African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS)
Online ISSN: 2957-644X
Volume 3, Issue 5, 2024
Page No: 56-73
Website: https://aaasjournals.com/index.php/ajapas/index
ISI 2024: 0.877 SJIFactor 2024: 6.752 معامل التأثير العربي: 1.62
Special issue: First International Conference on Technical Science (FICTS-2024), Sabha, Libya

Solar Energy as a Lever To Enhance Energy Supply in Libya Studying the Possibility Of Investing In Photovoltaic Energy for Self-Consumption and In Photovoltaic Solar Stations with Double-Sided Panels

Houasni Saliha [1 *], Keddi Abdelmadjid [2]
[1] Department of economic sciences, faculty of economic sciences, trade sciences and management sciences, Djilali Bounaama, khemis Miliana, Algeria
[2] Department management sciences, faculty of economic sciences, trade sciences and management sciences, Soltane Brahim Chibout, Algiers 3, Algiers, Algeria

الطاقة الشمسية كرافعة لتعزيز امدادات الطاقة في ليبيا دراسة إمكانية الاستثمار في الطاقة الفوتوفولتية للاستهلاك الذاتي وفي المحطات الشمسية الفوتوفولتية بالألواح ذات الوجهين

د. حواسني صليحة [1*]، أ.د. قدي عبد المجيد [2]
[1] قسم العلوم الاقتصادية جامعة الجيلالي بونعامة خميس مليانة، الجزائر
[2] قسم علوم التسيير، كلية العلوم الاقتصادية، العلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة ابراهيم شيبوط، الجزائر

[*]Corresponding author: s.houasni@univ-dbkm.dz

Received: May 01, 2024	Accepted: October 08, 2024	Published: November 12, 2024

الملخص

يمثل اعتماد الطاقة المتجددة واحدة من استراتيجيات استدامة الطاقة، فيتم استبدال الطاقة التقليدية أو جزءا منها بمزيج طاقي يضم أنواع الطاقة المتجددة وترشيد استهلاك الطاقة. يتمثل أحد التحديات لليبيا في تلبية الطلب المتزايد على الكهرباء وتحقيق نمو اقتصادي وتقليل غازات الدفيئة. تتمثل مشكلة الدراسة الحالية في إمكانية التركيز على دعم أنواع الطاقة الشمسية لتعزيز امدادات الطاقة في ليبيا. تهدف الدراسة إلى إظهار أهمية الطاقة المتجددة عامة والشمسية خاصة في إطار خطط تنويع مزيج طاقي يزاوج بينها وبين الطاقة الأحفورية. تمثلت الإشكالية في: 'هل يمكن للطاقة الشمسية الإسهام في رفع اجمالي إمدادات الطاقة في ليبيا؟'. توصلت أهم النتائج باستخدام المنهج الوصفي والاستنباطي ودراسات اقتصادية إلى قدرة ليبيا في توفير الطاقة لمواطنيها في حال توفر الإرادة القوية لدعم الطاقة الأحفورية بنظيرتها المتجددة، مع السعي إلى اعتماد مزيج طاقي يحبذ أنواع الطاقة المتجددة. تم اقتراح التركيز على مشاريع الفوتوفولتية لاستهلاك الذاتي، والاقبال على مشاريع الطاقة الفوتوفولتية بالواح ذات الوجهين مع تشجيع بقية أنواع الطاقة المتجددة الأخرى، سيما الطاقة الشمسية الهجينة، كما تم اقترح توطين صناعة التكنولوجيات والتجهيزات ذات الصلة وتحفيز القطاعين العام والخاص على الاستثمار في المجال وتبادل المعرفة والخبرة الفنية مع الدول الرائدة في ذلك ووضع سياسات تدعم نشر استخدام الطاقة المتجددة عامة والشمسية خاصة، وكذا وضع آليات تقييم النتائج المحققة والتقدم المحرز في تنفيذ البرامج المعنية بالمجال، وإزاحة العقبات المؤسسية والقانونية التي تواجه قطاع الطاقة البديلة في البلد.

الكلمات المفتاحية: طاقة أحفورية، طاقة متجددة، طاقة شمسية، طاقة فوتوفولتية للاستهلاك الذاتي، اشعاع شمسي.

Abstract

Renewable energy is one of the energy sustainability strategies, replacing traditional energy or part of it with an energy mix that includes renewable energy types and rationalizing energy consumption. One of the challenges for Libya is to meet the increasing demand for electricity, achieve economic growth and reduce greenhouse gases. The problem of the current study is

the possibility of focusing on supporting solar energy types to enhance energy supplies in Libya. The study aims to show the importance of renewable energy in general and solar energy in particular within the framework of plans to diversify the energy mix that combines it with fossil energy. The problem was: 'Can solar energy contribute to increasing the total energy supply in Libya?'. The most important results reached using the descriptive and deductive approach and economic studies are the ability of Libya to provide energy to its citizens in the event of a strong will to support fossil energy with its renewable counterpart, while seeking to adopt an energy mix that favors renewable energy types. It was suggested to focus on photovoltaic projects for self-consumption, and to adopt photovoltaic energy projects with double-sided panels while encouraging other types of renewable energy, especially hybrid solar energy. It was also suggested to localize the industry of related technologies and equipment and to encourage the public and private sectors to invest in the field and exchange knowledge and technical expertise with leading countries in this field and to develop policies that support the spread of the use of renewable energy in general and solar energy in particular, as well as to develop mechanisms to evaluate the results achieved and the progress made in implementing programs related to the field, and to remove the institutional and legal obstacles facing the alternative energy sector in the country.

Keywords: Fossil energy, renewable energy, solar energy, photovoltaic energy for self-consumption, solar radiation**.**

مقدمة

تسعى ليبيا إلى تنويع مصادر الطاقة في محاولة لخفض الانبعاثات الكربونية تجسيدا لالتزاماتها الدولية الخاصة بمواجهة تغيرات المناخ من جانب، وذلك عبر خفض الطلب على الهيدروكربونات وتلبية الطلب على الكهرباء من مصادر مستدامة خالية من الانبعاثات من جانب آخر؛ إذ تستقبل ليبيا يوميًا معدل إشعاع شمسي يبلغ 7.1 كيلوواط ساعي/م^2 بالمناطق الساحلية، ومعدلًا يصل إلى 8.1 كيلوواط ساعي/م^2 بالمناطق الجنوبية. إضافة إلى متوسط سنوي لمدة سطوع الشمس يبلغ 3500 ساعة، وجهدًا مكثفًا قدره 140 ألف تيرا واط ساعي سنويًا. وهي مؤشرات قوية ومحفزة تجعل من عملية التحول إلى الطاقة الشمسية نقطة تحول أساسية في تعزيز القدرات الطاقية لهذا البلد. وقد تم اللجوء إلى خيار التحول الطاقي بإطلاق مشروع الإستراتيجية الوطنية للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة 2020-2030، مع هدف تحقيق نسبة 10% من الطاقة المتجددة ضمن المزيج الطاقي في سنة 2030، وبذلك، تستبدل الطاقة التقليدية تدريجيا بمزيج طاقي يحابي الطاقة المتجددة وسياسات ترشيد استهلاك الطاقة. ورغم أهمية هذا الخيار، إلا أنه لم يحقق الأهداف المتوخاة منه، بالنظر إلى ما تم إنجازه فعلا في الميدان مقارنة مع ما تم التخطيط له، وقد يعود ذلك أساسا إلى هيمنة المحروقات على قطاع الطاقة واعتماد الاقتصاد الوطني على هذه الموارد الاستراتيجية بشكل شبه مطلق.

إشكالية الدراسة

تتعلق مشكلة الدراسة بمدى قدرة التحول الطاقي عبر استخدام الطاقة الشمسية على تعزيز إمدادات الطاقة لليبيا، والتي يمكن صياغتها في السؤال التالي: **'هل يمكن للطاقة الشمسية الإسهام في رفع اجمالي إمدادات الطاقة في ليبيا؟'.**

في السياق ذاته، تقترح الورقة البحثية اعتماد المنشآت الفوتوفولتية للاستهلاك الذاتي بالمباني والمساكن العامة والخاصة، كون بمقدور مستغلي هذه المنشآت التي تتميز بمعقولية تكاليفها ووفرة مكوناتها، الاستهلاك الفوري للطاقة المنتجة بعين المكان مع إمكانية بيع كل الإنتاج أو فوائضه لشبكة توزيع الكهرباء أو كراء الأسقف للمهتمين بعملية الانتاج، وكل ذلك يكون بمقابل مالي تحدده قوانين وتنظيمات تضعها الأجهزة المعنية، كما بإمكان هذه المنشآت الاسهام في مواجهة تغير المناخ وعدم التسبب في تلويث البيئة بغازات الدفيئة، وتقترح هذه الورقة أيضا إقامة محطة شمسية فوتوفولتية باستخدام ألواح بوجهين مثبتة على قواعد معدنية تعتمد تقنية متابعة حركة الشمس من الشرق إلى الغرب، وذلك لتعزيز الاستفادة القصوى من مساحة الأرض وتعظيم الإنتاج اليومي بالمحطة.

الأسئلة الفرعية

- ما هو واقع الإمدادات الطاقية في ليبيا؟
- ما الفائدة من التحول الطاقي؟ وما هو واقعه في ليبيا؟
- ما أهم طرق استخدام الطاقة الشمسية لتوفير الطاقة بشكل أفضل؟

أهداف الدراسة

تتمثل أهداف هذه الدراسة في:

- إبراز امكانية تعزيز الإمداد الطاقي بالطاقة المتجددة عامة والشمسية خاصة، والعمل على خفض العجز في توليد الكهرباء؛
- إبراز أهمية تحول الطاقة في مواجهة تغير المناخ لاستغلال النفط؛
- التعريف بأهمية الطاقة الشمسية الفوتوفولتية للاستهلاك الذاتي؛
- تشجيع استخدام أحدث التقنيات في الطاقة الشمسية، سيما الألواح الشمسية بوجهين والمتابع الشمسي ونظام الفحص والصيانة الآلي.

أهمية الدراسة

تبرز الدراسة الحالية أهمية التحول الطاقي في شقه الخاص بالطاقة الشمسية من خلال الطاقة الشمسية الفوتوفولتية للاستهلاك الذاتي وكذا التقنيات الجديدة المستخدمة فيها، سيما الألواح الشمسية بوجهين والمتابع الشمسي لتتبع الاشعاع الشمسي ونظام الفحص والصيانة الآلي بواسطة الروبوت، وذلك من أجل تنويع مصادر الطاقة، بما يسمح من رفع الإمدادات الطاقية في ليبيا.

محاور الدراسة

- المفاهيم الأساسية لإمدادات الطاقة؛
- الإطار المفاهيمي للتحول الطاقي؛
- أساسيات في الطاقة المتجددة والطاقة الشمسية؛
- الطاقة الشمسية وإمدادات الطاقة في ليبيا؛
- الاستثمار في الطاقة الشمسية، دراسة اقتصادية.

المفاهيم الأساسية لإمدادات الطاقة

مفهوم إمداد الطاقة

إجمالي الإمداد المحلي للطاقة الأولية وفق وكالة الطاقة الدولية هو إنتاج الوقود + المدخلات من مصادر أخرى + الواردات - الصادرات - المخابئ البحرية الدولية + التغيرات في المخزون. [1]

مفهوم النفط

يوجد النفط المعروف بزيت الصخر أو زيت الأحياء القديمة بباطن الأرض على أبعاد متفاوتة، وقد يأخذ شكل سائل دهني قابل للاشتعال يسمى النفط أو الزيت الخام، وهو ذو رائحة تميزه وتختلف ألوانه بين الأسود والأخضر والبني والأصفر، وتختلف لزوجته تبعا لكثافته النوعية، وقد يأخذ النفط شكل غاز طبيعي يتكون من عدة غازات أهمها الميثان والبوتان.

يعرف النفط بالذهب الأسود، لأنه مِن أهم مصادر جمع المال خاصة للبلد الذي يتم اكتشافه به، وهو مادة بسيطة ومركبة في الوقت ذاته، فهو بسيط لأنه يتكون من الهيدروجين والكربون، وكلما زادت نسبة ذرات الكربون بالمنتج النفطي زادت كثافته أو ثقله. تسمى الآبار المنتجة للنفط والغاز الطبيعي معا بالآبار السائلة وتسمى تلك المنتجة للغاز فقط بالآبار الجافة. [2]، [3]، [4]، [5]، [6].

مفهوم الغاز الطبيعي

يتكون الغاز الطبيعي من نباتات وحيوانات دفنت بباطن الأرض لملايين السنين، وهو بلا لون ولا رائحة آخذا إحدى الحالتين: الغاز الحر الموجود في حقول حرة بأعماق الأرض أو الغاز المصاحب للنفط عند استخراجه من الأرض والمفصول في محطات العزل. الغاز الطبيعي مركب هيدروكربوني، لا لون له ولا رائحة، ولأغراض الأمان، يتم إضافة رائحة مميزة إليه لتحسس حالات التسرب، وهو أخف من الهواء بنحو 0,6-0,8 ويتشتت عند التسرب الى أعلى ويختفي بالهواء الذي يشتعل معه بـ5-15%، كما يعد مصدرا للطاقة البديلة لمشتقّات النفط ووقودا نظيفا لا يضر البيئة عند الاشتعال مقارنة بأنواع الوقود الأخرى، وهو من مصادر الطاقة الأولية اللازمة للصناعة الكيماوية، ويمتاز بكفاءته العالية وتكلفته المنخفضة وقلة الانبعاثات المتأتية منه والملوثة للبيئة. [7]، [8]، [9]، [10]، [11].

