى أو عبر المشاركة في المشاريع الإقليمية والدولية.

ـ تشجيع الاستخدام الشامل للطاقات المتجددة: ينبغي تشجيع استخدام الطاقات المتجددة في جميع القطاعات، بما في ذلك الصناعة والنقل والزراعة، من خلال توفير التشجيعات والتسهيلات اللازمة.

من خلال تنفيذ هذه التوصيات، يمكن للجزائر تطوير واستغلال الطاقات المتجددة بشكل فعال، مما يساهم في تحقيق الاستقلال الطاقوي وتنويع مصادر الطاقة وتحقيق التنمية المستدامة.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

المراجع العربية

1. آسيا جابر، آسيا سليماني، عبد المالك مسعودي (2017)، واقع وآفاق الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة في الجزائر- دراسة حالة الجزائر- مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة ماستر أكاديمي، جامعة الوادي، الجزائر.

2. براهيمي عبد القادر، بن يعيش عبد القادر (2016)، واقع الطاقات المتجددة في الجزائر ومصر - دراسة مقارنة - مذكرة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة الماستر، جامعة أحمد دراية، أدرار، الجزائر.

3. بلال بوجمعة، خيرجة حمزة، دس، معوقات استخدام الطاقة المتجددة في الجزائر وسبل تطويرها (مقاربة تحليلية - استشرافية)، مجلة الحقيقة، العدد 30، جامعة أحمد دراية، أدرار، الجزائر.

4. بوحنة منال، ينينب صابرينة (2021)، الطاقات المتجددة كخيار استراتيجي للاستثمار في تحقيق التنمية المستدامة - تجربة الجزائر والمغرب - مذكرة مقدمة استكمالا لمتطلبات نيل شهادة ماستر أكاديمي في العلوم الاقتصادية، جامعة محمد الصديق بن يحيى، جيجل، الجزائر.

5. بورحلي ايمان (2021)، دور الطاقات المتجددة في الحفاظ على استدامة نظام الطاقة مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات نيل شهادة الماستر، جامعة محمد البشير الابراهيمي، برج بوعريرج، الجزائر.

6. ترقو محمد وآخرون (2017)، استراتيجية الدول العربية لتطوير مصادر وتكنولوجيات الطاقات المتجددة: مشروع الجزائر للطاقات المتجددة 2011 - 2030 نمذجا، مجلة الريادة الاقتصاديات الأعمال، المجلد 03، العدد 04، جامعة حسيبة بن بوعلي، الشلف، الجزائر.

7. تواتي مريم وآخرون (2018)، الطاقة المتجددة بالمغرب - واقع الحال ومتطلبات التنمية المستدامة، الملتقى الدولي استراتيجيات الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة - دراسة تجارب بعض الدول، جامعة علي لونيسي، البليدة، الجزائر.

8. تكواشت (2012)، واقع وآفاق الطاقة المتجددة ودورها في التنمية المستدامة في الجزائر مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماجستر، جامعة الحاج لخضر، باتنة، الجزائر.

9. حليلو صباح (2018)، الاستثمار في مجال الطاقات المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة تجارب دولية، الملتقى الدولي الاستثمار في الطاقات المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة، جامعة علي لوتيسي، البليدة، الجزائر.

10. حمزة جعفر (2018)، آليات تمويل وتنمية مشاريع الطاقة المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر أطروحة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، جامعة فحرات عباس، سطيف، الجزائر.

11. دنيا تير، منال بوعزة (2021)، التحول الطاقوي في الجزائر (العوائق والتحديات) مذكرة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة ماستر، جامعة محمد الصديق بن يحيى، جيجل.

12. رجاء بن ربيعة (2016)، تجربة الصين في استثمار الطاقات المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة، الملتقى الدولي الاستثمار في الطاقات المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة، جامعة البليدة الجزائر.

13. زهرة روايقية (2019)، تحسين كفاءة استخدام الطاقة من أجل تحقيق التنمية المستدامة في الاقتصاديات العربية أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه في الطور الثالث، جامعة 08 ماي 1945، قالمة، الجزائر.

14. زواوية أحلام (2013)، دور اقتصاديات الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في الدول المغاربية ـ دراسة مقارنة بين الجزائر، المغرب وتونس ـ مذكرة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستر في اطار مدرسة الدكتوراه في العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس، سطيف، الجزائر.

15. سباحة مسعودة، شويب أسماء (2019)، الاستثمار في الطاقات المتجددة كخيار استراتيجي لتحقيق التنمية المستدامة ـ عرض تجارب دولية رائدة ـ مذكرة لنيل شهادة ماستر، المركز الجامعي عبد الحفيظ بوصوف، ميلة، الجزائر.

