مجلة الفاروق للعلوم
المجلد (2) العدد 2 مايو 2026
ردمد: 3135-2359

عدد خاص بالمؤتمر العلمي الدولي الأول لأبحاث التنمية المستدامة عن بعد 12-14 مايو 2026

جدوى استخدام الطاقات المتجددة على ميزانية الدولة الليبية الحالية والمستقبلية

نرمين خليفة النعاس[1]، * حليمة محمد القرضاوي[2]

[1] الهيئة الليبية للبحث العلمي – بنغازي، ليبيا

[2]الادارة العامة مصرف الوحدة – بنغازي، ليبيا

narminnaas@yahoo.com

The Feasibility of Using Renewable Energy on the Current and Future Libyan State Budget

Nermin Kl.Elnaas[1,*], and Halima M. Al-Qaradawi [2]

1 Scientific Research Authority, Benghazi, Libya.

2 General Directorate of Al-Wahda Bank, Benghazi, Libya

تاريخ الاستلام:2026/3/10 –تاريخ المراجعة: 2026/3/15– تاريخ القبول: 2026/4/14– تاريخ للنشر : 12/5/ 2026

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى دراسة جدوى استخدام مصادر الطاقات المتجددة على ميزانية الدولة ، وعلى شركة الكهرباء خاصةً ، وأيضـــا على الفرد ، وذلك من خلال اســـتخدام المنهج التحليلي ، بعد تجميع البيانات من الشـــركة العامة للكهرباء ، والمؤســـســـة الوطنية للنفط ، والميزانية العامة للدولة ، وتحليل هذه البيانات ، واســـتخلاص واســـتقراء النتائج، ولقد انتهت الدراســـة إلى عدة نتائج ، منها : أن اســـتخدام الطاقات المتجددة في إنتاج الكهرباء له أثر على ميزانية الدولة وكذلك على القوائم المالية لشركة الكهرباء ، فضـلا عن الأثر المباشـر الذي سيلحق بالبيئة ، هذا إلى جانب أن استمرار هبوط أسعار تكلفة إنتاج الكهرباء لمحطات الطاقات المتجددة يخلق فرصـــة للاســـتثمار ، الذي يقابله ازدياد أســـعار محطات الوقود الأحفوري ، الأمر الذي ينعكس على تحسين تنافسية السوق لتكنولوجيا الطاقة النظيفة باستمرار.

وقد توصـلت الدراسـة إلى أن اسـتخدام الطاقات النظيفة في إنتاج الكهرباء له انعكاس على ميزانية الدولة ، وأيضـا على شركة الكهرباء ، فضـلا عن الأثر المباشـر الذي سيلحق بالبيئة، ووجود مقومات اقتصـادية وجغرافية تحفز على الاستثمار في جانب الطاقات النظيفة. كما أوصـت الدراسـة بضـرورة أن تقوم إسـتراتيجية الطاقة الليبية على مزيج من الطاقة ، حيث يتم دمج أنواع الوقود الأحفوري مع مصادر الطاقة المتجددة، أيضا توصي بوضع القوانين والتشريعات المساعدة على ذلك؛ لرفع قدرة الطاقة المتجددة في ليبيا إلى مستوى يضاهي الدول المجاورة والعالمية .

الكلمات المفتاحية :الطاقات المتجددة ، الوقود الأحفوري ، شركة الكهرباء

Abstract

This study aims to present the impaactof the use of clean energy sources on the state budgeting and on the electricity company and also on the individual through the use of the comparative inductive approach, and the study has ended with several results, including: The use of clean energy in electricity production has an impact on the state budget and also on the financial statements The Electricity Company, in addition to the direct impact on the environment, as well as the continued

decline in the cost of electricity production for renewable energy plants creates an opportunity for investment that is offset by the increase in the price of fossil fuel stations, which is reflected in the continuous improvement of the market competitiveness of clean energy technology.

The researcher recommended that the Libyan energy strategy should be based on a mix between energy as fossil fuels are integrated with renewable energy sources, as well as laws and legislation to help in this to raise the capacity of renewable energy in Libya to a level comparable to neighboring and global countries

Keywords: Electricity Company, Fossil Fuel, Renewable Energy

1-المقدمة:

تعـدّ الموارد الطبيعية المتاحة من مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة ، إلى جانب السياسات الهادفة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة ؛ تعدّ عناصر أساسية في تحقيق استدامة الطاقة، وتحقيق هذا الهدف مشروطٌ بالاستفادة المُثـلى من هذه الموارد ، بما يتماشـــى مع جدواها الفنية والاقتصـــادية، وتطبيق الســـياســـات التي تنظر بعين الاعتبار إلى الأبعاد الاجتماعية والاقتصـادية للدولة ، كما يُعدّ تعزيز الوعي بأهمية الحفاظ على موارد الطاقة المتاحة ، والحدّ من التلوث البيئي؛ ضـرورةً مُـــلِحَّة، ما يتطلب تعاون جميع الأطراف للوصول إلى غاية واضحة تتمثل في استدامة الطاقة ، والسعي نحو الاستفادة الأكثرِ كفاءةً من الطاقة النظيفة وبأقل التكاليف ؛ يعزز تلبية احتياجات مشروعات التنمية، ويحـــسّـــن مستوى معيشة المواطنين، بالإضـافة إلى خلق فرص عمل جديدة، وجذب الاسـتثمارات الأجنبية ، ولا يقتصـر هذا المسـعى على القطاع العامّ فقط ، بل يستوجب أيضـاً دوراً فعّالاً للقطاع الخاصّ ، من خلال تشـجيعه على المشـاركة في تحقيق هذه الأهداف ، وتحسين منظومة الطاقة بشكل شامل ومستدام.

فالطاقة المتجددة تسـعى إلى أن تكون المصـدرَ الرئيسَ للطاقة في العالم ، وهذا التطور يتماشـى مع دخول العالم إلى عقد (الطاقة للجميع) فقد شاركت هذه الطاقة بنسبة 19% من استهلاك العالم للطاقة لسنة 2012 ، وتدلّ التـنـبّـؤات الأولية على أن الطلب عليها في تزايد ، كما أســـهمت الطاقة المتجددة في حماية البيئة، وهذا ظهر جليا بتقرير الأمم المتحدة لسنة 2014 (شبكة سياسات الطاقة المتجددة للقرن الواحد والعشرين :2014) وهو أيضـا ما أكدته وكالة ناسا في تقريرها عن طبقة الأوزون الصادر في نهاية 2018 ، حيث أشار التقرير إلى أنه لوحظ تقلص في حجم ثقب الأوزون خلال سـنة 2017 مقارنة بسـنة 2004 ، وهذا راجع إلى الجهود المبذولة للتقليل من انبعاث الغازات المسـببة للاحتباس الحراري (سوزان ستراهان :2018)

وباعتبار أن التوجه العالميّ والمناشدات الحالية تتجه نحو استخدام مصـادر الطاقات المتجددة لإنتاج الكهرباء ؛ لِمَا لذلك من مردود على الكرة الأرضـــية ، من تقليل انبعاث الغازات الســـامة ، وتوفير الســـلامة و الصـــحة العامة لســـكان الكرة الأرضـية، وهذا يتوافق مع منظور أن أحد أهداف الدول العملُ على تطوير مرافقها العامة ، بما يعود بالنفع على مواطنيها ، وتوفير الراحة والاسـتقرار لهم ، فغالبًا ما تقوم بدراســة المنفعة والتكلفة والمدة المســتغرقة للتنفيذ لأيّ مشـروع وطني ، وعادةً ما تقوم الدول بوضع خطط مستقبلية عند تـــبـــنّي رُؤًى جديدةً ، يكون لها الأثر الفعال على حياة مواطنيها وعلى البيئة المحيطة بهم ، وتعكس هذه الخطط في موازنتها العامة التي تبين مدى قدرة الدولة على دفع هذه النفقات الجديدة ، خاصـة النفقات التي تكون ذات طابع رأسِمالي، إذ توضـع لها خطط للتنفيذ تسـتغرق وقتًا وأموالًا طائلة ، فالموازنة العامة تعني الخطة السنوية للدولة عن سنةٍ ماليةٍ مقبلةٍ ، تتضمن الإيراداتِ المُـقَـدّرةَ المنتظرَ تحصيلُها ، وكذلك النفقاتِ المقدَّرةَ المرخَّصَ لها بالصـــرف في حدودها ،من أجل تحقيق أهداف هذه الخطة.(كاظم :2022)، فعند تبنّي رؤية اســـتخدام مصـــادر الطاقات المتجددة لإنتاج الكهرباء ، فهذا يحتاج دراســة أيٍّ من أنواع هذه المصـــادر متوفرٌ لدى الدولة ، وأيُّها أنجعُها والأوفرُ والأقلّ وقتًا في التنفيذ ، ومدى قدرة الدولة ماليًّا في مقابلة هذه النفقات خاصـة في الدول التي تحتكر إنتاج

الكهرباء، وتعاني من أعباء مالية واحتياجات تشـــغيلية عالية. وللحاجة المُلِحّة لتبنّي رؤية وطنية قائمة على اســـتخدام مصادر الطاقات المتجددة في إنتاج الكهرباء في ليبيا، وذلك في ظل التحديات التي يواجهها قطاع الكهرباء تقنـيًّا وماليًّا؛ هذه الحاجة تعكس ما ورد في تقرير مؤسسـة فريدرش إيبرت الصـادر في فبراير 2022 ، بعنوان « سـيعيش الليبيون في الظلام ما لم يتمَّ إصـــلاح قطاع الكهرباء »، الذي ســلط الضــوء على الأزمة البنيوية في هذا القطاع والحاجة إلى حلول مستدامة.

2- مشكلة الدراسة :

أظهرت التطورات في بداية الألفية صعود مؤشرات استخدام الطاقة المتجددة عالميًّا، من حيث الاستثمار والقدرات وتكاملها مع القطاعات الأخرى جمعاء ، نتيجة لإدراك العالم بصورة جلية الخطر الذي يسببه استخدام مصادر الطاقة الناضبة (الوقود الأحفوري) في تلوث البيئة وتدميرها، ما يجعل الطاقة المتجددة والبديلة الخيار الأفضل، خاصةً بعد ازدياد وعي الحكومات بدور الطاقات المتجددة في دفع عجلة التنمية الوطنية (لنس ، موردوك : بدون سنة).

حيث أعدَّت العديدُ من الدول خططًا وأبحاثا لتأمين مصادرَ للطاقة المتجددة والنظيفة، حتى تؤمّن مصادر إضافية ودائمة لسدّ احتياجات الاستهلاك المحلي المتزايد بصورة مطّردة مع الازدياد السكاني ؛ بأنجع الطرق الممكنة وبأقل التكاليف.

لذا سعت الدولة الليبية للاستفادة من هذه الطاقات، حيث وعت أهمية التحول إلى استخدام مصادر الطاقات المتجددة والنظيفة ؛ لِمَا لها من انعكاسات على الفرد والدولة، فكان لها في ذلك العديد من عقود الشراكة مع الجانب الأوربي الذي يتسابق لإبرام مثل هذه الشراكات ، وذلك لِما تتمتع به ليبيا من خصوبة ووفرة في مصادر الطاقات المتجددة، وأهم هذه الشراكات مذكرة التفاهم التي أبرمتها الدولة الليبية مع الجانب الألماني حول الطاقة المتجددة وحماية البيئة ، وعلى الرغم من هذه المجهودات ، فإن عملية التحول لا تزال وتيرتُها بطيئة ، فكان المتوقع أن يكون للشراكات آثارٌ إيجابيةٌ على ميزانية الدولة ، من حيث الإيراد المتوقع من بيع الطاقة المنتجة، حيث إن الدولة الليبية مثلها كمثل باقي الدول تقوم بدعم بعض السلع الأساسية حتى تكفل العيش الرغيد لمواطنيها ، ومن هذه السلع المحروقات والكهرباء ، اللتانِ تكلفان الدولة أعباءً مالية متزايدة سنويًّا بازدياد التعداد السكاني الذي يقابله ازدياد الطلب عليهما، فالجدول(1) يبين حجم الدعم للمشتقات النفطية(بالمليون) .