السوق النفطية والغازية العالمية.

تتحدد أسعار النفط في السوق العالمية بعاملي العرض والطلب كأي سلعة أخرى، ورغم ذلك يرى المختصون أن النفط سلعة استراتيجية تحكمها ظروف خارجة عن ظروف العرض والطلب التقليدية، مشيرين في ذلك إلى الأحداث السياسية والمناخية المؤثرة في وضعية سوق النفط، وفي قرارات الدول المنتجة بالأوبك وخارجها، وكذا الأحداث المتمثلة في اضراب العمال والهجمات على منشآت إمدادات النفط والتخوف من انقطاعها والأعاصير وتوجيه المضاربين للسوق لتعظيم الأرباح.

تتحكم في سوق النفط الدول المنتجة والمصدرة للنفط الأوبك والدول المنتجة خارج الأوبك والشركات المحتكرة الكبرى الـ7 والـ8 الكبار (5 شركات أمريكية و3 أوروبية) والدول المستهلكة الكبرى المؤثرة في السوق بتغيير خزينها النفطي الاستراتيجي أو عبر طلبها. هناك السوق الفورية وتشكل نسبة معينة من مجموع سوق النفط، وازدادت أهميتها حتى اتخذ السعر فيها اتجاها تصاعديا كبيرا ومتتاليا. [12]

تتكون السوق العالمية للنفط من 3 أطراف: شركات النفط العالمية، الدول المصدرة والمستوردة، وتتكون الدول المصدرة للنفط من 3 مجموعات: الأوبك، الدول الشيوعية سابقا (الاتحاد السوفياتي سابقا، الصين وبولندا) ودول أخرى (المملكة المتحدة، المكسيك، جنوب إفريقيا وأستراليا).
ترتبط الأحداث في سوق النفط بعوامل تكنولوجية ومؤسسية تؤثر في درجة التركز داخل كل مجموعة وفي إمكانية توافق المصالح داخل المجموعات التالية: شركات النفط العالمية، الأوبك ومنظمة الطاقة الدولية. [13]

تطور الاحتياجات العالمية للثروة النفطية والغازية

تتزايد الاحتياجات العالمية للنفط وللغاز الطبيعي باستمرار.

الإنتاج النفطي والغازي في الوطن العربي

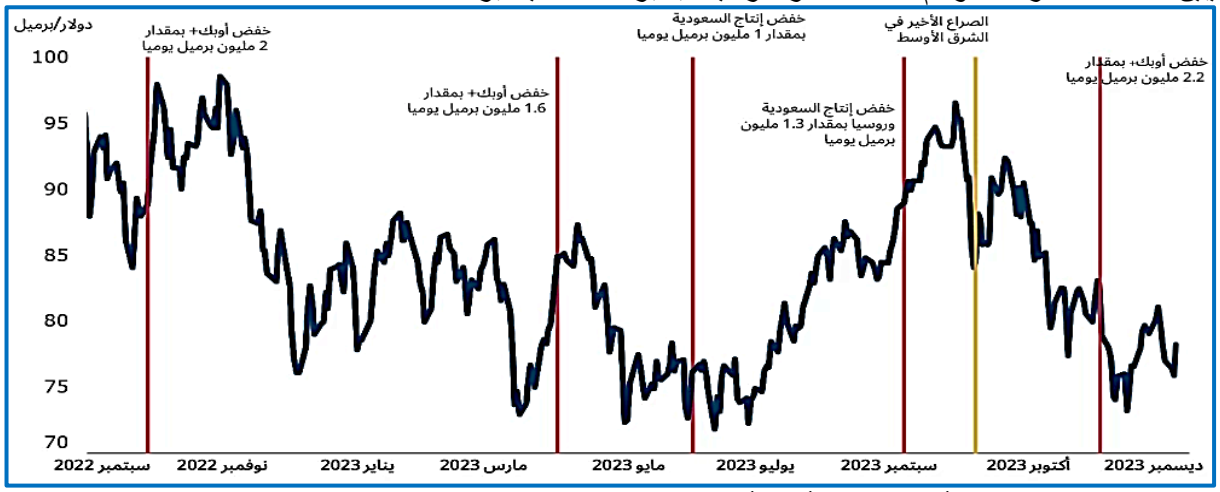
يعد النفط من أكثر أنواع الطاقة استخداما بالدول العربية، وهو الحال بالنسبة للغاز الطبيعي جراء مميزاته ونظافته ومرونة استخدامه، كما أن سعره يقل عن مثيله من أنواع الطاقة الأخرى. [14] تتصدر السعودية والعراق والإمارات قائمة الدول الأكثر انتاجا للنفط بالعالم العربي في 2023، بينما تحتل ليبيا المرتبة السادسة بإنتاج بلغ 1.16 مليون برميل يوميًا مقابل 981 ألف برميل يوميًا خلال 2022، [15] وتصدرت قائمة الدول المسوقة للغاز قطر، السعودية، الجزائر في العام 2022. [16]
وقد تدهورت أسعار النفط مع بداية كورونا نهاية 2019 وانتشارها سريعا بالدول في 2020 الذي هبطت خلاله الأسعار بأعلى وتيرة لها مسجلة منذ 2015. ولقد أنعشت الأنباء الإيجابية عن لقاحات ضد الجائحة والتوافق بين دول الأوبك+ وانخفاض مخزون النفط الخام العائم والطلب القوي على النفط من مصافي التكرير بآسيا والمحيط الهادي، الطلب على النفط، فارتفعت أسعار الخام منه في نوفمبر وديسمبر 2020.

الطلب العالمي على الثروة النفطية والغازية

يؤثر انخفاض أسعار النفط على الطلب منه، مما يؤدي إلى: [17]

- معدلات النمو الاقتصادي أعلى في البلدان المستوردة للنفط؛
- تباطؤ أو سير عكسي لعلمية استبدال النفط كمصدر للطاقة بالدول؛
- خفض إمداد النفط خارج الأوبك، خاصة بحر الشمال والولايات المتحدة الأمريكية لارتفاع تكلفة الإنتاج.

وصل الطلب العالمي على النفط لأعلى مستوى له على الإطلاق في 2023، مدفوعًا بشكل رئيسي بطلب الصين، وزاد الطلب على النفط بـ 2.3 مليون برميل يوميًا في اقتصادات الأسواق الصاعدة والاقتصادات النامية في الأشهر التسعة الأولى من العام، في حين ظل مستقرًا نسبيًا في الاقتصادات المتقدمة. ومن المتوقع تباطؤ دون 1% في 2024، مما يعكس التأثير المتأخر لتشديد السياسة النقدية في الاقتصادات المتقدمة. شهدت أسعار النفط ضغوطًا نحو الانخفاض وسط ضعف نشاط الاقتصاد العالمي، والإنتاج القياسي من الولايات المتحدة، واستقرار الإنتاج والصادرات من جانب روسيا. وظهر ضعف الأسعار رغم مخاوف تعطل الإمدادات في أعقاب الصراع الذي يشهده الشرق الأوسط، وتمديد وتعميق تخفيضات الإنتاج من جانب الأوبك والمنتجين من خارجها (الأوبك+)، فضلاً عن إعلان الحكومة الأمريكية عن مشتريات النفط لتجديد احتياطاتها الإستراتيجية منه. ومن المتوقع أن تنخفض أسعار النفط إلى 81 دولارًا للبرميل في 2024 وأن تشهد مزيدًا من التراجع في 2025. وتحتمل التوقعات حدوث تطورات إيجابية، منها تمديد تخفيضات الأوبك+ إلى ما بعد الربع الأول من 2024، واحتمال تعطل الإمدادات بالشرق الأوسط. [18].
يبين الشكل 1 أسعار النفط وأهم الأحداث للفترة الزمنية سبتمبر 2022- ديسمبر 2023.



الشكل 1: أسعار النفط وأهم الأحداث للفترة الزمنية سبتمبر 2022- ديسمبر 2023 [19]

العرض العالمي على الثروة النفطية والغازية

يخضع العرض العالمي للنفط لعدة عوامل منها: [20]

- الطلب على النفط وسعره، إذ يعتبر العرض استجابة لما يطلبه المستهلكون عند الأسعار السائدة في السوق؛
- إمكانات الإنتاج المتاحة بالحقول في وقت معين، إذ يجب تنمية الحقول المكتشفة وتزويدها بوسائل المعالجة والتخزين والضخ؛
- سياسة الدولة المنتجة للنفط ومدى حاجتها إليه لاستهلاكها المحلي أو لتصديره أو للاحتفاظ به لأجيال المستقبل؛
- سياسة الأوبك الإنتاجية لتحديد سقف الإنتاج وتوزيع الحصص بين الأعضاء ومدى التزامها بها.

تقوم الأوبك+ بتمديد فترة خفض المعروض من النفط، ففي 30 نوفمبر 2023، أعلنت عدة بلدان في الأوبك+ عن مواصلة وتوسيع خفضها الطوعي لحصصها من إنتاج النفط بإجمالي 2.2 مليون برميل يوميًا. وشمل ذلك الخفض الجاري بمقدار 1 مليون برميل يوميًا من السعودية وزيادة في خفض حصة روسيا من الإنتاج بمقدار 0.5 مليون برميل يوميًا. وحتى نوفمبر 2023، كان لدى تحالف الأوبك+ 5.1 ملايين برميل يوميًا من الطاقة الإنتاجية الاحتياطية، أي نحو 5% من الطلب العالمي. وفي يونيو 2023، أعلنت الأوبك+ عن استمرار التخفيضات الطوعية للإمدادات حتى ديسمبر 2024، وكان من المقرر أن تنتهي مبدئيًا في ديسمبر 2023. وتضمن هذا التمديد تخفيضات إضافية قدرها مليون برميل يوميًا من جانب السعودية اعتبارًا من يوليو، و0.3 مليون برميل يوميًا من جانب روسيا بدايةً من أكتوبر. وأكد إعلان نوفمبر تمديد هذه التخفيضات حتى الربع الأول من 2024. بينما قاد المنتجون من خارج الأوبك نمو المعروض العالمي في 2023، إذ تم تقريبًا تعويض تخفيضات الإنتاج من جانب الأوبك+ عبر زيادات إنتاج هذه الدول بقيادة الولايات المتحدة والبرازيل وغيانا وإيران. استشرافًا للمستقبل، من المتوقع أن يزداد المعروض العالمي في 2024، مدفوعًا بالولايات المتحدة ثم البرازيل وغيانا وكندا. [21]

الاحتياط النفطي والغازي العالميين

احتياط النفط هو الركيزة لسياسة الإنتاج النفطي، فينبغي أن تتحقق أية سياسة للإنتاج والتصدير من التقدير الحقيقي للاحتياطات. أهم ما يخضع إليه تقدير الاحتياطي المؤكد ما يلي: [22]

- **الإنتاج:** يقل الاحتياطي بقدر ما يتم استخراجه من النفط؛
- **الاكتشافات الجديدة:** يضاف إلى الاحتياطي المؤكد تقديرات احتياطات الحقول المكتشفة خلال العام؛
- **التوسعات:** تمثل الاحتياطات التي يتأكد وجودها نتيجة التوسع في حفر وتنمية الحقول الموجودة بالفعل، وبخاصة الحقول الحديثة الاكتشاف والتي لم يتم تنميتها بالكامل؛
- **إعادة التقدير:** كلما زاد عدد آبار الحقل المحفورة وطالت فترة الإنتاج الفعلي، تحسنت المعلومات الجيولوجية والهندسية الأساسية، فيعاد تقدير الاحتياطات المؤكدة وتخضع التقديرات السابقة للتغير زيادة أو نقصا.

ارتفعت احتياطيات النفط العالمية المؤكدة بنسبة 1.1%، لتصل إلى 1.56 تريليون برميل في 2022 مقارنة بـ1.54 تريليون برميل في 2021، وأظهرت النشرة الإحصائية السنوية لمنظمة الأوبك، نمو احتياطيات النفط بالشرق الأوسط بنسبة 0.2%، لتصل إلى 871.61 مليار برميل في 2022، مقارنة بـ869.61 مليار برميل في 2021. وجاءت السعودية وإيران والعراق والإمارات والكويت ضمن قائمة أكبر 10 دول لها احتياطيات النفط العالمية بعد فنزويلا ذات المركز الأول منذ أعوام. [23]

علاقة استغلال النفط والغاز الطبيعي بالتنمية الاقتصادية

تتمثل علاقة النفط بالتنمية في التصنيع ونقل التكنولوجيا، فالصناعات النفطية تعد المؤشر الأول للتقدم الاقتصادي، وقد طرح المختصون موضوع استخدام النفط والغاز الطبيعي كمواد أولية لعدة صناعات والاستفادة من توفرها بتكلفة منخفضة نسبياً، وبما أن القيمة المضافة المتأتية من تصنيع النفط والغاز الطبيعي تفوق ما يحصل عليه البلد من تصديرهما بالشكل الخام، أعتبر الاقتصاديون تصنيع هذه المادتين وتصديرهما في شكل منتجات مصنعة فرصة إمتيازية يوفرها وجودهما بالكميات الكبيرة وبالتكلفة المنخفضة، إلا أن معظم دول النفط وفي مقدمتها البلدان العربية، لم تستفد من ميزة توفر المادة الخام، ويعزى ذلك إلى عدة عوامل، أهمها الآتي: [24]

- حاجة مشاريع البتروكيمياويات إلى استثمارات ضخمة؛
- نقص اليد العاملة الفنية؛
- غياب التنسيق العربي الواسع للاستفادة من ميزات السوق الكبيرة؛
- سيطرة الشركات الكبرى العاملة في الصناعات النفطية على الأسواق العالمية.

