جامعة مدينة السادات
معهد الدراسات والبحوث البيئية
مجلة الدراسات والبحوث البيئية

Journal of Environmental Studies and Researches (2024), 14(1):17-44

دور الطاقة المتجددة والطاقة الشمسية في تحقيق أهداف التنمية المستدامة

دنيا ربيع ، أحمد حسين بشير ، عصام جمال سليم غانم

معهد الدراسات والبحوث البيئية – جامعة مدينة السادات

ملخص:

تمثل انبعاثات الغازات الدفيئة (GHG) وثاني أكسيد الكربون (CO_2) تهديدًا كبيرًا للبيئة والاقتصاد وصحة الإنسان. لذلك ركزت الدراسة على إبراز أهمية الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في مصر، وإبراز دور الطاقة الشمسية في تحقيق التنمية المستدامة خاصة وأنها تعتبر من أهم مصادر الطاقات المتجددة التي تؤدي باستخدامها الي التقليل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ومن ثم تخفيف التأثر بتغير المناخ. ويؤكد سؤال البحث أنه على الرغم من وجود مصادر الطاقة التقليدية في مصر، وخاصة النفط الخام والغاز الطبيعي، إلا أن هذه الموارد قد تستنفذ ولا تتجدد. ومع ذلك، يتم استخدام هذه الموارد والذي يسبب خطر تلوث البيئة وظلم للأجيال القادمة، لذا فإن اجابة سؤال البحث كان هو تعظيم فرص الاستثمار في الموارد المتجددة في مصر من أجل أن تكون مستدامة وصديقة للبيئة. حيث تم إنشاء العديد من المشاريع باستخدام الطاقة الشمسية وطاقة الرياح و طالقة الكتلة الحيوية والطالقة المائية في مصر. وقد توصلت الدراسة إلى عدد من الاستنتاجات، أهمها أن مصر تولي اهتماما حقيقيا لقطاع الطاقة المتجددة من أجل الحصول على عدد من الفوائد ومن أهمها الطاقة الشمسية باعتبارها أحد مصادر الطاقة المتجددة وهي الحل الأمثل الحقيقي لتزويد الطاقة للعالم بشكل فعال ونظيف غير مضر بالبيئة ولتوسيع دور الاقتصاد المحلي وتنويع مصادر الدخل، فضلا عن الحد من ظاهرة تغير المناخ .وتم اقتراح في هذه الدراسة رفع الوعي البيئي للمواطن المصري والاهتمام بالبحث والتطوير في مجال الطاقة المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية، وتقديم الدعم المالي والمعنوي للمواطنين لاستخدام الطاقة الشمسية في المنزل.

الكلمات المفتاحية: التنمية المستدامة – الطاقة المتجددة – الطاقة الشمسية – غازات الاحتباس الحراري.

مقدمة:

أصبحت ظاهرة الاحتباس الحراري وتغير المناخ تحديات كبيرة في القرن الحادي والعشرين بسبب ارتفاع مستويات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، والتي تنتج في الغالب عن الأنشطة البشرية مثل حرق الوقود

الأحفوري وإزالة الغابات (Raihan, Begum, & Said, 2021, P321; Ali et al., 2022, p15) . إن أكثر غازات الدفيئة انتشارا ًفي الغلاف الجوي هو ثاني أكسيد الكربون (Hassan, Batool, et al., 2022a). أن الزيادة المستمرة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ستكون لها آثار كارثية على النظام المناخي العالمي، مما سيكون له بعد ذلك عواقب وخيمة على البيئة وصحة الإنسان (Isfat & Raihan, 2022).إن مفهوم حماية البيئة من التلوث هو مفهوم واسع ومتغير باستمرار لأن مجالات النشاط البشري متنوعة ومعقدة ومن المستحيل فهمها جميعًا لأن العالم والبيئة في تغير دائم علي المستوي المحلي والدولي، لذلك تتفاقم وتزداد المشاكل البيئية في العالم وفي مصر. وبسبب الزيادة في عدد السكان وزيادة الطلب ، فقد تسبب اعتماد البشر على الموارد الطبيعية ، والكثير من الاعتماد على الصناعة في أضرار بيئية مما خلق مخاوف من استنفاد الموارد الطبيعية وعدم ترك أي شيء لمستقبل الأجيال القادمة. مع زيادة الطلب العالمي على الطاقة التي تعتمد على الوقود الأحفوري حيث أن احتراق الوقود الأحفوري ينتج غازات الدفيئة؛ وينبعث حوالي 35% من الغازات الدفيئة من محطات توليد الطاقة القائمة (Maamoun et al., 2020)، بالإضافة إلى المشاكل الاقتصادية المتصاعدة ، فإننا نخلق أيضًا مشاكل وضغوطًا ضخمة على البيئة حيث يتم استنفاد المخزون العالمي من مصادر الطاقة التقليدية. دفع الاستخدام الواسع النطاق والتلوث الواسع العالم نحو الطاقة المتجددة كمصدر بديل للطاقة ، أي الطاقة التي يتم توليدها باستخدام الوقود الأحفوري وتكون مستدامة.

تعتبر الطاقة المتجددة مصدرًا نظيفًا للطاقة ويمكن أن يقلل الاستخدام الأمثل لهذه الموارد من التأثيرات البيئية الضارة على الناس والمناخ. الشمس هي مصدر كل الطاقة. الأشكال الرئيسية للطاقة الشمسية هي الحرارة والضوء. يتم تحويل أشعة الشمس والأشعة إلى طاقة شمسية لتوليد الكهرباء. توفر تقنيات الطاقة المتجددة فرصًا ممتازة لتقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتقليل الاحترار العالمي عن طريق استبدال مصادر الطاقة التقليدية. تحقق الطاقة المتجددة العديد من الأهداف البيئية والاقتصادية والصحية والاجتماعية، ولعل أهمها حماية البيئة. نظرا لنجاح العديد من التجارب العالمية ، خاصة بالنظر إلى معايير السلامة في مجال الطاقة المتجددة ، على الرغم من مزاياها العديدة. في عام 2015 ، تبنت جميع الدول الأعضاء في الأمم المتحدة أهداف التنمية المستدامة (SDGs) ، والمعروفة أيضًا باسم الأهداف العالمية السبعة عشر، والتي تدعو إلى اتخاذ إجراءات عالمية للقضاء على الفقر وحماية كوكب الأرض وضمان السلام والازدهار للجميع بحلول عام 2030 والت يتركز على الحاجة الملحة إلى طاقة نظيفة وغير مكلفة، والنمو الاقتصادي الشامل والطويل الأجل، والتقدم التكنولوجي كوسيلة لمكافحة تغير المناخ. وللوفاء باتفاقية باريس لتغير المناخ، تم وضع هذه الأهداف بهدف الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة وبناء مستقبل أكثر استدامة لكوكب الأرض (أهداف التنمية المستدامة 7 و8 و9 و13). وبهدف الوصول إلى 1.5 درجة مئوية، انضمت مصر إلى الجهود الدولية للحفاظ على معدل الاحتباس الحراري أقل بكثير من درجتين مئويتين. الأهداف السبعة عشر لإنقاذ العالم هي أهداف التنمية المستدامة ، وهي خطة لتحقيق مستقبل أفضل وأكثر استدامة للجميع. تتناول

هذه الأهداف التحديات العالمية التي نواجهها ، بما في ذلك تلك المتعلقة بالفقر وعدم المساواة والمناخ وتدهور البيئة والازدهار والسلام والعدالة. ومن المهم أيضًا تحقيق كل هدف بحلول عام 2030. تدعو أهداف التنمية المستدامة إلى اتخاذ إجراءات عالمية للقضاء على الفقر وحماية الأراضي وتحسين الحياة في جميع أنحاء العالم (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي ، 2023).

تم الدراسة من خلال دراسة العناصر التالية:

أولا: تأثير الطاقة والطاقة المتجددة.

ثانياً: اقتصاديات الطاقة المتجددة.

ثالثاً: التوجه العالمي لاستخدام الطاقة المتجددة للتنمية المستدامة.

رابعاً: التوجه العالمي للاستثمار في الطاقة المتجددة.

خامساً: الاتجاه العالمي نحو ضرائب الكربون لتشجيع استخدام الطاقة المتجددة.

سادساً: الطاقة المتجددة في مصر.

سابعاً: مشاريع الطاقة الشمسية في المدن الجديدة بمصر.

ثامناً: معوقات الطاقة الشمسية في مصر.

تاسعا: أهمية الطاقة المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة لمصر.

عاشراً: توجه مصر لتحقيق التنمية المستدامة وحماية البيئة.

أهمية الدراسة:

تنبع أهمية الدراسة الراهنة من خلال ما يلى:

وتبرز أهمية هذه الدراسة باعتبار أن الطاقة المتجددة هي أحد مصادر الطاقة الضرورية، ومن بينها الطاقة الشمسية التي يجب أن تحظى باهتمام خاص، خاصة في مصر باعتبارها بديلا متجددا ومستداما لمصادر الطاقة البديلة. وتسعى مصر إلى تحقيق التنمية المستدامة وخفض انبعاثات الكربون ومكافحة تغير المناخ والتحول إلى الاقتصاد الأخضر.

أ. ومن هنا تكمن أهمية هذه الدراسة من الناحية النظرية في أنها تظهر الجوانب المتعلقة بقيمة الطاقة المتجددة والطاقة الشمسيه لتحقيق التنمية المستدامة وهذا في ضوء قلة الدراسات التي تناولت مدي الوعي البيئي و الوعي بأهمية الطاقة المتجددة لتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

ب. وتستند أهمية هذه الدراسة على أسباب اقتصادية وبيئية. يكمن في أهمية الطاقة المتجددة، أحد أهم قطاعات هذا القرن، وأهمية الحصول على طاقة متجددة (نظيفة) مستدامة لضمان الأمن والامان في المستقبل.

إشكالية الدراسة وتساؤلاتها:

يمكن صوغ إشكالية الدراسة في سؤال رئيس مفاده : إلى أي مدى تسهم الطاقة المتجددة والطاقة الشمسية في تحقيق أهداف التنمية المستدامة؟

ولقد تفرع من هذا السؤال الرئيس تساؤلين هما:

السؤال الأول: ما هي الطاقة المتجددة لتكون مستدامة وصديقة للبيئة في مصر؟

السؤال الثاني: أثر الطاقة الشمسية في التنمية المستدامة؟

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الراهنة إلى ما يلى:

- رفع الوعي البيئي بالطاقة المتجددة واهميتها في تحقيق التنمية المستدامة والحفاظ على البيئة ورفع المستوي الاقتصادي وتحسين المستوي المعيشي والصحي.
- إيضاح أهمية الطاقة الشمسية وإبراز دورها في الحفاظ علي البيئة وتحقيق التنمية المستدامة.

منهج الدراسة وأدواتها:

تعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، وذلك لتحديد المعالم الرئيسية وكذلك الوسيلة الرئيسية لجمع الحقائق والبيانات هي الإطلاع الشخصي على مصادر البيانات المختلفة، بالإضافة إلى المراجعة التحليلية للمراجع العلمية من كتب ودراسات وأبحاث ودوريات ومؤتمرات تناولت موضوع الدراسة باللغتين العربية والأجنبية.

تم الاعتماد علي المنهج الوصفيفي تحديد المفاهيم ووصف الظواهر المتعلقة الطاقة المتجددةو الطاقة الشمسية.

وأيضا تم الاعتماد علي المنهج التحليلي كطريقة لتحليل البيانات والمعطيات المتوفرة وتبويبها بشكل جداول وأشكال كي يبرز أهمية الطاقة المتجددةو الطاقة الشمسية.