الجدول (1)

يبين حجم الدعم للمشتقات النفطية (بالمليون)

البيان	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
قيمة المبيعات المحلية لمشتقات النفط بالأسعار المحلية	899	985	1068	1222	1261	1270	1562	1710	1933
قيمة المبيعات المحلية لمشتقات النفط بالأسعار الدولية	1743	2392	3449	4651	5346	4682	6266	5337	8328
إجمالي دعم النفط	**844**	**1407**	**2381**	**3429**	**4086**	**3412**	**4704**	**3626**	**6395**
قيمة المبيعات المحلية للغاز الطبيعي بالأسعار المحلية	134	158	208	262	346	362	1015	1388	1389
قيمة المبيعات المحلية للغاز الطبيعي بالأسعار الدولية	263	406	488	973	1787	1799	7835	5539	5147
إجمالي دعم الغاز	**128**	**249**	**280**	**711**	**1441**	**1437**	**6819**	**4151**	**3758**
إجمالي الدعم	**972**	**1655**	**2661**	**4140**	**5527**	**4850**	**11524**	**7778**	**10153**

(المصدر: مصرف ليبيا المركزي،2015)

ومن الجدول السابق نلاحظ أن الدولة الليبية تدعم السلع الاستهلاكية التي يستخدمها مواطنوها بشكل مستمرّ ، ومنها الكهرباء، فهي تدعمها بشكل مزدوج، بمعنى أن الدولة أولًا : تدعم النفط ومشتقاته ، الذي يعدّ وقودَ محطات إنتاج الكهرباء ، ثانيًا : تدعم الكهرباء المنتَجة التي يستهلكها المواطن .

وبحسب أحدث الإحصاءات، جاءت ليبيا في المرتبة العاشرة بين أكثر الدول العربية استهلاكاً للكهرباء، حيث بلغ استهلاكها 27.18 مليار كيلو وات/ساعة في عام 2023 وفقاً لإحصاء شمل 213 دولة على مستوى العالم. وأشار موقع "World Population Review" إلى بيانات حديثة بشأن سكان العالم، تفيد بتزايد عدد سكان ليبيا بشكل تدريجي. ووفق التوقعات، يُتوقع أن يبلغ عدد السكان في البلاد حوالي 7,342,346 نسمة بحلول عام 2030، ويرتفع إلى 7,825,251 نسمة في عام 2040، وصولاً إلى 8,123,669 نسمة بحلول عام 2050. كما أظهرت الإحصاءات أن مدينة بنغازي جاءت في المرتبة 688 ضمن قائمة أكبر المدن من حيث عدد السكان لعام 2024، بعد أن بلغ عدد سكانها 870,502 مقارنة بـ 859,209 نسمة في عام 2023. كما أشار المصدر ذاته إلى أن النموّ في استهلاك الكهرباء حول العالم يرتبط بشكل مباشر بالنمو الاقتصادي وزيادة عدد السكان. وحاليًّا يبلغ عدد سكان ليبيا نحو 6,964,197 نسمة بتراجع طفيف قدره 0.09% مقارنة بالعام السابق، هذا النمو يعكس أيضاً زيادة نصيب الفرد من استهلاك الكهرباء ، والتغيرات الاقتصادية التي تتطلب استهلاكًا أكبر للطاقة، مثل الاستخدام المتنامي للأجهزة الكهربائية والإضاءة وأنظمة التكييف، بالإضافة إلى التحول نحو صناعات وممارسات إنتاجية أكثرَ استهلاكاً للطاقة.

وانطلاقا مما سبق فإن مشكلة الدراسة يمكن صياغتها في السؤال التالي:

- ما مدى جدوى استخدام الطاقة المتجددة على ميزانية الدولة الليبية وشركة الكهرباء؟

ومنه تتفرع الأسئلة التالية

- ما التكلفة التي تتكبدها الدولة عند استخدام مصادر الطاقة المتجددة؟
- ما الوفر المتحقق من استخدام الطاقات المتجددة؟
- ما مدى قدرة الطاقة المتجددة على تغطية احتياجات الدولة؟

3-الدراسات السابقة :

شهد مجال الطاقات المتجددة اهتمامًا واسعًا من قبل الباحثين على المستويين الدولي والمحلي، إدراكًا لأهميتها المتزايدة في تحقيق التنمية المستدامة، وضمان أمن الطاقة، والحدّ من الآثار البيئية السلبية المرتبطة بمصادر الطاقة التقليدية، ولم يكن البحّاث الليبيون ببعيدين عن ذلك.

حيث اتفقت معظم الدراسات الليبية على أن ليبيا تمتلك إمكانات طبيعية استثنائية في مجال الطاقات المتجددة، ولاسيما الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، فقد أكدت دراسة بن حكومة (2023) أن ليبيا تزخر بموارد متجددة تؤهلها لإنتاج الكهرباء بطرق نظيفة ومستدامة، وهو ما يتوافق مع نتائج دراسة عبد السيد وعثمان (2022) التي بيّنت أن إقليم الكفرة يتمتع بظروف مناخية وجغرافية مثالية لاستغلال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح على مدار العام. كما اتفقت هذه النتائج مع ما توصلت إليه دراسة شرف الدين (2020) ودراسة عبد الرحمن (2017)، اللتين أبرزتا ملاءمة عدد من المناطق الليبية، ومنها البطنان، لإقامة مشاريع إنتاج الكهرباء من مصادر متجددة، خاصة الرياح والشمس.

أما من حيث الاختلاف، فقد تباين تركيز الدراسات من حيث النطاق الجغرافي والمنهجي، إذ ركزت بعض الدراسات على أقاليم محددة مثل الكفرة (عبد السيد وعثمان، 2022) والبطنان (عبد الرحمن، 2017)، بينما تناولت دراسات أخرى البعد الوطني الشامل للطاقة الشمسية والرياح في ليبيا (الصوّاني، 2019؛ شرف الدين، 2020). كما اختلفت الدراسات في زاوية المعالجة؛ فبينما ركزت بعض الدراسات على الجوانب الجغرافية والطبيعية، اهتمت دراسات أخرى بالمعوقات الاقتصادية والتشريعية والسياسية والفنية التي تحول دون التوسع في استغلال الطاقات المتجددة، كما في دراسة بن حكومة (2023) ودراسة الصوّاني.(2019)

وفي الجانب ذاته، تميّزت دراسة الأمين وبلعم (2015) عن غيرها بتركيزها على الأثر الاقتصادي والبيئي لاستخدام الطاقات المتجددة، حيث أبرزت الوفر المالي الكبير الذي يمكن أن يتحقق عند الاعتماد على الطاقات النظيفة بدلًا من الطاقة النفطية في إنتاج الكهرباء، وهو ما تدعمه نتائج دراسة منشورة (بدون اسم، 2014) التي أوضحت أن قطاع الكهرباء استحوذ على نحو 38% من إجمالي استهلاك المنتجات النفطية في ليبيا خلال عام 2012، بما يشكله ذلك من عبء على الميزانية العامة ، وتهديد للاستدامة الاقتصادية والبيئية.

وعلى الرغم من هذا النشاط البحثي، تكشف المقارنة بين هذه الدراسات عن فجوة بحثية واضحة، تتمثل في تركيز معظمها على مدى توفر مصادر الطاقات المتجددة أو إمكاناتها الجغرافية، مقابل ضعف الاهتمام بتحليل الآثار الشاملة لاستخدام الطاقات المتجددة على المستويين الوطني والدولي، وخاصة فيما يتعلق بدورها في تعزيز أمن الطاقة، وتحقيق الاستقرار الاقتصادي، والمساهمة في حماية البيئة وأمن الأرض من المخاطر المناخية والتلوث البيئي، كما تبرز الحاجة إلى دراسات أكثر تكاملًا تربط بين الطاقات المتجددة والتنمية المستدامة من منظور إستراتيجي شامل، يأخذ في الاعتبار الأبعاد الاقتصادية والبيئية والأمنية، وهو ما تسعى الدراسة الحالية إلى معالجته.

4-هدف الدراسة

يكمن هدف الدراسة في أنها تلقي الضوء على إمكانية الاستثمار في الطاقة المتجددة في ليبيا ؛ من أجل تحقيق التنمية المستدامة، وأثر ذلك على ميزانية الدولة وشركة الكهرباء على حد سواء ، كما تبين الجدوى من استخدام الطاقات المتجددة،

وأثرها في خلق صناعة جديدة توفر فرص عمل جديدة، وعلى الدخل العام للدولة، خاصة أن الطاقة المتجددة تعتمد بشكل كبير على عنصر اليد العاملة في مجال الصناعة والتكنولوجيا ، أكثر من أي عنصر آخر للطاقة.

5-أهميةالدراسة :

حاجة ليبيا لدراسات الجدوى الاقتصادية حول استخدام الطاقات المتجددة ، وجدوى استثمار الدولة ، نظرا لقلة الدراسات على مستوى القطاع الحكومي ، ومحدودية التجربة في الدولة الليبية.

6-الحدود الزمنية :

الحدود الزمنية لهذه الدراسة تتمثل في البيانات التي تغطي السنوات من 2002 إلى 2012 التي تتميز بالاستقرار والثبات ، فهي الفترة التي تسبق أحداث انقسام الحكومات التي مرت على ليبيا.

7-منهجية الدراسة

وفقا لمشكلة الدراسة، وفي ضوء طبيعة وأهداف الدراسة ، استُخدم المنهج الوصفي لتحليل المحتوى باستخدام الأسلوب الكمّي ، حيث يتم استخدام المعلومات والبيانات المتحصل عليها من الشركة العامة للكهرباء ، والبيانات المعروضة في تقارير المؤسسة الوطنية للنفط ، وتحليلها بهدف قياس تكلفة الكهرباء ، ومعرفة الوفر الذي سيتحقق عند استخدام الطاقات المتجددة.

كما استُخدم المنهج التحليلي المقارن بين النتائج المتحصل عليها من مصادر الطاقة التقليدية والطاقات المتجددة ، وذلك من أجل استقراء النتائج للإجابة عن أسئلة الدراسة .

1.1-الإطار النظري والمفاهيمي:

1- الطاقات المتجددة والاستدامة

تقوم العديد من الدول المتقدمة والنامية على حد سواء بدعم أسعار السلع الضرورية، في محاولة منها للتخفيف من ارتفاع أسعارها، حتى تمكّن المواطنين من الحصول على هذه السلع التي غالبا ما تعدّ ضرورية، حيث تخصص هذه الدول مبالغ كبيرة من مواردها لدعم دخول المواطنين، سواء كان ذلك على شكل سلع منخفضة السعر أو خدمات، كالتأمين الاجتماعي والصحي، أو على شكل دفعات نقدية ، وقد بينت التجارب الدولية تنوع وسائل الدعم والأهداف المرجوة منه باختلاف النظم الاقتصادية ، وباختلاف درجة التطور الاقتصادي، وبصورة عامة فإن هذه السياسة تمثل حزمة من الإجراءات والأسس والمبادئ التي تهدف إلى تحقيق أهداف اقتصادية واجتماعية ، تنعكس في ميزانية الدعم المحددة وفق برنامج معين، وتكون عادة جزءًا من الميزانية الاعتيادية للدولة.(الأمين وبلعم2015)

ولا تعدّ الدول العربية بمعزل من هذا الأمر، فمنذ أكثر من أربعة عقود تنفق غالبية الدول العربية . على اختلاف نُظمها . عشرات المليارات من الدولارات لدعم السلع الاستهلاكية والخدمات الأساسية ، متمثلة في السلع الغذائية والخدمات الصحية ، وأيضا الكهرباء وأسعار الطاقة ، ويتم هذا الدعم من خلال بيعها للمستهلك النهائي بسعر أقل من سعر السوق ، على أن تتحمل ميزانية الدولة الفرق بين السعرين.(الطاقة المتجددة تشريعات وسياسات)

أ- تعريف الطاقة المتجددة ومصادرها وعلاقتها بالاستدامة:

خلال السنوات الأخيرة فرضت الطاقة المتجددة نفسها كحلّ بديل للوقود الأحفوري ؛ لِما تتمتع به من مميزات ، وهذا الاهتمام أصبح ظاهرا بعد سنة 2008، ولقد عرفت الطاقة المتجددة بعدة تعريفات ، منها أنها (الموارد التي نحصل عليها من خلال

تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي)(راتول :2012) كما عرفت بأنها (مصدر طبيعيّ دائم وغير ناضب ومتوفر في الطبيعة ، سواء كانت محدودة أم غير محدودة، ولكنها متجددة باستمرار، وهي نظيفة لا ينتج عنها تلوث بيئي نسبيًّا) (Mohamed, Ibrahim, Nurredin :2007)

بالإضافة إلى تعريفها بأنها (الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو التي لا يمكن أن تنفد (طاقة مستديمة) ولا تنشأ عنها مخلفات أوكسيد الكبريت ، أو أكسيد النيتروجين ، أو غازات ضارة أخرى، أو تعمل على الاحتباس الحراري) (زرزور:2006)، كما يمكن تعريف الطاقةالمتجددة، بأنها الطاقة الناتجة من تحويل الطاقة من مصدرها الطبيعي غير التقليدي المستمر الذي لا ينضب، والمتاح للجميع كبيرا أو صغيرا، فقيرا أو غنيا .

