الاقتصاد الأخضر ودور الطاقة المتجددة في توفير الكهرباء في مصر

أ.م.د/ نيفين فرج إبراهيم إبراهيم*

* **أ.م.د. نيفين فرج ابراهيم ابراهيم :** استاذ الاقتصاد المساعد –كلية التجارة جامعة الازهر فرع البنات القاهرة وتتمثل الاهتمامات البحثية في التنمية المستدامة ، والاقتصاد الاخضر ، والنمو الاخضر ، والطاقات المتجددة ، والتغيرات المناخية ، والبيئة

E-mail: d.neven11@yahoo.com .

ملخص البحث

تشهد النظم البيئية العالمية تدهورًا نتيجة لزيادة استهلاك الموارد الرئيسية للطاقة، وزيادة الانبعاثات الناتجة عنها، لذا يجب الاتجاه إلى اقتصاد أكثر توافقًا مع البيئة وهو الاقتصاد الأخضر.

وتتمثل مشكلة البحث في ارتفاع انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون حيث يعد قطاع الكهرباء في مصر أكبر مصدر له، لذا يجب الحد منه عن طريق الاستفادة من الطاقات المتجددة، والمستهدف زيادة مساهمتها في إنتاج الكهرباء وبشكل خاص الطاقة الشمسية.

وتوصل البحث إلى أن مساهمة الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء في مصر أخذت تتزايد منذ عام ٢٠١٥/٢٠١٦ بمعدل نمو بلغ ١٩٠,٥% في عام ٢٠١٩/٢٠٢٠، وذلك للأهمية التي توليها مصر للطاقة الشمسية في استراتيجية قطاع الكهرباء، فنسبة مساهمة الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء في مصر بلغت ١٨,٧% من إجمالي الطاقة المتجددة في عام ٢٠١٩/٢٠٢٠، فهي تأتي في المرتبة الثالثة بعد الطاقة المائية، وطاقة الرياح.

الكلمات المفتاحية

الاقتصاد الأخضر– مصادر الطاقة المتجددة– الطاقة الشمسية– ثاني أكسيد الكربون– قطاع الكهرباء.

Abstract

Global ecosystems are undergoing deterioration as a result of the increase in the consumption of major energy resources and the increase in emissions resulting from them, so we must move towards a more environmentally friendly economy, which is the green economy.

The research problem is the rise in carbon dioxide emissions, as the electricity sector in Egypt is the largest source of it, so it must be reduced by taking advantage of renewable energies, and the goal is to increase its contribution to electricity production, especially solar energy.

The research found that the contribution of solar energy to electricity generation in Egypt has been increasing since 2015/2016 with a growth rate of 190.5% in 2019/2020, due to the importance that Egypt attaches to solar energy in the electricity sector strategy. Electricity in Egypt amounted to 18.7% of the total renewable energy in 2019/2020, coming in third place after hydro and wind energy.

key words

Green Economy– Renewable Energy Sources– Solar Energy– Carbon Dioxide– Electricity Sector.

مقدمة البحث

تعـد الطـاقة الركيـزة الأساسـية فـي تنميـة العديـد مـن القطاعـات، وإحـدى مقـاييس تقـدم ورفاهية الشعوب والمجتمعات، ولكن النظم البيئية العالمية تشهد تدهورًا نتيجة لزيادة استهلاك الموارد الرئيسية للطاقة، وزيادة الانبعاثات الغازية الناتجة عن هذا الاستهلاك، مما يثير المخاوف بشأن عدم توافر هذه الموارد في المستقبل، لذا يجب تقليل استهلاكها لخفض هذه الانبعاثات، والحد من ارتفاع درجة حرارة الأرض.

ومـع الزيـادة السكانية فـي مصـر، سيزيد استهلاك هذه الموارد وسيزداد الطلـب علـى الطاقـة، والخدمات المرتبطة بها لتلبية الاحتياجات الإنسانية الأساسية، ومن ثم ستزيد الانبعاثات الغازية، مما يفرض تحديات كبيرة للحفاظ على إمدادات مستقرة ودائمـة مـن الطاقة، وفـي ظل الأزمـة التـي يمر بها الاقتصاد العالمي بداية من عام ٢٠٢٠ نتيجة انتشار Covid 19، فيجب أن يتم الاتجاه إلى اقتصاد أكثر تلائمًا مع البيئة وهو الاقتصاد الأخضر، وذلك من خلال استغلال مصادر الطاقة النظيفة التي تحد من التلوث وتحافظ على المناخ، وعلى نصيب الأجيال القادمة من هذه الموارد.

ولقد شهد الاقتصاد الأخضر تطورًا كبيرًا خلال الأعوام الماضية، وقد أكد برنامج الأمم المتحدة ريو +٢٠ علـى ضـرورة إدمـاج الاقتصـاد الأخضـر ضـمن استراتيجيات التنميـة الاقتصـادية، ورسـم السياسات من أجل التحول للاقتصاد الأخضر، الذي يعمل على الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ومن ثم مواجهة تحديات تغير المناخ.

ويمكـن لمصـر الاسـتفادة مـن مـوارد الطاقـة المتجـددة لتلبيـة حاجتهـا مـن الطاقـة، خاصـة إنهـا تتمتـع بوفرة فـي مصـادر الطاقـة المتجددة، ومن ثم يمكنها أن تسـاهم فـي تحقيـق الأهداف العالميـة الخاصـة بالمنـاخ والتنميـة المسـتدامة. ولقد ذكـر تقريـر Climate Scope بـأن مصـر تـأتي فـي المرتبة الثانية في معدل تدفق الطاقة النظيفة في العقد الأخير، كمـا تقدمـت فـي مؤشـر تغيـر المنـاخ من المرتبـة ٢٨ عام ٢٠١٨ الى المرتبـة ٢٤ عام ٢٠١٩ (هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠١٩، ص٥)، وجـاءت فـي المرتبـة ٢١ خـلال عـام ٢٠٢٢، وذلـك مقارنـة بالمرتبـة ٢٢ خـلال عـام ٢٠٢١ (https://ccpi-org)، ومع الاستفادة من موقع مصر الجغرافي ومواردها الطبيعية يمكن أن تتحول للاقتصـاد الأخضـر، مـن خـلال اسـتغلال الطاقـة المتجـددة المتـوفرة بكثـرة وبشـكل خـاص الطاقـة الشمسية، والتي يمكن استغلالها لتوليد الكهرباء.

مشكلة البحث

قطاع الطاقة في مصر يعد أكبر مسبب لانبعاثات الكربون فهو مسؤول عن إنتاج ٧١,٤% من انبعاثات الكربون في مصر خلال عام ٢٠١٦، إذ ينتج ما يقرب من ٢٢١ مليون طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (https://enterprise.press/ar/hardhats)، ومتوقع أن تصل إلى ٣٥٤ مليون طن في عام ٢٠٣٠ (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، ٢٠١٩، ص٥٢).

وتعتبر الطاقة الكهربائية أحد مقومات التنمية، ولذا فجميع الدول تحرص على توفيرها، وكذلك مصر لتلبية احتياجات السكان ومتطلبات التنمية، ولكن قطاع الكهرباء في مصر يعد أكبر مصدر لثاني أكسيد الكربون، حيث وصل حجم انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من قطاع الكهرباء إلى ٨٣,٢٢ مليون طن في عام ٢٠١٩/٢٠١٨ (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، ٢٠٢١، ص١٩٨).

فمصر ليست غنية بمصادر الطاقة الأحفورية، كما إنها طاقة ناضبة ولها تأثيرات سلبية على البيئة، ولذا يجب البحث عن مصادر أخرى تتميز بالاستدامة وغير ملوثة للبيئة، وهو ما يتوفر في الطاقة المتجددة، ومستهدف زيادة مساهمة الطاقة المتجددة في إنتاج الكهرباء في مصر لتصل لنسبة ٤٢% بحلول عام ٢٠٣٥ حيث تنعم مصر بوفرة منها (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، ٢٠١٩، ص٣٢).

مما سبق نجد أن مشكلة الدراسة تتمثل في أن توليد الكهرباء في مصر بالاعتماد على مصادر الطاقة الأحفورية يترتب عليه انبعاثات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون، ومن ثم يمكن الحد من هذه الانبعاثات بتوليد الكهرباء بالاعتماد على الطاقة الشمسية والتي تعد أم الطاقات، والتي تتمتع مصر بثراء منها، بما يساعد على تحول مصر للاقتصاد الأخضر.

فرضية البحث

استخدام أحد مصادر الطاقة المتجددة التي تتوفر بشكل كبير في مصر طوال العام والمتمثلة في الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء، سيحد من مخاطر الطاقة الأحفورية على صحة الانسان والبيئة، ومن الانبعاثات الكربونية الناتجة عن الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وسيساهم في تحول مصر إلى الاقتصاد الأخضر.

أهداف البحث

تتمثل أهداف البحث فيما يلي:

١- استعراض الجوانب المختلفة للاقتصاد الأخضر، المفهوم، والخصائص، وآليات التحول، والأهداف.

٢- القاء الضوء على الطاقة المتجددة، مفهومها، ومصادرها.

٣- دراسة مدى الاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة وخاصَّة الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء في مصر، وذلك للحد من انبعاث ثاني أكسيد الكربون.

أهمية البحث

ترجع أهمية البحث إلى أهمية الاتجاه نحو الاقتصاد الأخضر الذي يحافظ على موارد البيئية ويضمن استدامتها مستقبلًا للأجيال القادمة، فهو يستبدل الوقود الأحفوري بطاقة مستدامة وتقنيات منخفضة الكربون، فالحصول على طاقة مستدامة ونظيفة يعد ضمان للحاضر وأمان للمستقبل. كما ترجع أهمية البحث إلى أن مصر ليست غنية بمصادر الطاقة الأحفورية، ولكنها تتمتع بثراء في مصادر الطاقة المتجددة ومنها الطاقة الشمسية والتي يمكن استخدامها لتوليد الكهرباء، بما يؤدي إلى تحسين البيئية والمحافظة على المناخ.

مناهج البحث

يعتمد البحث على المنهجين التاليين:

١- **المنهج الوصفي:** لاستعراض الجوانب المختلفة للاقتصاد الأخضر، وإلقاء الضوء على مفهوم الطاقة المتجددة كطاقة خضراء، ومصادرها المختلفة.

٢- **المنهج التحليلي:** لدراسة مدى استفادة مصر من مصادر الطاقة المتجددة وبشكل خاص الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء، وذلك للحد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون.

خطة البحث

وسعيا لتحقيق أهداف البحث تم تقسيمة إلى ثلاثة مباحث وخاتمة: الأول يوضح ماهية الاقتصاد الأخضر " المفهوم والخصائص وآليات التحول والأهداف "، ويستعرض الثاني: الطاقة المتجددة " المفهوم، والمصادر"، والثالث يدرس الطاقة الشمسية وتوليد الكهرباء في مصر، وينتهي البحث بخاتمة تتضمن النتائج والتوصيات.

المبحث الأول: الاقتصاد الأخضر " المفهوم والخصائص وآليات التحول والأهداف"

مقدمة

مصطلح الاقتصاد الأخضر وضعه برنامج الأمم المتحدة للبيئة في عام ٢٠٠٨، وتبنته الجمعية العامة للأمم المتحدة في يناير ٢٠٠٩ عندما أصدرت قرارها بعقد مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة أو ما يعرف بمؤتمر ريو ٢٠+ عام ٢٠١٢، وجعلت له عنوانًا رئيسيًا هو الاقتصاد الأخضر (توات وآخرون، ٢٠١٩، ص١٣٠)(Gasparato et al., 2017, p.161).

- مفهوم الاقتصاد الأخضر

قبل أن نُعرف الاقتصاد الأخضر يمكن أن نوضح مفهوم كلمة الأخضر، والتي تعني كل ما يوجد في البيئة بشرط أن يكون صديق لها ولا يسبب أي تلوث، ولا يزيد عليها أعباء تضرها وتؤدي إلى تدهورها، فالجانب الاقتصادي في البيئة يأخذ العديد من الأشكال، منها المياه الجوفية والتربة والهواء، ويطلق عليها جميعًا القاعدة من أجل تحقيق التنمية الاقتصادية، والاستخدام الجائر لها سيؤدي الى تدمير المنظومة البيئية، ومن ثم ظهر الاقتصاد الأخضر للحفاظ على البيئة وحمايتها من التدهور (البربري وآخرون، ٢٠١٨).