الدراسات السابقة:

في دراسة لكل من (Lanwar, et al., 2011) و (Owusu, et al., 2016) عن علاقة الطاقة المتجددة بالتنمية المستدامة والبيئية قيل أن من مزايا الطاقة المتجددة انها ترتبط بعلاقة مباشرة بالتنمية المستدامة وذلك من خلال أنها تستطيع تلبية الاحتياجات المحلية من السلع والخدمات المعتمدة عليها بدون أية انبعاثات أو ملثات للبيئة المحيطة وكذلك دون إحداث ظاهرة الاحتباس الحراري. ومن اهم مزايا نحو التحول الي الطاقة المتجددة رفع المستوي المعيشي للمواطن وتحقيق التنمية المستدامة للمناطق الصحراوية والجبلية مما يقلل نزوح المواطنين نحو الحضر وخلق فرص عمل من خلال المشروعات الطاقة المتجددة الكبيرة وتوفير فرصا في مجال التنمية الاجتماعية والاقتصادية والتخفيف من آثار تغير المناخ والحد من الآثار البيئية والصحية السلبية.

توصل (Olabi, A.G. et al., 2022) إلي أنه تعتبر مصادر الطاقة المتجددة هي الطريقة الأكثر تكلفة للتخلص من الوقود الأحفوري. الوقود الأحفوري محدود الموارد وله آثار بيئية شديدة. العديد من

السياسات التنظيمية والحواجز التقنية والحواجز الاقتصادية تعيق الاستخدام الواسع النطاق لمصادر الطاقة المتجددة. وفي المؤتمر الدولي للطاقة المستدامة وحماية البيئة (SEEP 2018)، ناقش العديد من الباحثين والخبراء الطرق المختلفة للتغلب على هذه العوائق. تتناول (Desmond, et al., 2023) كيفية تأثير استهلاك الطاقة المتجددة والعولمة على التنمية المستدامة لعينة من 24 دولة في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى . أظهرت الدراسة أن استهلاك الطاقة المتجددة يحفز التنمية المستدامة. ومن المرجح أن يكون للطاقة المتجددة تأثير أكبر على البلدان الت يحقق تقدماً متواضعاً في أجندة التنمية المستدامة، ولاتزال هذه البلدان بحاجة إلى تقليل استهلاك مصادر الطاقة غير المتجددة بشكل كبير في إجمالي طاقتها ومزجهم.

توصل (Tze-Zhang Ang, et al., 2022) إلى أن الابتكار التكنولوجي واستهلاك الطاقة المتجددة والموارد الطبيعية تزيد من الاستدامة البيئية عن طريق الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العالم. على المدى القصير وعلى المدى الطويل. وتوصلوا أن الطاقة المتجددة والموارد الطبيعية تزيد من الاستدامة البيئية على المدى القصير وعلى المدى الطويل عن طريق الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون؛ وبالتالي زيادة الجودة البيئية. تم تقديم اقتراحات، مثل تحسين فعالية الطاقة، والاستثمار في تكنولوجيات الطاقة، وزيادة استهلاك الطاقة المتجددة لتحفيز الابتكار التكنولوجي لتحقيق هدف اقتصاد خالٍ من الكربون. وقد قام (Poul Alberg, et al., 2022) بمراجعة حالة البحث في مجال تطبيق مصادر الطاقة المتجددة. وركز البحث على حالة التقنيات المتجددة، ودور مصادر الطاقة المتجددة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، وحالة البحث في استدامة أنظمة الطاقة المتجددة، وأخيرا ًعلى دمج تقنيات الطاقة المتجددة في أنظمة الطاقة منخفضة الكربون.

قام (Nassima Djellouli, et al., 2022) بدراسة التأثير الديناميكي للطاقة غير المتجددة والطاقة المتجددة والنمو الاقتصادي والاستثمار الأجنبي المباشر على التدهور البيئي في عشرين دولة أفريقية مختارة وتشير النتائج إلى أن جميع المتغيرات المستقلة معنوية وإيجابية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون باستثناء الطاقة المتجددة وجدت معنوية وسلبية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، كما أن الاستثمار الأجنبي المباشر وجد معنوية وإيجابية فقط على المدى الطويل. علاوة على ذلك، لم تثبت فرضية منحنى كوزنيتس البيئي في عينتنا، في حين وجدنا أدلة قوية على فرضية ملاذ التلوث في بلدان أفريقية مختارة.

أوضح (Jamal M Alabid and Ali O M Maka, 2022, p. 476) أن الطاقة الشمسية هي تكنولوجيا صديقة للبيئة، وهي مصدر كبير للطاقة وواحدة من أهم مصادر الطاقة المتجددة والخضراء. إنها تلعب دورًا كبيرًا في تحقيق حلول الطاقة للتنمية المستدامة وهي مصدرا لتوليد الكهرباء. كما أن التقنيتين الطاقة الشمسية المركزة أو الخلايا الكهروضوئية الشمسية، تخضع دائمًا للتطوير المستمر لتلبية احتياجاتنا من الطاقة.

مفاهيم الدراسة:

1- مكافئ ثاني أكسيد الكربون ، والمختصر بـ CO2eq هو مقياس متري يستخدم لمقارنة الانبعاثات من غازات الدفيئة المختلفة على أساس إمكانات الاحترار العالمي (GWP) ، عن طريق تحويل كميات الغازات الأخرى إلى كمية مكافئة من ثاني أكسيد الكربون له نفس إمكانية الاحترار العالمي وكالة حماية البيئة الامريكية (EPA,2022) .

2- التنمية المستدامة، التنمية المستدامة هي التنمية التي تلبي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها الخاصة مع الحفاظ على التوازن الطبيعي واستدامة الموارد الأساسية.من خلال ثلاث ابعاد البيئي و الاجتماعي والاقتصادي (Fischer, M. et al. (2023), p. 17).

3- الطاقة المتجددة هي الطاقة التي يتم جمعها من الموارد المتجددة، والتي يتم تجديدها بشكل طبيعي على نطاق زمني بشري، مثل ضوء الشمس والرياح والأمطار والمد والجزر والأمواج والحرارة الأرضية. ويعتبر هذا النوع من الطاقة صديقًا للبيئة ومستدامًا (Caroline Banton. et al. (2023).

4- الطاقة الشمسية هي مصطلح يطلق على الطاقة المجمعة من الإشعاع الشمسي، ويمكن أن تكون هذه الطاقة على شكل حرارة (طاقة حرارية) أو تغير أو عملية كيميائية أو حتى طاقة كهربائية نقية (كهرباء) (Gupta, A,. et al. (2022), p. 1008). إن الكمية الإجمالية للطاقة الشمسية التي تضرب الأرض أكبر بكثير من جميع احتياجاتها الحالية والمستقبلية من الطاقة، لذلك يمكن لهذا المصدر الموزع بشكل كبير أن يلبي جميع احتياجاتنا من الطاقة إذا تم استخدامه بشكل صحيح. أصبحت الطاقة الشمسية، على عكس مصادر الطاقة الشائعة مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعي، من أبرز مصادر الطاقة وأكثرها أمانًا بيئيًا في الآونة الأخيرة، مما يدل على أنها ستستمر لملايين إن لم يكن مليارات السنين. يمكن تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية (حرارة) أو طاقة كهربائية، حيث تكون الأولى أكثر وضوحًا، حيث يتم استخدام الحرارة المنبعثة من الشمس مباشرة لأغراض التدفئة لفترة طويلة. ومع ذلك، يمكن استخدام الحرارة الشمسية (الطاقة الحرارية) في العديد من التطبيقات والطرق المختلفة في عصرنا الحالي (Jha, P.,. et al. (2022), p. 1008).

5- خلايا الطاقة الشمسية الكهروضوئية (Solar photovoltaic (PV) cells) تأخذ الخلايا الشمسية الكهروضوئية ضوء الشمس مباشرة وتحوله إلى طاقة كهربائية (Ahmadi,. et al., 2021, p. 349)، وتعرف هذه الظاهرة باسم التأثير الكهروضوئي.

6- التعقيد الاقتصادي (Economic complexity) هو مقياس للمعرفة الإنتاجية الموجودة في المجتمع والمترجمة على شكل المنتجات التي ينتجها (Hidalgo, C.A., 2021, p. 92)، حيث تقاس هذه المعرفة من خلال تقييم مدى تنوّع وتطوّر سلة المنتجات الصناعيّة للدولة. بينما تكمن أهمية مؤشر التعَّقيد

الاقتصادي لارتباطه ارتباطاً وثيقاً مع إجمالي الناتج المحلي للدول، فكلما ازداد مؤشر التعَّقيد الاقتصادي للدولة ازداد إجمالي الناتج المحلي فيها.

نتائج الدراسة:

قد أدى التلوث البيئي الذي يسببه حرق الوقود الأحفوري إلى التفكير بإيجاد مصادر طاقة بديلة تكون صديقة للبيئة وتساهم في التخفيف من ظاهرة تدهور المناخ العالمي خصوصا بعد أن عقدت العديد من الاتفاقيات العالمية التي تطالب الدول بالحد من ظاهرة التلوث البيئي . تأتي مصادر الطاقة المتجددة كبديل لمصادر الطاقة التي تعتمد على الوقود الأحفوري، فهي فضلا عن كونها مصادر طاقة نظيفة وغير ملوثة فإنها تتميز بالتجدد التلقائي وبصفة الاستمرارية وعدم النضوب، كما أنها تعد من أقدم مصادر الطاقة التي استخدمها البشر، وتتضمن مصادر عديدة مثل الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، طاقة المياه،غاز الهيدروجين الأخضر والأزرق و المصدر البيولوجي (الكتلة الحيوية).

أولا: تأثير الطاقة والطاقة المتجددة

هناك صور عديدة للطاقة تتمثل في الطاقة الميكانيكية التي تولدها الآلات، والطاقة الكيميائية التي تنتج من حدوث تفاعلات كيميائية، وهناك الطاقة الكهربائية، والطاقة الكهرومائية، والحركية، والإشعاعية، والديناميكية، والذرية الحركية والحرارية والصوت. كما أن جميع أنواع الطاقة يمكن تحويلها مِن شكل لآخر بمساعدة أدوات بسيطة أو أحيانًا تستلزم تقنيات معقدة مثلاً من الطاقة الكيميائية إلى الكهربائية، أو تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية وهذا نجده في محرك احتراق داخلي، أو تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية، (Boco, M.A.,2022, P146). ويعتمد حاليا العالم علي الوقود الأحفوري بمصادره الثلاث النفط والفحم والغاز الطبيعي لإنتاج الطاقة، لكن الوقود الأحفوري هو إلى حد بعيد أكبر مساهم في تغير المناخ العالمي، إذ يمثل أكثر من 75 في المائة من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية وحوالي 90 في المائة من جميع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ,2023 ,.Osman, A.I., et al). (P741 ومنذ القرن التاسع عشر، أصبحت الأنشطة البشرية المسبب الرئيسي لتغير المناخ، ويرجع ذلك أساسًا إلى حرق الوقود الأحفوري، مثل الفحم والنفط والغاز ويصدر عنها غازات الاحتباس الحراري .

1- تأثير الطاقة المتجددة والشمسية في اهداف التنمية المستدامة ال 17 التي حددتها الأمم المتحدة للتنمية المستدامة:

إن أهداف التنمية المستدامة شملت هدف مخصص للطاقة وهو الهدف رقم (7) طاقة نظيفة وبأسعار معقولة وهو مصحوب مقاصد متعددة (The United Nations, 2023):

أ- ضمان حصول الجميع بتكلفة ميسورة على خدمات الطاقة الحديثة الموثوقة بحلول عام 2030.