وتشير الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) إلى أن الطاقات المتجددة تمثل أحد الأعمدة الأساسية للتحول العالمي نحو أنظمة طاقة مستدامة، لِما لها من دور في تحقيق النموّ الاقتصادي، وخلق فرص العمل، وحماية البيئة.(IRENA, 2020) ، ولقد حددت الوكالة مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة في خمسة مصادر، وبيانها كالآتي (شبكة سياسات الطاقة المتجددة 2014):

1- الطاقة الشمسية: هي أهم وأكبر مصادر الطاقة المتجددة والبديلة للنفط والغاز؛ لما تمتاز به من خصائص تميزها عن غيرها من مصادر الطاقة المتجددة الأخرى ، وأهمها أن المجموع الكلي للطاقة الشمسية الواصلة للكرة الأرضية كبير جدًّا ، حيث تشير بعض الدراسات إلى أن 1% من مساحة الأرض كافية لتجميع الطاقة الشمسية لتغطي العالم أجمع من الكهرباء ، وبمفهوم آخر يمكن للشمس – خلال أقل من 15 ثانية – أن تعطي للأرض مقدارًا من الطاقة يكافئ مقدار الطاقة التي يستخدمها البشر في يوم واحد(ساينس باديز، سفينيالونر :2018).

2- طاقة الرياح : للرياح القدرة على تحريك الأشياء ، تظهر في قوة الدفع التي تقوم بها ، هذه القدرة لها طاقة هائلة يمكن من خلالها إنتاج كهرباء، وقد أثبتت التجارب أن إنتاج الكهرباء من الرياح يكون فقط عندما تبلغ سرعة الرياح 4 م/ ثانية ، أي حوالي 15 كم / ساعة (Stiebler M., 2008)

3- طاقة المياه : إن الطاقة المائية هي من المصادر المهمة لإنتاج الطاقة العالمية ، ومن أرخصها ، وهي كذلك طاقة نظيفة مقبولة بيئيًّا ، وبالتالي فإن إمكانيات تطور الطاقة المائية تأخذ أهمية كبيرة عربيًّا وعالميًّا .(IEA, 2019) وتنقسم إلى:(الغزالي 2006: 50)

أ- طاقة اندفاع المياه : وهي الطاقة الناتجة من تدفق المياه من أعلى إلى أسفل ، وهو ما يعرف بمساقط المياه والشلالات ، فقوة تدفق هذه المياه يتكون عنها طاقة تسمى الطاقة الكهرومائية.

ب – طاقة المحيطات والبحار : وهي الطاقة الناتجة من حركة المياه بما يعرف بالمد والجزر والأمواج .

ج- طاقة تدرج حرارة المحيطات : وهي الطاقة الكهربائية الناتجة من الفارق في درجات الحرارة بين طبقات مياه المحيط والتي يطلق عليها طاقة التدرج الحراري لمياه المحيطات، وهناك العديد من محطات توليد الطاقة الكهربائية من خلال التدرج أو التباين الحراري لمياه المحيطات تعمل حاليا في أنحاء متفرقة من العالم، ويقع جزء منها في جزر المحيط الهادي (الباسفيكي) وجزر البحر الكاريبي.

د- الطاقة الأسموزية: هي الطاقة الكهربائية الناتجة عن اختلاف نسبة الأملاح بين المياه العذبة ومياه البحر المالحة ، وتعد الأماكن التي يصبّ فيها النهر (ماء عذب) في البحر (ماء مالح) أو ملتقى مصبَّيْنِ يختلفان في نسبة أملاحهما ؛ هي أنسب الأماكن لإنشاء محطة طاقة إسموزية لإنتاج الطاقة.

4- الطاقة الحرارية الأرضية: هي طاقة حرارة الأرض حيث يستفاد من ارتفاع درجة الحرارة في جوف الأرض باستخراج هذه الطاقة وتحويلها إلى أشكال أخرى ، وتقسم مصادر الحصول على الطاقة الحرارية الأرضية إلى قسمين: المياه الحارة

الجوفية ، والصخور الحارة التي توجد في المناطق النشطة بركانيًا أو في الأعماق البعيدة من سطح الأرض ,DiPippo) 2016).

5- الطاقة الحيوية : تُعرِّف الوكالة الدولية للطاقة المتجددة الطاقة الحيوية بأنها طاقة متجددة تُستمد من تحويل المواد العضوية مثل المخلفات الزراعية والحيوانية والنفايات العضوية إلى كهرباء أو حرارة أو وقود حيوي عبر عمليات الاحتراق المباشر أو الهضم اللاهوائي أو التحويل الحراري–الكيميائي، وتمتاز بإمكانية خفض صافي انبعاثات الكربون عند إدارتها بشكل مستدام. وتؤكد الأدبيات العلمية أن تقنيات تحويل الكتلة الحيوية تسهم في تعزيز أمن الطاقة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري ضمن استراتيجيات التحول منخفض الكربون، كما تبين أن كفاءة التحويل تختلف باختلاف نوع المادة الأولية والتقنية المستخدمة(Jha et al., 2022)

فالتحول إلى الطاقات المتجددة ، يُعد أداة لمفهوم التنمية المستدامة التي تعدّ من المفاهيم المحورية في الأدبيات الاقتصادية والبيئية المعاصرة، من خلال تلبيتها لثلاثة أبعاد : الاقتصادي ، والاجتماعي ، والبيئي.

إذ يؤكد Sachs (2015) أن التحول إلى الطاقات المتجددة يمثل أداة رئيسة لتحقيق التنمية المستدامة، لما له من دور في تعزيز أمن الطاقة، وتقليل الاعتماد على الموارد الناضبة، والحد من الآثار البيئية السلبية.

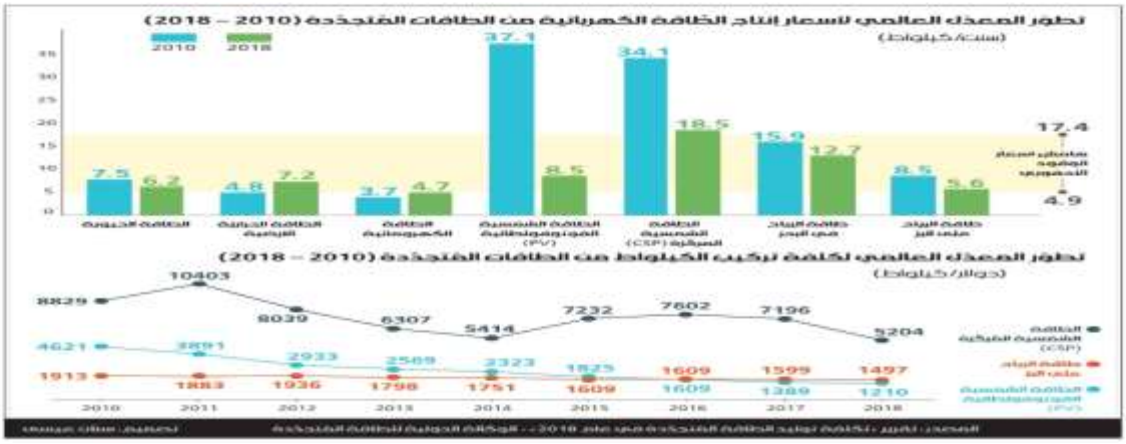
كذلك ترى OECD (2017) أن دمج الطاقات المتجددة في السياسات الوطنية ؛ يُسهم في تحقيق تنمية اقتصادية طويلة الأجل، ويعزز قدرة الدول على مواجهة التحديات البيئية والمناخية، من خلال الحدّ من الانبعاثات الضارة ، بما يضمن استدامة الموارد الطبيعية للأجيال القادمة، ويعزز الأمن الطاقي للدول من خلال استقرار الإمدادات وتقليل التقلبات الاقتصادية الناتجة عن أسعار الوقود الأحفوري ، وبذلك فإن التحول نحو الطاقات المتجددة يشكل عنصراً محوريًا في سياسات التنمية المستدامة، إذ يجمع بين الفوائد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، ويتيح للدول إمكانية تحقيق استدامة شاملة في مختلف المجالات.

ب- الجدوى الاقتصادية من استخدام مصادر الطاقات المتجددة وعلاقتها بأمن الطاقة

تسعى الدول بشكل متزايد إلى الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة لإنتاج الكهرباء، بهدف تلبية الطلب المتزايد عليها ، وتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية التي تسهم في التلوث البيئي، يأتي هذا التوجه أيضاً لتقليل التكاليف المرتبطة باستخدام هذه المصادر التقليدية، كما يلاحظ أن العوامل البيئية لم تعد الدافع الوحيد لتعزيز التوجه نحو الطاقات المتجددة ، فقد ظهرت أدلة قوية تؤكد وجود فوائد اقتصادية ملموسة لاستخدام هذه المصادر، وفقاً لدراسة أجرتها الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) حول أسعار الطاقة المتجددة لعام 2018. وتعتمد الدراسة على بيانات شاملة عن نحو 17 ألف مشروع طاقة متجددة في مختلف أنحاء العالم، بإجمالي طاقة تصل إلى 1,700 غيغاواط ، أي ما يعادل نصف المشاريع التي دخلت الخدمة في عام 2018. وقد شملت الدراسة مصادر متعددة للطاقة المتجددة ، مثل: الطاقة الشمسية الفوتوفولتية، والطاقة الشمسية المركزة، وطاقة الرياح البرية والبحرية، والطاقة الكهرومائية، والطاقة الحيوية، والطاقة الحرارية الأرضية. وخلصت الدراسة إلى مجموعة من النتائج المهمة، أبرزها انخفاض أسعار الكهرباء المنتجة من مصادر الطاقة المتجددة في عام 2018، بحيث أصبحت غالباً الأقل تكلفة مقارنة بمصادر الطاقة التقليدية المعتمدة على الوقود الأحفوري ، ومن النتائج اللافتة الأخرى أن طاقتي الرياح البرية والطاقة الشمسية الفوتوفولتية، وهما متوفرتان بشكل كبير في منطقة الشرق الأوسط ، أصبحتا اعتباراً من عام 2020 أرخص مصادر إنتاج للكهرباء ، مقارنة بجميع أنواع الوقود الأحفوري الأخرى ، ومن الملاحظ أن هذا الاتجاه مستمرٌّ دون الحاجة إلى دعم ماليّ حكوميّ ، أو دعم سياساتي إضافي، ويعزى هذا التقدم الملحوظ إلى عدة عوامل، أهمّها التطورات التكنولوجية في تصنيع وتجميع المعدات اللازمة، التي أسهمت في خفض التكاليف الإجمالية للتركيب، بجانب زيادة التنافسية بين الشركات المصنعة لتوفير المعدات بأقل الأسعار. إضافةً إلى ذلك، أسهم انخفاض مخاطر التمويل في تعزيز الاستثمارات في هذا المجال وتقليل تكاليفه. (أيوب،2019)

الشكل(1)

تطور المعدل العالمي لأسعار إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقات المتجددة



المصدر (الوكالة الدولية للطّاقة المُتجدّدة IRENA :2019).