يخص الموضوع الثاني العلاقة الموجودة بين النفط والتنمية، وهو يتعلق بنقل التكنولوجيا، فبارتفاع أسعار النفط وازدياد حاجة الدول الصناعية إلى الإمداد النفطي، ازداد نفوذ الأوبك التي ناقشت في اجتماعاتها مواضيع جديدة وبعيدة عن الأسعار، سيما موضوع محاولة إيجاد علاقة شمولية بين الدول المصدرة للنفط والمستوردة، من خلال نقل التكنولوجيا لتحديث اقتصاديات الدول المصدرة، وانطلاقا من فكرة المصلحة المشتركة بين المصدرين والمستوردين، فالدول المصدرة تحتاج إلى التقنية الحديثة لتطوير صناعاتها ومرافقها العامة، وبالمقابل توفر للدول الصناعية إمدادات مستقرة من النفط على الأمد الطويل، مما يجسد مصلحة مشتركة لتعاون طويل المدى، وقد اقترحت بعض الدول العربية بحث الموضوع في إطار الأمم المتحدة.

يمكن الإشارة إلى أن التنمية عن طريق صادرات النفط لم تتحقق كما كان منتظرا، وذلك بسبب جملة من العوامل أهمها: [25].

- الفجوة بين المتطلبات المالية للتنمية والموارد المالية من تصدير النفط؛
- وجود محددات لزيادة تصدير النفط؛
- حاجة الصادرات النفطية إلى استثمارات جديدة؛
- انخفاض القيمة الحقيقية لإيرادات النفط لتراجع قيمة الدولار الأمريكي إزاء عملات الدول التي تستورد منها الدول العربية؛
- عامل التضخم في الأقطار المصدرة للسلع الصناعية.

آثار استغلال النفط والغاز الطبيعي على البيئة

البيئة هي إطار يشمل عناصر الحياة المحيطة بالإنسان، وقد أكد مؤتمر استكهولم، المنعقد تحت مظلة الأمم المتحدة سنة 1972، على هذا الاتجاه، فأعطى للبيئة مفهوما واسعا وعرفها إعلانه بأنها 'كل شيء يحيط بالإنسان'. فهي أكثر من مجرد مخزون لعناصر الطبيعة. ووفق ذات الاتجاه، قسم البعض البيئة إلى عنصرين أساسيين هما عنصر طبيعي ويسمى بالبيئة الطبيعية وهي كل ما يحيط الإنسان من عناصر الطبيعة، وليس للإنسان دخل في وجوده كالماء والهواء، وعنصر بشري، يسمى بالبيئة البشرية، وتعني الإنسان وإنجازاته في بيئته الطبيعية. [26] ولقد نتج عن استغلال النفط والغاز الطبيعي آثار سلبية على البيئة، تمثلت أساسا في تلوث الهواء والماء والتراب.

تلوث الهواء: من أقدم مشاكل البيئة، فبمرور الوقت تلوث الهواء بمواد غريبة عليه كالغازات، التي يؤدي زيادة تركيزها جوا إلى اختلال مكونات الغلاف الجوي، فينتج تغيرات في المناخ والجو وآثار سيئة على صحة وحياة الإنسان والأحياء.

تنقسم مصادر تلوث الهواء إلى مصادر طبيعية لا دخل للإنسان بها، وأخرى صناعية تكون أكثر خطرا من الطبيعية، والتي أهم مصادرها استخدام الوقود الأحفوري الذي ينتج عند حرقه بمحطات توليد الطاقة أو بالمصانع أو في محرك السيارات كميات هائلة من الغازات المتصاعدة إلى الهواء على هيئة دخان [27] أهمها الكربون الذي إن لم تبذل جهود عالمية لخفض انبعاثاته، فستصل إلى حد خطير، فترتفع حرارة الأرض وتحدث مشاكل بيئية. [28] يؤثر هذا النوع من التلوث على الانسان والحيوان والنبات ويخلف آثارا بيئية وصحية واقتصادية واضحة تخص الإنسان، كما يمتد التأثير إلى الحيوانات، فيصيبها بالأمراض ويقلل من قيمتها الاقتصادية، وإلى النبات فتقل الإنتاجية الزراعية، إذ يختنق النبات من الهواء غير النقي، ويختزل تلوث الهواء بالتراب والضباب والدخان كمية أشعة الشمس الواصلة إلى الأرض، وتقل كفاءة البناء الضوئي، فيتأثر نمو النبات ونضج المحاصيل. [29]

تلوث الماء: تلوث الماء هو حدوث خلل وتلف في نوعية المياه ونظامها الإيكولوجي، فتصبح غير صالحة للاستخدام وغير قادرة على احتواء الجسيمات والكائنات الدقيقة والفضلات، ولا تتم عملية التنقية الطبيعية على الوجه المطلوب، فيختل اتزان النظام وتظهر الآثار الضارة بالبيئة. تكمن أهم الملوثات في مخلفات الصناعة والأصباغ والنفط. يحدث تلوث البيئة البحرية نتاج التنقيب والاستخراج بالمناطق البحرية أو المحاذية لها أو حوادث السفن وناقلات النفط وما يعرف بمياه التوازن، وتسبب أضرار بيئية قد تقضي على النبات والحيوان وتؤثر على السلسلة الغذائية [30] وعلى توازن التركيب الكيميائي للغلاف الجوي، الذي تنتج له المادة الخضراء للنباتات البحرية 70% من الأوكسجين، وتتأثر هذه النسبة بتضررها. [31]

تلوث التراب: يتحول Co_2 المنبعث من المصانع والسيارات جراء حرق الوقود إلى حمض الكبريت أو أمطار حمضية، تقضي على النبات وتقتل الأسماك بالبحيرات وتُلَوِثُ المياه الجوفية، وتسبب مشاكل خطيرة للجهاز التنفسي وتضر المحاصيل الزراعية. وفي هذا المجال، أجريت دراسات شاملة بالولايات المتحدة، منها تقرير حكومي أصدره البرنامج القومي لتقويم الترسيب الحمضي، فأثبت أن إجمالي الخسائر بالمحاصيل يقدر ما بين 5-10% من الانتاج، مما يمثل خسارة تقدر بـ4,5 مليون $. كما كان لقيام الصناعات النفطية والكيميائية أثر كبير في تسرب كميات كبيرة من المواد الكيميائية السامة للمياه والتربة. [32].

علاقة الطاقة الأحفورية بالاحتباس الحراري

خلصت دراسة كريستوف ماكغلايد وبول إيكينز من معهد الطاقة المستدامة للجامعة اللندنية 'يونيفرسيتي كولدج'، المنشورة بمجلة 'Nature' في 2015/01/07 والموسومة بـ'أي كمية من الطاقات الأحفورية بإمكاننا استغلالها؟' إلى وجوب تخلي دول الشرق الاوسط عن استغلال نحو 40% من احتياط نفطها وتخلي الصين، الولايات المتحدة وروسيا عن القسم الأكبر من الفحم لاحتواء احترار المناخ. وأشار ماكغلايد إلى كون هذه التدابير الوسيلة الوحيدة لبلوغ هدف الأمم المتحدة المحدد لحصر إحترار المناخ بزيادة 2° فقط، وأنه يجب على رجال الساسة الوعي بعدم تناسب ميلهم الى استغلال الطاقة الأحفورية مع التزامهم بلوغ هدف 2°. [33]، [34]، ويرى خبراء الأمم المتحدة الذين نشروا في 2014 أكبر تقييم علمي لتغير المناخ، أنه لبلوغ هذا الهدف، يجب الحد من انبعاث CO_2 الى نحو 1000 جيغاطن، بعدما استهلك 2000 جيغاطن، وقدرت الدراسة انبعاثات استخدام مخزون الطاقة الأحفورية المتوفرة بزهاء 3000 جيغاطن. [35] كما أشار بول إكينز المشارك في إعداد هذه الدراسة، إلى إنفاق الشركات +670 مليار$ في 2013 للبحث عن مصادر طاقة أحفورية جديدة، وأنه يجب على هذه الشركات إعادة النظر في ميزانياتها عند اعتماد سياسات لدعم حصر احترار المناخ بـ2°. [36]

من جهة أخرى، توصلت دراسة قام بها ممثلو قسم الهندسة المدنية والبيئية وممثلا لجامعة وودروم ويلسون للشؤون العامة والخارجية وممثلا لقسم العلوم الجيولوجية بجامعة برنستون، والمعنونة بـ'القياسات المباشرة لانبعاثات غاز الميثان من آبار النفط والغاز المهجورة بولاية بنسلفانيا'، والمنشورة في 2014/12/23 بدورية أحوال الأكاديمية الوطنية للعلوم، [37] إلى نتائج مفادها، أن آبار النفط والغاز المهجورة قد تكون مصدرا لانبعاث الميثان جوا، واكتشفوا بعد دراستهم لـ19 بئراً قديماً للنفط والغاز بشمال–غرب بنسلفانيا، وجود كمية كبيرة من الميثان فيها ووجدوا أنها تنفث في المتوسط 0,27كغ منه يوميا، مما يجعلها مصدراً كبيراً محتملاً لانبعاث غازات الاحتباس الحراري غير المسجلة، وسجلت الولايات المتحدة إلى غاية نشر هذه الدراسة نحو 3ملايين من الآبار المتروكة. وقاس الباحثون انبعاثات عشرات الآبار المهجورة ببنسلفانيا في يوليو، أغسطس وأكتوبر 2013 ويناير 2014، ووجدوا أنها تنفث بالمتوسط 0,27كغ من الميثان يومياً. وأكد الباحثون على أنه في فترة 20 عاماً، يؤدي الميثان إلى احترار المناخ بـ+80 مرة على الأقل من نفس كمية CO_2 وأشارت الدراسة إلى اهتمام شركات النفط والغاز بخفض كمية الميثان المنبعثة من الآبار العاملة، ولكنهم عمليًا لا يعيرون أي اهتمام للآبار المهجورة، وأوضح الباحثون أن قسمًا من هذه الآبار يعود إلى القرن 19، وكقاعدة متروكة لا تذكر بالتقارير الرسمية. [38]، [39]، [40]

الإطار المفاهيمي للتحول الطاقي

يعد مؤتمر باريس في ديسمبر 2015 محطة تاريخية في مسار التوجه العالمي نحو خفض مستوى الاحتباس الحراري، بالتزام كل الدول بتحقيق تحول طاقي، يضمن معدل ارتفاع حراري للأرض لا يفوق 2%، وبعد هذا المؤتمر، نشرت الوكالة الدولية للطاقة تقريرها 'توقعات الطاقة العالمية 2016'، فتوقعت انخفاضا كبيرا لنسبة الكربون في النمو العالمي، بتحول طاقي ترتفع فيه حصة الغاز الطبيعي على حساب النفط والفحم (الغاز يسبب انبعاث CO_2 مرتين أقل في توليد الكهرباء)، وكذلك بالتحول المهم نحو الطاقة المتجددة والتطور التكنولوجي في التعامل مع الانبعاث الكربوني، بما يقلل آثاره السلبية.

مفهوم التحول الطاقي

يشير التحول الطاقي إلى جميع التحولات في نظام إنتاج الطاقة وتوزيعها واستهلاكها التي يتم إجراؤها في منطقة معينة بهدف جعلها إيكولوجية بشكل أكبر. ويهدف تحول الطاقة الذي يعد جزءا أساسيا من مفهوم التحول البيئي إلى تحويل نظام الطاقة للحد من تأثيره البيئي بوجه خاص، وهو يتكون من سلسلة التغييرات الرئيسية في أنظمة إنتاج الطاقة واستهلاكها، وهو لذلك يشكل لاعتماده على التقدم التكنولوجي والإرادة السياسية بالمعنى الواسع (الحكومات، السكان، المنظمات غير الحكومية، الفاعلون الاقتصاديون، ...) جزءا من استراتيجيات التنمية المستدامة ومكافحة الاحتباس الحراري، وتعتمد برامجه المطبقة على الاستبدال التدريجي للطاقة الأحفورية والنووية بمزيج طاقي يحبذ الطاقة المتجددة، وعلى خفض الاستهلاك وسياسة توفير والحد من هدر الطاقة، سيما بتحسين الكفاءة الطاقية وتغيير سلوكيات الاستهلاك وتحويل استخدامات معينة للطاقة نحو الكهرباء. [41]

وكخلاصة يمكن اعتبار التحول الطاقي بأنه: [42]

- تقليل استهلاك الطاقة بشكل عام وخاصة الوقود الأحفوري؛
- التوجه نحو مجتمع منخفض الكربون، ثم خال من الكربون؛
- تطوير الطاقات المتجددة؛
- الاستهلاك، الإنتاج، والتنقل المسؤول من أجل تقليل نفقات الطاقة وغازات الدفيئة.