ب- تحقيق زيادة كبيرة في حصة الطاقة المتجددة في مجموعة مصادر الطاقة العالمية بحلول عام 2030.

ت- مضاعفة المعدل العالمي للتحسن في كفاءة استخدام الطاقة بحلول عام 2030.

ث- تعزيز التعاون الدولي من أجل تيسير الوصول إلى بحوث وتكنولوجيا الطاقة النظيفة، بما في ذلك تلك المتعلّقة بالطاقة المتجددة، والكفاءة في استخدام الطاقة وتكنولوجيا الوقود الأحفوري المتقدمة والأنظف، وتشجيع الاستثمار في البنى التحتية للطاقة وتكنولوجيا الطاقة النظيفة، بحلول عام 2030.

ج- توسيع نطاق البُنى التحتية وتحسين مستوى التكنولوجيا من أجل تقديم خدمات الطاقة الحديثة والمستدامة للجميع في البلدان النامية، وبخاصة في أقل البلدان نموا والدول الجزرية الصغير.

وعليه فإن الطاقة المتجددة والطاقة الشمسية كمصدر للطاقة النظيفة لهم فوائد متعددة ومشتركة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة الأخرى وتشمل هذه الفوائد:

- تحسين الصحة العامة والرفاة بخفض التلوث والوفاء بالتزامات اتفاقية باريس 2015.
- تحسين التنافيسة الاقتصادية والتحول الي الاقتصاد الأخضر، وخفض العبء المالي علي موازانات الدول.
- تخفيض الفقر بخفض فواتير الطاقة عن المستهلكين وخلق فرص عمل مستدامة.

2- تأثير انبعاثات غازات الاحتباس الحراري على البيئة:

يستمر إطلاق غازات الاحتباس الحراري، وبشكل أساسي ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز، بكميات كبيرة. تحبس هذه الغازات الحرارة في الغلاف الجوي للأرض، مما يؤدي إلى زيادات كبيرة في درجات الحرارة ويؤدي إلى مجموعة متنوعة من الآثار الضارة على كل من السكان و إلى تغيرات خطيرة في البيئة والحياة البرية والبحرية (Mary Naadanswa, et al., 2022, P 91) فمثلاً، يؤدي:

أ- ارتفاع درجات الحرارة إلى ذوبان الأنهار والأنهار الجليدية (Meliyev, M., 2023, P91) وزيادة مستوى سطح البحر، مما يؤثر على المدن الساحلية والحياة البحرية.

ب- كما تؤثر انبعاثات الكربون على الحياة البرية، حيث تؤدي إلى تدهور الغابات والصحاري وزيادة ظاهرة التصحر وانقراض أنواع الحيوانات والنباتات (Fekadu Hailu, 2023, P 94).

3- التأثير الاقتصادي لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري:

أدي النمو الاقتصادى العالمى بتدهور سريع فى البيئة العالمية، حيث لم يكن هناك اهتمام فى الفكر الاقتصادى باستنزاف الموارد الطبيعية. تؤثر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري على الاقتصاد بشكل كبير، حيث يتسبب في زيادة التكاليف للصناعات والشركات التي تعتمد على الوقود الأحفوري، كما أنه يؤثر على الاستثمارات والتطور المستدام.التخفيض الكبير في انبعاثات غازات الدفيئة من جانب البلدان المتقدمة هو التزام أخلاقي. كما أنه يمثل فرصة فريدة لتحديث الاقتصاد وتحسين القدرة التنافسية للشركات حيث يمكن تحقيق فوائد اقتصادية من خلال مكافحة انبعاثات الكربون، حيث يمكن توفير التكاليف على المدى الطويل من خلال استخدام مصادر الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة الطاقة في الصناعات والمنازل والمركبات أن الاهتمام

الأكبر بتأثير أنشطتها على البيئة، فضلاً عن التحكم في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (من إدارة النفايات، واستهلاك المياه، وتنقية النفايات السائلة واستهلاك الكهرباء وشراء المواد الخام)، يمكن أن يسمح بتخفيض التكاليف وزيادة الإيرادات ومستويات القدرة التنافسية (Cucchiella. F., 2017, P 94). إذا كانت الجهود المبذولة لمكافحة تغير المناخ غير كافية، فإن تغير المناخ يميل إلى التأثير سلبًا على خطوات التنمية وجهود النمو الاقتصادي للبلدان.

التعقيد الاقتصادي يساهم في تقليل كثافة انبعاثات غازات الدفيئة وكذلك نصيب الفرد من الانبعاثات.زيادة قدرها 0.1 في مؤشر التعقيد الاقتصادي تؤدي إلى انخفاض بنسبة 2% في انبعاثات الفترة التالية بالكيلو طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكل مليار دولار من الناتج وكذلك في الانبعاثات. للفرد (João P., 2021).

4- تحديات تقليل لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

تظل التحديات المستقبلية التي يواجهها التوجه العالمي لتقليل الانبعاثات كبيرة العديد من التحديات، من بينها

أ- زيادة الطلب على الطاقة.

ب- زيادة عدد السكان.

ت- تغير المناخ.

ث- أساليب الإنتاج والاستهلاك والطاقة.

ج- التحديات الرئيسية التي تواجه العالم في هذا المجال هي تغيير العادات والتقاليد والتشجيع على استخدام الطاقة المتجددة والتكنولوجيا الحديثة.

ح- عدم الالتزام بالاتفاقيات والأهداف المتفق عليها.

خ- وتكلفة استخدام مصادر الطاقة المتجددة.

د- وعدم وجود الإرادة السياسية الكافية.

ومن هنا يأتي دور استخدام الطاقة المتجددة وبالأخص الطاقة الشمسية كأحد الحلول لتقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري للحد من تغير المناخ ورفع مستوي حياة المواطن الاجتماعية والصحية والاقتصادية وتوفير حياة نظيفة للأجيال القادمة.

5- التوجه المصري لمواجهة تغير المناخ:

أ- أنشأت مصر المجلس الوطني للتغيرات المناخية في عام 2015، وهو المسؤول عن صياغة السياسات وصياغة وتحديث الاستراتيجيات والخطط الوطنية وربطها باستراتيجيات التنمية المستدامة.

ب- عقدت الدورة السابعة والعشرون لمؤتمر الأطراف (COP 27) في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ بمصر تحت شعار "توحيد العالم للتصدي لتغير المناخ" وأنه ستؤدي أزمة المناخ إلى تفاقم التهديدات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية. وبالتالي، هناك حاجة إلى إجراءات عاجلة لمعالجة أزمة المناخ بهدف خلق كوكب مرن عن طريق التالي:

- التخفيف – تأمين الوصول بالانبعاثات إلى الصفر تقريبا على مستوى العالم والحفاظ على 1.5 درجة مئوية وهذا يتحقق باستخدام الطاقة المتجددة كبديل للوقود الأحفوري وتحسين كفاءة الطاقة.
- التكيُّف– لحماية المجتمعات والموائل الطبيعية ومساعدة المجتمعات المتضررة من آثار تغير المناخ.
- التمويل – تمكين الدول من تحقيق أهدافها المناخية، تعهدت الدول المتقدمة بزيادة كبيرة في تمويلها لصناديق هامّة، مثل صندوق الدول الأقل نموا.
- التعاون– العمل معا من أجل تحقيق المزيد من الإنجازات والإبلاغ المشترك عن الانبعاثات والدعم المقدم بشأنها، والعمل على آلية ومعايير جديدة بشأن أسواق الكربون العالمية، وعلى إطار زمني مشترك لأهداف خفض الانبعاثات. تسريع العمل لمعالجة أزمة المناخ من خلال التعاون بين الحكومات والشركات والمجتمع المدني.

6-للطاقة المتجددة عدة خصائص ومميزات أهمها (IRENA,2021, Union of Concerned Scientists,2021):

- تتوفر في معظم دول العالم.
- لا تنفذ وتتجدد باستمرار .
- ضمان استمرار توافرها وتواجدها.
- صديقة للبيئة.
- لا تسبب التلوث البيئي.
- تحافظ على الصحة العامة للكائنات الحية.
- لا تساهم في الانبعاثات الغازية الملوثة للبيئة.
- تقلل من الانبعاثات الحرارية الناتجة عن توليد الطاقة.
- ترفع مستوى النمو الاقتصادي.
- توفر فرص عمل جديدة.
- تخفض تكلفة الصيانة.
- تستخدم تقنيات غير معقدة.

7-دوافع تحفز الدول إلى الاتجاه نحو الطاقة المتجددة هي:

أ- مصادر الطاقة المتجددة في كل مكان حولنا

مصدر محلي ، ويتلاءم مع واقع تنمية المناطق النائية والريفية واحتياجاتها وتتوافر مصادر الطاقة المتجددة في جميع البلدان، ولم يتم استغلال إمكاناتها بالكامل بعد. ترى الوكالة الدولية للطاقة المتجددة أن 90 في المائة من كهرباء العالم يمكن وينبغي أن تولد من الطاقة المتجددة بحلول عام 2050.

ب- الطاقة المتجددة أقل تكلفة

وقد ذكر الملخص التنفيذي للوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA, 2022) معظم أنحاء العالم اليوم. أسعار تكنولوجيات الطاقة المتجددة تنخفض بسرعة. فقد انخفضت تكلفة الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية بنسبة 85 في المائة بين عامي 2010 و2020. وانخفضت تكلفة طاقة الرياح علي اليابس والبحرية بنسبة 56 في المائة و48 في المائة على التوالي. بفضل انخفاض تكلفتها، تعد الطاقة المتجددة أكثر جاذبية في كل مكان، بما في ذلك في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، حيث سيكون معظم الطلب الإضافي على الكهرباء المتجددة. وإن انخفاض الأسعار يتيح فرصة حقيقية لتوفير الكثير من إمدادات الطاقة الجديدة على مدى السنوات القادمة من مصادر منخفضة الكربون. يمكن أن توفر الكهرباء المنخفضة التكلفة المولدة من المصادر المتجددة 65 % من إجمالي إمدادات الكهرباء في العالم بحلول عام 2030. كما يمكن أن تزيل الكربون عن 90 في المائة من قطاع الطاقة بحلول عام 2050، مع الحد من انبعاثات الكربون بشكل كبير والمساعدة في التخفيف من آثار تغير المناخ. تقول الوكالة الدولية للطاقة إنه على الرغم من توقع بقاء تكاليف الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في عامي 2022 و2023 أعلى من مستويات ما قبل الجائحة بسبب الارتفاع العام في أسعار السلع والشحن، فإن قدرتها التنافسية تتحسن بالفعل جراء الزيادات الأكثر حدة في أسعار الغاز والفحم.

ت- أمن الطاقة

تعتبر أمن إمدادات الطاقة مسألة ذات أهمية قصوى حيث أن موارد الطاقة التي تعتمد علي الوقود الأحفوري في طريقها الي النضوب وهذا سوف يؤدي الي كارثة حقيقه منها الحروب والصراعات حولة توفير الطاقة. ومن هنا يأهتي أهمية الطاقة المتجددة حيث توجد موارد متجددة وفرص كبيرة لكفاءة الطاقة في مناطق جغرافية واسعة على عكس مصادر الطاقة الأخرى والتي تتركز في عدد محدود من البلدان (Overland, Indra (2010).) إن النشر السريع للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة والتنويع التقني لمصادر الطاقة من شأنه أن يؤدي إلى تحقيق أمن اقتصادي وفوائد اقتصادية كبيرة.