يتضح من الرسم البياني أعلاه أنه بين عامي 2010 و2018 ، شهدت تكاليف الإنتاج العالمية للطاقة تغيرات كبيرة. فعلى سبيل المثال، بلغ متوسط تكلفة إنتاج الطاقة الحيوية 6.2 سنت لكل كيلووات ساعة، والطاقة الحرارية الأرضية 7.2 سنت لكل كيلووات ساعة، والطاقة الكهرومائية 4.7 سنت لكل كيلووات ساعة، وطاقة الرياح البرية 5.6 سنت لكل كيلووات ساعة، بينما وصلت تكلفة إنتاج طاقة الرياح البحرية إلى 13 سنتاً لكل كيلووات ساعة، أما تكلفة إنتاج الطاقة من الوقود الأحفوري فقد تراوحت بين 4.9 و17.4 سنت لكل كيلووات ساعة، بناءً على البلد ونوع الوقود المستخدم، وفيما يتعلق بالطاقة الشمسية الفوتوفولطية، أصبحت قادرة على المنافسة ابتداءً من عام 2014، على عكس الطاقة الشمسية المركزة التي ما زالت تحتاج إلى بضعة أعوام إضافية لدخول مضمار الأسعار التنافسية. كما تظهر الفوارق بين تكاليف إنتاج الكيلووات الواحد من مصادر الطاقة المتجددة مقارنةً بمصادر الطاقة التقليدية، فعلى سبيل المثال، تكلفة إنتاج ميجاوات واحد من الكهرباء تبلغ حوالي 22 دولاراً لمزارع الرياح البرية، و40 دولاراً للطاقة الشمسية، و52 دولاراً للغاز الطبيعي، و65 دولاراً للفحم، ويتجلّى من هذه الأرقام أن الطاقة المتجددة تتفوق من حيث التكلفة، ما يعكس انتصار الطاقات النظيفة في سباق الكفاءة الاقتصادية.(سكاي نيوز عربية، 2016)

لذا أصبحت مصادر الطاقة المتجددة منافسا قويا لمصادر الطاقة التقليدية، خاصة أنها أثبتت جدواها اقتصاديا وبيئيا، والأمر لا يتعلق بالتكلفة فحسب، بل أيضا من حيث التوسعة، فمحطة الطاقة العاملة بالطاقة الشمسية يمكن توسعتها وزيادة إنتاجها بحسب الطلب، في حين أن محطة الطاقة العاملة بالفحم سيلزمها لهذا الأمر سنوات، إذ تحتاج إلى موافقة وتمويل قبل البدء بتصنيع مراحل ضخمة وأنظمة تهوية كبيرة لتنفيذ هذا الأمر، كما أنها لن تصمد إلا لجيل واحد فقط ، والمتوقع على المدى القريب أن أسعار الكهرباء بواسطة الطاقة الشمسية ستظل تتراجع إلى أن تصل إلى مرحلة الاستقرار .(IRENA:2022)

هذا له علاقة بأمن الطاقة، التي تعني قدرة الدولة على تلبية الطلب المستمر على الطاقة بأسعار مستقرة وموثوقة، مع حماية الاقتصاد الوطني من التقلبات الخارجية في أسعار الوقود ، أو من المخاطر السياسية التي قد تعرقل الإمدادات. (IEA, 2014)، فهذا المفهوم يتحدث عن البعد الكمّي ، والبعد الاقتصادي ، والبيئي ، والسياسي.

وعلى المستوى العالمي أظهرت الأزمات الاقتصادية والسياسية، مثل ارتفاع أسعار النفط ، والصراعات الجيوسياسية، والأحداث المناخية القاسية، أن الاعتماد المفرط على مصادر الطاقة الأحفورية يزيد من هشاشة أمن الطاقة، ويجعل الدول عرضة لانقطاعات الكهرباء وتقلبات الأسعار، ما يؤثر على النمو الاقتصادي والاستقرار الاجتماعي، لذلك يسعى معظم صنّاع السياسات إلى تنويع مصادر الطاقة، وتعزيز الاعتماد على الطاقات المتجددة لتقليل المخاطر الاقتصادية والسياسية والبيئية، وتحقيق استدامة طويلة الأمد.

أما على صعيد ليبيا، فإن أمن الطاقة يمثل تحديًا بالغ الأهمية، إذ يعتمد قطاع الكهرباء في ليبيا بشكل شبه كامل على الوقود الأحفوري المستخرج محليًا، وقد أشار تقرير مؤسسة فريدرش إيبرت (2022) أن ليبيا تواجه أزمة في قطاع الكهرباء بسبب التركيز على مصادر تقليدية وتوزيع الكهرباء، وهو ما يهدد أمن الطاقة الوطني، ويبرز الاستثمار في الطاقات المتجددة كحلّ إستراتيجي يضمن استقرار إمدادات الكهرباء، ويحدّ من الاعتماد على مصادر قابلة للنضوب، ويعزز استقلالية الطاقة.

بذلك، تتضح العلاقة الثلاثية: الاستثمار في الطاقة المتجددة يؤدي إلى تخفيف العبء المالي على الميزانية العامة، ويضمن أمن الطاقة الوطني، ويتيح تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة، وهو ما يجعل دراسة جدوى الطاقات المتجددة في ليبيا ضرورة إستراتيجية قبل أيّ خطة تنفيذية.

- **المبحث الأول : الدعم السلعي في ليبيا**

أ. الدعم السلعي في ليبيا:

1. بدأت سياسة الدعم السلعي في ليبيا مع بداية السبعينيات من القرن الماضي مع صدور القانون رقم 68 لسنة1971 بشأن إنشاء المؤسسة الوطنية للسلع التموينية كمؤسسة تابعة لوزارة الاقتصاد، تعنى بتوفير السلع التموينية والمواد والمحاصيل الزراعية، بما يحقق ثبات أسعارها وتوفرها بصورة منتظمة في السوق وبكميات تكفي لسدّ حاجات المستهلكين، وقد خوّل هذا القانون المؤسسة بفتح فروع ومكاتب لها في أية منطقة في ليبيا، كما خولها باتخاذ وكلاء ومراسلين في الداخل والخارج، وذلك وفقا لقرارات مجلس الإدارة، وفي عام 2009 مصدر قرار اللجنة الشعبية العامة رقم 451 بشأن دمج المؤسسة الوطنية للسلع التموينية في صندوق موازنة الأسعار ، وذلك بهدف العمل على موازنة أسعار السلع والخدمات وتحقيق الأسعار المناسبة للسلع والخدمات الأساسية، وتوفيرها بتكلفة مناسبة للمواطنين وقد اتخذت سياسة دعم الأسعار في ليبيا نوعين أساسيين هما :

1- دعم أسعار السلع الغذائية الأساسية ، حيث يحتل هذا الدعم أهمية كبيرة في موازنة الدولة ، وذلك بهدف المحافظة على المستوى العام لأسعار السلع الضرورية ، والمحافظة على الدخول الحقيقية للأفراد ، وكانت الدولة مضطرة لذلك بسبب سياسة تجميد الأجور في القطاع العام ، والتي انعكست على القطاع الخاص أيضا.

2- دعم أسعار المنتج المحلي ، سواء كان صناعيا أم زراعيا بهدف تحفيز وتحسين إنتاجه من خلال رزمة من الإجراءات تتخذها الدولة بهدف زيادة الإنتاج ، وتمكين المنتجين أو المزارعين من تحقيق عوائد تسهم في تطوير وتوسيع تلك الأنشطة ، وأهم أحد هذه الأنواع من هذا الدعم هو دعم أسعار الطاقة ، كدعم أسعار المشتقات النفطية ، حيث تباع بأقل من أسعارها العالمية ، وكذلك دعم أسعار وحدات الطاقة الكهربائية، إلا أنه تجدر الإشارة إلى أن الدعم غير المباشر

أيضا لأسعار الكهرباء يأتي ضمن دعم أسعار الطاقة المستخدمة في إنتاج الكهرباء. والجدول(2) التالي يبين الدعم المباشر لقطاع الكهرباء (بالمليون)

الجدول (2) يبين الدعم المباشر لقطاع الكهرباء (بالمليون)

.2 لسنة	.3 2 002	.4 2 003	.5 2 004	.6 2 005	.7 2 006	.8 2 007	.9 2 008	.10 2 009	.11 2 010
المباغ	.12 1 93.9	.13 2 04.3	.14 1 80.7	.15 1 85.7	.16 1 98.0	.17 1 73.1	.18 2 17.4	.19 4 90.4	.20 4 00.0

(المصدر : شركة الكهرباء)

بلغ إجمالي الدعم المباشر لقطاع الكهرباء فقط خلال الفترة (2002–2010) 2,342,61 مليون دينار ليبي ، وكان الدعم خلال السبع سنوات الأولى من (2002–2008) يتم تخفيضه من خسائر الشركة ولا يدفع نقدا، بينما في السنتين الأخيرتين 2009–2010 تم تحويل المبلغ إلى الحساب المصرفي للشركة، وهذه القيم في تزايد مع النموّ السكاني ، لذا وجب العمل على تقليلها كخطوة في اتجاه الإصلاح . (شركة الكهرباء)

ب- خطوات إصلاحية :

إن مشكلة الدعم الحكومي للسلع الاستهلاكية لا تكمن فقط في الضغوط المالية على نفقات الدولة ، والأضرار التي يتمّ إلحاقها بقطاعات اقتصادية؛ بل أيضا في كونها تنطوي على الكثير من الهدر في استهلاك السلع الغذائية والكهرباء والسلع الأخرى بسبب انخفاض أسعارها.(الحموي :2022)

لذا اتخذت العديد من الدول العربية ودول أخرى خطوات إصلاحية تهدف إلى ترشيد الإنفاق عن طريق تقليص الدعم الحكومي لبعض السلع النفطية والكهرباء، وجاءت هذه الخطوات بالدرجة الأولى استجابة للضغوط المتزايدة على ميزانياتها ولشروط صندوق النقد الدولي، إلا أنها وعلى أهميتها لمتحدّ كثيرا من عجز الموازنات الحكومية التي تسببها وبشكل كبير أموال الدعم المخصصة لدعم أسعار السلع الاستهلاكية ، وإذا كانت دول الخليج تسدّ هذا العجز من عائدات النفط ، فإن الدول الأخرى تقوم بتمويله عن طريق الاقتراض أو زيادة الضرائب والرسوم التي تصيب أيضا قطاعات إنتاجية ذات جدوى اقتصادية بالضرر، لاسيما عندما يؤثر رفع الضريبة على قدرتها التنافسية، ومما يعنيه ذلك أن الدعم الحكومي المذكور يأتي أيضا على حساب قطاعات اقتصادية رابحة يتم اقتطاع جزء من عوائدها، كان بالإمكان استثماره لرفع مستوى الإنتاجية والمنافسة.(إسماعيل :2018)

وفي هذا الاتجاه قامت الدولة الليبية بالإصلاح في قطاع الكهرباء باعتباره سلعة استهلاكية، وذلك عن طريق تقسيم الشركة العامة للكهرباء إلى عدة شركات(حسب التخصص وحسب مرحلة الإنتاج) ومن ثم الإشراف على هذه الشركات عن طريق وزارة الطاقة وفق قرار رقم (33) لسنة 2012 بشأن اعتماد الهيكل التنظيمي واختصاصات وزارة الكهرباء و الطاقات المتجددة وتنظيم جهازها الإداري ، هذه الآلية تضمنت تحسين أداء عملية إنتاج الكهرباءعن طريق التخصص في عملية الإنتاج ، وأيضا توفير قيم الدعم المخصصة سنويا للكهرباء التي عانت بشكل كبير منذ تأسيسها.

المبحث الثاني : مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة في ليبيا

تتمتع الدولة الليبية نتيجة لموقعها بمصادر الطاقة المتجددة من الشمس والرياح المتوفرتين بكميات وفيرة ، بالإضافة إلى مصادر الطاقة التقليدية(الوقود الأحفوري) الذي تعتمد عليه الدولة في دفع عجلة اقتصاد البلاد من تغطية احتياجاتها من إنتاج الطاقة.

أ.مصادر الطاقة المتجددة في ليبيا: (عبد السند :2023)

تعد طاقة الرياح والطاقة الشمسية الأكثر وفرةً في ليبيا، والأكثر اهتمامًا بحثيًا، ويرجع ذلك إلى أن :

1- طاقة الرياح والطاقة الشمسية متوفرتان بوفرة ،(علما بأنه يمكن الاستفادة أيضا من الطاقة الحرارية الأرضية ((عيون المياه الحارة الخارجة ذاتيا) موجودة في عدة مناطق في ليبيا).
2- بعض المناطق سرعة الرياح بها تسمح باستخدامها في إنتاج الطاقة.
3- التطور العلمي الذي يشهده العالم في مجال استثمار الطاقات المتجددة أصبح متناميًا بشكل سريع منذ 2008.
4- اهتمام شركة الكهرباء مؤخرا بهذا الجانب ، خاصة مع إنشاء شركات مشتركة في مجال الطاقات المتجددة .
5- وجود النفط حاليًا يتيح فرصة للاستثمار والإنفاق على البحث في الطاقات المتجددة ، واكتساب الخبرة في مجال لا يزال حديثا.

