دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في مصر

إعداد

د. محمد حسين حفني غانم

مدرس الاقتصاد، جامعة الصالحية الجديدة

mhhg180@gmail.com

المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية

كلية التجارة – جامعة دمياط

المجلد الرابع - العدد الثاني – الجزء الرابع - يوليو ٢٠٢٣

التوثيق المقترح وفقاً لنظام APA:

غانم، محمد حسين حفني (٢٠٢٣). دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في مصر، **المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية**، كلية التجارة، جامعة دمياط، ٤(٢)، ٢٦٧- ٣١٩.

رابط المجلة: https://cfdj.journals.ekb.eg/

دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في مصر

د. محمد حسين حفني غانم

الملخص:

هدف البحث إلي بيان تأثير إنتاج الطاقة المتجددة على مستوي التنمية المستدامة بمصر خلال الفترة (١٩٩٠-٢٠٢٠)، حيث اعتمدت الدراسة على الاستدامة الضعيفة (الثروة الحقيقية للفرد)، والاستدامة القوية (العجز الايكولوجي للفرد) للتعبير عن مستوي التنمية المستدامة المصري، وباستخدام أسلوب التكامل المشترك المبني علي منهج الإنحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزع (**ARDL**)، بالإضافة إلي اختبار (**Sasabuchi–Lind–Mehlum**)، فتوصلت الدراسة إلى وجود علاقة غير خطية بين مستوي الطاقة المتجددة والثروة الحقيقية لكل فرد تأخذ شكل حرف U، حيث يُصبح تأثير الطاقة المتجددة على الاستدامة البيئية ايجابي عندما تتجاوز الطاقة المتجددة حاجز ٢,٩٣٪ من إجمالي الطاقة، فزيادة إنتاج الطاقة المتجددة بنسبة ١٪ من إجمالي الطاقة سيؤدي الي زيادة نصيب الفرد من الثروة الحقيقية بمقدار ١٥٨,٨ دولار لكل فرد، وخفض العجز الأيكولوجي بمقدار ٠,١٠٠٤ هكتار عالمي لكل فرد في الأجل الطويل.

وأوصي البحث بضرورة زيادة استخدام تقنيات الطاقة المتجددة، وزيادة الإنفاق علي الأبحاث والتطوير فيها، وزيادة الإستثمار في الطاقة النووية لأنها قليلة التلوث للبيئة، والحد من استخدام الطاقة التقليدية بسبب زيادة تلوثها للبيئة، وزيادة استخدام التكنولوجيا الحديثة في الصناعة للحد من التلوث، والتوسع في استخدام وسائل النقل الجماعي.

الكلمات الدالة: الطاقة المتجددة، التنمية المستدامة، التنمية البشرية، النمو الاقتصادي، التلوث

١- مقدمة:

شهدت صناعة الطاقة المتجددة تحولاً كبيراً منذ بداية تسعينيات القرن الماضي، وأصبحت القفزة الكبرى للطاقة المتجددة أبرز نقطة مضيئة في مجال الطاقة في العقود الثلاثة الأخيرة، وتوجد ثماني دول تنتج نحو ٨٠٪ من طاقة الرياح في العالم، وهذه الدول هي: الصين والولايات المتحدة وألمانيا والهند وأسبانيا والمملكة المتحدة وكندا وفرنسا، حيث تعتبر طاقة الرياح من أهم المصادر المتجددة للطاقة وأرخصها تكلفة مما يجعلها محط إهتمام متزايد من دول العالم(١).

وتعد أزمة الطاقة هي من أكبر قضايا القرن الواحد والعشرين لأنها أكبر مسببات تغير المناخ، مما دفع بدول العالم إلي زيادة الإهتمام بالطاقة المتجددة مستقبلاً، بحيث تكون بديلة للطاقة الأحفورية والتي تسعى الدول وخاصة المتقدمة إلي الحد من استخدامها، ويتمثل الدافع الرئيسي للاهتمام بالطاقة المتجددة في الحد من الغازات الملوثة للبيئة(٢).

(١) تقرير صادر عن وكالة استشارات الطاقة التابعة للامم المتحدة، ٢٠١٨ ، ص ٢٣.

(2)Johns Hopkins," **Renewable Energy vs Sustainable Energy**: What's the Difference?", School of Advanced International Studies, 2 July, 2021, p.1.