في ثمانينات القرن الـ20، ظهر هذا المصطلح مرتبطا بمفهوم التنمية المستدامة لأول مرة. وتطور المفهوم وفق المراحل التالية: [43]

1972: ظهور تقرير حدود النمو المسمى أيضا بتقرير ميداوز وأخرون المعد لصالح 'ميت' MIT من طرف نادي روما بحيث: يعد الدراسة الأولى التي أشارت إلى المخاطر الإيكولوجية للنمو الاقتصادي والديمغرافي في ظل نقص الموارد الطاقية ونتائج التنمية الصناعية على البيئة؛ وكان البداية الأولى لمفهوم التنمية المستدامة.

1980: ولادة مصطلح التحول الطاقي بألمانيا والنمسا وضعت الجمعية الالمانية معهد أوكو Öko-Institut تقديرات واقتراحات علمية في مسعى منها للتحرر من التبعية للنفط والنووي؛

تنظيم وزارة البيئة الألمانية لمؤتمر حول التحول الطاقي والتراجع النووي وحماية البيئة في برلين.

1987: ظهور تقرير بريندتلند Rapport Brundtland وولادة مصطلح التنمية المستدامة.

1995: ظهور تقرير 'المعامل 4: مضاعفة الرفاهية مرتين عن طريق استهلاك الموارد مرتين على الأقل' والذي أوصى به نادي روما لصالح معهد ويبارتال Wuppertal Institut.

2003: استخدام مفهوم 'المعامل 4' على مستوى الفرنسي من رئيس الدولة والوزير الأول قصد ترجمة هدف القسمة على 4 لانبعاثات غازات البيت الزجاجي للفترة 1990-2050:

هدف مسطر ضمن: الاستراتيجية الوطنية للتنمية المستدامة يونيو 2003، مخطط المناخ يوليو 2004، 'قانون بوب'loi POPE يوليو 2005 و'قانون قرونال 1' loi Grenelle 1 لعام 2007.

2006: ولادة حركة 'مبادرات التحول' في انجلترا بمبادرة من روب هوبكينز Hopkins Rob

مقاربة إشراك المجتمع لوضع الحلول، فيتسنى للفئات مواجهة نقص موارد الطاقة وآثار تغير المناخ (مفهوم المرونة)؛

انتشار مفهوم التحول الطاقي في العالم.

2012: استعادة مفهوم 'التحول' من طرف الحكومة الفرنسية
بعد قانون قرونال للبيئة، استعيدت الأشغال بتنظيم نقاش عن التحول الطاقي، للتوصل إلى إعداد قانون برنامج لخريف 2013.
يشكل التحول الطاقي سيرورة التطور، لأنه يمثل المرور من طاقات كربونية تعتمد على التكنولوجيا والمركزية بكثرة كالنووي، إلى طاقات نظيفة مضمونة ولا مركزية، مع ضمان قدرات لتخزين الطاقة وشبكات ذكية لكفاءة طاقية أفضل. تحدث جرمي ريفكان عن ثورة تضم تحول الطاقة ونظام المعلومات مما يعد بفضل الأنترنت مصدرا لثورة صناعية 3 تسمح باستغلال مورد منتشر مكون من طاقة متجددة ومن اقتصاديات الطاقة. ولا يعد الانتشار نقطة ضعف بل نقطة قوة: مورد ينتشر بشكل أفضل من أي مورد معدني أو أحفوري آخر ولا يسبب أي نزاع جيوسياسي ويسمح محليا بتقاسم ثروة ناتجة عن تثمين لرصيد طاقي خاص بكل منطقة. [44]

يضم التحول الطاقي الجوانب الآتية: [45]

- إنتاج الطاقة من مصادر متجددة؛
- تعظيم الاستفادة من الموارد الطبيعية؛
- إدارة دورة حياة الموارد الطبيعية.

أسباب التحول الطاقي

أهم دواعي التحول الطاقي: ضمان استهلاك ذو جودة وبعقلانية؛ خفض واردات الطاقة، محاولة خفض والتخلص من الطاقة النووية؛ تحقيق أمن الطاقة؛ تحفيز الابداع التكنولوجي والاقتصاد الأخضر؛ تعزيز الاقتصاديات المحلية وتأسيس العدالة الاجتماعية؛ مواجهة تغير المناخ؛ التوصل إلى التنوع البيولوجي والتخفيض من التبعية للطاقات النابضة ومن حدة اللامساواة في موارد التموين. [46]

أهداف التحول الطاقي

يهدف التحول الطاقي إلى تحقيق أهداف ترتبط بالجوانب الآتية:[47]

- **مسألة المناخ:** من أهم أهداف تحول الطاقة مواجهة الاحتباس الحراري ذو العواقب على الطقس بتغيير نظم البيئة بالغلاف الجوي؛
- **مسألة التأثير البيئي:** يهدف تحول الطاقة إلى تقليل التأثير البيئي بالحد من التلوث، فلا ينتج عن الطاقة CO_2 فقط، فمحطات الطاقة العاملة بالفحم تنبعث منها جزيئات دقيقة، وتنتج محطات الطاقة النووية نفايات نووية وتستهلك ماءً كثيرا، وينبعث من محطات توليد الطاقة بالغاز غاز الميثان. وينتج عن إنتاج الطاقة تلوثا واستخداما لكثير من الموارد، وتتطلب الطاقة المتجددة هي أيضا موارد كثيرة تنبعث منها الملوثات. يُمَكِنُ تغيير طريقة إنتاج واستهلاك الطاقة، التقليل من هذا التلوث ومن استهلاك الموارد؛
- **مسألة الصحة والسلامة:** لتلوث الهواء عواقب على الصحة، والحد من التلوث يحسنها، كما يتعلق تحول الطاقة بالسلامة، فقد تكون محطات الطاقة الحرارية والنووية خطرة جدًا على المجتمعات، خاصة عند وقوع حادث، لذا يعتقد البعض بأنه من الأكثر أمانًا إجراء التحول الطاقي نحو الطاقة المتجددة واللامركزية؛
- **مسألة الحد من النفايات:** يقلل التحول الطاقي من النفايات الناجمة عن إنتاج الطاقة الأحفورية والنووية، ويُمَكِن بشكل أفضل من استعادة أنواع معينة من النفايات يتم التخلص منها أو إهدارها؛
- **مسألة النمو الأخضر:** يكون التحول الطاقي وفق بعض مؤيديه، في النهاية وسيلة لإقلاع النمو. وتعتبر الطاقة الباهظة كابحا للنمو، ويكون إقلاع النمو عبر التحول إلى أشكال الطاقة الممكن الوصول إليها بسهولة من الناحية النظرية، ومن شأن هذا التحول أن يوجِد عدة فرص للعمل في قطاعات جديدة وتكنولوجيات جديدة.

للتحول الطاقي أهداف أخرى منها: تحسين معيشة وصحة المواطن؛ إنتاج طاقة بلا كربون وتحسين كفاءة الطاقة؛ تحقيق موارد مالية باستخدام وتصدير التكنولوجيا الخضراء. [48]

استراتيجية التحول الطاقي

تقوم استراتيجية التحول الطاقي على: الاستهلاك الأمثل والكفء للطاقة (إنشاء النقل المستدام والمشترك وتعزيز سلوكيات المجتمع لترشيد استخدام الطاقة) وجعله محركا للتنمية الوطنية (دعم الصناعات والمؤسسات وتطوير الإنتاج الجهوي للطاقة) وكذا تعبئة وإمداد متعاملي مجال الطاقة. يعتمد وضع وتنفيذ التحول الطاقي على قوى فاعلة هي: الحكومات، المنظمات العالمية، الشركات المبتكرة المستثمرة في البحث والطاقة المتجددة. [49]

رهانات عملية التحول الطاقي

تتمثل أهم رهانات التحول الطاقي في الرهان الاقتصادي (تفعيل تنافسية الصناعة المحلية وخفض فاتورة استهلاك النفط)؛ الرهان المناخي (توسيع نطاق الفعاليات الوطنية لخفض انبعاثات CO_2 ومحاربة تغير المناخ)؛ الرهان الصناعي (تطوير وتقوية الفروع الصناعية)؛ المرور إلى نظام طاقي أكثر أمانا من حيث المخاطر الصناعية والنووية؛ التحول إلى نظام طاقة أقل مركزية وإلى أنواع فضاءات التهيئة (المعمارية، الحضرية والريفية)؛ تقليل كمية الطاقة المستهلكة (كفاءة وفعالية الطاقة)؛ مواجهة الأمراض والحفاظ على الصحة العامة؛ تأمين مناصب عمل محلية؛ تقليص التوترات الجيوسياسية الناجمة عن غياب العدالة في توزيع الطاقة وعن حصول الفرد الواحد على حجم ضئيل من الطاقة والميل إلى الاستقلال الطاقي للجميع؛

الطاقة وتطلعات المواطنين إلى أمن بيئي؛ السياسات الطاقية والبرامج الحكومية؛ أنماط معيشية ذات كثافة طاقية ضعيفة والعدالة البيئية والاجتماعية. [50]

عوامل نجاح عملية التحول الطاقي

من أجل إنجاح تحول الطاقة يجب توفر عدة عوامل أهمها: تسبيق الاستهلاك المستقبلي؛ ضمان استهلاك بالكفاءة الطاقية من خلال: الحفاظ على تناسق النظام الكهربائي بالموازاة مع المخطط الوطني والإقليمي والدولي، الرغبة السياسية في التخلي تدريجيا عن الطاقة التقليدية، توفير السيولة المالية بإشراك القطاع الخاص وتشجيع الاستثمار الأجنبي، إبرام اتفاقيات دولية وعقود شراكة لتطوير صناعة الطاقة المتجددة، تشجيع البحث العلمي والتكنولوجي في الطاقة المتجددة وفتح أسواقا لها. [51]

معوقات عملية التحول الطاقي

أهم المعوقات تحول الطاقة: دمج المسألة الاجتماعية لتقليل مخاطر الطبقات المعادية للخطابات الداعية لحماية البيئة؛ ارتفاع تكاليف الطاقة المتجددة؛ العائق السياسي فمع اخفاق قمة فارصوفيا حول المناخ وما جاء في رسالة الدول الناشئة في بداية القرن 21، تبين أنه من غير المعقول الطلب من هذه الاخيرة بذل جهود أكثر من الدول المتقدمة المسؤولة عن تدهور المناخ ووفق السيناريو المرجعي لـAIE، فإنه إلى غاية 2030 سيزيد الطلب على الطاقة بـ+50% من المستوى الحالي، وأن $^2/_3$ من هذا الارتفاع سيكون من نصيب الدول الناشئة ويبقى نجاح التحول الطاقي رهين مشاركة كل الدول. [52]

التحول الطاقي وقيود المحروقات

تمر أغلب الدول المرتهنة بعوائد الريع، بأزمات اقتصادية دورية، وعجز في ميزانياتها لانهيار أسعار النفط، مما يسبب ارتدادات غير حميدة على المستوى الاقتصادي والاجتماعي لهذه الدول، الأمر الذي يفضي إلى أزمات سياسية واضطرابات أمنية بفعل العجز في أداء وفاعلية النظام السياسي، وهو مؤشر واضح على أن المورد النفطي هو مصدرُ قلق ومورد غير آمن ومستديم للثروة، مما يتطلب تغييرا جذريا في الرؤى والاستراتيجيات وإعادة هندسة المنظومة الاقتصادية والتنموية وفق منظور أكثر نجاعة. [53]

تتمثل أهم أسباب تذبذب أسعار النفط في تباطؤ معدلات النمو الاقتصادية في جل الدول المصنعة بعد الأزمة المالية العالمية 2008؛ النزاعات الجيواستراتيجية وبؤر التوتر بالعالم، سيما تلك التي لها علاقة بالدول المنتجة أو تلك التي لها علاقة مباشرة أو غير مباشرة بطرق النقل؛ العلاقة غير المستقرة بين عملتي التجارة الخارجية الأكثر استعمالا اليورو/دولار؛ استراتيجيات الدول غير المنتجة للنفط لتحقيق أمن الطاقة (الطاقة البديلة)؛ خصائص نمط الاستهلاك الداخلي؛ تأثير العلاقات الجيواستراتيجية على العلاقات الاقتصادية الدولية للحفاظ على حجم العرض.[54]

لتجاوز هذه الإشكالية يجب التركيز على تغيير الرؤية الاقتصادية المرتهنة بعوائد الأرض، ومواكبة التحولات الكبرى للعصر المعرفي والتكنولوجي، بتطوير كفاءة استخدام الطاقة المتجددة والاستثمار في رأسمال البشري والمعرفي، ويجب أن يحظى الاستثمار في الطاقة المتجددة بالاهتمام لدى الدول العربية، مما يحقق كفاءة عالية في الاستثمار ويقلل نسب التكاليف الباهظة ويحقق استقرارا نسبيا في الموازنة العامة والنظام الاقتصادي للبلاد. [55]