ونتيجة لعدم قدرة الاقتصاد البني أو الأسود على تجنب التدهور البيئي، كان ظهور الاقتصاد الأخضر أو الاقتصاد صديق البيئة لأول مرة، كمفهوم يرتبط بمكونات الاقتصاد والبيئة والأمن القومي، محققًا نموًا اقتصاديًا أكثر استدامة (عبد الغفار، بخاري، ٢٠١٨، ص١٠٢)، فهو يعزز الترابط بين الاقتصاد من جهة، والبيئة والتنمية المستدامة من جهة أخرى (وهيبة، سمير، ٢٠١٦، ص٤٣٩)، وحتى الأن لا يوجد تعريف موحد متفق عليه دوليًا لمفهوم الاقتصاد الأخضر، ومن هذه التعريفات ما يلي:

- **تعريف البنك الدولي للاقتصاد الأخضر:** هو الاقتصاد الذي يتسم بالكفاءة في استخدام الموارد الطبيعية، ويتجه نحو الحد من الانبعاثات الغازية الملوثة للهواء، والمخاطر البيئية التي من شأنها المساس برأس المال الطبيعي من أجل تحقيق النمو الشامل (أحمد، ٢٠٢٠، ص١٢)(الشمري وآخرون، ٢٠١٦، ص٢٠).

- **ويعرّف برنامج الأمم المتحدة للبيئة الاقتصاد الأخضر:** بأنه الاقتصاد الذي يؤدي إلى تحسين رفاهية الإنسان وتحقيق العدالة الاجتماعية، ويسهم في الحد من المخاطر البيئية والأضرار التي تهدد النظم البيئية والموارد الايكولوجية (Jacob, 2012, p.5)(UNEP, 2010, pp.4-5)،

ويعطـــي أوزن متســـاو للتنميـــة الاقتصـــادية والعدالـــة الاجتماعيـــة والاســـتدامة البيئيـــة (https://www.greeneconomycoalition.org).

وبتعبير أبسط، فإن الاقتصاد الأخضر هو اقتصاد منخفض الكربون وفعال من حيث الموارد وشامل اجتماعيًا، ويوجه فيه النمو في الدخل والعمالة بواسطة استثمارات القطاعين العام والخاص، والتي تؤدي إلى خفض انبعاثات الكربون والتلوث، وتعزز من استخدام الطاقة والموارد، ومنع فقدان التنوع الإحيائي وخدمات النظم "البيئية" الإيكولوجية (Gasparato et al., 2017, p.161) (https://www.unep.org).

- خصائص الاقتصاد الأخضر

يتميـــــز الاقتصـــــاد الأخضـــــر بمـــــا يلـــــي (https://www.un-page.org) (https://www.eeaa.gov.eg):

١- يعد وسيلة لتحقيق التنمية المستدامة.

٢- يحمي التنوع البيولوجي والنظم الإيكولوجية.

٣- يحقق العدالة بين البلدان، وبين الأجيال داخل البلد الواحدة.

٤- ييسر تحقيق التكامل بين الأبعاد الأربعة للتنمية المستدامة المختلفة: الاجتماعية والاقتصادية والبيئية والتقنية أو الإدارية.

٥- يعترف بالسيادة الوطنية على الموارد الطبيعية.

٦- يركز على كفاءة الموارد وعلى أنماط الاستهلاك والإنتاج المستدام.

٧- يتغير مع الأولويات والظروف الوطنية.

٨- يطبق مبدأ المسؤولية المشتركة بين الأجهزة المحلية للدولة.

٩- لا يعد وسيلة لفرض قيود تجارية أو شروط على المعونات أو تخفيض الدين، ويعالج التشوهات التجارية ومنها الإعانات الضارة بيئيًا.

- آليات التحول نحو الاقتصاد الأخضر

التحول إلى الاقتصاد الأخضر يعني الاعتماد على قطاعات خضراء لا تضر بالبيئة، بالشكل الذي يساعد على نقل العالم إلى اتجاه جديد للتنمية، وقد جاء التفكير في هذا التحول نتيجة للأزمات المتكررة التي مر بها الاقتصاد العالمي، ومنها التغيرات المناخية، وسرعة التغيير البيئي (البربري

وآخرون، ٢٠١٨)، إلا أن الأمر يتطلب اتخاذ آليات مناسبة لضمان نجاح عملية التحول، لذا نجد أن بعض الآليات تتمثل فيما يلي:

١- وضع إطار تشريعي مناسب

إن الإطار التشريعي المناسب من شأنه تحديد الحقوق وخلق الحوافز التي تدفع بالنشاط الاقتصادي نحو الاقتصاد الأخضر، وتزيل الحواجز أمام الاستثمارات الخضراء، وعليه يمكن ضبط السلوكيات غير المنضبطة للشركات، من خلال وضع معايير أو حظر بعض الأنشطة، وهذه المعايير تعد أدوات فعالة لتحقيق الأهداف البيئية وتمكين الأسواق بالنسبة للسلع والخدمات المستدامة بما يساهم في عملية التحول للاقتصاد الأخضر (UNEP, 2011, p.28).

٢- إعطاء الأولوية للاستثمار والانفاق الحكومي في مجالات دعم القطاعات الخضراء

يمكن استخدام الدعم الأخضر مثل تدابير دعم الأسعار والحوافز الضريبية، والدعم في شكل منح وقروض مباشرة، لتجنب فقدان رأس المال الطبيعي، وتشجيع الصناعات الخضراء مثل صناعة الطاقة المتجددة، وذلك من خلال الميزة النسبية وتحفيز التوظف والنمو على المدى الطويل، كما يمكن للحوافز الضريبية أن تعزيز الاستثمار في الاقتصاد الأخضر وتساعد على تعبئة التمويل الخاص، كما يجب أن يكون الانفاق الحكومي مرتبط بزمن محدد، فبمجرد تطبيق الدعم يصبح من الصعب إلغاؤه، لأن المتلقين للدعم يمارسون ضغوط لضمان استمراره، ومن ثم فإن الغاء الدعم يجب أن يكون تدريجيًا من أجل تحفيز الابتكار (الشيمي، ٢٠١٥، ص١٤)(UNEP, 2011, pp.29-30).

٣- الحد من الإنفاق الحكومي في المجالات التي تستنزف الموارد الطبيعية

معظم صور الدعم تمثل عبء بالنسبة للعديد من دول العالم على الصعيدين الاقتصادي والبيئي، لأنها تشجع على استنزاف الموارد وتؤدي إلى تدهور النظام البيئي، فالدعم يخفض ربحية الاستثمارات الخضراء، مثل دعم الوقود الأحفوري الذي يشكل عائقًا أمام تطوير تكنولوجيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، فالتخلص التدريجي من جميع صور دعم الوقود الأحفوري، يمكن أن يؤدي إلى الحد من الطلب العالمي على الطاقة الأولية ويقلل من الغازات الدفيئة (UNEP, 2011, p.30).

٤- تعزيز دور القطاع الخاص والمجتمع المدني

للتحول نحو الاقتصاد الأخضر يجب إحداث تغيرات في ممارسة الأعمال، فعلى القطاع الخاص مراعاة المعايير الاجتماعية والبيئية عند ممارسة الأنشطة المختلفة، كما يجب إرساء قواعد وآليات تنظيمية، كالحد من التلوث والانبعاثات والمبيدات في الأغذية وتلوث المياه وغيرها، فالمجتمع المدني يمكن أن يقوم بدور مهم في تسهيل عملية التحول من خلال مساعدة أصحاب المشروعات على الاستفادة من الأسواق المتخصصة والموارد المالية التي يوفرها الاقتصاد الأخضر (UNEP, 2011, p.90).

٥- استخدام الضرائب وأدوات السوق لتشجيع الابتكار والاستثمار الأخضر

يمكن للسياسة الضريبية أن تحفز الاستثمار الأخضر في ظل اقتصاد السوق، فعلى سبيل المثال في قطاع النقل نجد أن الوفورات السلبية كالتلوث والأضرار الصحية لا تنعكس على التكاليف، ومن ثم لا يشجع ذلك على الاستثمار الأخضر، وفي قطاع النفايات نجد أن التكاليف المرتبطة بمعالجة النفايات والتخلص منها لا تنعكس على أسعار السلع والخدمات. وللتغلب على ذلك يجب دمج تكاليف الوفورات السلبية في سعر السلعة أو الخدمة من خلال الضرائب أو الرسوم، كما يمكن استخدام أدوات السوق مثل نظم التصاريح القابلة للتداول لمعالجة العديد من القضايا البيئية، فعلى العكس من الضرائب التي تحدد ثمنًا للتلوث ثم تسمح للسوق بتحديد مستوى التلوث، فإن نظم التصاريح القابلة للتداول تعمل على تحديد سقف لمستوى التلوث المسموح به ثم تترك للسوق تحديد الثمن (UNEP, 2011, p.31).

٦- تشجيع الإنتاج والاستهلاك المستدام وكفاءة استخدام الموارد

إن التحول نحول الاقتصاد الأخضر يتطلب تشجيع أنماط الإنتاج والاستهلاك المستدام، مما يساهم في تعزيز التنمية الاقتصادية في إطار قدرة النظم البيئية على مساندة التنمية، من خلال معالجة العلاقة بين تدهور البيئة والنمو الاقتصادي. كما يتطلب الاقتصاد الأخضر ضرورة استخدام الموارد بكفاءة للحفاظ على النظام الإيكولوجي من التدهور ومواجهة استنزاف الموارد (الشيمي، ٢٠١٥، ص١٥).

٧- الاستثمار في بناء القدرات والتدريب والتعليم

هناك حاجة إلى برامج لبناء القدرات والتدريب وتحسين مهارات العاملين، لإعداد القوة العاملة للتحول للاقتصاد الأخضر، فعملية التحول تحتوي على قدر من إعادة الهيكلة الاقتصادية، ويتطلب

ذلك اتخاذ بعض الإجراءات التي تؤدي للانتقال العادل للعاملين المتأثرين بالتحول، وسيكون من الضروري تقديم الدعم اللازم لتحويل العمال إلى وظائف جديدة في بعض القطاعات التي تناسب عملية التحول (UNEP,2011,p.32).

٨- تعزيز الحوكمة الدولية

يمكن للاتفاقيات البيئية الدولية أن تعمل على تيسير وتحفيز التحول نحو الاقتصاد الأخضر، من خلال إنشاء أطر قانونية ومؤسسية تعزز الحوكمة الدولية وتساهم في تذليل العقبات البيئية العالمية، ولا يمكن اغفال الاتفاق البيئي متعدد الأطراف الأكثر تأثيرًا على عملية التحول، والمتمثلة في الاتفاقية الإطارية للأمم المتحدة بشأن تغير المناخ، وبروتوكول كيوتو التابع لها، بالشكل الذي يحفز النمو في عدد من القطاعات الاقتصادية كإنتاج الطاقة المتجددة، وتقنيات كفاءة الطاقة من أجل التعامل مع انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (الشيمي، ٢٠١٥، ص١٦)(UNEP, 2011, p.32).

مما سبق نجد إن التحول إلى الاقتصاد الأخضر ليس قرار فوقيًا، وإنما عملية طويلة وشاقة وتحتاج إلى جهد من جميع الأطراف، من القمة إلى القاعدة من سياسات وتشريعات وبنية تحتية وتعليم وتدريب وتوعيه (إشتيوي، https://www.unescwa.org).

- أهداف الاقتصاد الأخضر

للاقتصاد الأخضر مجموعة من الأهداف يعمل على تحقيقها تتمثل فيما يلي:

١- تحسين الرفاهية البشرية وتحقيق العدالة الاجتماعية، والمحافظة على التنوع الحيوي (إشتيوي https://www.unescwa.org).

٢- تعزيز القدرة على إدارة الموارد الطبيعية على نحو مستدام وزيادة كفاءة استخدام الموارد والطاقة، والتقليل من الهدر والحد من الآثار السلبية للتنمية على البيئة (المالكي، نعساني، ٢٠١٧، ص١٧١).

٣- الربط بين متطلبات تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية والبشرية وحماية البيئة، وبالتالي تحقيق ازدهار اقتصادي وأمن اجتماعي (المالكي، نعساني، ٢٠١٧، ص١٧١).

٤- التركيز على الاستثمار في الموارد الطبيعية، لتحسين جودة التربة وزيادة العائدات من المحاصيل الرئيسية، وتحسين جودة الهواء، وترشيد استخدام المياه (إشتيوي https://www.unescwa.org).

٥- زيادة نصيب القطاعات الخضـــراء في الاقتصـــاد، وزيـــادة القـدرة على خلق "وظائف خضراء" (Gasparato et al, 2017, P.162)، وتخفيف حدة الفقر وعدم العدالة في المجتمع برفع دخـول الطبقـات الهامشـية وتقليـل البطالـة وتـوفير فـرص عمـل (سـامي، رفيقـة، ٢٠٢٠، ص١٧٠)(Gea , Zhib , 2016, P.257).

٦- يشـجع على استخدام الطاقة المستدامة بدلا من طاقة الوقود الأحفوري، المسؤولة عن انبعاث ثلثي الغازات المؤدية إلى الاحتباس الحراري (نور الهدى، ٢٠١٤، ص ص٤٩٦-٤٩٧) ، ومن ثم يساعد الدولة في مواجهة آثار تغير المناخ (Gasparato, et al., 2017, P.126).