وبالرغم من هذا فإن الطاقة التقليدية حالياً ما زالت المصدر الرئيسي للطاقة، وخاصة للدول محدودة الدخل في وسط إفريقيا وجنوب آسيا، ولكن نسبة مساهمتها في مصادر الطاقة العالمية ستتراجع تدريجياً ولكن ببطء نتيجة للتوسع في استخدام الطاقة المتجددة، وفي نفس الوقت فإن الوقود السائل الناتج عن التخمير(الإثينول) ستزداد مساهمته كخليط وبديل للمنتجات النفطية وخاصة في البرازيل والاتحاد الأوروبي، ولكن دوره سيظل محدوداً لارتفاع تكلفة إنتاجه ونقله[١].

ويؤدي الاستخدام المحدود للطاقة إلى تقليل قدرة الفئات الفقيرة على تحسين ظروفها المعيشية؛ فنحو ثلث سكان العالم لا تصل إليهم الكهرباء، بينما تصل إلى الثلث الآخر بصورة ضعيفة، كما أن اعتماد سكان المناطق الريفية على أنواع الوقود التقليدية في التدفئة والطهي له تأثيرات سلبية على البيئة والصحة، وما زال هناك تباين بين الدول في معدلات استهلاك الطاقة، حيث يزيد معدل إستهلاك الدول الغنية من الطاقة بما يزيد عن ٢٥ ضعف مقارنة بالدول الأكثر فقراً[٢].

وازداد استخدام مصادر الطاقة المتجددة، وخاصة طاقة الرياح في العديد من دول العالم وإن تركزت في بعض الدول الأوروبية، فالدنمارك تحصل علي ١٥٪ من طاقتها الكهربائية من الرياح، وفي أجزاء من ألمانيا يتم توليد نحو ٧٥٪ من الطاقة الكهربائية من الرياح، وفي مقاطعة بامبيلونا بأسبانيا يتم الحصول علي ٥٠٪ من الطاقة الكهربائية من الرياح، كما تعتبر الطاقة الشمسية هي أصل طاقة الرياح، حيث قدر العلماء أن ٢٪ من الطاقة الشمسية الساقطة على سطح الأرض تتحول إلى طاقة رياح[٣].

٢ـ مشكلة البحث:

تسعي دول العالم ومنها مصر إلى الحد من استخدام الطاقة الأحفورية (الفحم والنفط والغاز)، نظراً لما تسببه من تلوث بيئي، فلجأت إلي الطاقة المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة، كما أن مصر ليس لديها إكتفاء ذاتي من البترول، مما قد يعرضها لكثير من المشكلات في ميزانياتها، بسبب تقلب أسعار النفط لتأثره بالعوامل السياسية والعسكرية، والحرب الروسية الأوكرانية الأخيرة خير دليل.

---

(١) مؤتمر الطاقة العربي العاشر، الطاقة والتعاون العربي، (قطر: الدوحة، ٢٠١٤).

٢() هشام الخطيب، "**مصادر الطاقة المتجددة: التطورات التقنية والاقتصادية: عربيا وعالمياً**"، مؤتمر الطاقة العربي الثامن، الأردن، مايو ٢٠٠٩.

(٣) نوال بو علاق، **واقع الطاقة المتجددة وآفاقها في تحقيق التنمية المستدامة في الجزائر خلال (٢٠١٥-٢٠٣٠)**، رسالة دكتوراه، (الجزائر: وهران، جامعة وهران، ٢٠١٧)، ص٩٥.

ويرجع ضعف تنمية وتطبيق استخدام تطبيقات الطاقة المتجددة في الدول النامية إلي **الأتي**[١]:

أ- ضعف مشاركة القطاع الخاص والاعتماد على التمويل الأجنبي في إنتاج الطاقة المتجددة.

ب- معوقات تصنيع ونشر استخدامات الطاقة الجديدة والمتجددة في الدول النامية بشكل عام.

ج- وجود بعض المعوقات الفنية والمالية والمؤسساتية.

وعليه تمثل مشكلة البحث في محاولة الإجابة عن **السؤال التالي**:

هل يوجد أثر لاستخدام الطاقة المتجددة علي التنمية المستدامة في مصر؟

٣- أهمية البحث:

دفع إرتباط تلوث الهواء بمصـــادر الطاقة الأحفورية إلي قيام دول كثيرة بتقنين وترشـــيد إنتاجها واسـتهلاكها، وذلك بإدخال أسـاليب وتكنولوجيا نظيفة للإنتاج، ولترشـيد اسـتهلاك الطاقة الأحفورية وللحد من التلوث، ومنها (الضرائب والأسعار والدعم)، ولزيادة استخدام الطاقة المتجددة النظيفة[٢].