<u>أنواع ومصادر الطاقة المتجددة في ليبيا</u>

<u>أولا : الطاقة الشمسية:</u>

تتمتع ليبيا بموقع جغرافي ميزها بشدة إشعاع شمسيّ يعدّ الأعلى عالميًا ، حيث يقدّر متوسط الإشعاع الشمسي الكلي على الأفقي في ليبيا 2500 كيلوات.ساعة/متر مربع/سنة ، كما تتميز بساعات سطوع شمسي عالية تزيد عن 3600 ساعة سنويًا (مركز الطاقات المتجددة :2017) جدول (3) ساعات السطوع الشمسي على مستوى العالم.

جدول(3) ساعات السطوع الشمسي على مستوى العالم

القارة / الاقليم	متوسط الإشعاع الشمسي السنوي(GHI)	ما يعادله من ساعات سطوع تقريبية	مستوى الإمكانات
أفريقيا	2,000 – 2,500 kWh/m²/سنة	2,800 – 3,500ساعة/سنة	مرتفعة جدًا
شمال أفريقيا	2,200 – 2,600 kWh/m²/سنة	3,000 <ساعة/سنة	ممتازة
ليبيا	≈ 2,500 kWh/m²/سنة	3,200 – 3,600ساعة/سنة	ممتازة جدًا
آسيا (متوسط عام)	1,400 – 2,000 kWh/m²/سنة	2,000 – 2,800ساعة/سنة	متوسطة–مرتفعة
أمريكا الجنوبية	1,500 – 2,200 kWh/m²/سنة	2,200 – 3,000ساعة/سنة	متوسطة
أوروبا الجنوبية	1,400 – 1,700 kWh/m²/سنة	1,800 – 2,400ساعة/سنة	متوسطة
أوروبا الشمالية	**< 1,200 kWh/m²/سنة**	**< 1,500ساعة/سنة**	منخفضة

الجدول من اعداد الباحثة المصدر ((Global Solar Atlas (World Bank Group & Solargis/ **Africa –**) **Solar Global Horizontal Irradiance Dataset**

يوضح الجدول أن القارة الأفريقية، ولا سيما دول شمال أفريقيا، تقع ضمن الحزام الشمسي العالمي، حيث تتجاوز قيم الإشعاع الشمسي السنوي في العديد من مناطقها kWh/m²/2,000 سنة، وهي مستويات تفوق بكثير ما هو متاح في القارات ذات المناخ المعتدل والبارد، مثل أوروبا الشمالية التي تقل فيها القيم عن kWh/m²/1,200 سنة. ويبرز هذا

التفاوت الميزة النسبية التي تتمتع بها ليبيا في مجال إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية، مقارنة بالعديد من الدول التي قطعت شوطًا كبيرًا في هذا المجال رغم محدودية مواردها الشمسية.

وتشير بعض الدراسات إلى أن ليبيا لها إمكانات شمسية نظرية تؤهلها للمساهمة بنسبة معتبرة من الإنتاج العالمي للطاقة الشمسية في حال الاستغلال الأمثل، حيث إن كمية الطاقة الشمسية الساقطة على كامل مساحة ليبيا خلال سنة واحدة تبلغ (305) مليار كيلوات ساعة(WWW.Solar.century.co.uk)) شكل (2) منطقة الحزام الشمسي ومعدلات الإشعاع في ليبيا

المصدر ((ورشة عمل مقامة من اللجنة الشعبية للكهرباء والمياه والغاز ، الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة ، برنامج تطويرالطاقات المتجددة بالجماهيرية 2008- 2012 (https://www.slideshare.net/rcreee/session3-re-situationinlibya)

فالمنطقة ذات اللون الأحمر القرمزي بالرسم أعلاه تعدّ أفضل وأنسب منطقة لإنشاء محطة كهرباء باستخدام الطاقة الشمسية ؛ لشدة سطوع الشمس بها ، لذا بُدئ في تركيب أول محطة متكاملة في ليبيا لإنتاج الطاقة من الألواح الشمسية في مدينة الكفرة بقدرة إنتاجية تصل إلى 200 ميجا وات بعد الانتهاء من الأعمال المدنية والخرائط ، حيث رسَا العطاء بالمشروع على الشركة الوطنية الصينية للطاقة المتجددة ، كما أنه بداية العام 2020 ستشرع نفس الشركة بتنفيذ مشروع مماثل في منطقة تمنهنت قرب سبها ، بقدرة إنتاجية تبلغ "250" ميجا وات ، وبهذين المشروعين تدخل ليبيا لأول مرة حقل إنتاج الطاقة النظيفة، ولقد قدرت في فترة سابقة تكلفة إنشاء محطات كهرباء بالمناطق النائية باستخدام المسطحات الشمسية بتكلفة قدرها 50 مليون دينار.(المسماري :2019)

ثانيا : طاقة الرياح:

تتمتع ليبيا بموقع جغرافي ومناخ ميزها بوجود رياح بصورة مجدية للاستفادة منها في إنتاج الطاقة الكهربائية ، فسرعة الرياح تتراوح مابين 5-8 م/ ث في بعض المناطق والجدول رقم (3) التالي يبين متوسط سرعة الرياح ببعض المدن(ورشة عمل مقامة من اللجنة الشعبية للكهرباء والمياه والغاز ، الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة ، برنامج تطوير الطاقات المتجددة بالجماهيرية 2008- 2012(https://www.slideshare.net/rcreee/session3-re-situationinlibya)

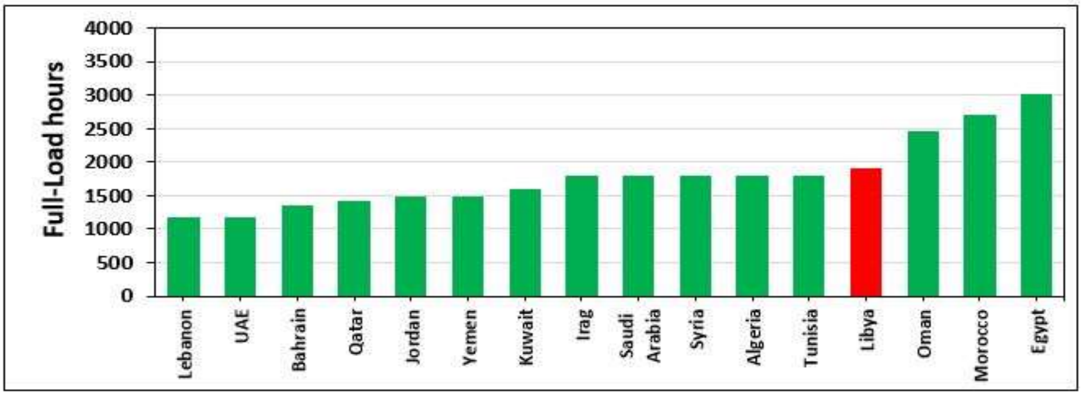
الجدول (3)

متوسط سرعة الرياح ببعض المدن

اتجاه و سرعة الرياح أعلى مستوى سطح الأرض بالمتر		V mean in (m/s)	Weibull-parameters		كثافة الطاقة ب w/m²
			A(m/s)	k	
مصراتة	40	6.6 م /ث	7.4 م /ث	2.33	286
سرت	40	6.4 م /ث	7.3 م /ث	2.50	263
المقرون	40	7.2 م /ساعة	8.1 م /ث	2.34	376
طلميثة	40	6.2 م /ث	6.9 م /ث	1.70	328
درنة	40	8.0 م /ث	9.0 م /ث	2.60	480

وإذا ما تمت المقارنة بين ليبيا وباقي الدول العربية كما هو موضح بالرسم البياني بالشكل (4)، فسنجد أنها تتمتع بترتيب مناسب بينها من حيث إمكانية الاستفادة من طاقة الرياح .

الشكل(4) إمكانيات طاقة الرياح في ليبيا مقارنة بدول المنطقة



المصدر (مركز الطاقات المتجددة :2017)

ولقد تم الشروع في دراسة مزرعة الرياح بدرنة بقدرة (60 ميجاوات) وعدد التوربينات 70 وحدة بسعة 850 كيلووات للتوربينة ، بتكلفة إجمالية 175 مليون دينار ، وأيضا مشروع مزرعة الرياح بترهونة (50 ميجاوات) وعدد التوربينات 50 توربينة بسعة 1000 كيلووات ، بتكلفة 145 مليون دينار، وأيضا مشروع مزرعة الرياح بالمقرون (120 ميجاوات) بعدد 120 توربينة بسعة 1000 كيلوات بسعر 320 مليون دينار. (مركز الطاقات المتجددة :2017)

أ- مساهمة مصادر الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة:

بينت الإحصاءات خلال السنوات من 2009 إلى 2012 أن مساهمة مصادر الطاقة المتجددة في إنتاج الطاقة في الدولة الليبية معدوم وفقا للبيانات المنشورة بدليل الطاقة المتجددة ، وكفاءة الطاقة في الدول العربية الصادر عن سنة 2013 (الأمانة العامة لجامعة الدول العربية:2013)

حيث بينت البيانات المنشورة أن نسبة مساهمة الطاقة المتجددة في الطاقة الأولية معدومة حتى سنة 2012 ، والقدرات الكهربائية المركبة 0.07% ، والطاقة الكهربائية المنتجة 0.02% وهي معدلات منخفضة جدًّا تكاد تكون معدومة.(الأمانة العامة لجامعة الدول العربية:2013)

ب- أهمية التحول إلى استخدام الطاقات المتجددة:

الأسباب الجوهرية التي تستدعي التحول إلى الطاقة المتجددة تتمثل في الآتي:

1- الطلب على الطاقة الكهربائية في ليبيا شهد ارتفاعًا كبيرًا ولا يزال في ارتفاع.

2- الازدياد في الطلب على الطاقة الكهربائية قابله ارتفاع انبعاث ثاني أكسيد الكربون في ليبيا خلال الفترة من سنة 1990 إلى سنة 2007 بنسبة 42.2% ، وتراوحت هذه الانبعاثات في ليبيا وفقا لبيانات البنك الدولي ما بين 36-74 مليون طن سنويا.(مركز الطاقات المتجددة، 2016)

3- الفاقد من حرق الكميات الهائلة من الوقود المستخدم في المحطات إنتاج الكهرباء التقليدية كبير جدًّا ، حيث إن جزءًا معقولًا منها فقط يتحول إلى كهرباء لا يزيد عن 60% والباقي ضائع .

4- أن الثروة النفطية في ليبيا هي المصدر الرئيس للدخل قبل أن يكون مصدرًا للطاقة ، وينبغي المحافظة عليه من الحرق والهدر كلما أمكن ذلك.

5- الاستهلاك المفرط للكهرباء باستخدام الثروة النفطية المهدرة يوميا، وما يصاحبها من تلوث للبيئة في استخدامات ذات طاقة منخفضة الجودة (الاستخدامات المنزلية).

6- الطاقة الشمسية وطاقة الرياح يمكنهما سد جزء كبير من احتياجات الدولة للطاقة ، والتقليل من حرق النفط وتوفيره لأغراض أخرى ذات مردود للدولة.

المبحث الثالث: أثر استخدام الطاقات المتجددة على ميزانية الدولة

نتيجة للثورة العلمية التي أحدثها استخدام مصادر الطاقة النظيفة في إنتاج الطاقة التي جعلت باب المنافسة الشديدة مفتوحا على مصراعيه مع مصادر الطاقة التقليدية ، خاصة أنها أثبتت جدواها اقتصاديا وبيئيا ، هذا الأمر يوجب على الدول المنتجة والمصدّرة للطاقة التقليدية والمعتمدة اقتصاديا أن تعيد التفكير في مستقبلها الاقتصادي.

أولا: أثر استخدام العالم للطاقات المتجددة على الاقتصاد الليبي :

تعدّ الدولة الليبية من الدول المنتجة لمصادر الطاقة التقليدية (النفط والغاز) واقتصادها القومي قائم عليهما، فإن تأثير استخدام العالم للطاقات المتجددة سيلقي بظلاله على الاقتصاد الليبي في المستقبل القريب ، وسيكون له الأثر السيّئ ، هذا الأثر ناتج عن انخفاض الطلب على النفط ، وبالتالي هبوط أسعاره الذي سينعكس على ميزانية الدولة لاعتمادها اعتمادا كليا على عائدات النفط والغاز، فإن ما يجعل النفط والغاز محتفظَـيْـنِ في الوقت الحالي بمستويات أسعار معقولة

؛ راجع إلى أن هناك معضلة أرهقت العلماء منذ زمن ، ولكن ما إن يتم كشف الغموض عنها والوصول إلى اختراع ناجع سيكون حلًّا قاصمًا لظهر جميع الدول المنتجة والمصدّرة للنفط والغاز واقتصادها القومي قائم عليهما.