٧- تغيير المسار الذي تنتهجه الدول والحكومات والشركات العابرة للقارات في التعامل مع الموارد الطبيعية والبشرية (المالكي، نعساني، ٢٠١٧، ص١٧١).

٨- مراجعة السياسات الحكومية وإعادة تصميمها لتحفيز التحولات في أنماط الإنتاج والاستهلاك والاستثمار نحو الاقتصاد الأخضر (خنفر، ٢٠١٤، ص٥٦).

المبحث الثاني: الطاقة المتجددة " المفهوم والمصادر"

مقدمة

يتجه العالم الآن لاعتماد مصادر الطاقة المتجددة والتقنيات منخفضة الكربون كمصادر بديلة لتوليد الطاقة من المصادر التقليدية والحد من استخدام الوقود الأحفوري، خاصًة بعد ظاهرة الاحتباس الحراري، وغالبًا ما يستخدم مصطلح الطاقة "الخضراء" أو"النظيفة" بالتبادل مع الطاقة المتجددة، لذا ينبغي التعرف على مفهوم الطاقة المتجددة، ومصادرها المختلفة وبعض المفاهيم المرتبطة بها كما يلي:

- **تعريف وكالة الطاقة الدولية (IEA) للطاقة المتجددة:** تُعرف بأنها طاقة ناتجة عن مسارات طبيعة تلقائية كأشعة الشمس، والرياح، والتي تتجدد في الطبيعة بمعدل أعلى من معدل استهلاكها (خثير، وردة ،٢٠٢١، ص١٥)(http://www.iea.org).

- **تعريف برنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة (UNEP) للطاقة المتجددة:** بأنها طاقة مصدرها لا يكون مخزونه ثابت ومحدود في الطبيعة، ولكنها تتجدد بصفة دورية أسرع من معدل استهلاكها، وتظهر في خمس صور هي: الطاقة الكهرومائية، وأشعة الشمس، والكتلة الحيوية، والرياح، وطاقة باطن الأرض (http://www.unep.org).

- **تعريف الهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ (IPCC) للطاقة المتجددة:** عرفتها بأنها كل طاقة مصدرها الشمس، حيث تتجدد في الطبيعة بنسب أكبر من نسب استعمالها، وتتولد من تيارات متواصلة ومتتالية في الطبيعة، مثل الطاقة الشمسية، وطاقة المد والجزر، وطاقة الرياح، وحركة المياه، وطاقة الكتلة الحيوية وطاقة باطن الأرض (http://www.ipcc.ch).

- بعض المفاهيم المرتبطة بالطاقة

هناك بعض المفاهيم التي ترتبط بالطاقة وهي كالتالي:

١- فقر الطاقة (Energy Poverty)

مؤشر الفقر لا يقتصر على الدخل المنخفض كما يشير بنك الأمم المتحدة للتنمية، وإنما يشمل عددًا من الجوانب منها مقياسان يتعلقان بالطاقة، أحدهما يختص بالكهرباء والذي يرى أن عدم الحصول على الكهرباء يعد مؤشرًا على الفقر، والآخر يتعلق بوقود الطهى وما إذا كان قائمًا على استخدام وسائل بدائية في مواقد الطعام كالحطب والفحم وروث الحيوانات (https://qafilah.com).

فقر الطاقة يعني عدم القدرة على بلوغ المستوى الضروري اجتماعيًا وماديًا من خدمات الطاقة، أي عدم حصول الأفراد على خدمات الطاقة المطلوبة للعيش حياة كريمة وصحية. ويتعلق هذا المفهوم بعنصرين هما "التوافر" و"القدرة على تحمل التكاليف"، فإن عدم توافر مصادر الطاقة الحديثة مثل الكهرباء، وعدم القدرة على تحمل تكاليفها يعكس فقر الطاقة (Okushima, 2019, p.2).

٢- كفاءة الطاقة (Energy Efficiency)

يشير إلى تخفيض استهلاك الطاقة في العملية الإنتاج، مع الحفاظ على مستوى المخرجات من حيث الكمية المنتجة أو التكلفة أو الجودة (G Patterson, 1996, p.377)، أو رفع مستوى المخرجات باستهلاك نفس القدر من الطاقة وتتوقف كفاءة الطاقة على عنصرين: الأول يتعلق بكفاءة إنتاج الطاقة، والثاني يتعلق بكفاءة استهلاكها، والتي تتعلق بسلوك المستهلك النهائي ومدى رشده في استخدام مصادر الطاقة (كمال، ٢٠١٥، ص٦)، ومن ثم تؤدي كفاءة الطاقة إلى تقليل استخدامها والحد من التلوث البيئي، وتزيد من أمن الطاقة والقدرة التنافسية وتحسن رفاهية المستهلك (Ziolo, et.al, 2020, p.2).

٣- استدامة الطاقة (Sustainable Energy)

تعني استخدامها بطريقة تلبي احتياجات الأجيال الحاضرة دون المساس بحاجة الأجيال المستقبلية (Dincer, Zamfirescu, 2011, pp.52-53)، ومن ثم يتعين على الدول توفير مصادر الطاقة للأجيال الحالية مع الأخذ في الاعتبار حقوق الأجيال القادمة، عن طريق تقليل معدل نفاد المخزون من الوقود في باطن الأرض، والذي يمكن تحقيقه من خلال كفاءة الطاقة بشقيها الإنتاجي والاستهلاكي، وتفعيل الاستخدام الأمثل للطاقة المتجددة ونشر ثقافة استخدامها (كمال، ٢٠١٥، ص ص ٧- ٨).

٤- أمن الطاقة (Energy Security)

يعني توفير الطاقة بجميع أشكالها مع مراعاة أن يكون هذا التوفير بكميات تتناسب مع الطلب المحلي، وأن تكون بتكلفة يستطيع أن يتحملها المستهلك والمنتج، وأن تكون هذه المصادر آمنة وموثوق في استمراريتها (كمال، ٢٠١٥، ص٨).

- أنواع الطاقة المتجددة

يمكن أن نتطرق إلى أنواع الطاقة المتجددة كالتالي:

١- **الطاقـــة الشمسيـــة (Solar Energy)** هي الطاقة التي تستمد من الشمس، فالشمس أكبر مصدر للضوء والحرارة، كما تعتبر المصدر الرئيسي لكثير من مصادر الطاقة الموجودة في الطبيعة حتى أطلق عليها أم الطاقات (حسن، ٢٠١٨، ص١٣).

ويمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وطاقة حرارية من خلال آليتي التحويل الفوتوفولتي (الكهروضوئي) والتحويل الحراري (Gasparato et al., 2017, P.162)، وهما يمثلان تقنيتان أساسيتان لإنتاج الطاقة الشمسية، ويقصد بالتحويل الفوتوفولتي، تحويل الإشعاع الشمسي مباشرة إلى كهرباء بواسطة الخلايا الشمسية الكهروضوئية (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، ٢٠١٥، ص١٤)، وتستخدم هذه الآلية في تطبيقات متنوعة كالأسقف الشمسية والإنارة الشمسية وغيرها، أما التحويل الحراري للطاقة الشمسية فيقصد به تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية من خلال المجمعات الشمسية والمواد الحرارية (ESCWA, 2013, pp.3-4).

وتستخدم الطاقة الشمسية مباشرة في العديد من التطبيقات منها: التدفئة والإنارة وتسخين المياه، وإنتاج البخار، وتحلية مياه البحر (خثير، وردة، ٢٠٢١، ص١٧) وهناك تقنية حديثة لاستخدام الطاقة الشمسية وهي تقنية التبريد الشمسي أي استخدام الطاقة الشمسية في عملية التبريد، وتتلخص في تجميع الطاقة الشمسية على ألواح خاصة ثم تحويلها إلى طاقة كهربائية تعمل على تشغيل طلمبات تقوم بعملية التبريد (البربري وآخرون، ٢٠١٨)، وتتوقع الجهات الدولية أنه بحلول عام ٢٠٢٥ سوف تساهم النظم الشمسية الحرارية لتوليد الكهرباء بحوالي ١٣٠ جيجا وات (خثير، وردة، ٢٠٢١، ص١٧)، وتتميز الطاقة الشمسية بأنها متجددة، ولا تنضب ونظيفة، ومتاحة لا تحتكرها الدول (الشيمي، ٢٠١٥، ص٢٥).

٢- **طاقة الرياح (Wind Energy)**

هي أكثر أنواع الطاقة انتشارًا في الوقت الحاضر، واستخدمت منذ القدم في تسيير السفن الشراعية وإدارة طواحين الهواء لطحن الحبوب والغلال، في ضخ المياه (الشيمي، ٢٠١٥، ص٢٧)، واستخدامها يتزايد في دول العالم التي تضم مناطق ذات رياح قوية دائمة، نظرًا لأن تكاليفها بسيطة نسبيًا وفعاليتها كبيرة، وتعني استخدام طاقة الرياح في تحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية، والنمط الشائع لطاقة الرياح هو استخدام المراوح التي تعمل كمحركات تدير توربينات، ذات ثلاثة أذرع تديرها الرياح وتوضع على قمة أبراج طويلة وتعمل كما تعمل المراوح ولكن بطريقة عكسية (ESCWA, 2013, p.5)، ويمكن تدشين التوربينات في أعماق البحار والمحيطات فضلًا عن اليابسة، وتعد طاقة آمنة ونظيفة ولا تصدر ملوثات تضر بالبيئة، كما أنها متاحة يمكن استغلالها

والانتفاع بها وفقًا لإمكانيات كل دولة من حيث المناخ وطبيعة التضاريس (الشيمي، ٢٠١٥، ص٢٧)، كما أنها محلية أي أن مخزون الرياح متوافر في كل البلاد وغير قابل للنفاد، وتعد من أنواع الطاقة الشمسية حيث تتحرك الرياح بفعل الشمس ودوران الأرض (حسن، ٢٠١٨، ص١٦)، ولهذا يسعى التقدم التكنولوجي إلى خفض تكلفة الطاقة المتجددة لتوسيع انتشارها، ولكن من الصعوبات التي تواجه توليد الطاقة بواسطة الرياح هي أن مصدرها متذبذب (ESCWA, 2013, p.5) حيث لا يتوافر الهواء السريع طوال العام، لذلك لا يمكن الاعتماد عليها كمصدر ثابت للحصول على الطاقة (البربري وآخرون، ٢٠١٨)، كما ينتج عن دوران التوربينات قدرًا كبيرًا من الضوضاء، وتؤثر التوربينات على التنوع البيولوجي حيث تتأثر بعض الطيور بإنشاء مزارع الرياح بسبب اصطدامها بأذرع التوربينات، وخاصة ما إذا وقعت المزارع في مسارات الهجرة الموسمية للطيور (Gasparato, et al., 2017, p.163).

٣- طاقة المياه (Water Energy)

تقوم طاقة المياه بدور رائد في مجال توليد الكهرباء من المصادر المتجددة، لكونها متجددة ونظيفة، بالإضافة إلى تعدد فوائد بناء المحطات الكهرومائية والمتمثلة في السيطرة على الفيضانات وإدارة معدل تدفق المياه وقت الذروة، فعند انخفاض الطلب على الكهرباء يقوم السد بتخزين كميات أكبر من المياه، والتي توفر مزيدًا من التدفق عند الحاجة إليها (الشيمي، ٢٠١٥، ص٢٨).

وتتعدد مصادر الحصول على الطاقة من المياه فيمكن توليدها من المصادر التالية:

أ - الطاقة الكهرومائية (Hydroelectricity)

تنتج الطاقة الكهرومائية من خلال تجمع المياه في أعالي الجبال نتيجة للأمطار، ثم تنساب بعد ذلك إلى المسطحات المائية، وهو ما يجعل الجبال تعمل كمساقط للمياه، حيث إن المياه المتساقطة أو المنحدرة من مكان مرتفع تحتوي على طاقة حركية، يمكن تحويلها إلى طاقة كهربائية، فقوة اندفاع الماء تعمل على تشغيل التوربينات بدلا من استخدام بخار الماء (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠١١، ص٨).

ب - طاقة الأمواج (Wave Energy)

يتم الحصول عليها من أمواج البحار حيث يتم تحويل الطاقة الكامنة في قوة اندفاع أمواج مياه البحار والمحيطات إلى طاقة ميكانيكية، لتوليد الكهرباء وتحلية مياه البحر أو ضخ المياه إلى المخازن المائية (البربري وآخرون، ٢٠١٨).