ويتضـــح أهمية الطاقة المتجددة في أنها لبت جزءاً من الطلب علي الطاقة، مما يقلل الطلب علي الطاقة الأحفورية، وزيادة تأمين مصـــادر الطاقة، فالمصـــادر المتجددة متوفرة في الطبيعة، كما أنها تسهم في الحد من الإختلال البيئي، نظراً لكونها طاقة نظيفة وصديقة للبيئة[٣].

كما بلغت حصة مصادر الطاقة المتجددة في إجمالي إستهلاك الطاقة ١٧,٧٪ عام ٢٠١٩، بزيادة ١,٦٪ عن عام ٢٠١٠، وتحسنت كفاءة الطاقة الأولية العالمية من عام ٢٠١٠ إلى عام ٢٠١٩، بمتوسط معدل تحسن سنوي قدره ١,٩٪، ولتحقيق هدف كفاءة الطاقة، سيحتاج المعدل السنوي للتحسين حتى عام ٢٠٣٠ إلى ٣,٢٪ في المتوسط سنويًا[٤].

وعليه تتمثل أهمية البحث في **النقاط التالية**:

أ- بأنه يعالج مشكلة من أهم المشكلات التي تواجه العالم وهي التلوث البيئي.

ب- محاولة علاج مشكلة نفاذ الطاقة الأحفورية في خلال عقود قليلة قادمة.

ج- بيان الدور الذي يمكن أن تؤديه مصادر الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة.

د- تعتبر الطاقات المتجددة البديل الوحيد للاقتصاديات المعتمدة علي الطاقة الأحفورية، وعليه لابد من تدبير مصادر لتمويل الاستثمار في الطاقة المتجددة في حال نضوب المصادر الأحفورية.

---

(١)محمد مصطفي الخياط، الصين وخيار الطاقة البديلة، **مجلة السياسة الدولية، مجلد ٤٣، عدد ١٧٣**، ٢٠١٥، ص١

٢() محمد مصطفي الخياط، "**الطاقة ... حاضر صعب وغد مرتقب**"، ورشة عمل الطاقة والبيئة، أكاديمية البحث العلمى، القاهرة – مصر، نوفمبر ٢٠٠٧.

(٣) فروحات حدة، " الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة فى الجزائر" دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر" **مجلة الباحث عدد (١١)– جامعة قاصدي مرباح , ورقلة – الجزائر**، ٢٠١٢.

(4) United Nations, Sustainable Development Goals Report 2022, "Ensure Access to Affordable, Reliable, Sustainable and Modern Energy,"

٤- الفرضية البحثية:

سعي البحث إلى إختبار صحة **الفرض التالي**:

يوجد أثر لاستخدام الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة في مصر.

٥- أهداف البحث:

تمثل الهدف الرئيسي للبحث في بيان أثر استخدام الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة في مصر، وذلك لتوفير مصادر طاقة مستدامة، والحد من التلوث، وتحسين مؤشرات التنمية البشرية.

وعليه تتمثل أهداف البحث، في **الأتي**:

أ- بيان أثر الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة في مصر ولزيادة الوعي بضرورة ترشيد إستهلاك مصادر الطاقة التقليدية من أجل إتاحة فرصة للأجيال القادمة للاستفادة منها.

ب- تناول مفهوم ومزايا وأهمية الطاقة المتجددة.

ج- دفع عملية تطوير الطاقة المتجددة من خلال إبراز المخاطر البيئية والصحية التي تواجها مصر.

د- بيان أهمية إستخدام الطاقة المتجددة في الحفاظ على البيئة والصحة.