الحل الذي يسعى العلماء الى الوصول إليه في القريب العاجل هو تصنيع بطارية لها القدرة على تخزين كمية هائلة من الطاقة والاحتفاظ بها دون فقد إلى حين الاستخدام ، فيوم يصل العلماء إلى هذا الاكتشاف سيكون سعر البرميل الواحد من النفط لا يتجاوز دولارًا واحدًا .

فخلال سنة 2018 كان متوسط إنتاج النفط اليومي بلغ 1.107 مليون برميل، وهو ما جمع إيرادات بقيمة 24.4 مليار دولار خلال العام ، بمتوسط سعر البرميل الواحد 60.387 دولار (المؤسسة الوطنية للنفط :2019) وإذا أصبح سعر البرميل دولارًا واحدًا فإن مجموع إيرادات المؤسسة من إنتاج النفط سوف لا يتجاوز 1.107 مليون دينار. (النشرة الاقتصادية للموسسة الوطنية:2019)

ثانيا: أثر استخدام ليبيا للطاقات المتجددة على الاقتصاد الليبي :

تميزت ليبيا بموقع جغرافي تتوسط فيه القارة الأفريقية بمساحة شاسعة تصل إلى 1.7مليون كيلومتر مربع ، وبكثافة سكانية لاتتعدى 6 مليون نسمة ، وبمناخ وتضاريس جعلها غنية بمصادر الطاقة المتجددة (الشمسية والرياح) ، فلو اتجهت الحكومة إلى الاستثمار بجزء من إيرادات الطاقات التقليدية في جانب الطاقات المتجددة ، فهذا الأمر له أبعاد كثيرة منها: حماية اقتصادات الدولة من الصدمات الخارجية فيما يتعلّق بأمن الطاقة خلال الحرب ، مثلما حدث إبّان أحداث 2011 ، والمساهمة في الحدّ من استنزاف ميزانية الدولة في دعم المحروقات ، والحفاظ على الثروة النفطية، وأخيرا المساهمة في معالجة أزمة الكهرباء .

وأغلب التقنيات التي دخلت إلى البلاد عبارة عن منظومات شمسية منزلية منفصلة عن الشبكة، إذ أدخلها القطاع الخاص أو بعض مشروعات الإنارة للشوارع عن طريق الأمم المتحدة، مثل مشروع الأمم المتحدة الإنمائي الذي أسهم في إدخال بعض التقنيات للاستفادة من الطاقة الشمسية في إنارة بعض الأحياء، والاستخدام الأنسب لهذه المصادر يُوفّر جزءًا كبيرًا من الطلب على الكهرباء لتحقيق التنمية المستدامة .

ثالثا: الخسائر التي تتكبدها ميزانية الدولة في سبيل إنتاج الكهرباء باستخدام الوقود الأحفوري

1- كمية الوقود

الشركة العامة الليبية للكهرباء لديها 26 محطة موزعة على عدة مناطق، وتحتوي هذه المحطات على 85 وحدة إنتاج كهرباء مختلفة في الحجم والعمر والتكنولوجيا ، فمنها ما يعمل بالغاز، ومنها ما هو مزدوج يعمل بالغاز والبخار معا ، و منها ما يعمل بالبخار فقط ، وأيضا بالنفط لإنتاج الكهرباء اللازم لاحتياج السكان.(شركة الكهرباء)

إذ تحتوى محطة شمال بنغازي فقط على أكثر من وحدة مختلفة التكنولوجيا ، بيانها كالآتي: جدول (4) معلومات تشغيلية عن الوحدات التابعة لمحطة شمال بنغازي

الجدول (4) معلومات تشغيلية عن الوحدات التابعة لمحطة شمال بنغازي

ت	البيان	محطة غازية	محطة مزدوجة بخارية وغازية			محطة بخارية
1	تاريخ التشغيل	2009	1995	2002		2007
2	المتاح الحالي (ميجاوات.ساعة)	500	370	230	100	250
3	قدرة المحطة المقدرة (ميجاوات.ساعة)	570	400	400	100	300
4	قدرة الوحدة المقدرة (ميجاوات.ساعة)	285	100	200	100	150
5	قدرة المحطة المقدرة (ميجاوات.اليوم)	13680	9600	12000		7200
6	المتاح الحالي (ميجاوات.اليوم)	12000	8880	7920		6000
7	عدد الوحدات	2	4	2	1	2
8	نوع الوقود المستخدم	غاز / نفط خفيف	غاز/ نفط خفيف	غاز/ نفط خفيف		بدون

مصدر المعلومات: (الشركة العامة للكهرباء)

فالمحطات التي تعمل بالنفط أو الغاز تحتاج إلى كميات كبيرة منهما ، فاستهلاك برميل النفط الخفيف الواحد (سعة البرميل 159 لتر) ينتج 418 كيلو وات في الساعة (0.418 ميجاوات . ساعة)، في حين ينتج برميل النفط الثقيل 500 كيلو وات في الساعة ، كما إن المتر المكعب واحد من الغاز ينتج 3.1722 كيلو وات في الساعة (0.0031722 ميجاوات ساعة) (الشركة العامة للكهرباء :2010).

فوفقا للمعطيات السابقة فإن المحطة الأولى لإنتاج 500 ميجاوات . ساعة ستحتاج إلى 1196 برميل نفط خفيف(190164 لتر) وعند استخدام الغاز ستحتاج 157649 مترًا مكعبًا ، وهذا خلال ساعة واحدة ، أي أنه خلال اليوم الواحد ستحتاج إلى 28704 برميل نفط ، فضلا عن باقي الوحدات، هذا إلى جانب أنه ليس كل ما ينتج يتم استهلاكه، بل هناك فاقد لا بدّ من أخذه في الحسبان ، حيث تشير إحدى الدراسات إلى أن متوسط الخسارة في شبكة الكهرباء الليبية يبلغ حوالي 30٪(other:2009El-Arroudi) ناتجة عن النقل والتوزيع ، وهذا يعني أن أي محطة لإنتاج الطاقة من الوقود الأحفوري في ليبيا تحتاج لإنتاج 130٪ لسد الاحتياج والوصول إلى إنتاج 100%، كما أشارت دراسة أخرى إلى أن متوسط تكلفة إنتاج الكهرباء في ليبيا يبلغ 0.176 دولار لكل كيلو وات ساعة(Frances C. Moore, Delavane B. Diaz:2015) إذ تتراوح تكلفة الكهرباء في ليبيا من 0.15 دولار إلى 0.20 دولار لكل كيلو وات ساعة وفقا لصندوق النقد الدولي (صندوق النقد الدولي، 2013)،وفترة الذروة هي 12 ساعة ، من الساعة 18:00 مساءً وحتى الساعة 06:00 صباحًا ، مع اختلاف فصول السنة ، أما باستخدام تكلفة الشركة العامة للكهرباء الليبية فإن تكلفة إنتاج الكهرباء بالدينار الليبي تبلغ 0.2499 دينار / كيلو وات ساعة، وباعتبار أن المحطة الأولى تنتج 500 ميجاوات ، ساعة وعمرها الإنتاجي 25 سنة ، فإنها ستنتج (6000000 كيلو وات خلال ساعات الذروة) أما خلال السنة ستنتج (2190000000 كيلو وات ساعة) وخلال عمرها الإنتاجي (54750000000 كيلو وات . ساعة) وبالتالي فإن تكلفة الإنتاج خلال عمرها تبلغ ما قيمته (13685025000 دينار، الذي يعادل (19154835000 دولار) إذا تم إهمال الخسائر في الشبكة الليبية (وفقا للبنك المركزي 1USD = 1.4 L.D،) على اعتبار ثبات تكلفة إنتاج الكهرباء ، وإن تم أخذ متوسط الخسارة في شبكة الكهرباء الليبية الذي يبلغ حوالي 30٪ في الحسبان ، و المحطة بحاجة إلى إنتاج (54750000000 كيلو وات . ساعة) خلال عمرها لتغطية

الاحتياج ســتنتج 71175000000 كيلوات في الســاعة ، وذلك حتى يتم تغطية الفاقد ، وحتى تصــل للإنتاج المطلوب الذي ســيكلف 177.866.32500 دينــار (2490.128.5500 دولار) أي خســـارة مقـدارهـا 4104607500 دينــار (5746450500 دولار) أي أن الدولة تتكبد سـنويا خسـارة مقدارها 164.184.300 دينار ، وفي الحقيقة أن المحطة الأولى المستفاد من إنتاجها فقط 350 ميجا وات ساعة ، إذا ما أخد الفقد في الحسبان الذي يعادل 150 ميجاوات ساعة الذي يستهلك 359 برميلا من النفط الخفيف في الساعة ، أي 8616 برميلا في اليوم 3144840 برميلا في السنة.

2- **الغازات المنبعثة**

إن انبعاثات ثاني أكسـيد الكربون لأنواع مختلفة من الوقود له آثار سـيئة على البيئة ، إذ يمكن أن يتسـبب في إلحاق الضــرر بالاقتصــاد بعدة طرق من خلال التأثير على صـحة البشـر والحيوانات ، وتقليل الإنتاج الزراعي ، الذي سـيكلف الدولة تكاليف غير مباشرة لتلافي أخطاره ، من أدوية وعلاج ومعالجة تصـحر الأراضـي الزراعية، وغير ذلك وجدول(5) يوضـح ذلك(2015 :*Demand Side* Sk, dh) معامل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لأنواع مختلفة من الوقود.

الجدول (5)

معامل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لأنواع مختلفة من الوقود.

Fuel Type	Gas	Light Fuel Oil	Heavy Fuel Oil
Conversion Factor	**0.185 kg CO2/ kWh**	**2.518 kg CO2/litre**	**2.674 kg CO2/litre**

إذ تُعرف تكلفة ثاني أكسيد الكربون بـ "التكلفة الاجتماعية" وتقدر بـ 220 دولارًا للطن (308 دينارًا)من ثاني أكسيد الكربون(Frances C. Moore:2015)التكلفة الاجتماعية هي مقياس لتحديد الضرر الاقتصادي الناجم عن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

ولحساب التكلفة الاجتماعية من المحطة الأولى التي تنتج في 478832.952 كيلوجرام /لتر (478.832 طن /لتر) من غاز ثاني أكسيد الكربون في الساعة الواحدة في حالة استخدام النفط الخفيف فقط الذي يساوي التكلفة الاجتماعية (147480.256دينارًا ليبيًا) مايعادل (105343.04 دولار) في اليوم الواحد ، أي أن الدولة تتكبد خسائر يومية من الفقد في نقل الكهرباء والتوزيع مقدارها 449820 دينارًا، بالإضافة إلى تكلفة انبعاث الغازات 147480.256 دينارا بإجمالي خسائر يومية مقدارها 597300.256 دينارا ليبيا عن محطة واحدة فقط .

3- أسعار الوقود

إن استهلاك الوقود في ليبيا بالقطاعات الكهربائية في تزايد نتيجة لازدياد الطلب على الكهرباء سنويا ، ويتم تغذية المحطات بالوقود والغاز الطبيعي مباشرة من مراكز البيع ، كالبريقة والزويتينة عبر خطوط نقل مباشرة(أنابيب) والجدول التالي يبين الاستهلاك لأنواع مختلفة من الوقود لخمس سنوات بـ (M3) في قطاع الكهرباء

جدول (6) يبين الاستهلاك لأنواع مختلفة من الوقود لخمس سنوات بـ (M3) في قطاع الكهرباء .