جـ - طاقة المد والجزر (Tidal Energy)

أو الطاقة القمرية هي نوع من الطاقة الحركة والتي تكون مخزنة في التيارات الناتجة عن المد والجزر، وهي ظاهرة طبيعية تحدث في المياه، وناتجة عن

جاذبية القمر والشمس ودوران الأرض حول محورها، وتستمد الطاقة من ارتفاع مياه البحار والمحيطات وانخفاضها، وتعد حديثة نوعًا ما وأنشأت لأول مرة في فرنسا ١٩٦٦، وما زال المهندسين يبحثون عن تقنيات للاستفادة منها دون تكاليف كبيرة مع تأثير بسيط على البيئة، وتنتج من خلال وضع توربينات في مناطق حدوث المد والجزر، ثم تحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية (البربري وآخرون، ٢٠١٨)، ويرتبط الحصول على طاقة المد والجذر بعوامل منها سرعة الرياح والتي تؤدي إلى زيادة وارتفاع أمواج المحيطات والبحار، وقوة وسرعة الأمواج وارتفاعها (www.waveenergy.net).

د- الطاقة المتولدة من الفارق الحراري بين طبقات المياه العلوية والسفلية فقد يصل الفارق بينهما إلى ما يقرب من عشر درجات، هذا الفارق يمكن استخدامه في توليد الطاقة (البربري وآخرون، ٢٠١٨).

وعلى الرغم من مزايا الطاقة المائية إلا أنها غير مستغلة بالكامل، وذلك لارتفاع التكاليف الأولية لاستغلالها إلى جانب ضعف الاستثمارات، فمعظم احتياطي الطاقة المائية يقع في الدول النامية وهي دول غير قادرة على الاستثمار، وقد يترتب على إنشاء المحطات المائية تغيير أنماط المعيشة، حيث ينتج عن إنشاء السدود والخزانات هجرة السكان، وتغيير طبيعة العمل مثلًا من الزراعة إلى الصيد، وقد تتسبب الطاقة المائية في اختلال النظام الايكولوجي، حيث تؤثر على أنظمة الأنهار وتؤدي إلى رفع درجة الحرارة وقد تمنع هجرة الأسماك (الشيمي، ٢٠١٥، ص٢٨).

٤- الطاقة الحيوية (Bioenergy Basics)

تعتبر الطاقة المستمدة من الكتلة الحيوية من أقدم أشكال الطاقة التي اعتمد عليها الإنسان، حيث استخدمها في صورة الأخشاب التي يتم إشعالها لأغراض التدفئة والإضاءة للمنازل والأنشطة الإنتاجية الأخرى، فهي طاقة يمكن الحصول عليها من المواد النباتية والحيوانية والنفايات وغيرها من المكونات الصلبة العضوية، بعد تحويلها إلى سائل أو غاز بالطرق الكيميائية أو التحليل الحراري (ESCWA, 2013, pp.6-7)(Gasparato et al., 2017, p.165)، كما يمكن الاستفادة منها عن طريق إحراقها، واستخدام الحرارة الناتجة في تسخين المياه أو إنتاج البخار، الذي يمكن من خلاله تشغيل التوربينات وتوليد الطاقة الكهربائية، فهي تستخدم حاليًا في إنتاج الكهرباء والحرارة (الشيمي، ٢٠١٥، ص٣٠).

فالتقنيات الرئيسية لاشتقاق الطاقة الحيوية الحديثة مصنفة في التحويل الكيميائي الحراري " بما في ذلك الاحتراق، والتغويز، والانحلال الحراري"، والتحويل الكيميائي الحيوي " بما في ذلك الهضم والتخمير" بشكل عام، وتنتج تقنيات التحويل الكيميائي الحراري الحرارة والطاقة الحيوية، بينما تنتج تقنيات التحويل الكيميائي الحيوي وقودًا حيويًا

سائلًا للنقل، والطبخ والإضاءة "مثل الإيثانول الحيوي والديزل الحيوي" (Gasparato et al., 2017, p.166).

٥- الطاقة الحرارية الأرضية (Geothermal Energy)

هي طاقة حرارية دفينة في أعماق الأرض وموجودة في شكل مخزون من المياه الساخنة أو البخار والصخور الحارة، لكن الحرارة المستغلة حاليًا عن طريق الوسائل التقنية المتوافرة، هي المياه الساخنة والبخار الحار، بينما حقول الصخور الحارة ما زالت قيد الدرس والبحث والتطوير (سيد، ٢٠١٣، ص٥٥) كما يؤدي حفر الآبار العميقة إلى جلب المياه الجوفية شديدة السخونة إلى السطح كمصدر مائي حراري، ثم يتم ضخها عبر التوربينات لتوليد الكهرباء (https://www.nrdc.org).

كما أن هذه الطاقة لا تنضب ونظيفة لا تلوث البيئة، وتتوافر بكميات هائلة تكفي لتوليد قدرات ضخمة من الكهرباء مستقبلًا، كما تدعم الطاقة الحرارية الجوفية السياحة العلاجية والاستشفاء، وبذلك تعتبر مصدر مهم للدخل القومي، إلا أن لها بعض السلبيات التي قد تحد من إمكانية الاستفادة منها، مثل ارتفاع التكاليف الأولية لاستغلالها، وصعوبة البحث والتنقيب، كما أن الحفر العميق يعرض الأدوات المستعملة لدرجات الحرارة العالية التي تقلل من فاعليتها وتؤدي إلى تأكلها، وكذلك خطورة التعامل مع الحرارة المتسربة بعنف إلى سطح الأرض، إضافة إلى مشكلة الضوضاء المرتبط بالمواقع ذات المحتوى الحراري العالي، وذلك عند خروج البخار خلال عمليات الحفر والتجريب (سيد، ٢٠١٣، ص٥٦).

ولكن لاتزال نسبة استخدام الطاقة الحرارية الجوفية ضئيلة، وتبقي زيادة مساهمتها في تلبية احتياجات العالم من الطاقة رهنًا بالتطورات التكنولوجية وأعمال البحث والتنقيب التي سوف تجرى مستقبلًا، وتستخدم الطاقة الحرارية الجوفية في إنتاج الكهرباء وهو التطبيق الأوسع نطاقًا، كما تستخدم في تدفئة المباني من خلال أنظمة التدفئة المركزية، كذلك تستخدم في التطبيقات الزراعية والصناعية لتجفيف الغذاء وبسترة اللبن وغيرها (الشيمي، ٢٠١٥، ص٢٩)(سيد، ٢٠١٣، ص٥٥).

٦- الطاقة النووية (Nuclear Energy)

تعد أحد الأركان الأساسية للتنمية المستدام، وهي طاقة تنتج عن طريق التفاعلات النووية الذرية، وتعتمد على اليورانيوم (سالمان، النادي، ٢٠١٨، ص٢٨)، وتنتج بواسطة السيطرة علـــى تفاعلات انشطار أو اندماج الأنوية الذرية بواسطة المفاعلات النووية، وتستغل في محطات توليد الكهرباء النووية، فالطاقة التي تطلقها النواة تولد كميات كبيرة من الحرارة، يمكن من خلالها تسير بعض الغواصات والسفن التي يولد فيها المفاعل حرارة لتكوين بخار يحركها، ويمكن استخدام هذه الحرارة أيضًا لتوليد البخار الذي يمكن استعماله لإنتاج الكهرباء، كما أن الانشطار الذي يولد الطاقة النووية المسماة الاشعاع النووي يستعمل في الطب والصناعة (يوسف، ٢٠٢٠، ص٢٤٩).

ومن الجدير بالذكر أن الطاقة النووية تعرف أيضًا باسم الطاقة الذرية، وتعتبر مصدرًا نظيفًا وغير ملوث للبيئة لعدم إطلاقها مواد كيميائية ملوثة، وتعتبر نسبة الانبعاثات الإشعاعية التي تطلقها محطات الطاقة النووية منخفضة نسبيًا، ولكن سلبيات الطاقة النووية تتمثل في التكلفة الباهظة للمحطات طويلة الأمد ، كما أن الحاجة ماسة إلى كميات ضخمة من الماء لتشغيل المفاعلات النووية، وكذلك صعوبة التخلص من النفايات المشعة (https://baytdz.com).

٧- الطاقة الهيدروجينية (Hydrogen Energy)

يعد الهيدروجين واحد من مصادر الطاقة المتجددة وأكثر العناصر تواجدًا في الكون، فالشمس والنجوم تتكون من الهيدروجين، ولكن لا يوجد الهيدروجين كعنصر مستقل على كوكب الأرض، فهو يوجد بنسبة صغيرة في الهواء، بينما يوجد بوفرة كبيرة متحدًا مع الأكسجين في المياه، ويرى البعض أنه سيصبح وقود المستقبل، سواء من حيث الجدوى الاقتصادية أو من حيث آثاره على البيئة، حيث يعطي كيلو جرام واحد من الهيدروجين ثلاثة أضعاف الطاقة الناجمة عن نفس المقدار من البنزين، كما يتمتع بعدد من المميزات تجعله يستخدم كمصدر من مصادر الطاقة غير الناضبة فهو متوفر بكميات هائلة في الطبيعة وخصوصًا في المحيطات والبحار، ولا ينتج عن احتراقه أي غازات ملوثة للبيئة، كما يتمتع بسهولة نقله وتخزينه ويمكن استخدامه في المنازل بدلاً من الغاز الطبيعي (عبد الرؤوف، ٢٠١٣، ص ص ١٠٩٩-١١٠١). ويستعمل في توليد الكهرباء كما يستعمل في الصناعة بتصنيع بعض المخصبات الزراعية وبعض أنواع اللدائن، ويتوقع بعض الخبراء أن الهيدروجين سوف يمثل ركيزة للمجتمعات في المستقبل، ويحل محل الوقود الاحفوري على المدى الطويل (الشرقاوي، ٢٠١١، ص٩٠).

المبحث الثالث: الطاقة الشمسية وتوليد الكهرباء في مصر

مقدمة

التخفيف من الاضرار البيئية وتقليل الانبعاثات الكربونية، يتطلب تخفيض القدرات المنتجة من محطات الكهرباء التقليدية العاملة بالوقود الأحفوري والغاز الطبيعي، وذلك من خلال تنويع مصادر إنتاج الطاقة الكهربائية، والاستفادة من ثروات مصر الطبيعية من مصادر الطاقة المتجددة وبشكل خاص الطاقة الشمسية، ووضع استراتيجية للمزيج الأمثل فنيًا واقتصاديًا للطاقة الكهربائية في مصر، والتي تتضمن تعظيم مشاركة الطاقة المتجددة في هذا المزيج. ولقد شكل إنشاء هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة عام ١٩٨٦ إحدى العلامات على تطوير مصادر الطاقة المتجددة في مصر، وتركز هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة على تقنيات طاقة الرياح والطاقة الشمسية.

- واقع الطاقة الشمسية في مصر

مصر تعتبر في قلب الحزام الشمسي العالمي، فتقع جغرافيا بين خطى عرض ٢٢ درجة، ٣١,٥ درجة شمالًا، وتعد من أغنى دول العالم بالطاقة الشمسية (https://egy-map.com)، ولقد أظهرت نتائج أطلس شمس مصر أن متوسط الإشعاع الشمسي المباشر ما بين ٢٠٠٠-٣٢٠٠ ك. و. س/ م^{٢}/ سنة من شمالها إلى جنوبها كما يتراوح معدل سطوع الشمس بين ٩-١١ ساعة في اليوم، وهو ما يعني توافر فرص الاستثمار في مجال تطبيقات الطاقة الشمسية المختلفة (هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠١٥، ص٣١).

لذا تعتبر مصر من أصلح مناطق العالم لاستغلال الطاقة الشمسية في كثير من المجالات، ومنها توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الخلايا الفوتو فولتية، كما تتوافر بها الرمال البيضاء اللازمة لتصنيع السيلكا التي تدخل في تصنيع الخلايا الشمسية بالإضافة إلى توافر الكوادر الفنية والخبرات في هذا المجال، مما يتيح فرص الاستثمار في مجالات الطاقة الشمسية المختلفة (مهينة، وآخرون، ٢٠١٨، ص٥٣٠)، وكذلك يمكن استغلالها في التسخين الشمسي للأغراض المنزلية والصناعية، وتحلية المياه، وتجفيف المحاصيل الزراعية وفى التبريد والتكييف (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، ٢٠١٥، ص٩).