16. سلامي محمد، حاوشين ابتسام (2018)، عرض تجارب دولية رائدة في مجال الطاقات المتجددة الملتقى الدولي استراتيجيات الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة، جامعة علي لونيسي، البلبدة، الجزائر.

17. طالم علي (2017)، الاستثمار في الطاقات المتجددة ضرورة حتمية لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر ـ الاشارة الى واقع الطاقة الشمسية ـ، مجلة الاقتصاد والتنمية البشرية، المجلد 08، العدد01، جامعة البليدة02، الجزائر.

18. عاصم عبد المنعم أحمد (2015)، طريق الصين إلى الطاقات المتجددة، مجلة أسيوط للدراسات البيئية، العدد 42.

19. عبد العالي دكينة، كريم شكري(2012)، نبذة عن الطاقة المتجددة، المركز الاقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، المغرب.

20. عصام الدين خليل حسن (1999)، كتاب مستقبل الطاقة، المكتبة الأكاديمية، القاهرة.

21. علاوي نجاة، لزازي حورية (2022)، الاستثمار في الطاقات المتجددة كسبيل لتنويع الاقتصاد الجزائري مذكرة تخرج تدخل ضمن متطلبات نيل شهادة الماستر، جامعة ابن خلدون، تيارت، الجزائر.

22. عليوة علي، (د س)، دراسة وتحليل مقومات الاستثمار في الطاقة المتجددة في الجزائر كبديل للاستثمار خارج المحروقات، مداخلة ضمن فعاليات الملتقى الدولي العلمي الثاني حول: الطاقة البديلة خيارات التحول وخيارات الانتقال.

23. عيشاوي كنزة، ميسوم منال (2018)، التحول الطاقوي في ألمانيا إمكانات محدودة وإنجازات عظيمة، الملتقى الدولي الاستثمار في الطاقات المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة، جامعة علي لونيسي، البليدة، الجزائر.

24. غانية نذير محمد قويدري،(2014) ، التجربة الجزارية في مجال الطاقة المتجددة ورهان التنمية المستدامة، مجلة الدراسات الاقتصادية والمالية، العدد السابع، المجلد الأول، جامعة الوادي، الجزائر.

25. ليليا بن منصور وآخرون (2018)، اتجاه دول العالم نحو الطاقات المتجددة عرض التجربة الصينية، الملتقى الدولي استراتيجيات الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة، جامعة علي لونيسي، البليدة، الجزائر.

26. محمد براق، عبد الحميد فيجل (2016)، الطاقات المتجددة كخيار استراتيجي لتنويع الاقتصاد بين الواقع والمستقبل ـ اشارة إلى تجربة جزائرية ـ، مجلة الدراسات الاقتصادية المتقدمة، العدد 01، جامعة الوادي، الجزائر.

27. محمد مداحي (2016)، فعالية الاستثمار في الطاقة المتجددة في ضل التوجه الحديث للاقتصاد الأخضر أطروحة دكتوراه، جامعة المدية، الجزائر.

28. منشور وزارة الطاقة والمناجم (2011)، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، الجزائر.

29. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول(2017)، تقرير الأمين العام السنوي الرابع والأربعون، الكويت.

30. منيب ايمان، سلمى مميش (2018)، دور اقتصاديات الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في المغرب ومصر، الملتقى الدولي حول الاستثمار في الطاقات المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة، جامعة البليدة، الجزائر.

31. موشحانا عبد الجليل، الكوزاني بوفلجة (2015)، الاستثمار في الطاقات المتجددة دراسة حالة المؤسسات النشطة في المجال بأدرار مذكرة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة الماستر، جامعة أحمد دراية، أدرار، الجزائر.

32. واكلي كلثوم، خلفاوي منية (2018)، التحول العالمي نحو الطاقات المتجددة والنظيفة حتمية لتحقيق التنمية المستدامة ـ عرض تجربة الثورة الطاقوية في ألمانيا ـ، جامعة البليدة، الجزائر.

المراجع الأجنبية

33. Bloomberg new energy finance (2018), global trends in renewable energy investment, united environment programme, federal ministry for the environment, nature conservation and nuclear safety.

34. British Petroleum (june 2017), statistical review of world energy.

35. Contry reports, Germany (2018 update), Bioenergy policies and status of implementation.

36. IRENA (2017), RE Capacity Statistics.

37. Ministre de l'énergie et des Mines (2007), Guide des énergies Renouvelables, Algérie.

38. Renewable (2018), Renewable energy policy network for the 21st century. Global status report, paris.

المواقع الالكترونية

https://aawsat.com

https://arabréna.com

https://ar.wikipedia.org

https://www.bp.com

https://edarabia.com

https://kawngroub.com

https://www.cappasande.de

https://www.cder.com

https://www.syr-res.com