الجدول(6)

يبين الاستهلاك لأنواع مختلفة من الوقود لخمس سنوات بـ (M3) في قطاع الكهرباء

السنوات	غاز طبيعي M3	وقود خفيف M3	وقود ثقيل M3	الإجمالي بـ M3
2008	3,323,188,774	3,363,604	1,802,846	3,328,355,224
2009	3,084,300,240	3,862,735	2,034,886	3,090,197,861
2010	3,793,184,511	4,205,111	1,812,930	3,799,202,552
2011	4,265,839,452	2,478,040	1,074,381	4,269,391,873
2012	7,451,056,702	2,577,329	1,420,713	7,455,054,744

مصدر المعلومات : (شركة الكهرباء)

كما أظهرت قائمة الدخل لشركة الكهرباء عن ذات السنوات تكلفة استهلاك الوقود كالآتي:

جدول (7) يبين تكلفة استهلاك الوقود لأربع سنوات

الجدول (7)

يبين تكلفة استهلاك الوقود لأربع سنوات

2008	2009	2010	2011
337321671	663336675	711464704	412661842

مصدر المعلومات :(القوائم المالية لشركة الكهرباء عن الفترة من 2008-2011)

والجدول (8)التالي يبين فاتورة الوقود المستخدم لإنتاج الكهرباء عن سنة 2012 وفقا للأسعار المحلية للوقود

الجدول (8)

التالي يبين فاتورة الوقود المستخدم لإنتاج الكهرباء عن سنة 2012 وفقا للأسعار المحلية للوقود

أنواع الوقود	السعر (L.D/M3)	الكميات بالمتر المكعب خلال سنة 2012	تكلفة الوقود بالمتر المكعب عن سنة 2012
الوقود الثقيل	36	1,420,713	51145668
الوقود الخفيف	150	2,577,329	386599350
غاز	0.008	7,451,056,702	59608453.616
فاتورة الوقود			497353471.616

مصدر المعلومات :(الآغا وزايد ،2013)

في حين أن الفاتورة بالأسعار العالمية للوقود تكون كالتالي:

جدول (9) تكلفة الوقود بالأسعار العالمية

الجدول(9)

تكلفة الوقود بالأسعار العالمية

أنواع الوقود	السعر (L.D/M3)	الكميات بالمتر المكعب خلال سنة 2012	تكلفة الوقود بالمتر المكعب عن سنة 2012
الوقود الثقيل	917	1,420,713	1302793821
الوقود الخفيف	1,065	2,577,329	2744855385
غاز	0.425	7,451,056,702	3166699098.350
فاتورة الوقود			7214348304.350

مصدر المعلومات :(الآغا وزايد ،2013)

هذه المقارنة تبين قيمة الدعم الذي تدفعه الدولة الليبية في مجال الكهرباء الذي يقدر خلال سنة 2012 بقيمة (6716994832.734 دينارا ليبيا) فقط (قيمة تعريفة الكهرباء للاستهلاك المنزلي 20 درهما لكل 1000 كيلو وات. ساعة ، في حين أن التعريفة بدون الدعم (1.6 دولار لكل 1000 كيلووات. ساعة).

4- تكلفة إنتاج الكهرباء باستخدام الطاقات المتجددة:

إن إدخال الطاقات المتجددة في سوق الدولة الليبية سيكون له الأثر الكبير على ميزانية الدولة وعلى الفرد ، حيث إن أحد ميزات انتشار ثقافة استخدام مصادر الطاقة النظيفة في إنتاج الكهرباء أن المواطن يستطيع بيع الطاقة الزائدة عن حاجته ، فضلا عن إمكانية التقليل من استهلاك الوقود الأحفوري ، بالإضافة إلى التقليل من انبعاث الغازات على مستوى الدولة ، فلقد قامت إحدى الدراسات بمقارنة بين إنارة شارع باستخدام النظام التقليدي وبين استخدام الطاقة الشمسية بطول 4 كيلومترات (رجب :2019) بين الجدول الآتي (10) مقارنة بين النظام التقليدي واستخدام الطاقة الشمسية:

الجدول(10)

مقارنة بين النظام التقليدي واستخدام الطاقة الشمسية:

البيان	الإنارة التقليدية	الإنارة باستخدام الطاقة الشمسية	الوفر على مدى 20 سنة
التكلفة	2.1مليون دينار	1.25مليون دينار	850 ألف دينار
النفط الخفيف	12008 براميل		12008 براميل
نفط ثقيل	10039 برميلا		10039 برميلا
غاز طبيعي	1582304 أمتار مكعبة		1582304 مترا مكعبا
انبعاث الغازات من استخدام النفط الخفيف	4,807,547 كجم		4,807,547 كجم
انبعاث الغازات من استخدام النفط الثقيل	4,268,242 كجم		4,268,242 كجم

هذه النتيجة التي توصلت إليها تلك الدراسة على مسافة بسيطة ، فإن تم قياسها على كامل الطرق المعبدة في الدولة فإن الأرقام تتجاوز المليارات .

كذلك إن تم تركيب منظومة تعمل بالطاقة الشمسية لها القدرة على إنتاج 16.4تيراوات فإن الوفر الذي سيتحقق كالآتي : جدول (11) الوفر المتحقق من استخدام الطاقة الشمسية

الجدول(11)

الوفر المتحقق من استخدام الطاقة الشمسية

كمية الكهرباء المنتجة بالطاقة الشمسية في السنة	16.4 تيرا وات
النسبة من احتياجات الدولة من الكهرباء*	**%48.26**
عدد براميل النفط التي سيتم توفيرها	**784.77** مليون برميل
التكلفة باستخدام الوقود الأحفوري	**91.85** بليون دينار
التكلفة باستخدام الطاقة الشمسية	**53.16** بليون دينار
الوفر المتحقق	**38.69** بليون دينار

(مصدر من الجدول السابق)

هذا الوفر له تأثير على دخل الشركة العامة للكهرباء بأن فاتورة الوقود السنوية ستنخفض، أيضا قيمة دعم الدولة للكهرباء ستنخفض بانخفاض الكمية التي تم توفيرها من الوقود، مع ملاحظة أنه لا يمكن الاستغناء نهائيا عن المحطات التقليدية ، وذلك راجع لأسباب تتعلق باستخدام كل مصدر، وإنما ستكون عاملا مساعدا ومغذيًا للشبكة العامة للكهرباء للتقليل من النقص الحاصل في تغطية الطلب على الكهرباء الذي قابلته الشركة بطرح الأحمال.

كما سيظهر أثر استخدام الطاقات النظيفة خاصة الطاقة الشمسية في المنطقة الجنوبية من الدولة جليّا التي تعاني من انقطاع الكهرباء الدائم الذي يصل إلى أيام متواصلة ؛ في أن هذه المحطات ستغطي احتياجات المنطقة بالكامل.

هذا بالإضافة إلى إمكانية إجراء مقارنة بين مصادر الطاقة الثلاث لإنتاج الكهرباء؛ الوقود الأحفوري، والطاقة الشمسية ، والرياح، على النحو التالي:

* الكهرباء المنتجة في عام 2012 33.98TWh، ومن المتوقع أن تصل إلى 90TWh خلال عام 2030(الشلماني ،2019)

1- **فترة الإنشاء:** عادة ما يتم إنشاء محطة الطاقة الشمسية خلال ستة أشهر في أحسن الظروف ، أما المحطات باستخدام الوقود الأحفوري فإنها تأخذ من سنتين إلى أربع سنوات كفترة إنشاء ، وعلى سبيل المثال محطة بنغازي البخارية ، بدأ العمل على إنشائها في 2004 ، وانتهى إنشاؤها ودخلت الخدمة سنة 2007 ، في حين أن محطة الطاقة الشمسية المتعاقد على إنشائها بتمنهنت مدة إنشائها ستة أشهر ، ابتداءً من يناير 2020 ، على أن تدخل الخدمة نهاية يونيو 2020.

2- **زيادة المساحة** : إن محطة الطاقة الشمسية تمكّن من زيادة وتقليل العاكسات الشمسية حسب الرغبة ، وكذلك الأمر بالنسبة لمحطات الرياح ، في حين أن المحطات التقليدية لا يمكن زيادة التوربينات بها.

3- **تكلفة الإنشاء:** إن تكلفة إنشاء محطات الطاقات النظيفة أخذت في الانخفاض مقارنة بالسنوات السابقة ، فمحطة بنغازي البخارية تكلفة إنشائها 386 مليون دولار ، والقدرة المتاحة لإنتاج الكهرباء (100 ميجاوات. ساعة) أما محطة مسلاتة بالطاقة الريحية فكانت تكلفة إنشائها 2.997 مليون دينار، بسعة 60 ميجاوات. ساعة، وأن محطة الطاقة الشمسية بسعة 100ميجا وات تكلفتها (137 مليون دولار).

4- **أماكن إقامة المحطات:** إن المسطحات الشمسية يمكن إقامتها على أسطح المنازل ، وبالتالي يستطيع أي منزل الاكتفاء ذاتيا خاصة في التدفئة ، وأيضا في تسخين المياه ، بعكس المحطات التقليدية التي تحتاج إلى مساحات كبيرة لإنشائها واحتياجها للمياه باستمرار للتبريد.

5- **التكلفة الاجتماعية لانبعاث الغازات** : تقدر التكلفة للمحطات التقليدية المستخدمة للغاز بحوالي 344.799 مليون دولار أمريكي سنويا ، وبالنسبة لزيت الوقود الخفيف حوالي 22494406 مليون دولار سنويا، في حين لا توجد تكلفة اجتماعية ل .CO2 لمحطات الطاقة الشمسية والريحية.(معهد فرانهوفر :2013)

هذا وقد بينت دراسةٌ(لمعهد فرانهوفر :2013) أن تكلفة إنتاج الكهرباء عالميًّا للمحطات الفوتوفولتية(الطاقة الشمسية) تتراوح بين 0.078 و 0.142 يورو للكيلو وات في الساعة ، أما تكلفة الكهرباء من محطات الرياح على اليابسة فتتراوح بين 0.045و 0.107 يورو للكيلو وات في الساعة ، في حين أن محطات الرياح على البحار والمحيطات تتراوح ما بين 0.119 إلى 0.194 يورو للكيلو وات في الساعة ، فضلا عن أن تكلفة إنتاج الكهرباء لمحطات الغاز المزدوجة تتراوح بين 0.075 و 0.098 يورو للكيلووات في الساعة.

وفي هذا الخضم يمكن القول إنه يتحتم على الدولة الليبية إعادة التفكير ومواكبة التطور الحاصل ، والعمل على التحول التدريجي لاستخدام الطاقات المتجددة (الشمسية والرياح) في إنتاج وتغطية احتياجاتها من الكهرباء ،(فبالمقارنة مع ألمانيا الرائدة في تركيب أنظمة الطاقة الشمسية بمساحة 357,168 كم مربع بسعة 40 قيقا وات تنتج 38.5 تيرا وات. ساعة من الكهرباء ، هذه الكمية أعلى بقليل من الطاقة المستهلكة في ليبيا سنة 2012 (حيث كان الإنتاج 33.98 تيراوات. ساعة) في حين أن ليبيا ستحتاج إلى نصف سعة هذه الأنظمة حتى تغطي احتياجاتها من الكهرباء) ، بالإضافة إلى أن تكنولوجيات الطاقة المتجددة تؤدّي إلى خلق فرص العمل ، والحدّ من تلوّث الهواء على الصُعُد المحلية، فضلاً عن الحاجة إلى كميات أقل من المياه، بل إن تكنولوجيات الطاقة المتجددة تكاد تقتصر على استخدام الموارد المحلية ، ما يساعد على حماية اقتصادات الدولة من الصدمات الخارجية فيما يتعلّق بأمن الطاقة، بل إن التحول إلى تطبيق إستراتيجية للطاقة سيهدف إلى خفض الاعتماد على الوقود الأحفوري ، والحد من الاستنزاف الهائل من ميزانية الدولة المتمثل في دعم المحروقات والكهرباء .

الرابع : النتائج والتوصيات

أ- النتائج :

حيث تشير نتائج الدراسة إلى أن توسيع استخدام الطاقات المتجددة في ليبيا، وخاصة الطاقة الشمسية في المناطق الجنوبية وطاقة الرياح في المناطق الساحلية، له أثر اقتصادي ومالي ملموس. فالبيانات تُظهر أن خفض الاعتماد على الوقود الأحفوري يؤدي مباشرة إلى انخفاض فاتورة الوقود السنوية لشركة الكهرباء العامة، مما يقلل أيضًا حجم الدعم الحكومي المخصص لتغطية تكاليف التشغيل، وهو أحد أبرز البنود التي تثقل الميزانية العامة للدولة. وبهذا الشكل، تتحرر موارد مالية كبيرة يمكن إعادة توجيهها نحو مجالات التنمية المستدامة، مثل تحسين البنية التحتية، دعم التعليم والصحة، وتمويل مشاريع الطاقة النظيفة الأخرى، بدلًا من استمرار صرفها على الدعم التقليدي للوقود.