- قطاع الكهرباء وتلوث البيئة في مصر

قطاع الكهرباء في مصر يعد من القطاعات التي ينتج عنها انبعاثات من غاز ثاني أكسيد الكربون، وذلك لأن محطات الكهرباء التقليدية تعمل بالوقود الأحفوري والغاز الطبيعي، ومن ثم يعد من القطاعات الملوثة للبيئة، وهذا يقتضي دراسة مقدار الانبعاثات من هذا القطاع وكيف يمكن تخفيضها، ويوضح الجدول رقم (١) تطور كمية الاستهلاك من المنتجات البترولية والغاز الطبيعي

والانبعاثات الناتجة عنها طبقًا لقطاعات النشاط الاقتصادي المختلفة في مصر خلال الفترة (٢٠١٢/٢٠١١-٢٠١٩/٢٠١٨) كما يلي:

جدول رقم (١)

تطور كمية الاستهلاك من المنتجات البترولية والغاز الطبيعي والانبعاثات الناتجة عنها طبقًا لقطاعات النشاط الاقتصادي في مصر خلال الفترة (٢٠١٢/٢٠١١-٢٠١٩/٢٠١٨)

وحدة الاستهلاك: ألف طن — وحدة الانبعاث: مليون طن

البيان	٢٠١٢/٢٠١١		٢٠١٣/٢٠١٢		٢٠١٤/٢٠١٣		٢٠١٥/٢٠١٤	
	الاستهلاك	الانبعاثات	الاستهلاك	الانبعاثات	الاستهلاك	الانبعاثات	الاستهلاك	الانبعاثات
السياحة	٢٨٣٢	٩,٠٩	٢٨١٦	٩,٠٤	٢٨٢٨	٩,٠٨	٣٧٣٩	١١,٩٩
الزراعة والري	٢١٤٠	٦,٧١	٢١٢٨	٦,٦٨	٢١٣٤	٦,٧١	٨٣٦	٢,٥٥
الطرق والمقاولات	١٣٨٤	٤,٤٤	١٨٧٩	٤,٤٢	٢٠٠٢	٤,٤٤	١٦٥٠	٣,٠١
الصناعة	١٦٣٧٦	٣٥,٤٨	١٥٦٨٥	٣٣,٩٩	١٥١٢٧	٣٢,٨٧	١٤٥٤٤	٣٤,٧٠
النقل	١١٤٧١	٣٣,٨٨	١١٤٠٨	٣٤,٩٨	١١٢٩٥	٣٤,٦٢	١١٧٢٨	٣٥,٩٤
الكهرباء	٢٦٨٢٩	٧٢,٣٧	٢٨٩٨٢	٧٩,٠٢	٢٩٣٠١	٨٠,٤٨	٣١٠٩٤	٨٥,٧٧
البترول	٥٢٤٨	١٤,٠٣	٤٩٦٣	١٣,٢٧	٤٨١٨	١٢,٩	٤١٥٣	١١,١٨
المنزلي/التجاري	٥٣٣٠	١٥,٥٦	٥٣٦٩	١٥,٥٩	٥٥٣٩	١٦,٠٤	٥٦١٤	١٦,٢
الإجمالي	٧١٦١٠	١٩١,٥٦	٧٣٢٣٠	١٩٦,٩٩	٧٣٠٤٤	١٩٧,١٤	٧٣٣٥٨	٢٠١,٣٤

وحدة الاستهلاك: ألف طن — وحدة الانبعاث: مليون طن

البيان	٢٠١٦/٢٠١٥		٢٠١٧/٢٠١٦		٢٠١٨/٢٠١٧		٢٠١٩/٢٠١٨	
	الاستهلاك	الانبعاثات	الاستهلاك	الانبعاثات	الاستهلاك	الانبعاثات	الاستهلاك	الانبعاثات
السياحة	٣٧٥٨	١٢,٠٦	٣٩٢٦	١٢,٠٦	٣٨٠٢	١٢,٢٠	٣٧٩٣	١٢,١٧
الزراعة والري	٨٥٤	٢,٥٦	٨٧٩	٢,٦٨	٨٤٩	٢,٥٩	٨٤٦	٢,٥٩
الطرق والمقاولات	١٩٣٤	٣,٠٣	١٩٧٧	٣,١٦	١٨٤٥	٣,٠٦	١٩٨٢	٣,٠٦
الصناعة	١٤٣٥٥	٣١,٧٨	١٥٤١٦	٣٢,٢١	١٥٣٢٢	٣٠,٧٣	١٥٦٣٩	٣٠,٨٠
النقل	١٢١٤٤	٣٧,٢١	١٢٦٥٦	٣٨,٨٣	١٢٣٠٦	٣٧,٧٥	١٢٤٤٥	٣٨,٢٠
الكهرباء	٣٣٠٨١	٩١,٥٥	٣٣٢٨٠	٩٠,٨٧	٣٣٩٠٥	٩١,٣١	٣١٣٩٦	٨٣,٢٢
البترول	٤٢٢٢	١١,٣٣	٥٢٤٩	١٢,٤٨	٥٢٤٨	١٢,٢٩	٤٥٠٦	١٣,٠٠
المنزلي/التجاري	٥٧٨٢	١٦,٦٨	٥٩٥٧	١٧,١٣	٥٨٥٣	١٦,٨٠	٥٨٩٣	١٦,٨٣
الإجمالي	٧٦١٣٠	٢٠٦,٢٠	٧٩٣٤٠	٢٠٩,٤٢	٧٩١٣٠	٢٠٦,٨	٧٦٥٠٠	١٩٩,٨٧

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، التقرير السنوي لإحصاءات البيئة، أعداد مختلفة، القاهرة - بيانات عام ٢٠١٩/٢٠١٨، الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، مصر في أرقام ٢٠٢١، القاهرة، مارس ٢٠٢١.

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

- قطاعات النشاط الاقتصادي المختلفة في مصر ينتج عنها انبعاثات من غاز ثاني أكسيد الكربون والذي يعد من غازات الاحتباس الحراري، ولكن من أكثر القطاعات التي ينتج عنها انبعاثات لهذا

الغاز هي الكهرباء، والنقل، والصناعة، وذلك خلال الفترة (٢٠١١/٢٠١٢-٢٠١٨/٢٠١٩)، ولكن قطاع الكهرباء يأتي في المرتبة الأولي من حيث كمية الانبعاثات بحجم ٧٢,٣٧ مليون طن في عام ٢٠١١/٢٠١٢ وأخذت الكميات تتزايد خلال هذه الفترة حتى بلغت ٨٣,٢٢ مليون طن في عام ٢٠١٨/٢٠١٩، ولكن أكبر كمية انبعاثات خلال هذه الفترة كانت في عام ٢٠١٥/٢٠١٦ بمقدار ٩١,٥٥ مليون طن، ثم انخفضت بنسبة ٠,٧% في عام ٢٠١٦/٢٠١٧، بالرغم من زيادة الاستهلاك من المنتجات البترولية والغاز الطبيعي في هذا العام بنسبة ٠,٦% عن عام ٢٠١٥/٢٠١٦.

- زيادة الانبعاثات ترجع إلى زيادة استهلاك قطاع الكهرباء من المنتجات البترولية والغاز الطبيعي خلال الفترة (٢٠١١/٢٠١٢-٢٠١٨/٢٠١٩)، فبلغ مقدار الاستهلاك من المنتجات البترولية والغاز الطبيعي ٢٦٨٢٩ ألف طن في عام ٢٠١١/٢٠١٢ وأخذ يتزايد مقدار الاستهلاك حتى بلغ ٣٣٩٠٥ ألف طن في عام ٢٠١٧/٢٠١٨، ويرجع ذلك إلى زيادة إنتاج الكهرباء لمواجهة أزمة الكهرباء التي مرت بها مصر في بداية الفترة، والتي بلغت أقصاها في عام ٢٠١٣/٢٠١٤ بسبب تقادم وحدات إنتاج الطاقة، ومحدودية الامداد بالوقود لتشغيل محطات توليد الكهرباء التقليدية مما أدى إلى حدوث انقطاعات يومية للكهرباء (هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠١٥، ص٤)، وكذلك تأخر إنشاء الوحدات الكهربائية، وتأخر إجراء الصيانة لوحدات ومحطات الكهرباء بسبب ثورة ٢٠١١، حتي بلغ العجز ٦ آلاف م. وات يوميًا في عام ٢٠١٤ (https://attaqa.net)، وتعرض مكونات الشبكة الكهربائية لبعض الاعتداءات والأعمال التخريبية الناتجة عن الاضطرابات السياسية في أعقاب ثورة يناير ٢٠١١ (https://gate.ahram.org.eg).

- كما يرجع سبب زيادة استهلاك قطاع الكهرباء من المنتجات البترولية والغاز الطبيعي بعد عام ٢٠١٣/٢٠١٤ إلى زيادة إنتاج الكهرباء لمواكبة ما تشهده مصر من مشروعات تنموية في المجالات كافة، وزيادة الطلب على الطاقة الكهربائية الناتجة عن الزيادة السكانية (http://www.moee.gov.eg)، ولكن انخفضت كمية استهلاك قطاع الكهرباء من المنتجات البترولية والغاز الطبيعي في عام ٢٠١٨/٢٠١٩ حتى بلغت ٣١٣٩٦ ألف طن، ويرجع ذلك إلى ما تستهدفه مصر من ترشيد استخدام مصادر الطاقة التقليدية في إطار التخطيط العام للطاقة، وزيادة مساهمة مصادر الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء والوصول بمشاركة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة إلى٢٠% بحلول عام ٢٠٢٢ مع إمكانية مضاعفتها في عام ٢٠٣٥ (هيئة الطاقة الجديدة

والمتجددة، ٢٠١٩، ص٥)، ومن ثم نجد أن كمية الوفر في استهلاك الوقود ترجع إلى استغلال المصادر المائية وطاقة الرياح والطاقة الشمسية.

وينبغي أن نشير إلى أن مزيج الطاقة في مصر غير آمن لأن الوقود الأحفوري (الغاز الطبيعي والمازوت) يمثل حوالي ٩٥% من إجمالي احتياجات الطاقة في مصر، كما يمثل نسبة ٩١% من الوقود المستخدم في إنتاج الكهرباء في مصر، مما أدى إلى إعادة النظر في تنويع مصادر الطاقة بالشكل الذي يعظم الاستفادة من الموارد المحلية، والتي تتمتع بالاستدامة والاستقرار في الأسعار، وهو ما يميز مشروعات إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة، مع الأخذ في الاعتبار ثراء مصر من هذه الموارد لمواجهة الزيادة في الطلب على الطاقة الكهربائية، خاصة أن اقتصاديات وتكلفة إنتاج الكهرباء من طاقة الرياح ونظم الخلايا الفوتو فولتية أصبحت منافسا للكهرباء المنتجة من الوقود الأحفوري، وتساهم في خفض الانبعاثات الملوثة للبيئة (هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠١٥، ص٣).

- مصادر توليد الكهرباء في مصر

يتم توليد الكهرباء في مصر من العديد من المصادر، فتنتج محطات الطاقة الحرارية حوالي ٩٢% من الكهرباء، وتعتمد في إنتاجها على الوقود الأحفوري كالغاز الطبيعي وبعض مشتقات البترول كالمازوت والسولار. ويوجد ثلاثة أنواع من المحطات الحرارية هي المحطات الغازية والمحطات البخارية ومحطات الدورة المركبة، حيث تعمل المحطات الغازية عن طريق حرق الغاز الطبيعي واستخدامه مباشرة في تحريك توربين لتوليد الكهرباء، وتستخدم المحطات البخارية الطاقة الحرارية من حرق الوقود لإنتاج البخار كوسيط لتشغيل التوربينات، وتستخدم محطات الدورة المركبة الطريقتين معًا، حيث يتم حرق الغاز الطبيعي واستخدامه في توربينة غازية وعند خروجه يستغل حرارة العادم في إنتاج بخار لتشغيل التوربينات (https://eipr.org)، كما يتم توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة المائية، وطاقة الرياح والطاقة الشمسية.

ويوضح الجدول رقم (٢)، تطور كمية الطاقة المولدة من الكهرباء طبقا لنوع التوليد في مصر، ونسبة مساهمة كل نوع منها في إجمالي كمية الطاقة المولدة من الكهرباء في مصر خلال الفترة (٢٠١٢/٢٠١١-٢٠٢٠/٢٠١٩).