صلة التحول الطاقي بالاحتباس الحراري

أصبح للاحتباس الحراري عواقب على الطقس، من خلال تغيير النظم البيئية بالغلاف الجوي وأخرى على الاقتصاد، لأن التغيرات في المناخ تؤثر على الأنشطة البشرية ولها تبعات محسوسة أيضًا على الزراعة. ويعود السبب الرئيس في ذلك إلى غاز CO_2 الذي ينبعث جراء مختلف النشاطات إلى الغلاف الجوي، ويأتي الجزء الكبير من هذا الغاز من الطاقة التي يتم استهلاكها. ينتج عن إنتاج الكهرباء باستخدام النفط الكثير من CO_2، ولتقليل هذه الانبعاثات، يتوجب تغيير نموذج إنتاج الكهرباء، من خلال تحول الطاقة الذي يعد أهم أهدافه هو مواجهة الاحتباس الحراري، وعلى سبيل المثال، ينبعث من الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية أو الرياح أو حتى الطاقة المائية كمية أقل من CO_2 مقارنة بتلك المتأتية من محطات توليد الطاقة العاملة بالفحم أو الغاز، كما تعد الطاقة النووية طاقة تصدر القليل من CO_2. ومنه يوجد أمل في تقليل التأثير على المناخ من خلال التحول الطاقي. [56]

أساسيات حول الطاقة المتجددة والطاقة الشمسية

مفهوم الطاقة المتجددة

الطاقة المتجددة هي كل طاقة تتولد من مصدر طبيعي غير تقليدي، مستمر، لا ينضب بمرور الزمن، وهي لا تستنفذ الموارد الطبيعية ولا تلوث البيئة، وتحتاج إلى تقنيات خاصة لتحويلها من طاقة طبيعية إلى أخرى يسهل استخدامها، أي أنها كل طاقة يتم الحصول عليها بواسطة تيارات الطاقة المتكرر وجودها في الطبيعة، بصورة تلقائية ودورية، يُمَكِن استخدام مصادر هذه الطاقة من الحصول على طاقة كهربائية أو حرارية أو ميكانيكية، وهي بذلك، نقيض للطاقة التقليدية الأحفورية غير المتجددة والموجودة بالأرض، والتي لا يمكن استغلالها إلا بتدخل الإنسان بإخراجها. من أهم أنواع الطاقة المتجددة الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، طاقة المياه، طاقة الكتلة الحيوية، الطاقة الجوفية وطاقة الأمواج.

أهمية الطاقة المتجددة

يمكن تلخيص أهمية الطاقة المتجددة في النقاط التالية: [58]

- الطاقة المتجددة مرشحة لأداء دور هام والمساهمة في تلبية نسب عالية من المتطلبات الطاقية، فهي مصادر دائمة وطويلة الأجل ترتبط بمكونات الطبيعة كالشمس والرياح، فاحتياجات الطاقة المتجددة الممكن الوصول إليها عالميا من الناحية الفنية كبيرة، بما يكفي لتوفير نحو 6 أمثال الطاقة التي يستهلكها العالم؛
- نظافة هذه الطاقة على عكس تلك الأحفورية المسببة لمشاكل بيئية؛
- تحسين فرص وصول خدمات الطاقة إلى المناطق البعيدة والنائية ذات الاستهلاك الضعيف؛
- يوفر استغلال الطاقة المتجددة وإحلالها للطاقة التقليدية مردود اقتصادي هام كما أظهره التقييم الاقتصادي لاستغلالها سيما الطاقة الشمسية، وسيقلل تطور تكنولوجياتها التكلفة أكثر مستقبلا؛
- يزيد استغلال الطاقة المتجددة من اعتماد الدول على مصادرها المحلية، ومنه تخفيض الضغط على الأسواق العالمية للطاقة التقليدية، كما ستتوفر فرص عمل جديدة ويزيد الدخل الوطني.

معوقات انتشار الطاقة المتجددة

يعترض تصنيع وانتشار استخدام الطاقة المتجددة عدة معوقات في دول العالم بشكل عام وفي البلدان النامية بشكل خاص، والتي يمكن تصنيفها إلى معوقات مالية واقتصادية، مؤسساتية وهيكلية، فنية وتقنية وأخرى تخص وعي المستهلك، وفيما يلي التوضيح:

معوقات مالية واقتصادية: تتركز هذه العوائق في ارتفاع التكلفة الرأسمالية لمشاريع الطاقة المتجددة مع قصور أو غياب آليات التمويل، فضلا عن الاعتقاد الخاطئ بأن الاستثمار في هذه المشاريع يمثل مخاطرة مالية، رغم أنها طاقة تحمي البيئة، وقد لا تشجع بعض البنوك ومصادر التمويل القروض والاستثمار في المجالات الناشئة، مقارنة بمشاريع الطاقة الأحفورية، فقد لا يكون استثمار الطاقة المتجددة ذا قيمة عينية واضحة وتكون غير جاذبة اقتصاديا (التكلفة والمنفعة) عند مقارنتها بفرص أخرى؛

معوقات مؤسساتية وهيكلية: يحتاج إنتاج واستخدام التكنولوجيا المتقدمة لإنتاج الطاقة المتجددة إلى تضافر جهود عدة شركاء، كشركات التصنيع والمستخدمين والسلطات التشريعية والتنفيذية ذات الصلة مثل وزارات الطاقة والنقل؛

معوقات فنية وتقنية: تحتاج عمليات توطين تكنولوجيات الطاقة المتجددة إلى إجراءات نقل معرفة تصنيع معدات وتكنولوجيات الطاقة الجديدة والمتجددة، ويتطلب ذلك خبرة فنية، وهو ما تفتقر إليه عدة دول. يعد غياب الجانب المعرفي والمعلوماتي ذو الصلة بتصنيع مكونات وأنظمة الطاقة المتجددة من المعوقات الفنية التي تحول دون نشر تطبيقاتها؛

معوقات متعلقة بالوعي: يشكل عدم أو قلة الاهتمام باستخدام الطاقة المتجددة والفهم الخاطئ للأطراف المعنية وللمجتمع لطبيعة عمل وتطبيقات تكنولوجياتها، عائقاً كبيراً لاعتماد مصادر نظيفة في إنتاج الطاقة، ويقوي هذا العائق شعور المؤسسات والأفراد بقلة جدوى المساعي المتعلقة بالبيئة، وبجدوى استخدام نظم تعتمد على ظواهر طبيعية متغيرة كالشمس والرياح.

مفهوم الطاقة الشمسية

الطاقة الشمسية هي طاقة يُحصل عليها من ضوء الشمس بأجهزة ترتبط بتكنولوجيا خاصة وباستخدام طرق وأساليب لالتقاط الإشعاع الشمسي وتحويله إلى طاقة قابلة للاستغلال. تتعدد أشكال الطاقة الشمسية، فمنها الطاقة الفوتوفولتية (الكهروضوئية)، الطاقة الشمسية الحرارية غير المركزة والطاقة الشمسية الحرارية المركزة.

أهمية الطاقة الشمسية

تكمن أهمية الطاقة الشمسية في عدم نضوبها وعدم محدوديتها ومجانيتها ووصولها إلى مناطق لا يمكن لباقي مصادر الطاقة الوصول إليها، ولا تلوث البيئة، كما جعل قدرها الزائد عن حاجة العالم بـ6000 مرة، أكثر مصادر الطاقة وفرة.

أهداف الطاقة الشمسية

يرمي استخدام الطاقة الشمسية إلى عدة أهداف أهمها: [62]، [63]

- التوسع والانتشار الجغرافي لتوليد الكهرباء وللاستخدام؛
- تقليل واردات الكهرباء في المستقبل وتحسين إمدادات الطاقة؛
- تنويع مزيج مصادر الطاقة وتحسين وضع الاقتصاد وتشجيع التنمية المستدامة في قطاع الطاقة والحفاظ على البيئة؛
- التخفيف من حدة الفقر والمساهمة في التنمية الريفية المستدامة وتعزيز لامركزية الطاقة ورفع مستوى المعيشة سيما بالأرياف؛

- التقليص التدريجي من قيمة الدعم المطلوب من الخزينة العامة وتغطيته في نفقات توليد الطاقة؛
- نشر الوعي وتغيير نمط ثقافة المجتمع في إنتاج واستهلاك الطاقة؛
- توليد الطاقة الكهربائية المطلوبة لاستخراج ورفع المياه والتصريف الريفي والأعمال الزراعية ولشبكات التكييف والتبريد بالمناطق ذات درجات الحرارة المرتفعة وللمباني العامة وفي طليعتها المشاريع الجديدة، كالمدارس وغيرها؛
- تحسين القدرة التنافسية للمؤسسات المتوسطة والصغيرة بإيجاد الطلب على الطاقة الشمسية بكل المناطق والأسواق المحلية؛
- توفير فرص استثمار للقطاع الأجنبي والخاص وأخرى جديدة للعمل؛
- توفير الطاقة للتنمية الشاملة المستدامة بأقل تكلفة وأفضل المواصفات بتطوير وتنفيذ السياسات والتشريعات المناسبة؛
- تخفيض تكلفة إنتاج الطاقة، ومنه التأثير المباشر في خفض تكلفة المنتجات وأثر ذلك على المستهلك النهائي؛
- تقليل حاجة استخدام الوقود الأحفوري، عند زيادة كمية الطاقة الشمسية المحصل عليها، مما يخفض من انبعاث CO_2.

نظم توليد الطاقة الشمسية

للإمداد بالطاقة الشمسية نظامان، الأول هو توليد الكهرباء من حرارة الشمس والثاني يخص الفوتوفولتية.

نظام توليد القوى الكهربائية من الحرارة الشمسية: يمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى الطاقة الحرارية بالمجمعات أو المركزات الشمسية، وهو ما يعرف بنظام التوربينات الحرارية باستخدام الطاقة الشمسية المركزة CSP Concentrated Solar Power، ويتكون النظام من مجموعة المرايا العاكسة لأشعة الشمس موزعة في مصفوفات طبقا للمساحة الكلية المطلوبة لتوليد حجم الطاقة الحرارية المطلوبة، ويعتمد عمل النظام على تركيز أكبر كمية ممكنة من أشعة الشمس على خازن أو أنبوب يحوي محلولا ملحيا، فيسخن المحلول بدرجة حرارة عالية جداً ليتحول إلى بخار يُدَور توربين لتوليد الكهرباء، ويمكن استخدام حرارة البخار أو السائل في استخدامات صناعية أو منزلية. [64] بدأت المحاولات العملية لتحويل الطاقة الشمسية إلى أخرى ميكانيكية في 1955 لما أجرى العالم هوتيل تحليله على توليد القوى باستخدام المجمعات الشمسية والمحركات الحرارية العاملة بين 38° و150° أجرى ماسون وجيرارد في 1966 تجارب على المحركات الحرارية باستخدام المجمعات الشمسية. في 1973، أشرف جيرارد وألكساندروف على إقامة المنشآت التنفيذية لهذه النظم بإفريقيا. في 1979، بدأ إنتاج 80 كيلوواط بمدينة ديري على شاطئ نهر النيجر واستخدمت هذه الطاقة للإنارة والري وضخ الماء والتبريد.

يوجد تطبيقان أساسيان طبقا لآلية التوليد والتخزين هما:

- الأفران الشمسية وتعتمد على انعكاس أشعة الشمس من مواقع كثيرة ومركزة على مبادل حراري واحد؛
- تجميع وتركيز الطاقة الشمسية بعاكسات مستوية تعكس الأشعة الشمسية على أنابيب طويلة لتجميع الحرارة.

تقم فكرة البرج لتوليد القوى الكهربائية بما يشبه الفرن الشمسي، على تركيز أشعة الشمس على غلاية موضوعة على قمة البرج التي تحتل موقع البؤرة لمجموعة كبيرة من المرايا، فتنتج درجة حرارة عالية تدير توربين بخاري. وتعتمد طريقة أخرى على نفس النظرية، ولكن باستخدام مصفوفات من المرايا الموجهة (الهليوستات المرايا الدوارة) لتركيز أشعة الشمس على غلاية ذات فجوة بالقرب من الأرض، من أجل إنتاج بخار يدير توربين لتوليد القوى الكهربية، فتسقط أشعة الشمس على نماذج الهليوستات، فتنعكس وتتركز على فجوة المبادل الحراري. وتوجه أشعة الشمس بهذا الفرن الشمسي في المركز بواسطة 63 هليوستاتا مرتبة على سفح جبل، وتسمى هذه النظم والمركزات بحقول الشمس. [65]

نظام الخلايا الفوتوفولتية: يتم تحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلى كهرباء بنظام الخلايا الفوتوضوئية Photovoltaic Cells PV، الذي هو عبارة عن مجموعة ألواح (خلايا شمسية) مصنعة من مواد (أشباه الموصلات) لها قدرة التحويل الكهروضوئي (تحويل الإشعاع الشمسي مباشرة إلى كهرباء). تعتمد شدة التيار الكهربائي الناتج من الخلية الشمسية على مستوى وساعات السطوع الشمسي وكفاءة الخلية نفسها. يتميز هذا النظام بتقنياته البسيطة ويعيبه انخفاض كفاءته في حالة انخفاض شدة سطوع الشمس وحاجته الى نظام صيانة مستمر وإلى مساحات كبيرة من الأراضي. [66] تقوم هذه التقنية على توليد قوة دافعة كهربية كنتيجة لامتصاص الإشعاع الشمسي. [67]