ث- تغير المناخ

يواجه العالم كارثة تغير المناخ حيث يهدد أمن واقتصاده والصحة العامة للمجتمعات ليس فقط ذلك فهذه الكارثة تهدد بقاء الإنسانية. يعتبر تغير المناخ القضية الحاسمة في عصرنا، ونحن الآن أمام لحظة حاسمة. فالآثار العالمية لتغير المناخ هي واسعة النطاق ولم يسبق لها مثيل من حيث الحجم، من تغير أنماط الطقس التي تهدد الإنتاج الغذائي، إلى ارتفاع منسوب مياه البحار التي تزيد من خطر الفيضانات الكارثية. إن التكيف مع هذه التأثيرات سيكون أكثر صعوبة ومكلفا في المستقبل إذا لم يتم القيام بإتخاذ إجراءات جذرية الآن . أبرزت التقارير الأخيرة للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ خطورة أزمة المناخ والحاجة إلى إرادة سياسية فورية ومستدامة، وعمل مؤثر وتعاون فعال. فبإمكان الطاقة المتجددة أن تساهم في تأمين احتياجاتنا للطاقة وتقلص في نفس الوقت من انبعاث الغازات المسببة للاحتباس الحراري.

ج- الطاقة المتجددة تحافظ على الصحة

يرتبط تلوث الهواء بشكل متكرر بأمراض القلب والأوعية الدموية والسكتات الدماغية وأمراض الجهاز التنفسي الحادة والسرطان (Tansu, 2021, p.14124). وفقا لتقديرات منظمة الصحة العالمية، يتنفس 99 ٪ من سكان العالم الهواء فوق الحد الأعلى لجودة الهواء وهذا يهدد صحتهم؛(WHO, 2023) أكثر من 13 مليون حالة وفاة في جميع أنحاء العالم كل عام ناتجة عن أسباب بيئية لا يمكن منعها، وخاصة تلوث الهواء. المستويات غير الصحية من الجسيمات الدقيقة وثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد النيتروجين ترجع أساسا إلى احتراق الوقود الأحفوري. تسبب تلوث الهواء الناجم عن الوقود الأحفوري في تكاليف صحية واقتصادية تعادل 2.9 تريليون دولار أمريكي في عام 2018. لذلك، فإن الانتقال إلى مصادر الطاقة النظيفة مثل الرياح والطاقة الشمسية لن يساعد فقط في مكافحة تغير المناخ، ولكن أيضا في التغلب على تلوث الهواء والمشاكل الصحية.

ثانياً: اقتصاديات الطاقة المتجددة

1- تكلفة الكهرباء باستخدام الطاقة المتجددة:

يوجد ميزة أخرى مهمة جدا وهي انخفاض تكاليف انتاج الطاقة المتجددة، حيث انخفض المتوسط العالمي لتكلفة الكهرباء لمشاريع طاقة الرياح علي اليابس الجديدة في عام 2021 بنسبة 15٪ ، على أساس سنوي ، إلى 0.033 دولارًا أمريكيًا / كيلووات ساعة ، بينما انخفضت تكلفة مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية الجديدة على نطاق المرافق بنسبة 13٪ على أساس سنوي إلى 0.048 دولار أمريكي / كيلووات ساعة ، وانخفضت الرياح البحرية بنسبة 13٪ إلى 0.075 دولار أمريكي / كيلووات ساعة. مع تشغيل محطة واحدة فقط للطاقة الشمسية المركزة (CSP) في عام 2021، ارتفع لتكلفة الكهرباء بنسبة 7 ٪ على أساس سنوي إلى 0.114 دولار أمريكي / كيلووات ساعة. شهدت الفترة من 2010 إلى 2021 تحسنًا كبيرًا في القدرة التنافسية لمصادر الطاقة المتجددة. (IRENA,2022) انخفض متوسط لتكلفة الكهربا العالمي لمشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية واسعة النطاق التي تم التكليف بها حديثًا بنسبة 88٪ بين عامي 2010 و 2021، في حين انخفض متوسط طاقة الرياح البرية بنسبة 68٪ ، والطاقة الشمسية المركزة بنسبة 68٪ ، والرياح البحرية بنسبة 60٪. ستكون الفوائد من مصادر الطاقة المتجددة في عام 2022 غير مسبوقة، بالنظر إلى أزمة أسعار الوقود الأحفوري:

التكلفة العمرية لكل كيلووات ساعة من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح الجديدة المضافة في أوروبا في عام 2021 ستقل بمعدل أربعة إلى ستة أضعاف على الأقل من تكاليف التوليد الهامشية للوقود الأحفوري في عام 2022.على الصعيد العالمي، يمكن أن تخفض الطاقة المتجددة الجديدة المضافة في عام 2021 تكاليف توليد الكهرباء في عام 2022 بما لا يقل عن 55 مليار دولار أمريكي. وضح جدول (1) تكلفة

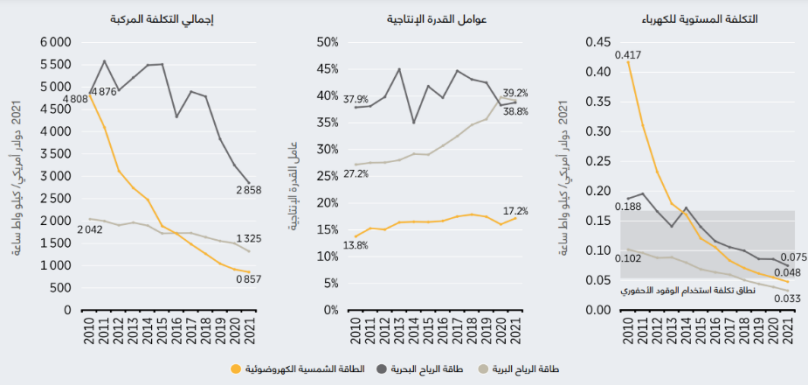
التركيب الإجمالية المرجحة العالمية وعامل القدرة واتجاهات تكلفة الكهرباء الموحدة حسب التكنولوجيا ، 2010 و 2021.

جدول (1) تكلفة التركيب الإجمالية المرجحة العالمية وعامل القدرة واتجاهات تكلفة الكهرباء الموحدة حسب التكنولوجيا ، 2010 و 2021

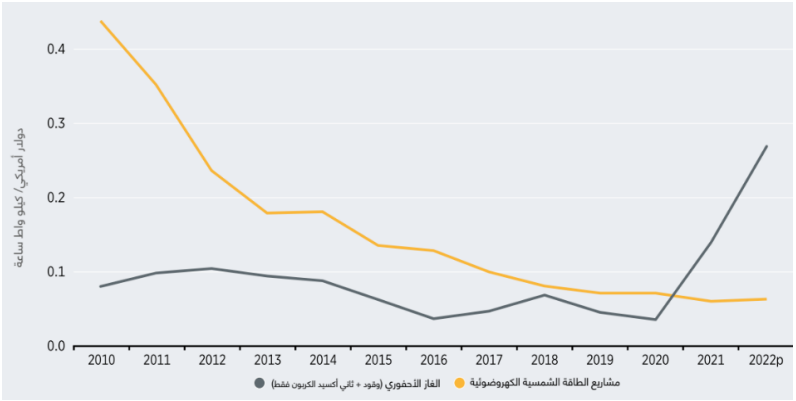
الطاقة المتجددة	تكلفة التركيب الإجمالية 2021 $/ كيلو وات			وعامل القدرة %			تكلفة الكهرباء الموحدة 2021 $/ كيلو وات ساعة		
	2010	2021	نسبة التغير %	2010	2021	نسبة التغير %	2010	2021	نسبة التغير %
الطاقة الحيوية Bioenergy	2714	2353	13-	72	68	6-	0.078	0.067	14-
الطاقة الحرارية الأرضية Geothermal	2714	3991	47	87	77	11-	0.050	0.068	34
الطاقة الكهرومائية Hydropower	1315	2135	62	44	45	2	0.039	0.048	24
الطاقة الشمسية الكهروضوئية Solar PV	4808	857	82-	14	17	25	0.417	0.048	88-
للطاقة الشمسية المركزة CSP	9422	9091	4-	30	80	167	0.358	0.114	68-
رياح على اليابسة Onshore wind	2042	1325	35-	27	39	44	0.102	0.033	68-
رياح بحرية Offshore wind	4876	2858	%41-	38	39	%3	0.188	0.075	60

شهدت الفترة من 2010 إلى 2021 تحولًا كبيرًا في توازن التنافسية بين مصادر الطاقة المتجددة ومثيلاتها من الوقود الأحفوري والنووي. انخفضت التكلفة العالمية المرجحة لمشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية (PV) على نطاق المرافق الجديدة بنسبة 88% بين عامي 2010 و2021، بينما انخفضت تكلفة الرياح على اليابسة و (CSP) بنسبة 68%، وطاقة الرياح البحرية بنسبة 60.% (شكل 1).

بالتأكيد، ستكون فوائد الطاقة المتجددة في عام 2022 غير مسبوقة. إذا افترضنا أن أسعار الغاز الطبيعي بالجملة في أوروبا في عام 2022 ستكون 0.109 دولارًا أمريكيًا / كيلو وات ساعة، فإن التكلفة الإجمالية لإنتاج الوقود فقطلا تشمل أسعار ثاني أكسيد الكربون (CO_2) لمولدات الغاز الطبيعي الحالية ستكون في حدود 0.23 دولارًا أمريكيًا / كيلووات ساعة، أي 540٪ أعلى من عام 2020. يرفع سعر انبعاثات نظام تداول الانبعاثات (ETS) في الاتحاد الأوروبي (EU) تكاليف الوقود إلى 0.27 دولارًا أمريكيًا / كيلووات ساعة في عام 2022 ، أي 645٪ أعلى من عام 2020 (شكل 2).



شكل(1) تكلفة التركيب الإجمالية العالمية، وعوامل القدرة وتكلفة انتاج الكهرباءللمشاريع الجديدة التي تم تكليفها على نطاق المرافق للطاقة الشمسية الكهروضوئية (PV) ، والريح على اليابسة والريح البحرية، 2010–2021.



شكل (2) المتوسط المرجح لتكلفة انتاج الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية الكهروضوئية على نطاق المرافق مقارنةً بتكلفة الوقود وثاني أكسيد الكربون فقط للغاز الأحفوري في أوروبا، 2010–2022.