جدول رقم (٢)

تطور كمية الطاقة المولدة من الكهرباء طبقا لنوع التوليد في مصر خلال الفترة (٢٠١٢/٢٠١١-٢٠٢٠/٢٠١٩)

الكمية بالجيجا وات ساعة (ج.و.س)

السنة / الطاقة	٢٠١١/ ٢٠١٢	٢٠١٢/ ٢٠١٣	٢٠١٣/ ٢٠١٤	٢٠١٤/ ٢٠١٥	٢٠١٥/ ٢٠١٦	٢٠١٦/ ٢٠١٧	٢٠١٧/ ٢٠١٨	٢٠١٨/ ٢٠١٩	٢٠١٩/ ٢٠٢٠
الحرارية	١٢٩٣٦١	١٣٥٤٧٤	١٣٨٧٩٥	١٤٤٩٩٥	١٥٧٠٥٦	١٦١٦١٨	١٦٩٣٨٠	١٨٢١٧٩	١٧٣٥٠٠
المائية	١٢٩٣٤	١٣١٢١	١٣٣٥٢	١٣٨٢٢	١٣٥٤٥	١٢٨٤٩	١٢٧٢٦	١٣١٢١	١٥٠٣٨
الرياح	١٥٢٥	١٢٦٠	١٣٣٢	١٤٤٤	٢٠٥٨	٢٢٠٠	٢٣٣٤	٣٠١٨	٤٢٣٣
الشمسية	٤٧٩	٢٣٧	١١٤	٠	١٦٨	٥٨٠	٥٣٧	١٥٢٥	٤٤٣٠
الإجمالي	١٤٤,٢٩٩	١٥٠,٠٩٢	١٥٣,٥٩٣	١٦٠,٢٦١	١٧٢,٨٢٧	١٧٧,٢٤٧	١٨٤,٩٧٧	١٩٩,٨٤٣	١٩٧,٢٠١
الحرارية %	٨٩,٦	٩٠,٢	٩٠,٤	٩٠,٤	٩٠,٨	٩١,٣	٩١,٦	٩١,١	٨٧,٩
المائية %	٩,٠	٨,٧	٨,٧	٨,٦	٧,٨	٧,٢	٦,٩	٦,٦	٧,٦
الرياح %	١,١	٠,٨	٠,٨	٠,٩	١,١	١,٢	١,٣	١,٥	٢,١
الشمسي%	٠,٣	٠,٢	٠,١	٠,١	٠,٣	٠,٣	٠,٢	٠,٨	٢,٢

المصدر: وزارة الكهرباء والطاقة، الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي، القاهرة، اعداد مختلفة، متاح على موقع وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة http://www.moee.gov.eg

- النسب حسبت بمعرفة الباحثة.

يوضح الجدول السابق رقم (٢) ما يلي:

- الزيادة المستمرة في إجمالي الطاقة المولدة من الكهرباء في مصر خلال الفترة (٢٠١٢/٢٠١١-٢٠٢٠/٢٠١٩) من ١٤٤٢٩٩ ج.و.س في عام ٢٠١٢/٢٠١١ إلى ١٩٩٨٤٣ ج.و.س في عام ٢٠١٨ /٢٠١٩. ويرجع ذلك إلى صيانة محطات توليد الكهرباء، وتنفيذ عمليات الإحلال والتجديد اللازمة لها، مع الالتزام بتعليمات المركز القومي للتحكم في الشبكة الكهربائية الموحدة، وعلى الأخص فيما يتعلق بتحميل وصيانة وحدات التوليد، بما يتفق مع مقتضيات التشغيل الاقتصادي وذلك لضمان التشغيل الأمثل من النواحي الفنية والاقتصادية (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠١٩/٢٠١٨، ص١٦). وكذلك زيادة الطلب على الكهرباء بسبب المشروعات التنموية التي تقوم بها مصر في المجالات المختلفة، فضلا عن النمو السكاني واختلاف أنماط الاستهلاك والتي تمثل جميعها عوامل رئيسية في زيادة الطلب على الطاقة (http://www.moee.gov.eg). ولكنها انخفضت في عام ٢٠٢٠/٢٠١٩ وبلغت ١٩٧٢٠١ ج.و.س، بمعدل نمو ١,٣% عن العام السابق، وذلك لانخفاض الطاقة المولدة من الكهرباء من الطاقة الحرارية والتي كانت تمثل ١٨٢١٧٩ ج.و.س في عام ٢٠١٩/٢٠١٨، ثم بلغت ١٧٣٥٠٠ ج.و.س في عام ٢٠٢٠/٢٠١٩.

- الزيادة المستمرة في توليد الكهرباء في مصر عن طريق الطاقة الحرارية خلال الفترة (٢٠١٢/٢٠١١- ٢٠١٩/٢٠١٨)، حيث كانت تمثل ١٢٩٣٦١ ج.و.س في عام ٢٠١٢/٢٠١١،

وأخذت تتزايد حتى بلغت ١٨٢١٧٩ ج.و.س في عام ٢٠١٩/٢٠١٨، ويرجع ذلك لاعتماد مصر بشكل كبير في توليد الكهرباء على محطات الطاقة الحرارية والتي تنتج ما نسبة من ٩٠% إلى ٩٢% من إجمالي الطاقة الكهربائية في مصر كما يتضح من الجدول السابق، ولكنها انخفضت في عام ٢٠٢٠/٢٠١٩ بمعدل ٤,٧% عن عام ٢٠١٩/٢٠١٨، ويرجع ذلك إلى تكهين وحدتين بمحطة كفر الدوار بإجمالي قدرة اسمية ٢x١١٠م. وات (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠٢٠/٢٠١٩، ص٢١).

– توليد الكهرباء عن طريق الطاقة المائية أخذت تتذبذب ما بين الارتفاع والانخفاض خلال فترة الدراسة فكانت تمثل ١٢٩٣٤ ج.و.س في عام ٢٠١٢/٢٠١١ واخذت تتزايد بعد ذلك حتى بلغت ١٣٨٢٢ ج.و.س في عام ٢٠١٥/٢٠١٤ وهي أعلى قيمة خلال الفترة السابقة، ثم أخذت تقل خلال الفترة (٢٠١٦/٢٠١٥– ٢٠١٨/٢٠١٧)، ثم زادت في العامين التاليين حيث بلغت ١٣١٢١ ج.و.س في عام ٢٠١٩/٢٠١٨، ثم بلغت ١٥٠٣٨ ج.و.س في عام ٢٠٢٠/٢٠١٩، بمعدل زيادة ١٤,٦% عن العام السابق، كما يتضح من الجدول أن نسبة الطاقة الكهربائية المولدة عن طريق الطاقة المائية إلى إجمالي المصادر الأخرى خلال فترة الدراسة تتراوح ما بين أعلى نسبة ٩% في عام ٢٠١٢/٢٠١١، وأقل نسبة ٦,٦% في عام ٢٠١٩/٢٠١٨.

– الكهرباء المولدة عن طريق طاقة الرياح خلال فترة الدراسة كانت تمثل ١٥٢٥ ج.و.س في عام ٢٠١٢/٢٠١١، ثم انخفضت في عام ٢٠١٣/٢٠١٢ حتى بلغت ١٢٦٠ ج.و.س بنسبة انخفاض ١٧,٤% عن العام السابق، ثم أخذت تتزايد خلال الفترة (٢٠١٤/٢٠١٣–٢٠٢٠/٢٠١٩)، حيث كانت تمثل ١٣٣٢ ج.و.س في عام ٢٠١٤/٢٠١٣ حتى بلغت ٤٢٣٣ ج.و.س في عام ٢٠٢٠/٢٠١٩، ويرجع ذلك لسياسة الحكومة المصرية التي تعتمد على تنويع مصادر الطاقة واعطاء أولوية لتنفيذ مشروعات توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة (هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠١٥، ص١٥)، والتخفيف من حدة التأثيرات البيئية لتوليد الطاقة القائمة على استخدامات الوقود الأحفوري (هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠١١/٢٠١٠، ص ص ٦–٧). كما نجد أن نسبة الكهرباء المولدة عن طريق طاقة الرياح خلال فترة الدراسة منخفضة وتتراوح ما بين أقل نسبة تمثل ٠,٨% في عامي ٢٠١٣/٢٠١٢، ٢٠١٤/٢٠١٣، وأعلى نسبة تمثل ٢,١% في عام ٢٠٢٠/٢٠١٩.

– توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية كانت تمثل ٤٧٩ ج.و.س في عام ٢٠١٢/٢٠١١ ثم أخذت تقل حتى بلغت ١١٤ ج.و.س في عام ٢٠١٤/٢٠١٣، وبعد ذلك أخذت تتزايد من ١٦٨ ج.و.س في عام ٢٠١٦/٢٠١٥ حتى بلغت ٤٤٣٠ ج.و.س في عام ٢٠٢٠/٢٠١٩، وذلك للتشغيل التجاري لعدد من محطات الطاقة الشمسية قطاع خاص. وارتفاع الطلب على الاستثمار في الطاقة

المتجددة سواء في مشروعات طاقة الرياح أو الطاقة الشمسية في عام ٢٠٢٠، إلى جانب زيادة الطاقة المنتجة من مشروعات الطاقة المتجددة بمختلف أنواعها (هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠٢٠، ص٥)، كذلك نجد أن نسبة الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية إلى إجمالي الطاقة الكهربائية خلال فترة الدراسة تتراوح ما بين نسبة ٠,١% وهي أقل نسبة في عامي ٢٠١٣/٢٠١٤، ٢٠١٤/٢٠١٥، وأعلى نسبة تمثل٢,٢% في عام ٢٠١٩/٢٠٢٠.

مما سبق يتضح أن قطاع الكهرباء في مصر في السنوات الأخيرة من فترة الدراسة يتجه إلى الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة لتوليد الكهرباء نظرًا لما تتمتع به من مزايا، وسوف يوضح الجدول التالي رقم (٣) تطور كمية الطاقة المولدة من الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة ونسبة مساهمتها في توليد الكهربائية في مصر خلال الفترة (٢٠١٠/٢٠١١-٢٠١٩/٢٠٢٠).

جدول رقم (٣)

تطور كمية الطاقة المولدة من الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة ونسبة مساهمتها في توليد الكهربائية في مصر خلال الفترة (٢٠١٠/٢٠١١-٢٠١٩/٢٠٢٠)

الكمية جيجاوات ساعة (ج.و.س)

السنة	الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة المائية	معدل نمو الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة المائية	نسبة الطاقة المائية من اجمالي الطاقة المتجددة	الطاقة الكهربائية المولدة من طاقة رياح	معدل نمو الطاقة الكهربائية المولدة من طاقة الرياح	نسبة طاقة الرياح من اجمالي الطاقة المتجددة	الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة الشمسة	معدل نمو الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة الشمسية	نسبة الطاقة الشمسية من اجمالي الطاقة المتجددة	إجمالي الطاقة المتجددة	معدل نمو إجمالي الطاقة المتجددة
٢٠١٠/٢٠١١	١٣٠٤٦	١,٤	٨٨,٤	١٤٨٥	٣١,١	١٠,١	٢١٩	–	١,٥	١٤٧٥٠	–
٢٠١١/٢٠١٢	١٢٩٣٤	-٠,٨	٨٦,٦	١٥٢٥	٢,٧	١٠,٢	٤٧٩	١١٨,٧	٣,٢	١٤٩٣٨	١,٣
٢٠١٢/٢٠١٣	١٣١٢١	١,٤	٨٩,٨	١٢٦٠	-١٧,٤	٨,٦	٢٣٧	-٥٠,٥	١,٦	١٤٦١٨	-٢,١
٢٠١٣/٢٠١٤	١٣٣٥٢	١,٨	٩٠,٢	١٣٣٢	٥,٧	٩,٠	١١٤	-٥١,٩	٠,٨	١٤٧٩٨	١,٢
٢٠١٤/٢٠١٥	١٣٨٢٢	٣,٥	٩٠,٥	١٤٤٤	٨,٤	٩,٥	٠	-١٠٠,٠	٠	١٥٢٦٦	٣,٢
٢٠١٥/٢٠١٦	١٣٥٤٥	-٢,٠	٨٥,٩	٢٠٥٨	٤٢,٥	١٣,٠	١٦٨	–	١,١	١٥٧٧١	٣,٣
٢٠١٦/٢٠١٧	١٢٨٥٠	-٥,١	٨٢,٢	٢٢٠٠	٦,٩	١٤,١	٥٨٠	٢٤٥,٢	٣,٧	١٥٦٢٩	-٠,٩
٢٠١٧/٢٠١٨	١٢٧٢٦	-٠,٩	٨١,٦	٢٣٣٤	٦,١	١٥,٠	٥٣٧	-٧,٤	٣,٤	١٥٥٩٧	-٠,٢
٢٠١٨/٢٠١٩	١٣١٢١	٣,١	٧٤,٣	٣٠١٨	٢٩,٣	١٧,١	١٥٢٥	١٨٣,٩	٨,٦	١٧٦٦٤	١٣,٣
٢٠١٩/٢٠٢٠	١٥٠٣٨	١٤,٦	٦٣,٤	٤٢٣٣	٤٠,٣	١٧,٩	٤٤٣٠	١٩٠,٥	١٨,٧	٢٣٧٠١	٣٤,٢

– المصدر: وزارة الكهرباء والطاقة، الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي، القاهرة، اعداد مختلفة، متاح على موقع وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة http://www.moee.gov.eg

– النسب حسبت بمعرفة الباحثة

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

– هناك زيادة في كمية الكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة في مصر خلال الفترة (٢٠١٠/٢٠١١-٢٠١٩/٢٠٢٠)، حيث كانت تمثل ١٤٧٥٠ ج.و.س في عام ٢٠١٠/٢٠١١،

وزادت حتى بلغت ٢٣٧٠١ ج.و.س في عام ٢٠٢٠/٢٠١٩، بمعدل نمو بلغ ٣٤,٢% في عام ٢٠٢٠/٢٠١٩، بزيادة تمثل ٢٠,٩% عن عام ٢٠١٩/٢٠١٨، ويرجع ذلك للأهمية التي توليها مصر لمصادر الطاقة المتجددة لتوليد الكهرباء وفقًا لاستراتيجيتها ٢٠٣٥، حيث قام قطاع الكهرباء والطاقة بوضع استراتيجيات متكاملة للطاقة الكهربائية تعتمد على الاستخدام الأمثل لمصادر الطاقة المتاحة، وتنويع مصادر إنتاج الطاقة الكهربائية مع تعظيم الاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة وتحسين كفاءتها، بما يحقق التنمية المستدامة (http://www.moee.gov.egs).