الطاقة الشمسية وإمدادات الطاقة في ليبيا

تطورات إنتاج النفط والغاز الطبيعي في ليبيا

أثرت حالة عدم الاستقرار في ليبيا منذ 2011 بالسلب في مستويات إنتاج النفط والغاز. حيث يتجاوز عدد الحقول المنتجة للنفط والغاز في البلد 320 حقلًا، وبلغ إنتاج النفط ذروته عند 3.3 مليون برميل يوميًا في 1970، قبل أن يبدأ الانخفاض. وظل إنتاج النفط يتراوح حول 1.5 مليون برميل يوميًا حتى 2009، قبل أن ينخفض بشكل حادّ إلى 462 ألف برميل يوميًا في 2011. وشهد نموًا تدريجيًا حتى بلغ 1.097 مليون برميل يوميًا في 2019، قبل أن يهبط في 2020 إلى0.367 مليون برميل يوميًا، جراء جائحة كورونا وعودة الاضطرابات السياسية للبلاد مرة أخرى. وتجاوز الإنتاج 1.1 مليون برميل يوميًا في 2021، ثم هبط إلى 980 ألف برميل يوميًا عام 2022، قبل أن يعاود الارتفاع إلى 1.19 مليون برميل يوميًا عام 2023 وفق بيانات الأوبك. [68]

تقديرات احتياطيات النفط والغاز الصخري

ركزت إدارة معلومات الطاقة الأميركية تقييم احتياطيات النفط والغاز الصخري في ليبيا على 3 أحواض رئيسة، مع ترك حوض الكُفْرة في الجنوب الشرقي للبلاد دون تقييم كمي بسبب صعوبة ذلك، وسط محدودية البيانات المتاحة. وتضم الأحواض الثلاثة محل التقييم كلًا من: حوض غدامس بغرب ليبيا، وحوض سرت بالوسط، وحوض مرزق بجنوب غرب البلاد. وقدّرت ذات الهيئة احتواء الأحواض الثلاثة على 942 تريليون قدم مكعبة من الغاز الصخري، منهم 122 تريليون قدم مكعبة قابلة للاستخراج تقنيًا، وفق تقديرات تعود إلى 2015. كما تشير التقديرات إلى احتواء الأحواض على 613 مليار برميل من النفط الصخري والمكثفات، منها 26.1 مليار برميل قابلة للاستخراج تقنيًا. وصنفت ذات الهيئة ليبيا في المركز 5 عالميًا من حيث أكثر الدول امتلاكًا لاحتياطيات النفط الصخري القابلة للاستخراج، بنحو 26 مليار برميل، ما يبشّر بمستقبل واعد حال تطوير احتياطيات النفط والغاز الصخري، ومن المتوقع انعكاس مزايا الموقع والجودة إيجابيًا على فرص تطوير هذه الاحتياطيات بالأعوام المقبلة، ما سيمثّل عامل جذب للاستثمارات الأجنبية بالقطاع. كما تمتلك ليبيا أكبر احتياطات مؤكدة من النفط الخام إفريقيًا، بنحو 48.4 مليار برميل، وفق بيانات أويل آند غاز جورنال. تعادل هذه الاحتياطات 3.9% من تلك الخاصة بالأوبك، ما يجعلها 7 على مستوى دول المنظمة المصدّرة للنفط، وفق التقرير السنوي للأوبك. وتتوقع المؤسسة الوطنية للنفط في ليبيا ارتفاع احتياطيات النفط المؤكدة للبلاد إلى ما يفوق 74 مليار برميل عند إضافة احتياطيات النفط الصخري المقدّرة بنحو 26 مليار برميل، حسب تقرير منشور بموقع ليبيا ريفيو المتخصص (Libya review)، وإذا أضيفت احتياطيات النفط الصخري إلى إجمالي الاحتياطيات النفطية، فسيؤدي ذلك إلى زيادة العمر الافتراضي لإنتاج النفط من 70 عامًا إلى 112 عامًا، وفق تقديرات المؤسسة الوطنية للنفط. وتشتهر ليبيا بإنتاج أفضل أنواع النفط الخفيف الحلو عالميًا، مع قلة شوائبه واحتوائه على نسب كبريت منخفضة، ما يجعله مفضلًا لمصافي التكرير في أوروبا والعالم. كما يتميز النفط الليبي بقربه من أسواق الاستهلاك العالمية؛ ما يخفض من تكاليف نقله بحريًا، بسبب انفتاح الساحل الليبي على أوروبا وقارات العالم، إلى جانب ابتعاده عن المضائق المائية غير مستقرة. من جهة أخرى، يتوقع ارتفاع احتياطات الغاز الطبيعي بليبيا من 55 تريليون قدم مكعبة إلى 177 تريليون قدم مكعبة، بعد إضافة 122 تريليون قدم مكعبة من احتياطات الغاز الصخري القابلة للاستخراج، وفق تقديرات مسح إدارة معلومات الطاقة الأميركية. وتمتلك ليبيا 1.5 تريليون متر مكعب (53 تريليون قدم مكعبة) من الاحتياطات المؤكدة للغاز الطبيعي بنهاية 2023، وفق أويل آند غاز جورنال. [69]

التحول الطاقي في ليبيا

انطلاق مشروع الإستراتيجية الوطنية للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة 2020-2030: نظراً لأهمية الطاقة المتجددة في تنويع مصادر الإمداد الطاقي بليبيا، فقد أطلقت وزارة التخطيط مشروع الخطة الإستراتيجية الوطنية للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة 2020-2030 التي أعدتها لجنة مشكلة بموجب قرار وزير التخطيط المفوض رقم 48 لعام 2017 لإعداد مشروع هذه الإستراتيجية، حيث خلصت نتائجها إلى ضرورة تحقيق نسبة 10% من الطاقة المتجددة ضمن المزيج الطاقي في سنة 2030. [70]

مشاريع كبرى للطاقة المتجددة: تتحول ليبيا تدريجيًا نحو مصادر الكهرباء النظيفة، باعتماد الطاقة المتجددة، في محاولة لخفض انبعاثات الكربون وتلبية الطلب على الكهرباء من مصادر مستدامة خالية من الانبعاثات. يحظى البلد بتنوّع في مصادر الطاقة المتجددة؛ ما يمنحه إمكانية التنوع في أنواع الطاقة المحصل عليها محليًا، وقدرة على توفير الكهرباء بشكل لامركزي. وتهدف الدولة إلى توليد 22% من كهرباء الطاقة المتجددة أفق 2030. ويتفق هذا الهدف مع رؤية الهيئة العامة للكهرباء والطاقة المتجددة، وتسعى الهيئة إلى تحسين قدرات الطاقة النظيفة، سيما طاقة الرياح والطاقة الشمسية، وتُنتج ليبيا حاليا 33 تيراواط ساعي من الكهرباء. وقصد تلبية الطلب المتزايد على الكهرباء، يحتاج قطاعها لفتح الباب أمام الاستثمارات الخاصة، بجانب تعزيز الحكومة لسياسة المزايدات التنافسية، واتفاقيات شراء مطوّري الطاقة المتجددة للكهرباء طويلة الأجل. تبحث الحكومة مع المطوّرين عدّة مشاريع لخفض الطلب على المحروقات وانبعاثات Co_2، كما تسير خطتها في تلك المشاريع بالتوازي مع تنمية فرص وصول الكهرباء للمناطق البعيدة، بما فيها محطات الطاقة الفوتوفولتية مع بطاريات التخزين. فيما يلي أبرز 3 مشاريع في ليبيا للطاقة النظيفة: [71]

محطة للطاقة المتجددة: كشفت هيئة الطاقة المتجددة في ليبيا (آر إي إيه أو إل) النقاب عن خطة لبناء محطة الطاقة المتجددة بقدرة إنتاج 50 ميغاواط، على مساحة 75 هكتار ببلدية بني وليد الواقعة شمال غرب ليبيا. تقوم إستراتيجية المشروع على ربطه بشبكة الكهرباء المحلية للبلدية مع منحه إمكان التطوير والتوسع. ويهدف المشروع إلى تطبيق التقنيات الحديثة محليا والتوسع بالشبكة العامة وتعويض نقص الكهرباء ومدّ الكهرباء للمنطقة وللشبكة بالكامل.

محطة شمسية: تعتزم ليبيا بناء محطة للطاقة الشمسية بقدرة 62 كيلوواط في مركز للطاقة الشمسية والبحوث في تاجوراء قرب طرابلس. ويهدف المشروع لخفض العجز في توليد الكهرباء المقدّر بـ1500 ميغاواط، ومن المقرر ربط المشروع بالشبكة الوطنية، لتغطية المنطقة الشمالية الغربية. وتعكف شركة "الهندسية" على بناء المحطة، وهي شركة ليبية متخصصة في الخدمات الهندسية والكهروميكانيكية، بجانب تطوير وتنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة.

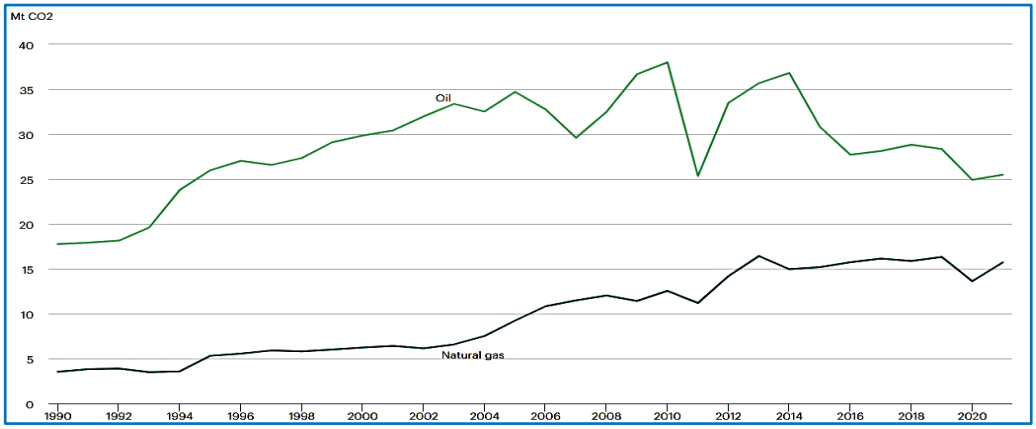
محطة شمسية فوتوفولتية: بناء محطة للطاقة الفوتوفولتية بمنطقة الكفرة، جنوب شرق برقة، على مساحة تمتد 200 هكتار وبطاقة إنتاج 100 ميغاواط، وتُسهم المحطة في تأمين الشبكة الكهربائية، مما يحقق أمن الطاقة لسكان الكفرة.

شراكات استثمارية: تخطط هيئة الطاقة المتجددة لتنفيذ حزمة مشاريع بسعة إجمالية 2000 ميغاواط، بالاستفادة من التقنيات الفوتوفولتية في مراحل متعددة بالأعوام المقبلة. تعتمد هذه الحزمة على شراكة القطاعين العامّ والخاص بصفة وساطة استثمارية،

بينما تعكف الدولة على تنفيذ المشاريع العاجلة. وطلبت الهيئة دعم الحكومة فقط في تيسير الإجراءات، دون تدخّل السلطات أو المؤسسات العاملة بقطاع الطاقة في مشاريع الشراكة بين القطاعين.

اهتمام ليبيا بالوضعية البيئية

تعد الطاقة المسؤولة عن غالبية انبعاثات غازات الدفيئة المسببة لتغير المناخ، والتي جلها ناجمة من حرق الوقود الأحفوري، ورغم الجهود المبذولة للحد من هذه الانبعاثات، إلا أن مسار انبعاث CO_2 على مستوى العالم لا يزال يعرف ريتما تصاعديا أعلى بكثير مما هو مطلوب لتجنب أسوأ الآثار المترتبة على تغير المناخ. تشهد ليبيا ارتفاعا في انبعاث الغازات الدفيئة المتأتية من حرق المحروقات، كما يبينه الشكل 2.



الشكل 2: تطور انبعاثات عاز CO_2 للفترة الزمنية 1990-2021 [72]

قدرت وكالة الطاقة الدولية في 2021 (الشكل 2) انبعاثات الوقود الأحفوري بـ41,191 مليون طن بنسبة 61,9% للنفط و38,1% للغاز الطبيعي، لتحتل ليبيا بذلك المرتبة 58 عالميا والـ6 إفريقيا وعرفت الفترة 1990-2021 وتيرة متصاعدة في انبعاث CO_2 وسجلت الفترة 2000-2021 ارتفاعا لهذه الانبعاثات بلغ 14%.

توقيع ليبيا على بيان مؤتمر باريس للمناخ لعام 2015

صادق مجلس النواب الليبي على اتفاقية باريس للمناخ وحماية بيئة الحياة على الأرض، بداية الثلاثي الرابع لعام 2021، ويُعد اتفاق باريس أول اتفاقية دولية لمكافحة تغيُّرات المناخ على العالم، والهادفة لتفادي ارتفاع درجة الحرارة. ويستهدف الاتفاق إلى الحد بشكلٍ كبير من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري والحد من زيادة درجة الحرارة إلى ما دون 2° وتكثيف الجهود لتقليلها إلى 1.5°.