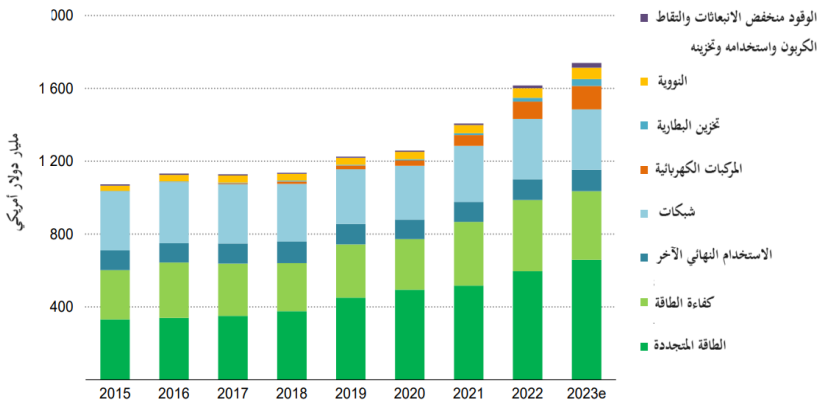
ثالثاً: التوجه العالمي لاستخدام الطاقة المتجددة للتنمية المستدامة

تعد قضية تقليل الانبعاثات من أهم القضايا التي يواجهها العالم في الوقت الحالي، حيث يسعى المجتمع الدولي إلى تقليل هذه الانبعاثات للحفاظ على صحة الإنسان والحفاظ على البيئة. وتأتي هذه القضية في إطار التزام الدول باتفاقية باريس للمناخ، التي تهدف إلى الحد من ارتفاع درجة حرارة الأرض ، لذا كانت توجهات الدول تحث لمواجهة التغيرات التى طرأت على المناخ والتي تعتبر أكثر التحديات تهديدا للاستقرار البيئي والتنوع البيولوجي مع آثاره بعيدة ، فنحن الأن أمام لحظة حاسمة ، فالبيئة قد أعلنت تمَرُدها.ومن هنا تأتي أهمية اتفاق باريس للمناخ (United Nations Climate Change) بعد أن عُقد COP21 ووُلدت اتفاقية باريس في باريس عام 2015 لأول مرة على الإطلاق، هو أول اتفاق عالمي بشأن المناخ. وافقت كل دولة على العمل معًا للحد من ظاهرة الاحتباس الحراري إلى أقل من درجتين وتهدف إلى 1.5 درجة، للتكيف مع تأثيرات المناخ المتغير وتوفير الأموال لتحقيق هذه الأهداف. ويعد الالتزام بهدف 1.5 درجة أمرًا مهمًا لأن كل

جزء من درجة الاحترار سيؤدي إلى خسارة العديد من الأرواح وتدمير سبل العيش. بموجب اتفاقية باريس، التزمت البلدان بتقديم خطط وطنية تحدد مقدار خفض انبعاثاتها – المعروفة باسم "المساهمات المحددة وطنياً . " Nationally Determined Contributions, or 'NDCs'.ويحث اتفاق باريس الأطراف في الاتفاقية (UNFCCC,2015)على اتخاذ إجراءات لخفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري تحقيقاً للهدف المتفق عليه والرامي إلى المحافظة على متوسط الزيادة العالمية في درجات الحرارة دون درجتين سلسيوس، قياساً بمستويات ما قبل العصر الصناعي. وهذا الهدف يمثل تحدياً، فتقرير التقييم الخامس الذي أصدرته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) في 2013/2014 يشير إلى أن المتوسط العالمي لدرجات الحرارة قد زاد بالفعل بمقدار 0.85 درجة سلسيوس خلال العامين 1880 و2012، وأن العقود الثلاثة الأخيرة كانت على التوالي أحر من أي عقد آخر منذ عام 1850. مع ارتفاع درجة حرارة الأرض بمقدار 1.5 درجة مئوية فقط، فإن العديد من الأنهار الجليدية حول العالم إما أن تختفي تمامًا أو تفقد معظم كتلتها؛ وسيعاني 350 مليون شخص إضافي من ندرة المياه بحلول عام 2030؛ وسيواجه ما يصل إلى 14% من الأنواع الأرضية مخاطر عالية للانقراض (Pathak. M. et al., 2022).ويشجع الاتفاق الأطراف المشاركة على بذل الجهود للبقاء دون 1.5 درجة سلسيوس.

رابعاً: التوجه العالمي للاستثمار في الطاقة المتجددة

بدأ الإنفاق العالمي على الطاقة النظيفة في الارتفاع أخيرًا (International Energy Agency, 2022) فعالميا بلغت حصة مصادر الطاقة المتجددة في إجمالي نمو قدرة توليد الطاقة 81٪ في عام 2021 ، ارتفاعًا من 79٪ في عام 2020. ومن المقرر أن يرتفع الاستثمار العالمي في الطاقة بنسبة 8٪ في عام 2022 ليصل إلى 2.4 تريليون دولار أمريكي، .على الرغم من أن الاستثمار في النمو مشجع، إلا أنه لا يزال بعيدًا عن أن يكون كافياً لمعالجة الأبعاد المتعددة لأزمة الطاقة اليوم وتمهيد الطريق نحو مستقبل طاقة أنظف وأكثر أمانًا. وشكل 3 يوضح الاستثمار السنوي في الطاقة المتجددة (International Energy Agency, 2023).



شكل (3) الاستثمار السنوي في الطاقة النظيفة من 2015 الي 2023

حيث تشمل كفاءة الطاقة والاستخدام النهائي الآخر الإنفاق على كفاءة الطاقة، ومصادر الطاقة المتجددة للاستخدام النهائي، والكهرباء في قطاعات المباني والنقل والصناعة. يشمل الوقود منخفض الكربون الطاقة الحيوية الحديثة السائلة والغازية، والهيدروجين منخفض الكربون، وكذلك الوقود القائم على الهيدروجين الذي لا ينبعث منه أي ثاني أكسيد الكربون من الوقود الأحفوري مباشرةً عند استخدامه، كما أنه ينبعث منه القليل جدًا عند إنتاجه.

خامساً: الاتجاه العالمي نحو ضرائب الكربون لتشجيع استخدام الطاقة المتجددة:

ضريبة الكربون (Carbon tax)، هي ضريبة تُفرض على محتوى الكربون في الوقود. وهي شكلٌ من أشكال تسعير الكربون. الكربون موجود في كل وقود الفحم، البترول، والغاز الطبيعي ويتحول إلى ثاني أكسيد الكربون وغيرها من الغازات عند احتراقها. تم تصميمها لتقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري عن طريق زيادة أسعار الوقود الأحفوري الذي ينبعث منها عند الاحتراق. يؤدي هذا إلى تقليل الطلب على السلع والخدمات التي تنتج انبعاثات عالية ويحفز على جعلها أقل كثافة للكربون (Akkaya, e tal, 2020). تغطي ضريبة الكربون انبعاثات ثاني أكسيد الكربون فقط؛ ومع ذلك، يمكن أن تغطي أيضًا غازات الاحتباس الحراري الأخرى ، مثل الميثان أو أكسيد النيتروز ، عن طريق فرض ضرائب على هذه الانبعاثات على أساس احتمالية الاحترار العالمي المكافئ لثاني أكسيد الكربون (Bruce A. Babcock, 2009) .

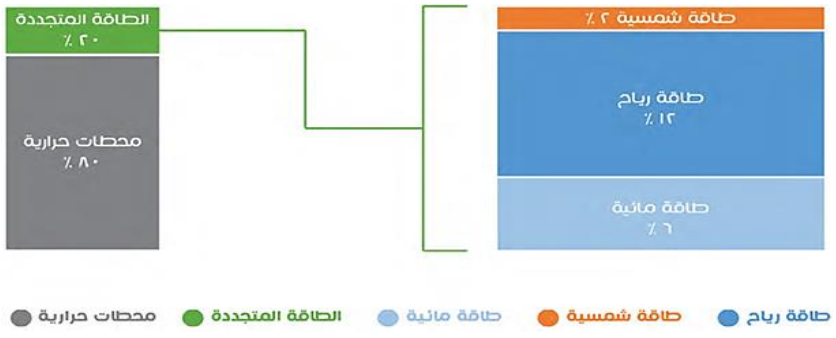
وبناء على تقرير مجموعة البنك الدولي (World Bank, 2022) إن إيرادات تسعير الكربون العالمية في عام 2021 زادت بنسبة 60% تقريباً عن مستوياتها في عام 2020، لتصل إلى نحو 84 مليار دولار. مما أتاح مصدراً مالياً مهماً للمساعدة في مساندة تحقيق تعافٍ اقتصادي مستدام، وتمويل إصلاحات أوسع نطاقاً للمالية العامة، أو الاستثمار في المجتمعات المحلية، وذلك في إطار التحوّل إلى مستقبل منخفض الانبعاثات الكربونية. وسجلت أسعار الكربون مستويات قياسية في العديد من الدول والولايات مثل كاليفورنيا ونيوزيلندا وجمهورية كوريا وسويسرا وكندا. إلا أن الانبعاثات العالمية الخاضعة لسعر مباشر للكربون حالياً تقل عن 4% من المستوى المطلوب من المستوى الذي يجب الوصول إليه بحلول عام 2030 لتحقيق هدف اتفاقية باريس المتمثل في الحد من ظاهرة الاحتباس الحراري.

سادساً: الطاقة المتجددة في مصر

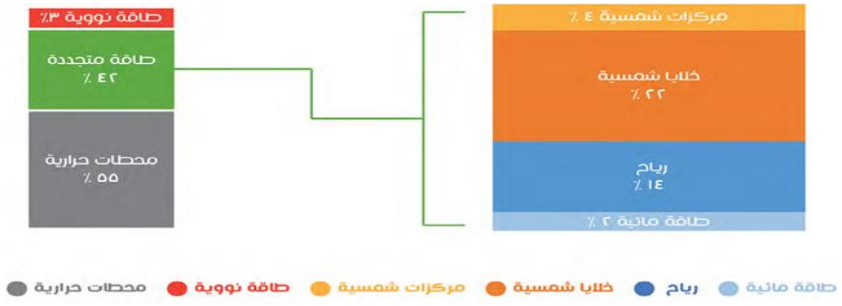
تؤدي الطاقة المتجددة في مصر دورًا رئيسًا في جهود التحول نحو بيئة نظيفة تشهد تقليل انبعاثات الكربون. وأسهم رفع استخدام الطاقة الجديدة والمتجددة بتوليد الكهرباء في مصر خلال عام 2022 في تحقيق وفر بفاتورة استيراد الوقود من الخارج. إن إجمالي توليد الكهرباء من الطاقة المتجددة في مصر، جاء تقرير هيئة الطاقة المتجددة والمتجددة المصرية بإنجازات رائعة خلال عام 2022، حيث ارتفع الطاقة المولدة من الطاقة المتجددة إلى 10202 ميجاوات /ساعة، مقابل 2871 ميجاوات /ساعة في عام 2017 بتطور مزهل وصل الي 255.35 %. جاءت طاقة الرياح محققة قدرة إنتاجية مرتفعة بلغت ١٦٣٧ ميجاوات

/ساعة عام 2022، مقابل ١٣٧٥ ميجاوات /ساعة خلال عام 2020 بتطور وصل الي 19 %. كما حققت الطاقة الشمسية قدرة إنتاجية مرتفعة بلغت 1808 ميجاوات /ساعة عام 2022، مقابل 1763 ميجاوات /ساعة خلال عام 2020 بتطور وصل الي 2.55 %. كما ارتفع إنتاج الكهرباء من مشروعات الكتله الحيوية، خلال عام 2022 إلى 56 ميجاوات /ساعة، مقابل 11.5 ميجاوات /ساعة في 2020بتطور رائع وصل الي 386.96 %. وواصلت الطاقة الكهرومائية تصدرها إنتاج المصادر المتجددة، لترتفع إلى 14769 جيجاوات/ساعة في العام 2021 وبشكل عام يعد العام 2020 هو الأكثر تطوراً في إنتاج الطاقة المائية بمصر، حيث وصل الإنتاج إلى 15038 جيجاوات/ساعة إذ سجل الإنتاج قفزة كبيرة في 2020 مقارنة بعام 2019 البالغ الإنتاج به 13121 جيجاوات/ساعة. كما ارتفع إنتاج الكهرباء من مشروعات الوقود الحيوي، خلال عام 2022، إلى 89 جيجاوات /ساعة، مقابل 12 جيجاوات /ساعة في 2021 (شكل 4).

يُسهِم ارتفاع إنتاج الكهرباء من الطاقة المتجددة في مصر في خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، مع توفير في الوقود المستعمل بتوليد الكهرباء. حيث أن الاعتماد على الطاقة المتجددة أدى إلى خفض نحو 11.1 مليون طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، خلال عام 2022، مقابل 10 ملايين طن في 2021.تم تعديل استراتيجية الطاقة المتجددة لتستهدف الوصول إلى نسبة 20% من اجمالي الطاقة المنتجة في عام 2022 ويوضح شكل 4مصادر انتاج الكهرباء في مصر لعام :٢٠٢٢ وتستهدف مصر رفع حصة الطاقة المتجددة في مزيج توليد الكهرباء إلى 42% بحلول عام 2035 (شكل 5).