٦- أهم الدراسات السابقة:

الدراسة الأولى: (داليا: ٢٠٢١)[1]:

بعنوان:" **نحو تنمية الطاقة المتجددة في مصر لتحقيق التنمية المستدامة**":

هدفت الدراسة إلى تعزيز دور الطاقة المتجددة ورفع كفاءة استخدام الطاقة، مع تنويع مصادرها من خلال زيادة الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة، وخاصة طاقة الرياح والطاقة الشمسية. واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي والتحليلي، وتبين من نتائج الدراسة أن عام ٢٠١٧ شهد طفرة كبيرة في مجال الطاقة المتجددة؛ وذلك لزيادة إجمالي قدرة الطاقة المتجددة وانخفاض تكلفتها وزيادة الاستثمارات فيها، مع تفوق التكنولوجيا المستخدمة، مما جعلها تسهم بنحو ١٤٪ من إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة عالمياً، كما أن قطاع الطاقة في مصر ما زال يعتمد على الوقود الأحفوري، حيث يسهم النفط والغاز الطبيعي بنحو ٩٥٪ من الاستهلاك الكلي للطاقة، بالرغم من أن مصر تتمتع بوفرة في مصادر الطاقة المتجددة. وأوصت الدراسة بضرورة قيام الحكومة بوضع سياسات مالية ونقدية وتجارية وتشريعات وحوافز مالية لتنمية مصادر الطاقة المتجددة وتشجيع الاستثمار، مما ساهم في قيام العديد من المشروعات.

---

(1) داليا محمد إبراهيم، **نحو تنمية الطاقة المتجددة في مصر لتحقيق التنمية المستدامة**، مجلس الوزراء المصري، مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار، ٣١ أكتوبر ٢٠٢١.

الدراسة الثانية: (عبد اللطيف، وآخرون: ٢٠١٨)[١]:

بعنوان:**" المردود البيئى لاستخدمات الطاقة الشمسية فى مصر - دراسة باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ":**

هدفت الدراسة إلى تناول علاقة عملاء بمشروعات الطاقة الشمسية والطاقة المتجددة، واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، حيث شملت على تحليل الإستبيان الخاص بشركات الطاقة الشمسية وعددها (٢٠) شركة للتحقق من ثقافة المواطن المصري في الإقبال على استخدام الطاقة الشمسية وبأي المجالات يتم الإستعانة بالطاقة الشمسية بدلاً من الطاقة التقليدية، وبيان أهم أسباب اتجاه العملاء لالستخدام الطاقة الشمسية بدلاً من الطاقة التقليدية.

وبينت الدراسة أن هناك تنوع في استخدام الطاقة الشمسية حسب الحاجة إليها وحسب المجالات وبالأخص في المجال الزراعى، وأن أكثر المشاريع تركيبا في المجال التنمية الزراعية، وأن استخدامات الطاقة الشمسية تطورت بشكل ملحوظ في السنوات الأخيرة بسبب سعي كافة مؤسسات الدولة في استبدال الطاقة المتجددة بشكل عام والطاقه الشمسية بشكل خاص بدلاً من الطاقة التقليدية لتجنب المخاطر الناتجة عن استخدام الطاقة التقليدية وخاصة التلوث، كما تم توضيح أهمية الطاقة الشمسية لتحقيق التنمية المستدامة والأمن البيئي.

وأوصت الدراسة بوضع خطة مستقبلية لتشجيع وزيادة التصنيع المحلي لتقنيات الطاقة الشمسية مع رفع كفائتها وتطويرها بهدف خلق سوق محلي ينافس السوق العالمي، مع خفض التكلفة الأولية لمحطات الطاقة الشمسية من خلال السياسات الضريبية وخفض الرسوم الجمركية وضرائب المبيعات على الواردات منها، ودعم تعريفة شراء الطاقة الكهربائية المنتجة من محطات الطاقة الشمسية.

الدراسة الثالثة: (ميرفت: ٢٠١٧)[٢]:

بعنوان:**"الطاقة المتجددة وإمكانية مواجهة تحديات الطاقة التقليدية وتعزيز دور مصر كسوق جاذبة لتجارة الكربون":**

هدفت الدراسة إلي بيان آلية تفعيل دور الطاقة المتجددة في تلبية الطلب المتزايد على الطاقة مستقبلاً، وتم الاعتماد على المنهج التحليلي بطريقته الاستقرائية والاستنباطية عند تحليل بيانات الدراسة.

وتبين من الدراسة أن اعتماد مصر على الطاقة التقليدية وخاصة البترول كمصدر أساس للطاقة سوف يكون مهدداً بالنضوب قبل غيره من مصادر الطاقة التقليدية الأخرى، بسبب قلة احتياطيه مقارنة بنسبة الاعتماد عليه، كما تواجه الطاقة التقليدية بعض التحديات تتمثل في تلبية الطلب الحالي والمستقبلي على الطاقة التقليدية، وعدم استدامة الإمداد، والآثار السلبية على البيئة، وبالرغم من أن مصر تعتبر من أنسب دول العالم لاستغلال الطاقة الشمسية في كثير من المجالات، ولكن لم تتعد

(١) عبد العزيز عبد اللطيف، وأخرون، المردود البيئى لاستخدمات الطاقة الشمسية فى مصر - دراسة باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، **مجلة العلوم البيئة، معهد الدراسات والبحوث البيئة، جامعة عين شمس، المجلد ٤٢، الجزء الأول**، يونيو ٢٠١٨.