الاستثمار في الطاقة الشمسية، دراسة اقتصادية

الاستثمار في الطاقة الفوتوفولتية

كل خيارات الاستثمار في الطاقة الفوتوفولتية الثلاث مربحة، وهي: بيع إجمالي الكهرباء؛ تأجير السقف والاستهلاك الذاتي.[73] تتمثل أهم العوامل المؤثرة في كمية الطاقة الفوتوفولتية المنتجة في مستوى الاشعاع الشمسي للموقع؛ تأثير المناخ المحلي؛ الاتجاه؛ ميل سقف البناية؛ نوع التكامل (الاندماج بالمبنى أو التراكيب)؛ تظليل العوائق؛ قدرة التثبيت؛ الحرارة؛ طبيعة الأسلاك والمسافة بين الألواح الشمسية والعاكس. [74]. للوصول وللحفاظ على أقصى انتاج فوتوفولتيي ممكن، يجب العناية بالمنشأة الفوتوفولتية من حيث:

- تجنب تركيب الألواح على الأرض وبعيدة عن الأطفال، إذ يقلل انكسار الزجاج من إنتاجية اللوح، ويجب أن يكون هيكل التثبيت من الألمنيوم وليس من الحديد (غير عملي ويسبب الحرارة للوح)؛
- يكون التنظيف مساءً، لأن صباحا الألواح تنتج الطاقة، وهو واجب ببيئة يكثر فيها تطاير الأتربة، والبيئة الصحراوية هي كذلك ضرورة صيانة الألواح الشمسية دوريا، إذ سيكون للمنشآت المصانة جيدًا كفاءة ما بين 2-7% أكثر من تلك التي لم تصن.
-

الدراسات الخاصة بالمنشآت الفوتوفولتية

يجب القيام بعدة دراسات خاصة بالمنشآت الفوتوفولتية: [75]

الدراسة الفنية والإنجاز: تعني دراسة تصميم النظام الفوتوفولتيي المزمع إنشاؤه بالموقع المختار، بتصاميم الطاقة المطلوبة ومصدر الطاقة المتاح بالموقع وبالزيارات الميدانية المنجزة. تقدر تكاليف هذه الدراسة بـ3% من التكلفة الإجمالية لأنماط الاستهلاك؛

الأشغال المدنية: يجب تحديد تكاليف أشغال الهندسة المدنية المزمع تنفيذها بالموقع أثناء تركيب الخلايا الفوتوفولتية. يقدر المبلغ الخاص بالمجال قرابة 30% من التكلفة الإجمالية للتركيب؛

التركيب: في إطار تثبيت المنشأة بالموقع المعني، يتم تعيين فريق من الفنيين المختصين بشكل مباشر. يمكن تقييم بند تجميع وتركيب وتشغيل النظام الفوتوفولتيي بـ8% من التكلفة الإجمالية للتركيب.

مزايا المنشأة الفوتوفولتية ذات الاستهلاك الذاتي

الاستهلاك الذاتي هو استهلاك الكهرباء المنتجة بالموقع لتقليل حصة الكهرباء من شبكة الكهرباء ومنه، خفض مبلغ فاتورة الكهرباء. يدير الاستهلاك الذاتي جزءًا من استهلاك الأجهزة الكهربائية. [76] ويحقق المستهلك بواسطته عدة مزايا أهمها: [77]

- ينتج المستهلك الطاقة فيقلل السحب من الشبكة ويحقق مدخرات؛
- التحكم في استخدام الطاقة عبر التصور بدقة استهلاك الطاقة، حيث يتم فهم وتحليل استهلاك الطاقة وزيادة الوعي وتحسين السلوك باتباع نمط استهلاك الطاقة وفق حاجة كل منصب؛
- تثمين التراث المادي بتقليل تكاليف تشغيل الطاقة وزيادة قيمة المباني الخضراء والتحرر بشكل أكبر من شبكة الكهرباء؛
- تحقيق عائد مالي بالتحرر من زيادات سعر الكهرباء المتوقعة، بالحصول على سعر كيلوواط ساعي ثابت من الفوتوفولتية وعلى المزيد من الشفافية والوضوح والاستقلالية في إمدادات الطاقة؛
- الاتصاف بالمسؤولية البيئية، إذ يسهم صاحب المنشأة في تقليل انبعاث غازات الاحتباس الحراري بالغلاف الجوي، وعلاوة على تحقيق مدخرات إضافية عبر أقلمة النمط الاستهلاكي، يتم تقليل الاعتماد على الطاقة الأحفورية والإسهام في تحسين البيئة.

طرق التقييم الاقتصادي لمنشآت الاستهلاك الذاتي

توجد أربع أنماط رئيسة للتقييم الاقتصادي هي: [78]

- **البيع الكلي:** يبيع المنتج كل إنتاجه إلى المشتري بسعر الدولة أو معها في إطار التزام الشراء أو بالمناقصات أو عرض بالسوق. يشتري المستهلك كل استهلاكه من المورد بتعريفة محددة أو بعرض بالسوق؛
- **بيع الفائض:** يبيع المنتج جزءً من إنتاجه غير المستهلك بالموقع إلى المشتري بسعر تحدده الدولة أو معها في إطار التزام الشراء أو بالمناقصات أو عرضا بالسوق. يشتري المستهلك جزءا من استهلاكه الذي لا ينتج بالموقع من مورد الطاقة بتعريفة محددة أو عبر عرض بالسوق. يقلل الجزء المستهلك بالموقع فاتورة الكهرباء؛

الاستهلاك الذاتي الجزئي وحقن الفائض بلا بيع: ينقل المنتج الجزء غير المستهلك بالموقع بلا مقابل فيحقن بالشبكة. يشتري المستهلك من المورد جزءا من استهلاكه غير المنتج بالموقع. يوفر الجزء المستهلك بالموقع في الفاتورة؛

الاستهلاك الذاتي الكلي بلا حقن: يحدد المنتج أبعاد منشأته فيساوي الجزء من إنتاجه غير المستهلك بالموقع الـ0. يشتري المستهلك من المورد جزءا من استهلاكه غير المنتج بالموقع. يوفر الجزء المستهلك بالموقع من فاتورة الكهرباء.

اعتماد مفهوم المقاولة الذاتية والاستثمار المواطن

يمكن دعم الاستثمار في المنشآت الفوتوفولتية للاستهلاك الذاتي، بالتركيز على مفهومي المقاول الذاتي والاستثمار المواطن، فالمقاول الذاتـي وفق القانون الجزائري هو كل شخص طبيـعي يمارس بصفة فردية نشاطا مربحا يندرج ضمن قائمة النشاطات المؤهلة للاستفادة من القانون الأساسي للمقاول الذاتي ولا يتعدى رقم أعماله السنوي حدا يحدد طبقا للتشريع المعمول به. تستثنى من قائمة النشاطات، المهن الحرة والمهن والنشاطات المقننة والحرفية. تحدد قائمة النشاطات المؤهلة للاستفادة من القانون الأساسي للمقاول الذاتي بالتنظيم. [79] أما الاستثمار المواطن فهو الاستثمار الذي يفسح المجال للمواطنين إمكانية الاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة، فيكون المواطن من جهة مساهما وعنصرا فاعلا في إقليمه ولا يبحث عن المردودية المالية المرتفعة، ويكون من جهة ثانية، متعاونا مع مواطنين آخرين في شكل مجموعة من الأفراد يتشاركون في إبداء الآراء في إطار ما يعرف بالحوكمة التشاركية [80]

الدراسة الاقتصادية الأولى: مشروع إقامة منشأة فوتوفولتية للاستهلاك الذاتي بمدينة طرابلس

لدراسة إمكانية القيام بمشروع المنشأة الفوتوفولتية للاستهلاك الذاتي بطرابلس، يتم إجراء حسابات معينة بالاستعانة بـ Excel 2019.

تقدير الاستهلاك الكهربائي بالسكن النموذجي

تقدير الطاقة المستهلكة يوميا: لتقدير الطاقة المستهلكة يوميا بسكن لأسرة بـ06 أفراد، يجب معرفة نوع وسعة الأجهزة المستغلة وعدد أيام وساعات التشغيل. يتم تقدير الاستهلاك اليومي كالآتي:

الطاقة المستهلكة يوميا= (عدد الجهاز1 × طاقة الجهاز1 × سا الاستهلاك) + (عدد الجهاز2 × طاقة الجهاز2 × سا الاستهلاك)+...

الأجهزة المستغلة: مصابيح Led (10واط)، تلفاز (75واط)، غسالة (2000واط)، هاتف نقال (10واط)، مكواة (750واط)، جهاز خلاط كهربائي (100واط)، حاسوب (80واط)، ثلاجة (300واط)، مكيف هوائي (980واط). يبين الجدول 1، تقدير الاستهلاك الطاقي الشهري للسكن النموذجي، حيث سجل فبراير اقل قيمة بـ 280040 و.س، وعرفا يوليو وأغسطس أعلى

استهلاك بـ450105و.س، بينما بلغ إجمالي الاستهلاك السنوي والاستهلاك اليومي 3972695 و.س و10,8543 و.س على التوالي.

الخاتمة

تعرف المعمورة منذ عدة سنوات، كثرة وتنوع ظواهر متطرفة للمناخ والمتأتية من حرق المحروقات كالأعاصير وموجات الحر الشديدة والجفاف. ويعد التوقيع على اتفاق باريس بشأن تغير المناخ، إنجازا عالميا للبشرية جمعاء وفرصة للتغيير الفعلي والإيجابي، وتوفرت قناعات بأهمية الالتزام ببنود الاتفاق، وعمدت ليبيا إلى محاولة الإيفاء بتعهداتها في إطار هذا الاتفاق، تكريسا لمبدأ المشاركة في مواجهة تغيرات المناخ من جهة وتوفير طاقة مستديمة لمواطنيها ولقطاعات اقتصادها من جهة أخرى، بإطلاق مشروع الإستراتيجية الوطنية للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة 2020-2030 وتنفيذ بعض المشاريع الطاقة المتجددة، ولتجسيد أهداف هذه الاستراتيجية يجب بذل المزيد من الجهود وتسخير الموارد المادية والبشرية وغيرها لذلك. تطرقت الورقة البحثية الحالية إلى مفاهيم تخص النفط والغاز الطبيعي والتحول الطاقي وكذا الطاقة المتجددة والطاقة الشمسية، وإلى دراستين اقتصاديين لمشروعين خاصين بمنشأتين فوتوفولتيتين، إذ يتولى تجسيد المشروع الأول المواطنون الراغبون في ذلك، بينما تتولى الدولة تنفيذ المشروع الثاني.

المراجع

[1] ESCWA, "Energy Supply (Apparent Consumption)," available at: https://www.unescwa.org/ar/sd-glossary
[2] Hala Shakir, "Uses of Oil in Various Industries," Feb. 19, 2016, available at: http://www.alnahar1.tk
[3] Khalid Amin Abdullah, "Oil Accounting," Dar Wael Publishing, Amman, Jordan, 2nd ed., 2006, p. 13.
[4] Elias Beidoun, "The Arab Encyclopedia of Knowledge for Sustainable Development," EOLSS Publishers and UNESCO, Beirut, Lebanon, 1st ed., 2007, p. 396.
[5] Amina Makhlafi, "Introduction to Petroleum Economics," Lectures on Petroleum Economics and Management, academic year 2013-2014, p. 8.
[6] Al-Qafila, "Petroleum Derivatives Between Variety of Uses and Multiple Names," Energy and Economy, Saudi Aramco, 2019.
[7] Arab Oil and Natural Gas Site, "Natural Gas," Series of Topics on Natural Gas, available at: http://www.arab-oil-naturalgas.com
[8] Mohammad Mohrous Ismail, "Economics of Petroleum and Energy," University Press House, Egypt, 1988, p. 137.
[9] Arab Oil and Natural Gas Site, "Natural Gas - Introduction to Natural Gas," May 22, 2013, available at: http://www.arab-oil-naturalgas.com
[10] Khalid Amin Abdullah, "Oil Accounting," Dar Wael Publishing, Amman, Jordan, 2nd ed., 2006, p. 13.
[11] Iman Al-Hayari, "How Natural Gas is Extracted," Nov. 19, 2015, available at: http://mawdoo3.com
[12] Diya Majid Al-Moussawi, "The Oil Prices Revolution," University Press House, Ben Aknoun, Algeria, 2005, pp. 29-30.
[13] Ali Lotfi, "Energy and Development in Arab Countries," Arab Administrative Development Organization, Cairo, Egypt, 2008, pp. 70-82.
[14] Ali Lotfi, "Energy and Development in Arab Countries," Arab Administrative Development Organization, Cairo, Egypt, 2008, pp. 69-130.
[15] Ahmed Shoukry, "Top Oil Producing Countries in the Arab World in 2023 (Report)," Energy Research Unit, Jan. 25, 2024, available at: https://attaqa.net
[16] Ahmed Ammar, "Top Arab Natural Gas Producing Countries.. Qatar, Saudi Arabia, and Algeria Lead," Energy Research Unit, July 3, 2022, available at: https://attaqa.net
[17] Ali Ahmed Attiga, "Interdependence on the Oil Bridge: Risks and Opportunities," Center for Arab Unity Studies, Beirut, Lebanon, 1st ed., 1991, p. 112.
[18] Paolo Agnolucchi and Caterina Temaj, "Oil Prices Remain Volatile Amid Geopolitical Uncertainty," World Bank Blogs, Apr. 1, 2024, available at: https://blogs.worldbank.org
[19] Paolo Agnolucchi and Caterina Temaj, "Oil Prices Remain Volatile Amid Geopolitical Uncertainty," World Bank Blogs, Apr. 1, 2024, available at: https://blogs.worldbank.org
[20] Ali Lotfi, "Energy and Development in Arab Countries," Arab Administrative Development Organization, Cairo, Egypt, 2008, p. 85.
[21] Paolo Agnolucchi and Caterina Temaj, "Oil Prices Remain Volatile Amid Geopolitical Uncertainty," World Bank Blogs, Apr. 1, 2024, available at: https://blogs.worldbank.org
[22] Hussein Abdullah, "The Future of Arab Oil," Center for Arab Unity Studies, Beirut, Lebanon, June 2006, pp. 132-133.
[23] Rajab Ezzedine, "Global Oil Reserves Rise to 1.56 Trillion Barrels. 5 Arab Countries Among the Top," Energy Research Unit, July 18, 2024, available at: https://attaqa.net