– معدل نمو الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة المائية يتذبذب ما بين الارتفاع والانخفاض فكان –٠,٨% في عام ٢٠١٢/٢٠١١، ويرجع ذلك لانخفاض الطاقة المائية المولدة من السد العالي، وخزان أسوان (٢)، ومحطة نجع حمادي الجديدة، بمعدلات بلغت –٠,٩%، –٤%، –١,٧% على التوالي في عام ٢٠١٢/٢٠١١ عن عام ٢٠١١/٢٠١٠ (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠١٢/٢٠١١، ص٢٠)، كما انخفض معدل نمو الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة المائية وبلغ –٢,٠% في عام ٢٠١٦/٢٠١٥، ويرجع ذلك لانخفاض الطاقة المائية المولدة من السد العالي، وخزان أسوان (٢)، بمعدلات بلغت ٣,٣%، ٢,٨% على التوالي في عام ٢٠١٦/٢٠١٥ عن عام ٢٠١٥/٢٠١٤ (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠١٦/٢٠١٥، ص٢٦)، كما بلغ معدل نمو الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة المائية –٥,١% في عام ٢٠١٧/٢٠١٦، وذلك لانخفاض الطاقة المائية المولدة من السد العالي، وخزان أسوان (١)، ومحطة قناطر أسنا، بمعدلات بلغت ٦,٦%، ٥,٦%، ١,٢% على التوالي في عام ٢٠١٧/٢٠١٦ عن عام ٢٠١٦/٢٠١٥ (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠١٧/٢٠١٦، ص٣١)، كما بلغ المعدل نسبة –٠,٩% في عام ٢٠١٨/٢٠١٧، لانخفاض الطاقة المائية المولدة من محطة السد العالي، وخزان أسوان (١)، ومحطة قناطر أسنا، ومحطة نجع جمادي، بمعدلات بلغت ١,٣%، ٥,٨%، ٣,٨%، ٠,٢% على التوالي في عام ٢٠١٨/٢٠١٧ عن عام ٢٠١٧/٢٠١٦ (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠١٨/٢٠١٧، ص٢٩)، وارتفع معدل نمو الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة المائية حتى بلغ نسبة ١٤,٦% في عام ٢٠٢٠/٢٠١٩ بمقدار زيادة تمثل ١١,٥% عن عام ٢٠١٩/٢٠١٨، ويرجع ذلك للتشغيل التجاري لمحطة أسيوط المائية بقدرة ٣٢ م. وات في يونيو ٢٠١٨ (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠١٨/٢٠١٧، ص٢١). وينبغي أن نشير إلى أنه لا يمكن الاستفادة من القدرات الاسمية بالكامل للمحطات المائية، بسبب اعتمادها على كميات تصريف الري والمحددة من قبل

وزارة الموارد المائية والري، بجانب تأثير سرعة الرياح والسطوع الشمسي على الطاقات المتجددة (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠١٦/٢٠١٧، ص١٧).

– هناك تذبذب في نسبة مساهمة الطاقة المائية في توليد الكهرباء إلى إجمالي الطاقة المتجددة في مصر خلال فترة الدراسة، حيث كانت تمثل ٨٨,٤% في عام ٢٠١٠/٢٠١١، وأخذت تتزايد حتى بلغت ٩٠,٥% في عام ٢٠١٤/٢٠١٥، ثم انخفضت حتى بلغت نسبة ٦٣,٤% في عام ٢٠١٩/٢٠٢٠، بنسبة انخفاض ١٠,٩% عن عام ٢٠١٨/٢٠١٩. ويرجع ذلك لزيادة نسبة مساهمة طاقة الرياح، والطاقة الشمسية في توليد الكهرباء في مصر إلى جانب الطاقة المائية.

– معدل نمو الطاقة الكهربائية المولدة من طاقة الرياح خلال فترة الدراسة يتذبذب ما بين الارتفاع والانخفاض حيث كان يمثل ٣١,١% في عام ٢٠١٠/٢٠١١، نتيجة لقيام هيئة الطاقة المتجددة بتنفيذ مشروعات محطات رياح بخليج السويس بقدرة ٤٩٠ م. وات ومرتبطة بالشبكة بمنطقة خليج السويس والزعفرانة وذلك في عام ٢٠٠٩/٢٠١٠ (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠٠٩/٢٠١٠، ص٢٨)، كما قامت الهيئة بتشغيل محطات رياح بقدرة ٥٤٧ م. وات في عام ٢٠١٠/٢٠١١ (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠١٠/٢٠١١، ص٢٨). كما بلغ معدل النمو نسبة ٥,٧% في عام ٢٠١٣/٢٠١٤، ٨,٤% في عام ٢٠١٤/٢٠١٥، ويرجع ذلك إلى أن القدرة الفعلية لطاقة الرياح تتغير طبقًا لسرعة الرياح (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠١٣/٢٠١٤، ص١٥)، وارتفع معدل نمو الطاقة الكهربائية المولدة من طاقة الرياح في عام ٢٠١٥/٢٠١٦، حتى بلغ ٤٢,٥% وذلك للتشغيل التجاري لقدرة ٢٠٠ م. وات طاقة رياح بجبل الزيت في يناير ٢٠١٦ (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠١٥/٢٠١٦، ص١٩)، ثم انخفض معدل النمو حتى بلغ ٦,٩%،٦,١% على التوالي خلال عامي ٢٠١٦/٢٠١٧، ٢٠١٧/٢٠١٨، ثم زاد حتى بلغ ٢٩,٣% في عام ٢٠١٨/٢٠١٩ نتيجة للتشغيل التجاري لمزرعة رياح جبل الزيت (٢) بقدرة ٢٢٠ م. وات في يونيو ٢٠١٨ (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠١٧/٢٠١٨، ص٢١)، ثم بلغ معدل نمو الطاقة الكهربائية المولدة من طاقة الرياح نسبة ٤٠,٣% في عام ٢٠١٩/٢٠٢٠، وذلك لمساهمة مزارع الرياح بقدرة ١٣٧٥ م. وات، حيث ساهمت محطة رياح الزعفرانة بقدرة مركبة ٥٤٥ م. وات، ومجمع رياح جبل الزيت بقدرة مركبة ٥٨٠ م. وات، وكذلك تشغيل أول مشروع طاقة رياح قطاع خاص بنظام البناء والتملك والتشغيل BOO بخليج السويس بقدرة ٢٥٠ م. وات (هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠٢٠، ص١٤).

– زيادة نسبة مساهمة طاقة الرياح في توليد الكهرباء إلى إجمالي الطاقة المتجددة في مصر خلال فترة الدراسة حيث كانت تمثل نسبة ١٠,١% في عام ٢٠١١/٢٠١٠، ثم بلغت نسبة ١٧,٩% في عام ٢٠٢٠/٢٠١٩، باستثناء الانخفاض الذي حدث في عام ٢٠١٣/٢٠١٢ حيث كانت تمثل نسبة ٨,٦%. وهذا يوضح زيادة مساهمة طاقة الرياح في توليد الطاقة الكهربائية في مصر.

– هناك زيادة في معدل نمو الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة الشمسية في مصر في عام ٢٠١٢/٢٠١١ حيث بلغ ١١٨,٧% وذلك للتشغيل التجاري لمشروع أول محطة شمسية حرارية لتوليد الكهرباء بالكريمات في ٢٠١١/٦/٣٠ والتي تعمل بنظام مزدوج للتوليد الشمسي/ الحراري باستخدام تكنولوجيا المركزات الشمسية بالارتباط مع الدورة المركبة التي تستخدم الغاز الطبيعي كوقود وبقدرة ١٤٠ م. وات منها ٢٠ م. وات قدرة المكون الشمسي، وبلغت كمية الطاقة المنتجة من المحطة حوالى ٤٧٩ ج.و.س (هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠١٢/٢٠١١، ص٢٢)، ولكن معدل النمو انخفض وبلغ نسب سالبة خلال الفترة (٢٠١٣/٢٠١٢–٢٠١٥/٢٠١٤)، ولكنه زاد بعد ذلك حتى بلغ ٢٤٥,٢% في عام ٢٠١٧/٢٠١٦، نتيجة ارتفاع اجمالي الطاقة المولدة من محطة الكريمات الشمسية الحرارية، ثم زاد في عام ٢٠١٩/٢٠١٨ حتى بلغ ١٨٣,٩%، نتيجة لمشروعات الطاقة الشمسية المنفذة بقدرة ٣٠٠ م. وات، منها مشروعات من قبل هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة وهي المحطة الشمسية الحرارية CSP بالكريمات بقدرة ١٤٠ م. وات، ومحطة خلايا شمسية (PV) لا مركزية بقدرة ٣٢ م. وات، ومشروعات من قبل القطاع الخاص وهي محطة خلايا شمسية بقدرة ٦٠ م. وات، بنظام صافي القياس Net Metering وهي مشروعات ينفذها القطاع الخاص لتغذية أحماله المرتبطة بالشبكة حتى قدرة ٢٠ م. وات مع إجراء تسوية بين ما يستهلكه من الشبكة وما ينتجه من محطة الخلايا الشمسية، وكذلك تشغيل محطة خلايا شمسية (PV) بنبان قطاع خاص بقدرة ٥٠ م. وات بنظام تعريفة التغذية FIT (Feed in Tariff)(هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠١٩، ص١١)، وهي آلية تشجيع إنتاج الكهرباء من مصادر متجددة بحيث تقوم شركات الكهرباء، بشراء الطاقة من منتجيها بسعر معلن مسبقًا يحقق عائد جاذب للاستثمار من خلال اتفاقيات شراء الطاقة طويلة الأجل، وتستمر حتى نهاية العمر الافتراضي للمشروع ٢٥ سنة لمشروعات الطاقة الشمسية (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠١٧/٢٠١٦، ص٥٤)، كما زاد معدل النمو أيضًا في عام ٢٠٢٠/٢٠١٩ حتى بلغ ١٩٠,٥%، نتيجة لمشاركة القطاع الخاص في تنفيذ مشروعات توليد الكهرباء حيث أكتمل إنشاء وتشغيل مجمع بنبان للطاقة الشمسية بقدرة ١٤٦٥

م. وات بنظام تعريفة التغذية، وحصل المشروع على جائزتين عالميتين جائزة Global Award لعام ٢٠١٧، وجائزة البنك الدولي ٢٠١٨ (هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠١٩، ص١)، وبلغت استثمارات القطاع الخاص في مجمع بنبان٢,٢ مليار دولار، مما ساهم في دفع ترتيب مصر على المؤشرات ذات الصلة؛ تغير المناخ والطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠١٩، ص١)، كما تم التشغيل التجاري لمحطة كوم أمبو (PV) بإجمالي ٢٦ م. وات في إبريل ٢٠٢٠ (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠١٩/٢٠٢٠، ص٢١).

– هناك تذبذب في نسبة مساهمة الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء في مصر إلى إجمالي الطاقة المتجددة خلال الفترة (٢٠١٠/٢٠١١–٢٠١٩/٢٠٢٠)، حيث كانت أقل نسبة تمثل ٠,٨% في عام ٢٠١٣/٢٠١٤، وأعلى نسبة تمثل ١٨,٧% في عام ٢٠١٩/٢٠٢٠ بنسبة زيادة تمثل ١٠,١% عن عام ٢٠١٨/، ومن ثم نجد ارتفاع نسبة مساهمة الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء في مصر عن طاقة الرياح بنسبة ٠,٩% في عام ٢٠١٩/٢٠٢٠.

مما سبق يتضح أنه على الرغم من أهمية الطاقة المتجددة في حفظ مصادر الوقود الاحفوري للأجيال القادمة وحماية البيئة من التلوث من خلال المساهمة في الحد من انبعاثات الغازات الضارة، وعلى الرغم من أن الطاقة الشمسية تعد أهم مصدر للطاقة النظيفة، كما أنها متوفرة بدون تكلفة ولا تنضب، وتعمل الدولة على الاستفادة منها وذلك من خلال أهم مشروعات الطاقة الشمسية وهو مجمع بنبان والذي يعد من أبرز استثمارات مصر في الطاقة المتجددة، حيث توصف المحطة بأنها أكبر محطة إنتاج طاقة شمسية في العالم، ويضم المجمع نحو ٣٢ محطة شمسية بقدرة تصل إلى ١٤٦٥م. وات، بما يعادل ٩٠% من الطاقة المنتجة من السد العالي، وبإجمالي استثمارات تبلغ ٢ مليار دولار، إلا أن نسبة مساهمة الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء في مصر تحتل المركز الثالث من بين مصادر الطاقة المتجددة بعد الطاقة المائية وطاقة الرياح. ولكن الحكومة المصرية تخطط لرفع إسهام قدرات الطاقة المتجددة لتصل إلى ٣٣% من إجمالي الكهرباء المنتجة على الشبكة الكهربائية في عام ٢٠٢٥، والعمل على رفع النسبة لتصل إلى ٤٨% في عام ٢٠٣٠، وزيادتها لتصل إلى ٥٥% من إجمالي الكهرباء المنتجة في عام ٢٠٤٠ ووفقاً لاستراتيجية الطاقة على المدى المتوسط (https://attaqa.net).