كما تشير النتائج إلى أن الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة المحلية يقلل من تعرض الاقتصاد الليبي للصدمات الخارجية الناتجة عن تقلبات أسعار النفط عالميًا وأزمات الإمداد، وهو أمر بالغ الأهمية لدولة تعتمد بدرجة كبيرة على النفط كمصدر رئيسي للإيرادات العامة. هذا يقلل من المخاطر المرتبطة بتذبذب أسعار الوقود على الميزانية ويدعم الاستقرار المالي طويل المدى. بالإضافة إلى ذلك، أظهرت الدراسة أن الطاقة المتجددة لا تلغي الحاجة للمحطات التقليدية، التي تظل ضرورية لتغطية الطلب في ساعات الذروة أو عند ضعف إنتاج المصادر المتجددة، لكنها تعمل على تخفيف الضغط عن الشبكة الوطنية وتقليل الاستهلاك الكلي للوقود الأحفوري، ما يُسهم في تحسين كفاءة التشغيل وخفض التكاليف.

من منظور الجدوى الاقتصادية، تؤكد تحليلات التكلفة المستوية للكهرباء (LCOE) أن الطاقة الشمسية وطاقة الرياح أصبحت أكثر تنافسية مقارنة بالوقود الأحفوري، خصوصًا عند احتساب تكلفة الانبعاثات والتأثيرات البيئية والاجتماعية للوقود الأحفوري، كما تشير تقارير الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA, 2023) ومعهد فراونهوفر الألماني (Fraunhofer ISE, 2023)إلى انخفاض تكلفة إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح بشكل مستمر، وهو ما يعزز إمكانية توسيع استخدامها في ليبيا دون زيادة مفرطة في التكاليف.

وعليه، يمثل دمج الطاقات المتجددة في مزيج الطاقة الليبي خيارًا استراتيجيًا متعدد الأبعاد :يحد من الاعتماد على الوقود المستورد، يحسّن الميزانية العامة، يدعم استقرار الشركة العامة للكهرباء، ويضمن تلبية الطلب المتزايد على الكهرباء بطريقة مستدامة وفعّالة على المدى المتوسط والبعيد. كما أن هذا التحول يُعد خطوة أولى نحو اقتصاد أكثر مرونة واستدامة، ويتيح للدولة الليبية حماية مواردها المالية وتقليل المخاطر المرتبطة بأسعار النفط والتقلبات العالمية في سوق الطاقة.

ثانيا : التوصيات:

1- تظهر القدرة الاقتصادية المزدهرة في كافة قطاعات الطاقة المتجددة التي من شأنها التقليل من التأثير السلبي على البيئة، غير أن مصادر الطاقة النظيفة تخضع للتقلبات ، ولهذا ننصح بالمزج بين مصادر الطاقة كافة ، خاصة في أوقات الذروة.

2- إستراتيجية الطاقة الليبية يجب أن تقوم على مزيج من الطاقة ، حيث يتم دمج أنواع الوقود الأحفوري مع مصادر الطاقة المتجددة ، فضلا عن كفاءة استخدام الطاقة .

3- يجب الاستعانة بجهود الشركاء الدوليين في مجال الطاقة المتجددة

4- وضع القوانين والتشريعات المساعدة على ذلك ؛ لرفع قدرة الطاقة المتجددة في ليبيا إلى مستوى يضاهي الدول المجاورة والعالمية .

5- التشجيع على إنشاء مشاريع مساندة ، مثل تصنيع مكونات ومعدات الطاقة المتجددة ، أي امتلاك تكنولوجيا الطاقة المتجددة.

6- استثمار الأموال العائدة من النفط في قطاع الطاقات المتجددة ، خاصة الشمسية والرياح ، بالإضافة إلى الطاقة الحرارية.

المراجع

أولا: المراجع العربية

1. إدارة البحوث والإحصاء .(2015). *سياسات الدعم السلعي* .مصرف ليبيا المركزي.
2. الأمانة العامة لجامعة الدول العربية .(2013). *دليل الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة في الدول العربية*.
3. أيوب، م. (2019، حزيران). خطط الكهرباء: الطاقة المُتجدِّدة أقل كلفة من الوقود الأحفوري .*موقع الأخبار* . https://al-akhbar.com/In_numbers/271661
4. الحموي، أ .(2022). *إستراتيجية الدعم الحكومي التنموي ورفع الدعم التقليدي* .مركز فيريل للدراسات . https://firil.de/إستراتيجية-الدعم-الحكومي-التنموي-ورف
5. الصواني، س. ط. ج. (2019، يونيو). الطاقة الشمسية في ليبيا .*مجلة كلية التربية*، 14.
6. الشلماني، م. ح. (2019، 21 ديسمبر) .*الإستراتيجية الوطنية للطاقات المتجددة 2020-2030* .منتدى الطاقات المتجددة، بنغازي.
7. الشركة العامة للكهرباء .(2012). *التقرير السنوي*.
8. الغزالي، س. م. ط. (2006). التقييم الاقتصادي للآثار البيئية لتحلية المياه باستخدام الطاقة الشمسية. بكالوريوس تجارة، قسم المحاسبة، جامعة عين شمس.
9. القبندي، ع. (2011، مايو). طاقة من جوف الأرض .*مجلة بيئتنا - الهيئة العامة للبيئة*، 109.
10. بن حكومة، ع. م. أ.، &ابوعجيلة، ن.، &توفيق، م. (2023). الطاقة المتجددة بديل اقتصادي ووقود مستدام لإنتاج الطاقة الكهربائية في ليبيا African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences . (AJAPAS)، 2.(3)
11. باديزولونر، س.، &سفينيا، س. (2018، 5 أكتوبر). نحوِّل أشعة الشمس إلى طاقة Scientific American . Arabic. https://www.scientificamerican.com/arabic/articles/news/digital-nature-is-the-next-alternative-for-field-education/turn-the-suns-energy-into-power/
12. بلعم والأمين، م. ع.، &فتحي، ح. (2015، ديسمبر). الطاقات المتجددة وحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة في ليبيا .*المجلة الدولية المحكّمة للعلوم الهندسية وتقنية المعلومات*، 2.(1)
13. *سكاي نيوز عربية*. بدون اسم. (2016، 13 نوفمبر). إنفوغرافيك.. إنتاج الكهرباء من الطاقة البديلة أوفر اقتصاديا. https://www.skynewsarabia.com/technology/895079-%D8%A7%D9%95%D9%D9%D8%86%D9%81%D9%88%D8%BA%D8%B1%D8%A7%D9%81%D9%8A%D9%83-%D8%A7%D9%95%D9%86%D8%AA%D8%A7%D8%AC-%D8%A7%D9%84%D9%83%D9%87%D8%B1%D8%A8%D8%A7%D8%A1-%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A7%D9%82%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%A8%D8%AF%D9%8A%D9%84%D8%A9-%D8%A7%D9%94%D9%88%D9%81%D8%B1-%D8%A7%D9%82%D8%AA%D8%B5%D8%A7%D8%AF%D9%8A%D8%A7

14. رجب، ز. (2019، 21 ديسمبر). تقنيات التكنولوجيا الكهروضوئية في ليبيا: الفرص والتحديات. منتدى الطاقات المتجددة، بنغازي.

15. راتول، أ. (2012). صـــناعات الطاقة المتجددة بألمانيا وتوجه الجزائر لمشـــاريع الطاقة المتجددة مرحلة لتأمين إمدادات الطاقة الأحفورية وحماية البيئة (حالة مشروع ديزرتاك) .الملتقى العلمي الدولي حول سلوك المؤسسات الاقتصادية في ظل رهانات التنمية المستدامة والعدالة الاجتماعية، ورقلة.

16. زرزور، إ. (2006). المسؤلية البيئة والتنمية المستدامة .الملتقى الوطني حول اقتصاد البيئة والتنمية المستدامة، معهد علوم التسيير، المركز الجامعي.

17. كـاظـم، م. س. (2022). الـمـوازنـة الـعـامـة لـلـدولـة أو الـمـيـزانـيـة الـعـامـة لـلـدولـة . https://www.uomus.edu.iq/NewDep.aspx?depid=7&newid=10165

18. سالم، ش. أ. (2020). التوزيع الجغرافي للرياح ودورها في إنتاج الطاقة في ليبيا .مجلة العلوم الإنسانية، جامعة المرقب، 20.

19. شبكة سياسات الطاقة المتجددة للقرن الواحد والعشرين .(2014). REN21 تقرير الطاقة المتجددة 2014: تقرير الوضع العالمي.

20. المؤسسة النفطية للنفط. (2019، 20 نوفمبر)https://noc.ly/index.php/ar/ .

21. معهد فراونهوفر لنظم الطاقة الشمسية. (2013، نوفمبر) .دراسة بعنوان كلفة إنتاج الكهرباء للطاقة المتجددة.

22. منظمة الفاو. (2015، نيســان). تقرير بعنوان الطاقة الحرارية الجوفية تتيح فرصــــا فريدة للدول النامية . http://www.fao.org/news/story/pt/item/281711/icode

23. المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة .(2013). (RCREEE) نبذة عن الطاقة المتجددة لليبيا http://www.rcreee.org/ar2012 .

24. ورشة عمل مقامة من اللجنة الشعبية للكهرباء والمياه والغاز. (2008-2012). برنامج تطوير الطاقات المتجددة بالجماهيريةhttps://www.slideshare.net/rcreee/session3-re-situationinlibya .

25. عبد السند، م. (2023). طاقة الشمس والرياح في ليبيا.. هل تخرجها من نفق الصراعات المظلم؟ تقرير الطاقة المتجددة.

26. عبدالسيد، ف.، بوحبل، أ.، &عثمان، ع. (2022، مايو). الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في إقليم الكفرة – جنوب شرق ليبيا .مجلة المنارة العلمية، 4.

27. عبدالرحمن، ن. إ. (2017، مارس). آليات استثمار الطاقات المتجددة في البطنان- دراسة الجغرافيا الاقتصادية . المجلة الليبية العالمية، 15.

28. إسماعيل، ط. (2018). سياسات الدعم الحكومي في الدول العربية .دراسات اقتصادية، 44 .صندوق النقد العربي، الدائرة الاقتصادية والفنية، أبوظبي.

29. لقاء مع الســيد فخري المســماري، رئيس مجلس إدارة شــركة الكهرباء. (2019، 28 يوليو). أخبار ليبيا . https://www.libyaakhbar.com/libya-news/993959.html

30. لنس، ك.، &موردوك، هـ. إ. أثر تكنولوجيات الطاقة المتجددة على كفاءة الطاقة العالمية. الأمم المتحدة. WWW.Solar.century.co.uk

ثانيا : المراجع الأجنبية:

1. Agha, K., & Zaed, M. A. (2013). The impact of energy pricing on renewable energy deployment.
2. DiPippo, R. (2016). Geothermal power plants: Principles, applications, case studies. Butterworth-Heinemann.
3. Ekhlat, M., Salah, I. M., & Kreama, N. M. (2007). Energy efficiency and renewable energy, Libya – National study. United Nations Environment Program (UNEP), Sophia Antipolis.
4. El-Arroudi, K., Moktar, M., El-Obadi, B., Sanoga, S., & Osman, S. (2009). Demand side management in Libya: A case study of the General Electricity Company of Libya. General Electricity Company of Libya.
5. Frances C. Moore, & Delavane B. Diaz. (2015). Temperature impacts on economic growth warrant stringent mitigation policy. Nature Climate Change, 5, 127–131.
6. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE. (2023). Levelized Cost of Electricity – Renewable energy technologies. Freiburg, Germany: Fraunhofer ISE.
7. International Energy Agency (IEA). (2019). Renewables 2019.
8. International Renewable Energy Agency (IRENA). (2020). Renewable energy and jobs – Annual review.
9. International Renewable Energy Agency (IRENA). (2022). World energy transitions outlook 2022.
10. International Renewable Energy Agency. (2023). Renewable power generation costs in 2022. Abu Dhabi, UAE: IRENA.
11. International Energy Agency. (2022). World Energy Outlook 2022. Paris, France: IEA
12. Jha, S., Nanda, S., Acharya, B., & Dalai, A. K. (2022). A review of thermochemical conversion of waste biomass to biofuels. Energies, 15(17), 6352
13. OECD. (2017). Investing in climate, investing in growth: A synthesis. Organisation for Economic Co-operation and Development.
14. Sk, D. H. (2009). Demand side management in Libya: A case study of the General Electric Company of Libya. General Electricity Company of Libya.
15. Stiebler, M. (2008). Wind energy system for electric power generation. Springer.
16. Strahan, S. (2018, January 4). The ozone layer is recovering. Geophysical Research Letters.
17. World Population Review. (2024). World population review. https://worldpopulationreview.com/