[24] Abdul Karim Slimani, "The Role of Sovereign Wealth Funds in Rationalizing Arab Oil Revenues with Reference to the Case of Abu Dhabi," Master's Thesis in Economic Sciences, International Economics Branch, Faculty of Economic and Commercial Sciences and Management, Mohamed Khider University, Biskra, academic year 2013-2014, pp. 55-57.
[25] Abdul Karim Slimani, "The Role of Sovereign Wealth Funds in Rationalizing Arab Oil Revenues with Reference to the Case of Abu Dhabi," Master's Thesis in Economic Sciences, International Economics Branch, Faculty of Economic and Commercial Sciences and Management, Mohamed Khider University, Biskra, academic year 2013-2014, p. 57.
[26] Mohammad Saleh Sheikh, "The Economic and Financial Effects of Environmental Pollution and Means of Protection," Al-Ishaa Technical Library and Printing Press, Alexandria, Egypt, 1st ed., 2002, pp. 17-18.
[27] Jamal Kamel Al-Obaiji, Adel Meshan Rabee, "Global Warming," Arab Society Library for Publishing and Distribution, Amman, Jordan, 1st ed., 2009, pp. 31-34.
[28] Mohammad Saleh Sheikh, "The Economic and Financial Effects of Environmental Pollution and Means of Protection," Al-Ishaa Technical Library and Printing Press, Alexandria, Egypt, 1st ed., 2002, pp. 38-39.
[29] Sayed Ashour Ahmed, "Environmental Pollution in the Arab World: Its Reality and Solutions," International Printing Company, Cairo, Egypt, 1st ed., 2006, pp. 20-21.
[30] Sayed Ashour Ahmed, "Environmental Pollution in the Arab World: Its Reality and Solutions," International Printing Company, Cairo, Egypt, 1st ed., 2006, pp. 39-41.
[31] Salafa Tarek Abdul Karim Al-Shalaan, "International Protection of the Environment from Global Warming in the Kyoto Protocol 1997 (in the Climate Change Agreement of 1992)," Al-Halabi Legal Publications, Beirut, Lebanon, 1st ed., 2010, p. 24.
[32] Mohammad Saleh Sheikh, "The Economic and Financial Effects of Environmental Pollution and Means of Protection," Al-Ishaa Technical Library and Printing Press, Alexandria, Egypt, 1st ed., 2002, pp. 38-40.
[33] Christophe McGlade & Paul Ekins, "The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2°," available at: http://www.nature.com
[34] Carbon Tracker, "How much fossil fuel can we exploit?" available at: http://www.carbontracker.org
[35] Egypt Today, "The Need to Reduce the Exploitation of Oil and Coal to Combat Global Warming," Jan. 10, 2015, available at: www.egypttoday.co.uk
[36] Arabi21, "Scientific Study Concludes the Need to Reduce the Exploitation of Oil and Coal to Combat Global Warming," available at: https://arabi21.com
[37] Proceedings of the National Academy of Sciences.
[38] Mary Kang, Cynthia M. Kanno, Matthew C. Reid, Xin Zhang, Denise L. Mauzerall, Michael A. Celia, Yuheng Chen, and Tullis C. Onstott, "Direct Measurements of Methane Emissions from Abandoned Oil and Gas Wells in Pennsylvania," PNAS, vol. 111, no. 51, Dec. 23, 2014, pp. 1-5.
[39] Environmental News, "Abandoned Oil and Gas Wells are Sources of Methane Emissions," Environmental News Magazine, Dec. 15, 2014, available at: http://www.env-news.com
[40] Dotmasr, "Study: Abandoned U.S. Oil Wells are a Source of Greenhouse Gases," Jan. 13, 2015, available at: http://www.dotmsr.com
[41] Youmatter, "Energy Transition: Definition, Issues, and Challenges of the Energy Transition in France and the World," Oct. 3, 2019, available at: https://youmatter.world
[42] Nathalie Van-Eeckhout, "Sustainable Development, Ecological Transition, Energy Transition… What are the Differences?" Mar. 7, 2017, Paris Climate Agency, available at: https://www.apc-paris.com
[43] ARPE-Midi-Pyrénées, "Transition: Where Does This Concept Come From?" Regional Agency for Sustainable Development.
[44] Raphael Claustre, "For an Effective Organization of the Energy Transition," Ena hors les murs, Nov. 2012, no. 426.
[45] National Council Working Group, "The Competitiveness of French Companies in the Energy Transition, Let's Imagine Our Energy of Tomorrow Together," Secretariat General of the National Debate on the Energy Transition, Paris, France, June 2013, p. 61.
[46] Saleha Hawasni, "The Problematic of Energy Transition Using Solar Energy to Combat Global Warming in Algeria," Doctoral Dissertation in Economic Analysis, Department of Economic Sciences, Faculty of Economic and
[46] S. Hawasni, "The Problematic of Energy Transition Using Solar Energy to Combat Global Warming in Algeria," Doctoral Dissertation in Economic Sciences, Department of Economic Sciences, Faculty of Economic and Commercial Sciences and Management Sciences, University of Algiers 3, Algeria, 2023, p. 59.
[47] Youmatter, "Transition énergétique: définition, enjeux et défis de la transition énergétique en France et dans le monde," Oct. 3, 2019. Available: https://youmatter.world.
[48] S. Hawasni, "The Problematic of Energy Transition Using Solar Energy to Combat Global Warming in Algeria," Doctoral Dissertation in Economic Sciences, Department of Economic Sciences, Faculty of Economic and Commercial Sciences and Management Sciences, University of Algiers 3, Algeria, 2023, p. 60.

[49] S. Hawasni, "The Problematic of Energy Transition Using Solar Energy to Combat Global Warming in Algeria," Doctoral Dissertation in Economic Sciences, Department of Economic Sciences, Faculty of Economic and Commercial Sciences and Management Sciences, University of Algiers 3, Algeria, 2023, p. 61.
[50] S. Hawasni, "The Problematic of Energy Transition Using Solar Energy to Combat Global Warming in Algeria," Doctoral Dissertation in Economic Sciences, Department of Economic Sciences, Faculty of Economic and Commercial Sciences and Management Sciences, University of Algiers 3, Algeria, 2023, pp. 61-62.
[51] S. Hawasni, "The Problematic of Energy Transition Using Solar Energy to Combat Global Warming in Algeria," Doctoral Dissertation in Economic Sciences, Department of Economic Sciences, Faculty of Economic and Commercial Sciences and Management Sciences, University of Algiers 3, Algeria, 2023, pp. 62-63.
[52] S. Hawasni, "The Problematic of Energy Transition Using Solar Energy to Combat Global Warming in Algeria," Doctoral Dissertation in Economic Sciences, Department of Economic Sciences, Faculty of Economic and Commercial Sciences and Management Sciences, University of Algiers 3, Algeria, 2023, p. 63.
[53] M. L. Harzallah, "The Streams of Energy Transition and the Risk of Betting on Oil!," Mar. 8, 2020. Available: https://www.aljazeera.net.
[54] N. Aissawi, "Fluctuations in Hydrocarbon Prices and Their Impact on Rentier Economies: The Case of the Algerian Economy," Journal of Economic and Financial Research, University of Oum El Bouaghi, no. 5, June 2016, pp. 55-56.
[55] M. L. Harzallah, "The Streams of Energy Transition and the Risk of Betting on Oil!," Mar. 8, 2020. Available: https://www.aljazeera.net.
[56] Youmatter, "Transition énergétique: définition, enjeux et défis de la transition énergétique en France et dans le monde," Oct. 3, 2019. Available: https://youmatter.world.
[57] S. Hawasni, "The Problematic of Energy Transition Using Solar Energy to Combat Global Warming in Algeria," Doctoral Dissertation in Economic Sciences, Department of Economic Sciences, Faculty of Economic and Commercial Sciences and Management Sciences, University of Algiers 3, Algeria, 2023, p. 96.
[58] S. Hawasni and A. Qadi, "The Importance of Renewable Energy in Achieving Green Growth: The Case of German Excellence," Journal of New Economy, vol. 11, no. 2, part 1, 2020, pp. 620-621.
[59] M. M. Khayyat and M. K. Mahmoud, 'Renewable Energy Policies Regionally and Globally,' 2008, pp. 11-13.
[60] S. Hawasni, "The Problematic of Energy Transition Using Solar Energy to Combat Global Warming in Algeria," Doctoral Dissertation in Economic Sciences, Department of Economic Sciences, Faculty of Economic and Commercial Sciences and Management Sciences, University of Algiers 3, Algeria, 2023, p. 96.
[61] A. R. Triki, "The Position of Renewable Energy and Its Role in Achieving Sustainable Development: The Case of Algeria," Master's Thesis in Economic Sciences, Branch of Economic Analysis, Faculty of Economic and Commercial Sciences and Management Sciences, University of Algiers 3, academic year 2013-2014, p. 107.
[62] Ministry of Industry and Trade, "Background to the Project of Spreading the Use of Solar Technology," Republic of Yemen, 2009-2014. Available: http://www.moit.gov.ye/moit/ar/taxonomy/term/237.
[63] Al-Youm Electronic Newspaper, "Ways to Benefit from Solar Energy in Generating Electricity for Household Purposes," issue no. 11044, Sept. 10, 2003.
[64] M. M. Mahmoud, "Mechanisms to Activate the Applications of Using Solar Energy to Achieve Sustainable Urban Development," Faculty of Regional and Urban Planning, Cairo University, Arab Republic of Egypt, p. 9.
[65] M. R. I. Ramadan and A. J. Al-Shakil, "Renewable Energy: Sun, Wind, Plants, Sea Waves, and Waterfalls for Water Desalination, Heating, Cooking, Air Conditioning, and Electricity Generation," Dar Al Shorouk, Beirut, Lebanon, 2nd ed., 1988, pp. 62-64.
[66] M. M. Mahmoud, previously mentioned reference, pp. 8-9.
[67] M. R. I. Ramadan and A. J. Al-Shakil, "Renewable Energy: Sun, Wind, Plants, Sea Waves, and Waterfalls for Water Desalination, Heating, Cooking, Air Conditioning, and Electricity Generation," Dar Al Shorouk, Beirut, Lebanon, 2nd ed., 1988, pp. 64-68.
[68] R. Ezzedine, "Libya's Shale Oil and Gas Reserves: What Size and Where Are They? (Map)," Energy Research Unit, Jan. 22, 2024, available at: https://attaqa.net.
[69] R. Ezzedine, "Libya's Shale Oil and Gas Reserves: What Size and Where Are They? (Map)," Energy Research Unit, Jan. 22, 2024, available at: https://attaqa.net.
[70] Solar Energy Research and Studies Center, "Launching the National Renewable Energy and Energy Efficiency Strategy 2020-2030," available at: https://csers.ly/ar/news/101-2020-2030.
[71] H. Mustafa, "Libya Gradually Turns Toward Clean Electricity with 3 Major Renewable Energy Projects and Prepares for the Economy and Energy Summit in November," Nov. 3, 2021, available at: https://attaqa.net.
[72] International Energy Agency, available at: https://www.iea.org.
[73] Nouvel'R Énergie, "Rentabilité Panneaux Solaires: les calculs à connaître en 2021," available at: https://www.nouvelr-energie.com.
[74] F. Gabriele, "Rendement Panneau Solaire: Complete Guide," May 4, 2021.

[75] B. Chikh-Bled, B. Benyoucef, F. Benyarou, and I. Sari-Ali, "Techno-Economic Study of a Photovoltaic Pumping System Applied to a Saharan Site," Rev. Energ. Ren.: ICPWE, Jan. 2003, p. 63.
[76] D. Wallon, "What is the Difference Between Self-Production and Self-Consumption?" Oct. 25, 2018, available at: https://www.comwatt.com.
[77] Quadran Énergies Libres, "Presentation on Self-Consumption: Retirement Home Project in Creissan," winner of the self-consumption project call from the LR Region/ADEME, Quadran Énergies Libres, 2016. Available: https://image.slidesharecdn.com.
[78] Plan d'action pour la croissance et la transformation des entreprises (Pacte), 'Guide to Photovoltaic Installations for Self-Consumption,' Pacte Program of Action for Quality Construction and Energy Transition, France, June 2019, p. 16.
[79] Official Gazette of the Algerian Republic, "The Basic Law of the Self-Employed Contractor," Article 2, Law No. 22-22 of Dec. 18, 2022: (85), 2022, p. 5.
GODFROY, 2015, available at: http://www.paysdesaverne.fr.