شكل (4) مصادر انتاج الكهرباء لعام ٢٠٢٢



شكل (5) مصادر انتاج الكهرباء لعام 2035

سابعاً: مشاريع الطاقة الشمسية في المدن الجديدة بمصر

يوضح جدول (2) محطات الطاقة الشمسية التي تم انشائها في المدن الجديدة حيث تم إنشاء 22 محطة طاقة شمسية أنتجت 2000 ميجاوات ساعة تم تخفيض 1418 طن من ثاني أكسيد الكربون. بالإضافة الي تركيب عدد 3 محطات طاقة شمسية مركزية بطاقة 314 كيلو وات بطول 17.6 كم لإنارة طرق ثلاث مدن. (السادات – 6 أكتوبر – طيبة الجديدة) . بالإضافة الي لعدد 6 محطات طاقة شمسية (off grid) تعمل فى حالة الطوارئ لإنارة بعض الأحمال الهامة فى حاله الطوارئ. وتم تركيب سخانات مياه بالطاقة الشمسية بالنظام المركزي ونصف المركزي لعدد 14 عمارة تخدم 296 وحدة سكنية بمدن (طيبة الجديدة – السادات).

ثامناً: معوقات الطاقة الشمسية في مصر

1- معوقات عدم وجود حوافز تشجيعية:

عدم وجود حوافز تشجيعية للمواطن والمستثمر لإنشاء محطات طاقة شمسية مثل دعم الطاقة الشمسية و خفض الضرائب والجمارك علي المواد الخام الخاصة بإنتاج خلايا الطاقة الشمسية ومستلزماتها فالحوافز ترفع من نسب جذب الاستثمارات في قطاع الطاقة الشمسية وتشجيع المنتجين المحليين علي التوسع في مجال الطاقة الشمسية (الجهاز المركزي للتعبئة و الإحصاء ، مارس 2014 ، ماجد أبو النجا، أكتوبر 2001 م).

2- البحث والتطوير:

من أهم المعوقات محدودية البحث والتطوير في مجال الطاقة الشمسية وتطوير التكنولوجيا المستخدمة وتطوير الخامات المستخدمة في انشاء محطات الطاقة الشمسية بمصر.

3-معوقات قانونية:

ضعف القوانين والتشريعات الخاصة بدعم انتاج وبيع واستهلاك الطاقة الشمسية ومستلزماتها (ابراهيم عبد الله، أكتوبر 2013).

علي الخليا الشمسية ينتجه عنه نقص وصول اشعة الشمس الي الخلايا. (سهام عقل،2017 و Yajie Jiang, et al., 2021).

4-معوقات بيئية:

حيث ان تغير المناخ وزيادة دراجات الحرارة والأتربة يؤثر على كفاءة انتاج محطة الطاقة الشمسية حيث كلما ارتفعت درجة الحرارة قلت فاعلية ألواح وخلايا محطة انتاج الطاقة الشمسية , كذلك تراكم الاتربة

5-معوقات اقتصادية:

حيث أن الاستثمار في الطاقة الشمسية يعم نفعه لاسترداد رأس المال بعد فترة زمنية طويلة بينما راغبي الاستثمار يرغبون في استرداد رأس المال في الأجل القصير، ويضاف الي ذلك تذبذب أسعار العملة ودعم الوقود الأحفوري بما يقلل من فرص الاستثمار في الطاقة الشمسية.

جدول (2) محطة الطاقة شمسية بالمدن الجديدة بمصر

13 محطات طاقة شمسية(on grid)			
م	المدينة	قدرة / نوع المحطة	ملاحظات
1	طيبة الجديدة	90 ك/ وات (on grid)	أعلى المبنى الادارى للجهاز
2	برج العرب	65 ك/ وات (on grid)	أعلى المبنى الادارى للجهاز
3	15 مايو	45 ك/ وات (on grid)	أعلى المبنى الادارى للجهاز
4	السادات	65 ك/ وات (on grid)	أعلى المبنى الادارى للجهاز
5	الشيخ زايد	45 ك/ وات (on grid)	محطة أعلى مبنى رئاسة الهيئة
6	المنيا الجديدة	45 ك/ وات (on grid)	أعلى المبنى الادارى للجهاز
7	قنا الجديدة	60 ك/ وات (on grid)	أعلى المبنى الادارى للجهاز
8	الشيخ زايد	10 ك/ وات (on grid)	أعلى مبنى الركن البيئى الثقافى
9	الصالحية الجديدة	35 ك/ وات (on grid)	أعلى المبنى الادارى للجهاز
10	أسيوط الجديدة	60 ك/ وات (on grid)	أعلى المبنى الادارى للجهاز
11	الفيوم الجديدة	45 ك/ وات (on grid)	أعلى المبنى الادارى للجهاز
12	النوبارية الجديدة	45 ك/ وات (on grid)	أعلى المبنى الادارى للجهاز
13	الشيخ زايد	100 ك/ وات (hybird)	الحديقة المركزية
محطات الطاقة الشمسية المركزية لإنارة الطرق الرئيسية بتكنولوجيا الليد			
1	السادات	128 ك/ وات (off grid)	لانارة اول طريق البرجات بطول6.6 كم بالليد
2	6 أكتوبر	132 ك/ وات (hybird)	لانارة طريق النايل سات بطول 7 كم
3	طيبة الجديدة	54 ك/ وات (off grid)	لانارة طريق طيبة – الصحراوى بطول 4 كم
6 محطات طاقة شمسية (off grid)			
1	طيبة الجديدة	7 ك/ وات (off grid)	لإنارة بعض الأحمال الهامة فى حاله الطوارئ
2	السادات	8 ك/ وات (off grid)	لإنارة بعض الأحمال الهامة فى حاله الطوارئ
3	برج العرب	8 ك/ وات (off grid)	لإنارة بعض الأحمال الهامة فى حاله الطوارئ
4	15 مايو	8 ك/ وات (off grid)	لإنارة بعض الأحمال الهامة فى حاله الطوارئ
5	المنيا الجديدة	7 ك/ وات (off grid)	لإنارة بعض الأحمال الهامة فى حاله الطوارئ
6	مبنى الهيئة	5 ك/ وات ((hybird)	لإنارة بعض الأحمال الهامة فى حاله الطوارئ

6-معوقات الوعي بأهمية الطاقة الشمسية:

يجب زيادة الحملات التسويقية والإعلامية لرفع الوعي لدي المواطن بأهمية استخدام الطاقة الشمسية في انتاج الكهرباء وربطها بتكلفة فاتورة الكهرباء الشهرية والبيئة والصحة والتعريف علي أنواعها وخاصة السخانات الشمسية ومزاياها وطرق تشغيلها وصيانتها (عماد تكواشتن، 2012م).

تاسعاً: أهمية الطاقة المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة لمصر

تستخدم مصر الطاقة المتجددة من اجل تحقيق أهداف متعددة أهمها تحقيق التنمية المستدامة للدولة، فضلا عن أهداف أخرى وأهمها:

1- **تنويع مصادر الطاقة:** إن مصادر الطاقة التقليدية في مصر، ومعرضه إلى الاستنزاف بالإضافة الي تسببها في تلوث البيئية وتغير المناخ. ونتيجة الاستخدام اللاواعي الطاقة التقليدية لذا يتطلب ضرورة توازنها في الطبيعة من حيث الاستخدام وحق الأجيال القادمة الاستفادة منها وهذا يستدعي الأخذ بالتنمية المستدامة لمصادر الطاقة في مصر، لذا كان من الضروري إيجاد مصادر للطاقة المتجددة. يمكن لمصادر الطاقة المتجددة أن تخفض من كميات النفط والغاز المستخدمة في إنتاج الكهرباء محليا وبالتالي يمكن الاستفادة من هذه الكميات للتصدير والاستخدام في تطبيقات ذات عائد أكبر. وهذا يحقق الحفاظ على المصادر المحدودة للطاقة، وتعظيم الاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة الهيدروجين المستمدة من مياه نهر النيل والبحر الأبيض المتوسط والبحر الأحمر.

2- **المحافظة على البيئة:** استخدام الطاقة المتجددة يساعد على خفض نسبة غازات الاحتباس الحراري ومواجهة التغيّر المناخي وتنفيذ بما جاء في اتفاقية باريس.

3- **اشاعة ثقافة الطاقة المتجددة:** رفع الوعي البيئي والتنمية المستدامة باستخدام الطاقة المتجددة وتنمية الموارد البشرية المصرية من خلال رفع مستوى الوعي البيئي لدى المواطن المصري والتوعية والإعلام البيئي والتربية البيئية والتخطيط والتدريب البيئي للمشروعات البيئية وتشريع القوانين البيئية والمعلوماتية، والنهوض بدور الجامعات والمدارس في خدمه قضايا البيئة (صباح حسن عبد الزبيدي،2007).

4- **تلبية الطلب المتزايد على الطاقة في مصر:** ففي مجال إنتاج الطاقة الكهربائية يتوقّع أن يزداد الطلب نتيجة الزيادة المتوقعة لعدد السكان والتوسع العمراني، وهنا يمكن أن تلعب مصادر الطاقة المتجددة دوراً أساسياً في تلبية الحاجة المتزايدة في المنطقة.

5- **توفير فرص عمل مستدامة:** توفّر أنظمة الطاقة المتجددة فرص عمل جديدة ومستدامة. فقطاع التنمية المستدامة والطاقة المتجددة ينمو سريعاً ويحتاج لوظائف متعددة في جميع التخصصات؛ وهو يتفوق من بعيد في هذا على قطاع الطاقة التقليدية الذي يستلزم توافر رأسمال كبير (عدمان مريزق، 2011).

6- **تطوير الميزة التنافسية للطاقة المتجددة:** تستمرّ تكلفة الطاقة الشمسية بالانخفاض بفضل تطوّر التكنولوجيا الأساسية. يمكن توقّع انخفاض تكاليف تركيب الألواح الضوئية خلال الأعوام المقبلة. حيث أفادت بيانات شركة "غلوبال داتا" بشأن الألواح الشمسية بقدرة 10-12 340 وات اللازمة لتشغيل مسكن مساحته 1200 قدم مربعة (111 مترًا مربعًا)، أن تكلفة ألواح الأسطح انخفضت 600 إلي900 دولار سنويًا من مستوى نحو 9300 دولار في عام 2014 إلى 4550 دولارًا في عام 2020 و بذلك يمكن أن تصبح تكلفة الطاقة الشمسية عبر الألواح الضوئية غير المدعومة في منطقة الشرق ، الأوسط وشمال

إفريقيا تنافسيةً مع تكلفة إنتاج الكهرباء باستخدام الغاز الطبيعي في الفترة بين 2015 و 2025 حسب أسعار الغاز والكربون.

7- **تحقيق التوازن بين الاجيال الحالية والمقبلة:** الطاقات المتجددة هي وسيلة لنشر المزيد من العدالة في العالم بين دول العالم الغني ودول العالم الفقير و تحقيق التوازن بين الاجيال الحالية والمقبلة، وبالاعتماد على الطاقة المتجددة سنجعل مستقبل أولادنا أكثر استقراراً و أماناً ، فالطاقة المتجددة بأنواعها من الطاقة الشمسية وطاقة رياح وطاقة المياه وطاقة الكتلة الحيوية وغيرها من الطاقات "الطبيعية" بالفعل هي الحل الأمثل في توفير الطاقة في المستقبل وتوفير جودة حياه أفضل للأجيال الحالية والأجيال القادمة لإنها طاقات لا تنضب، وغير ملوثة للبيئة.