الخاتمة

أولًا: النتائج

تتمثل نتائج البحث فيما يلي:

١- إدماج الاقتصاد الأخضر ضمن استراتيجيات التنمية الاقتصادية يعمل على الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ومن ثم مواجهة تحديات تغير المناخ.

٢- الطاقة الشمسية تعد أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة والمتوفرة في مصر، وتعد من القواعد الاقتصادية المهمة في عملية التنمية الاقتصادية فهي أم الطاقات، وتستخدم في أنشطة مختلفة سواء كانت في شكل حرارة أو كهرباء أو ضوء.

٣- مساهمة الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء في مصر أخذت تتزايد منذ عام ٢٠١٥/٢٠١٦ بمعدل نمو بلغ ١٩٠,٥% في عام ٢٠١٩/٢٠٢٠، وذلك للأهمية التي توليها مصر للطاقة الشمسية في استراتيجية قطاع الكهرباء، فنسبة مساهمة الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء في مصر بلغت ١٨,٧% من إجمالي الطاقة المتجددة في عام ٢٠١٩/٢٠٢٠، فهي تأتي في المرتبة الثالثة بعد الطاقة المائية، وطاقة الرياح.

ثانيًا: التوصيات

يوصي البحث بما يلي:

١- تطوير التشريعات والأنظمة ومنح الحوافز اللازمة للتحول إلى الاقتصاد الأخضر.

٢- دراسة المزيج الأمثل لتوليد الكهرباء من المصادر المختلفة للطاقة، مع تغيير نسب المزج بين هذه المصادر لصالح إحلال الطاقة المتجددة محل الطاقة غير المتجددة.

٣- إصدار القوانين والتشريعات اللازمة لتشجيع استخدام وإنتاج الطاقة الشمسية ومنح المزايا والإعفاءات لمن يستخدمها.

٤- توفير التمويل للطاقة الخضراء، وتخصيص نسبة من ميزانية الدولة لدعم الابحاث المتخصصة في علوم ومجالات الطاقة الشمسية.

٥- توفير المناخ الاستثماري وتقديم المزيد من الحوافز لاستخدام الطاقة المتجددة الملائم ووضع السياسات التحفيزية لجذب المستثمرين في هذا المجال.

٦- التوسع في استبدال مصادر الطاقة المستخدمة بالمحطات الحرارية التقليدية لإنتاج الكهرباء، بالطاقة الحرارية الناتجة من تركيز الإشعاع الشمسي.

قائمة المراجع

أولًا: المراجع باللغة العربية

١- أحمد، وفاء سبع متولي، ٢٠٢٠، العلاقة بين الاقتصاد الأخضر والتنمية المستدامة من منظور إسلامي، ر.م غير منشورة، المعهد العالي للدراسات الإسلامية، وزارة التعليم العالي، القاهرة.

٢- إشـــتيوي، البهلـــول، ورقـــة عمـــل عـــن الاقتصـــاد الأخضـــر، منظمـــة العمـــل العربيـــة https://www.unescwa.org

٣- البربري، هند مرسي، وآخرون، ٢٠١٨، الطاقة المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة في ضوء التجارب الدولية دراسة حالة "مصر"، المركز الديمقراطي العربي للدراسات الاستراتيجية "الاقتصادية والسياسية"، برلين، ألمانيا.

٤- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء،٢٠٢١، مصر في أرقام ٢٠٢١، القاهرة.

٥- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، ٢٠١٥، دراسة مستقبل الطاقة الشمسية في مصر، القاهرة.

٦- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، التقرير السنوي لإحصاءات البيئة، أعداد مختلفة، القاهرة.

٧- الشرقاوي، ماجد أبو النجا، ٢٠١١، الأبعاد الاقتصادية لاستخدامات الطاقة الشمسية في جمهورية مصر العربية، مجلة مصر المعاصرة، العدد ٥٠٤، السنة مائة وثلاث، الجمعية المصرية للاقتصاد السياسي والاحصاء والتشريع، القاهرة.

٨- الشمري، هاشم مرزوق علي، وآخرون، ٢٠١٦، الاقتصاد الأخضر مسار جديد في التنمية المستدامة، دار الأيام للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

٩- الشيمي، معتز عزت عبد الغني، ٢٠١٥، الاقتصاد الأخضر: نحو إمكانيات استخدام الطاقة الشمسية لتحقيق التنمية المستدامة "بالتطبيق على مصر"، ر.م. غير منشورة، كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة.

١٠- المالكي، عبد الله بن محمد، نعساني، عبد المحسن عبد السلام، ٢٠١٧، التحول نحو الاقتصاد الأخضر: تجارب دولية، المجلة العربية للإدارة، المجلد السابع والثلاثون، العدد الرابع، المنظمة العربية للتنمية الإدارية، جامعة الدول العربية، القاهرة.

١١- الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠١١، التقرير الخاص بشأن مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ، جنيف، سويسرا.

١٢- الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، ٢٠١٩، آفاق الطاقة المتجددة في مصر، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة.

١٣- توات، نصر الدين، وآخرون، ٢٠١٩، الاقتصاد الأخضر في سياق التنمية المستدامة " مسارات التحول وآليات التمويل"، الملتقى الدولي الثامن حول: الاتجاهات الحديثة للتجارة الدولية وتحديات التنمية المستدامة نحو رؤى مستقبلية واعدة للدول النامية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي، الجزائر.

١٤- حسن، أحمد إبراهيم عبد العال، ٢٠١٨، الطاقة المتجددة والبديلة كمدخل للحفاظ على البيئة وتحقيق التنمية المستدامة، المؤتمر العلمي الخامس لكلية الحقوق " القانون والبيئة "، كلية الحقوق، جامعة طنطا.

١٥- خثير، شين، وردة، مزراق، ٢٠٢١، الاستثمار في الطاقات المتجددة كأداة لتحقيق التنمية المستدامة" استعراض لبعض تجارب الدول العربية النفطية في مجال الاستثمار في الطاقات المتجددة"، مجلة إليزا للبحوث والدراسات، المجلد السادس، العدد الأول، المركز الجامعي ايليزي، الجزائر.

١٦- خنفر، عايد راضي، ٢٠١٤، الاقتصاد البيئي " الاقتصاد الأخضر"، مجلة أسيوط للدراسات البيئية، العدد التاسع الثلاثون، مركز الدراسات والعلوم البيئية، جامعة أسيوط، مصر.

١٧- سالمان، عبد العاطي، النادي، محمد مصطفى، ٢٠١٨، أهمية الطاقة النووية للتنمية المستدامة والحفاظ على البيئة، مجلة البترول والعلوم والبيئة، العدد ٢١، معهد بحوث البترول المصري، القاهرة.

١٨- سامي، زعباط، رفيقة، بوقريقة، ٢٠٢٠، الاقتصاد الأخضر كأداة لتحقيق التنمية المستدامة "حالة الجزائر"، مجلة المال والأسواق، المجلد السابع، العدد الثالث، جامعة عبد الحميد بن باديس، مستغانم، الجزائر.

١٩- سيد، مها عيد عبد الستار، ٢٠١٣، الطاقة الجديدة والمتجددة ودورها في التنمية المستدامة للمناطق الريفية، ر.م غير منشورة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

٢٠- عبد الرؤوف، إبراهيم عبد الله، ٢٠١٣، الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة " دراسة تحليلية وتطبيقية على الطاقة الشمسية في مصر"، مجلة البحوث القانونية والاقتصادية، المجلد ٣، العدد ٥٤، كلية الحقوق، جامعة المنصورة.

٢١- عبد الغفار، نادية عواد، بخاري، عبلة عبد الحميد، ٢٠١٨، تخضير الوظائف في ظل التحول للاقتصاد الأخضر: بالتطبيق على المملكة العربية السعودية، المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة، المجلد ٤٨، العدد الرابع، كلية التجارة، جامعة عين شمس، القاهرة.

٢٢- كمال، نيفين، ٢٠١٥، إطار لرؤية مستقبلية لاستخدام مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر، سلسلة قضايا التخطيط والتنمية، رقم ٣٥١، معهد التخطيط القومي، القاهرة.

٢٣- مهينة وآخرون، أحمد محمد عبد الحميد، ٢٠١٨، مصادر الطاقة الكهربائية المتاحة في مصر والعالم، مجلة العلوم البيئية، المجلد الثالث والأربعون، الجزء الأول، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس، القاهرة.

٢٤- نور الهدى، ماحي، ٢٠١٤، التحول نحو الاقتصاد الأخضر كنموذج جديد من أجل تحقيق التنمية المستدامة " دراسة قطاع الطاقة الخضراء في الجزائر"، مجلة المال والأسواق، المجلد الثامن، العدد الثاني، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة عبد الحميد بن باديس، مستغانم، الجزائر.

٢٥- هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي، القاهرة، أعداد مختلفة.

٢٦- وهيبة، قحام، سمير، شرقرق، ٢٠١٦، الاقتصاد الأخضر لمواجهة التحديات البيئية وخلق فرص عمل " مشاريع الاقتصاد الأخضر في الجزائر"، مجلة البحوث الاقتصادية والمالية، العدد السادس، كلية العلوم الاقتصاد والعلوم التجارية وعلوم التيسير، جامعة العربي بن مهيدي، أم البواقي، الجزائر

٢٧- وزارة البيئة، جهاز شئون البيئة، الاقتصاد الأخضر. https://www.eeaa.gov.eg

٢٨- وزارة الكهرباء والطاقة، الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي، القاهرة، أعداد مختلفة.

٢٩- وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، ٢٠١٥، هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي، القاهرة.

٣٠- يوسف، سحر أحمد حسن، ٢٠٢٠، الطاقة المتجددة بين الواقع والمأمول خارطة الطريق، المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة، المجلد الخمسون، العدد الرابع، كلية التجارة، جامعة عين شمس، القاهرة.

ثانيًا: المراجع باللغة الإنجليزية

1- Dincer, Ibrahim, Zamfirescu, Calin, 2011, Sustainable Energy Systems and Applications, Springer, New York, USA.
2- ESCWA, 2013, Green Technologies in the Energy Sector for Climate Change Mitigation in the ESCWA Region, Economic and Social Commission for Western Asia, United Nations, New York .
3- Gasparato, Alexandros, et al, 2017, Renewable Energy and Biodiversity: Implications for Transitioning to a Green Economy, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 70.
4- Gea, Yeyanran , Zhib, Qiang , 2016, Literature Review:The Green Economy, Clean Energy Policy and Employment, Energy Procedia, Elsevier Ltd, Vol 88.
5- G Patterson, Murray, 1996, What is Energy Efficiency? Concepts, Indicators and Methodological Issues, Energy Policy, Vol. 24, No. 5, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
6- Introduction to the Green Economy Approach, https://www.un-page.org.
7- Jacobs, Michael, 2012, Green Growth: Economic Theory and Political Discourse, Working Paper No.92, Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, Centre for Climate Change Economics and Policy, University of Leeds, UK.
8- Okushima, Shinichiro, 2019, Understanding Regional Energy Poverty in Japan: A Direct Measurement Approach, Energy and Buildings, Elsevier.

9- United Nations Environment Programme, 2011, Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication, United Nations Environment.
10- United Nations Environment Programme, 2010, Green Economy Reports: A Preview, United Nations Environment.
11- Ziolo, Magdalena, et al, 2020, Link between Energy Efficiency and Sustainable Economic and Financial Development in OECD Countries, Energies, MDPI, Basel, Switzerland.

ثالثًا: مواقع على شبكة الانترنيت

1- https://attaqa.net.
2- https://baytdz.com.
3- https://ccpi-org.
4- https://egy-map.com.
5- https://eipr.org.
6- https://enterprise.press/ar/hardhats.
7- https://gate.ahram.org.eg
8- https://qafilah.com.
9- https://www.greeneconomycoalition.org.
10- http://www.iea.org.
11- http://www.ipcc.ch.
12- https://www.moee.gov.egs.
13- https://www.nrdc.org.
14- http://www.unep.org.
15- www.waveenergy.net.