عاشراً: توجه مصر لتحقيق التنمية المستدامة وحماية البيئة

وقد أخذت مصر في الحسبان الحفاظ على البيئة وحرصها على تحقيق التنمية المستدامة من خلال اهتمامها الكبير بتوفير تقنيات الطاقة النظيفة والابتعاد عن الطاقة الملوثة وفي إطار تنفيذ مصر لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، والتي أعلنت عنها مصر. وقعت مصر عام 1994 وكذلك بروتوكول كيوتو الذي نفذته مصر وتم التصديق عليه عام 2005. حيث تواجه مصر كدولة تنموية تحديات كبيرة بسبب التطور الصناعي والتوسع الحضري السريع والنمو السكاني على عدة مستويات وفي مختلف القطاعات الحضرية. وعليه، فقد التزمت مصر بالخطة القومية للتنمية العمرانية 2052. بالإضافة إلى مساهمة مصر في مبادرات تغير المناخ العالمية، مثل اتفاقية باريس، وآخرها مبادرة "SURGE" المرونة الحضرية المستدامةبهدف تعزيز وتسريع العمل المناخي المحلي والحضري من خلال الحوكمة والمشاركة والتنفيذ متعدد المستويات من خلال خمسة مسارات متكاملة، المساهمة في تحقيق أهداف باريس للمناخ وأهداف التنمية المستدامة. والتي تم إطلاقها بالشراكة مع موئل الأمم المتحدة (UN–Hanitat) والمجلس الدولي للمبادرات البيئية المحلية (ICLEI) في مؤتمر الأطراف السابع والعشرين COP27 الذي استضافته مصر.

ونتيجة لهذا الاهتمام فقد حققت مصر مكسبا دوليا كبيرا باستضافتها مؤتمر أطراف اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المعني بتغير المناخ السابع والعشرون COP 27 واستضافة مصر المنتدى الحضري العالمي الثاني عشر (WUF 12) الذي ينظمه برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية ، موئل الأمم المتحدة ، ويؤيد ذلك علي ما بنيته مصر من مشاريع عملاقة قامت بها في مجال الطاقة المتجددة.

لذا قامت مصر بإطلاق لمبادرة الرائدة (إتحضر للأخضر) طويلة المدى لبناء اقتصاد أخضر تأتي المبادرة في إطار الإستراتيجية القومية للتنمية المستدامة "مصر ٢٠٣٠"، وتستهدف تغيير السلوكيات ونشر الوعي البيئي وحث المواطنين – وخصوصًا الشباب – على المشاركة في الحفاظ على البيئة والموارد الطبيعية لضمان استدامتها حفاظًا على حقوق الأجيال القادمة. كما تستهدف المبادرة نشر الوعي بالحفاظ على المحميات الطبيعية وإدارتها وفق المستويات العالمية بما يضمن الحفاظ على توازن النظم الإيكولوجية وتعظيم فرص التنمية الاقتصادية والاجتماعية. وتتبنى المبادرة التوعية بأهمية التشجير وإعادة تدوير المخلفات وترشيد

استهلاك الغذاء والطاقة، والحد من استخدام البلاستيك، والحفاظ على الكائنات البحرية، والحد من تلوث الهواء، وحماية المحميات الطبيعية. وتعتمد المبادرة على مواصلة جهود وإجراءات مواجهة تلوث الهواء، منها: أنشطة تحسين جودة الهواء، ودعم وسائل رصد نوعية الهواء. وتسعى المبادرة إلى تعزيز الهدف الرقمي، الذي تم وضعه – لأول مرة – في إطار الإستراتيجية القومية للتنمية المستدامة "مصر 2030"، التي تهدف إلى خفض التلوث بالجسيمات الصلبة بنسبة 50% بنهاية عام 2030. كما تم زيادة عدد محطات الرصد بالشبكة القومية لرصد نوعية الهواء المحيط 102 محطة ومن المستهدف الوصول إلى 120 محطة بحلول عام 2030 موزعة على جميع المناطق المختلفة بالجمهورية. وتدعم المبادرة الاقتصاد وزيادة التنافسية وخلق فرص عمل جديدة مع وفاء مصر بالتزاماتها الدولية والإقليمية تجاه الاتفاقيات الدولية بما يحقق الحفاظ على استدامة استخدام الموارد الطبيعية كحق أصيل للأجيال القادمة.

الاستنتاجات العامة للدراسة:

- الطاقة المتجددة لها دور حيوي في تحقيق التنمية المستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية، لكن مصادر الطاقة التقليدية التي تعتمد عليها الدول معروفة بنضوبها وعدم استدامتها وتأثيرها السلبي على البيئة الأمر الذي حفزّ على ضرورة البحث عن موارد الطاقة الجديدة ومتجددة وصديقة للبيئة.
- أخذت الطاقة الشمسية تنمو بصورة سريعة كأحد أهم البدائل المطروحة على المستوى العالمي.
- إن استخدام الطاقة المتجددة والطاقة الشمسية يعملان علي تحقيق أهداف التنمية المستدامة وتحسين الاقتصاد وخلق فرص عمل مستدامة مما يؤدي من تقليل الفقر ورفع المستوي المعيشي وتوفير موارد المصادر الطبيعية للأجيال القادمة والحالية وتحسين جودة البيئة مما ينعكس علي الصحة العامة.
- تعتبر الطاقات المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية البديل الأفضل للطاقات التقليدية، باعتبارها طاقة متجددة نظيفة لن تُستنفد أبداً أو تلحق الضرر بالبيئة وتحقيق التنمية المستدامة في مصر.
- تتمتع مصر بموقع جغرافي متميز شجعها نحو التوجه لاستغلال طاقاتها المتجددة لاسيما الطاقة الشمسية، بالنظر لمختلف المشاريع المنجزة والمطروحة الهادفة إلى الاستثمار في الطاقة الشمسية.
- تستهدف مصر رفع حصة الطاقة المتجددة في مزيج توليد الكهرباء إلى 42% بحلول عام 2035
- تلعب الحكومات دوراً بالغ الأهمية في دعم قطاع الطاقة المتجددة وذلك من خلال وضع سياسات مناسبة وأُطر تنظيمية وآليات تحفيزية لتطوير ونشر حلول الطاقة المتجددة. وقد باشرت الحكومات في جميع أنحاء العالم بوضع السياسات اللازمة لنمو قطاع الطاقة المتجددة .
- يتوقف نجاح عملية تطوير صناعات الطاقة المتجددة في الدول المنتجة للوقود الأحفوري، على تشجيع استخدام مصادر الطاقة المتجددة وهذا من شأنه مساعدة تلك الدول على المنافسة في سوق الطاقة المتجددة وخفض التكاليف وتطوير التقنيات النظيفة.

- مصر تهتم باستخدام الطاقة المتجددة وذلك لتحقيق مجموعة من الفوائد اهمها توسيع دور مصادر الطاقة المتجددة في تنويع الاقتصاد المحلي ومصادر الدخل، إضافة إلى كونها الحل الفعلي والأمثل للحد من ظاهرة تغير المناخ.
- تغيير السلوكيات ونشر الوعي البيئي وحث المواطنين – وخصوصًا الشباب – على المشاركة في الحفاظ على البيئة والموارد الطبيعية لضمان استدامتها حفاظًا على حقوق الأجيال القادمة.
- تواجه الطاقة الشمسية والطاقة المتجددة بصفه عامة في مصر معوقات قانونية وبيئية وفنية وتسويقية واقتصادية.

التوصيات:

فى ضوء ما أسفرت عنه نتائج البحث وتفسيرها يمكن اقتراح التوصيات التالية:

أ- التوصيات العلمية:

تقترح الباحثة إجراء البحوث التالية:

1- دراسة دور الطاقة المتجددة في ضوء البعد الاجتماعي للتنمية المستدامة.

2- دراسة دور الطاقة الشمسية في ضوء البعد الاجتماعي للتنمية المستدامة.

3- دراسة دور الطاقة المتجددة في ضوء البعد الاقتصادي للتنمية المستدامة.

4- دراسة دور الطاقة الشمسية في ضوء البعد الاقتصادي للتنمية المستدامة.

5- دراسة دور الطاقة المتجددة في ضوء البعد البيئي للتنمية المستدامة.

6- دراسة دور الطاقة الشمسية في ضوء البعد البيئي للتنمية المستدامة.

7- دراسة دور الطاقة المتجددة في ضوء البعد التقني للتنمية المستدامة.

8- دراسة دور الطاقة الشمسية في ضوء البعد التقني للتنمية المستدامة.

ب-التوصيات العملية:

- ضرورة فرض توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة المتجددة علي جميع مؤسسات الدولة العامة والخاصة بمختلف أنواعها.
- ضرورة وضع أليات تشجيعية لجذب الاستثمارات في مجال الطاقة الشمسية والطاقة المتجددة وتشجيع المواطن علي استخدام الطاقة الشمسية.
- ضرورة تشجيع البحث والتطوير مع تحديث دراسات استخدامات الطاقات المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية في مصر ، من خلال فتح اقسام جديدة في الجامعات ومعاهد متخصصة في هذا المجال لتكوين متخصصين في المجال.
- إقامة شراكات مع الدول المكتسبة للتقنية من أجل اكتساب الخبرة في مجال الطاقات المتجددة، خاصة في مجال الطاقة الشمسية بالنظر للمقومات والإمكانيات المتوفرة في مصر.

- استقطاب الاستثمارات الأجنبية من أجل إنشاء مشاريع مشتركة في مجال صناعة وتطوير الطاقة الشمسية.
- إنشاء بنك لمعلومات الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة وشدة الرياح وكمية الغبار وغيرها من المعلومات الدورية الضرورية لاستخدام الطاقة الشمسية.
- القيام بمشاريع رائدة وكبيرة مشتركة البلدان العربية للاستفادة من جميع تطبيقات الطاقة الشمسية.
- تشجيع التعاون والتبادل العلمي مع الدول المتقدمة في هذا المجال والاستفادة من خبراتها من خلال عقد الندوات واللقاءات الدورية.
- تشجيع المواطنين على استخدام الطاقة الشمسية في منازلهم عن طريق تقديم دعم المادي والمعنوي وتسهيل الاجراءت.
- تشجيع وتسهيل الاستثمارات في هذا المجال في قطاعي الطاقة الشمسية والرياح حيث يعدان من أسرع مصادر الطاقة نمواً وجذباً للاستثمارات في الوقت الحالي، مع الاهتمام بدراسة التحديات المناخية التي من الممكن أن تواجه استخدام مصادر الطاقة المتجددة، والاستفادة من تجارب الدول المتقدمة في هذا المجال، وتوفير الموارد المالية اللازمة لإجراء البحوث والدراسات العلمية الدقيقة في مجال الطاقة المتجددة، وهناك ضرورة لدراسة اتجاهات ومدى تقبل المسؤولين وأفراد المجتمع لاستخدام مصادر الطاقة المتجددة، وبخاصة مع الارتفاع المتزايد لأسعار النفط والمخاوف التي تجتاح العالم من احتمالات نضوبه.
- رفع وعي المواطن نحو تغيير نمط الحياة والسلوك الاستهلاكى ترشيدًا لاستخدام الطاقة، من خلال التوعية العامة وتنمية مهارات الفنيين لتلافى عدم الكفاءة، هذا بالاضافة إلى رفع القدرات الإدارية ووضع أساس لنظام معلوماتى حول كفاءة الطاقة.
- إشراك القطاع الخاص في تعزيز التنمية الصناعية الإقليمية للطاقة المتجددة.
- تقييم التأثيرات البيئية كأساس لدراسات الجدوى الفنية والاقتصادية لمشروعات إنشاء محطات توليد الكهرباء الجديدة، وتوفيق الأوضاع البيئية بمحطات التوليد القديمة.

المراجع:

أولا: المراجع باللغة العربية

- ابراهيم عبد الله عبد الرءوف. (2013) ، الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة ، دراسة تحليلية وتطبيقية علي الطاقة الشمسية في مصر، مجلة البحوث القانونية والاقتصادية ، العدد 54 ، أكتوبر ، ص 1160.
- الجهاز المركزي للتعبئة و الإحصاء، دراسة مستقبل الطاقة في مصر ، مارس 2014 م ، ص 26.

- سهام عقل عبد الله عاشور (2017) ، محددات استخدام الطاقة الشمسية كأحد مصادر الطاقة المتجددة في مصر ، ص 377–429.
- صباح حسن عبد الزبيدي. (2007)، "خطة مقترحة لتنمية مصادر الطاقة في البيئة العربية في ظل التنمية المستدامة، ودور الأستاذ الجغرافي العربي الفاعل فيها، مجلة كلية التربية للبنات، المجلد: 18 (1) ، ص 141.
- عدمان مريزق، دور برامج الطاقات المتجددة في معالجة ظاهرة البطالة قراءة للواقع الجزائري، 2011 ص3.
- عماد تكواشت (2012)، واقع و أفاق الطاقة المتجددة ودورها في التنمية المستدامة في الجزائر ، رسالة ماجستير ، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة الحاج لحضر – باتنة ، الجزائر ، ص 174.
- ماجد أبو النجا الشرقاوي. (2001) ، الأبعاد الاقتصادية لاستخدامات الطاقة الشمسية في جمهورية مصر العربية، مجلة مصر المعاصرة ، القاهرة، العدد 504، أكتوبر ، ص 132.
- وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة المصرية التقرير السنوية. (2022).

ثانيا: المراجع باللغة الإنجليزية

- Ahmadi, A., Das, B., Ehyaei, M., Esmaeilion, F., El Haj Assad, M., Jamali, D., Koohshekan, O., Kumar, R., Rosen, M., Negi, S., et al. (2021). Energy, exergy, and techno-economic performance analyses of solar dryers for agro products: A comprehensive review. Sol. Energy 228, 349–373.
- Ali, A.Z. , Rahman, M.S. , Raihan, A. , (2022). Soil carbon sequestration in agroforestry systems as a mitigation strategy of climate change: A case study from Dinajpur, Bangladesh, Advances in Environmental and Engineering Research, 3 (4) , pp. 1-15,
- Ali O M Maka, Jamal M Alabid, (2022). Solar energy technology and its roles in sustainable development, Clean Energy, Volume 6, Issue 3, Pages 476–483.
- Ariful Islam" Interactions between the Physical and Biotic Environments" Biol Med, 2022, Vol.14 Iss.4 14:485.
- Boco MA (2022) Sound Energy Harvesting and Converting Electricity (SEHCE). Ann Math Phys 5(2): 146-149.
- Bruce A. Babcock, Costs and Benefi ts to Agriculture from Climate Change Policy, Center for Agricultural and Rural Development, Iowa Ag Review, Summer 2009, Vol. 15 No. 3Benefits of Renewable Energy Use", Union of Concerned Scientists, 2021.
- Caroline Banton, Charles Potters, Pete Rathburn, (2023). Renewable Resource: Definition, Considerations, and Types. Investopedia, https://www.investopedia.com/terms/r/renewable_resource.asp.
- Cucchiella, F. Gastaldi, M. Miliacca, M. (2017). The management of greenhouse gas emissions and its effects on firm performance, Journal of Cleaner Production, Volume 167, 2017, Pages 1387-1400.

- Desmond Tweneboah-Koduah, Matthew Lobnibe Arah & ThomasPrehi Botchway (2023). Globalization, renewable energy consumption and sustainable development, Cogent Social Sciences, 9:1.
- Fekadu Hailu. (2023). Climate change as a trigger for desertification and possible alternatives to reduce biodiversity loss .J. Selva Andina Biosph., 11 (1),94-111.
- Gupta, A.; Das, B.; Biswas, A.; Mondol, J. (2022). Sustainability and 4E analysis of novel solar photovoltaic-thermal solar dryer under forced and natural convection drying. Renew. Energy, 188, 1008–1021.
- Hassan, S.T. , Batool, B. , Sadiq, M. , Zhu, B. , (2022). How do green energy investment, economic policy uncertainty, and natural resources affect greenhouse gas emissions? A Markov-switching equilibrium approach Environmental Impact Assessment Review, 97.
- Hidalgo, C.A. (2021). Economic complexity theory and applications. Nat Rev Phys 3, 92–113.
- IRENA- The International Renewable Energy Agency (2022). The executive summary of, World Energy Transitions Outlook 2022: 1.5°C Pathway, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi Research and analysis into the benefits of renewables", IRENA, 2021.
- IEA - International Energy Agency,2023 World Energy Investment 2023 report.
- IEA - International Energy Agency,2022 World Energy Investment 2022 report.
- Isfat, M. , Raihan, A. , (2022). Current practices, challenges, and future directions of climate change Adaptation in Bangladesh International Journal of Research Publication and Reviews, 3 (5) , pp. 3429-3437.
- Jha, P.; Das, B.; Gupta, R., (2022). Energy matrices evaluation of a conventional and modified partially covered photovoltaic thermal collector. Sustain. Energy Technol. Assess. 54, 102610.
- João P. Romero, Camila Gramkow, (2021). Economic complexity and greenhouse gas emissions, World Development, 139, 105317.
- Johnson, Justin Andrew; Baldos, Uris Lantz; Corong, Erwin; Hertel, Thomas; Polasky, Stephen; Cervigni, Raffaello; Roxburgh, Toby; Ruta, Giovanni; Salemi, Colette; Thakrar, Sumil. (2023) "Investing in nature can improve equity and economic returns". Proceedings of the National Academy of Sciences. 120 (27).
- Lanwar, N. L., Kaushik, S. C., & Kothari, S. (2011). Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(3), 1513-1524.
- Maamoun N, Kennedy R, Jin XM, Urpelainen J (2020) Identifying coal-fred power plants for early retirement. Renew Sustain Energy Rev 126:109833.
- Mary Naadanswa Adu-Gyamfi, Anand Raj, Peter Golding, Luis Perez, Diane Golding, et al. (2022). Moving Towards Renewable Energy to Mitigate Carbon Emissions from Fossil Fuel. American Journal of Environmental Science and Engineering, 6(2), 91-100.
- Meliyev, M. (2023). Glacier melting: control and mitigation strategies. Western European Journal of Linguistics and Education1(3), 26-33.
- Mort Walker (1996), Concept of energy, United States: Centre Daily Times, Page 8, Part Chapter.

- Nassima Djellouli, Latifa Abdelli, Mohamed Elheddad, Rizwan Ahmed, Haider Mahmood, (2022). The effects of non-renewable energy, renewable energy, economic growth, and foreign direct investment on the sustainability of African countries, Renewable Energy, Volume 183,Pages 676-686.
- Olabi, A.G., Mohammad Ali Abdelkareem, (2022). Renewable energy and climate change, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 158.
- Osman, A.I., Chen, L., Yang, M. et al. (2023). Cost, environmental impact, and resilience of renewable energy under a changing climate: a review. Environ Chem Lett 21, 741–764.
- Owusu, Phebe Asantewaa; Asumadu-Sarkodie, Samuel (2016). "A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation". Cogent Engineering. 3 (1): 1167990. doi:10.1080/23311916.2016.1167990.
- Owusu, P. A., & Asumadu-Sarkodie, S. (2016). A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation. Cogent Engineering, 3(1), 1167990.
- Overland, Indra. (2010). Subsidies for fossil fuels and climate change: A comparative perspective. International Journal of Environmental Studies. 67. 303–317.
- Raihan, A. , Begum, R.A. , Saidk, M.N.M. , (2021). A meta-analysis of the economic value of forest carbon stock, Geografia–Malaysian Journal of Society and Space, 17 (4) , pp. 321-338.
- Pathak, M., Slade, R., Shukla, P.R., Skea, J., Pichs-Madruga, R., D. Ürge-Vorsatz, (2022). Technical Summary. In: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.002.
- Poul Alberg Østergaard, Neven Duic, Younes Noorollahi, Soteris Kalogirou, (2022). Renewable energy for sustainable development, Renewable Energy, Volume 199, Pages 1145-1152.
- Stoddart, H. (2011). A Pocket guide to sustainable development governance. Stakeholder Forum.
- Tansu Galimova, Manish Ram, Christian Breyer, (2022). Mitigation of air pollution and corresponding impacts during a global energy transition towards 100% renewable energy system by 2050, Energy Reports, Volume 8, Pages 14124-14143.
- Tze-Zhang Ang, Mohamed Salem, Mohamad Kamarol, Himadry Shekhar Das, Mohammad Alhuyi Nazari, Natarajan Prabaharan, (2022). A comprehensive study of renewable energy sources: Classifications, challenges and suggestions, Energy Strategy Reviews, Volume 43, 100939.
- U.S. Environmental Protection Agency, MAY 5, 2022.
- UN Climate Change Conference (UNFCCC), (COP21) process and meetings, the paris agreement, 2015.
- United Nations, https://www.un.org/sustainabledevelopment/ar/energy/
- World Bank. 2022. State and Trends of Carbon Pricing 2022. State and Trends of Carbon Pricing;. © Washington, DC: World Bank.

- WHO- World Health Organization ambient air quality database, report, 2023. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/368432/9789240047693-eng.pdf?sequence=1
- Yajie Jiang, Michael P. Nielsen, Alex J. Baldacchino, Martin A. Green, Dane R. McCamey, Murad J. Y. Tayebjee, Timothy W. Schmidt, Nicholas. J. Ekins-Daukes, " Singlet fission and tandem solar cells reduce thermal degradation and enhance lifespan", Photovoltaics, 2021, 29 (8), 899-906.

The role of renewable energy and solar energy in achieving sustainable development goals

Summary:

The study focuses on highlighting the role and importance of renewable energy in achieving sustainable development in Egypt, and highlighting the role of solar energy in achieving sustainable development, especially since it is considered one of the most important sources of renewable energy, the use of which leads to reducing greenhouse gas emissions and thus reducing vulnerability to climate change. The research question confirms that despite the presence of traditional energy sources in Egypt, especially crude oil and natural gas, these resources may be depleted and not renewed. However, the use of these resources causes the risk of environmental pollution and injustice to future generations, so the answer to the research question was to maximize investment opportunities in renewable resources in Egypt in order to be sustainable and environmentally friendly. Many projects have been established using solar energy, wind energy, biomass energy, and hydropower energy in Egypt. The study reached a number of conclusions, the most important of which is that Egypt pays real attention to the renewable energy sector in order to obtain a number of benefits, the most important of which is solar energy as one of the sources of renewable energy and which is the true ideal solution for supplying energy to the world in an effective and clean manner that is not harmful to the environment and to expand the role of the local economy. Diversifying sources of income, as well as reducing climate change.It was proposed in this study to raise the environmental awareness of the Egyptian citizen and interest in research and development in the field of renewable energy, especially solar energy, and providing financial and moral support to citizens to use solar energy at home.

Keywords: Sustainable development; Renewable energy; solar energy; greenhouse gas.