(٢) ميرفت محمد عبد الوهاب، الطاقة المتجددة وإمكانية مواجهة تحديات الطاقة التقليدية وتعزيز دور مصر كسوق جاذبة لتجارة الكربون، **المجلة العلمية لقطاع كلية التجارة، جامعة الأزهر، العدد ١٧**، يناير ٢٠١٧.

مساهمة الطاقة الشمسية لإنتاج الكهرباء نحو ٠,٠٦٪ من إجمالي القدرة المركبة عام ٢٠١٤، كما ما زالت هناك محدودية كبيرة في الاستفادة من طاقة الرياح، حيث لا تتعدى مساهمة هذا المصدر ١,٥٪ من إجمالي القدرات المركبة عام ٢٠١٥، كما أن مصادر الكتلة الحيوية في مصر يمكن الاستفادة منها كمصدر متجدد للطاقة باستخدامها في تطبيقات تكنولوجية حديثة.

كما أدى استخدام الطاقة المنتجة من محطة الرياح (الزعفرانة١) إلي تحقيق وفر في الوقود الأحفوري بلغ ٢٨٣ ألف طن مكافئ بترول عام ٢٠١٣، كما تم خفض ٧٤٣ ألف طن من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون عام ٢٠١٣، كما استفادت مصر من تجارة الكربون من خلال آليات التنمية النظيفة، حيث سجلت أربعة مشاريع في توليد الكهرباء من طاقة الرياح تحقق خفض سنوي في الانبعاثات يقدر بنحو ٨٠٠ ألف طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون، وتم توريد وبيع ١,٥٨٤ مليون شهادة كربون، وحصلت هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة على عائد مقابل بيع هذه الشهادات، كما قامت بتنفيذ مشاريع في مجال تحويل الوقود من الوقود الأحفوري إلى استخدام الوقود الحيوي، وهذه المشاريع حققت خفض سنوي بنحو٥٤٣ ألف طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون وهو يعادل ٥٤٣ ألف شهادة كربون، ووضعت الدولة بعض التشريعات والآليات لتشجع إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة، ومنها وضع تعريفة التغذية الكهربائية، ووفقًا لهذه الآلية تقوم شركات الكهرباء بشراء الطاقة المنتجة من منتجيها بسعر معلن مسبقًا يحقق عائد مجزي يشجع الاستثمار في الطاقة المتجددة.

وأوصت الدراسة بضرورة تشجيع الاستثمار المحلي في مشروعات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية، وزيادة التوعية باستخدامها وبيان مزاياها، وزيادة منافذ بيع وحدات الطاقة الشمسية.

الدراسة الرابعة: (إيمان: ٢٠٠٥)[١]:

بعنوان:**"الآفاق المستقبلية لدور الطاقة الجديدة والمتجددة فى تلبية الاحتياجات من الطاقة "بالتطبيق على قطاع الكهرباء بمصر"**:

هدفت الدراسة إلي بيان علاقة الطاقة بالتنمية الاقتصادية، وكذلك تحديد الإحتياجات المستقبلية لقطاع الكهرباء من مصادر الطاقة التقليدية والطاقة الجديدة والمتجددة، وذلك من خلال مقارنة تكلفة توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة ومن المصادر التقليدية، وكذلك المقارنة بين تكلفة البدائل التكنولوجية المختلفة والمستخدمة في توليد الطاقة المتجددة، واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي، وكذلك علي المنهج التحليلي لاختبار صحة الفروض البحثية.

وتبين من الدراسة أن الطاقة النووية هي أكثر المصادر قدرة على تلبية الاحتياجات المستقبلية من الكهرباء، يليها طاقة الرياح، ثم الطاقة الشمسية، وأن مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة قادرة على تحقيق فائض قومى، وتبين أيضاً أن أعلى تكاليف رأسمالية للكيلووات المركب فى المحطات الحرارية هى المحطات النووية، أما أقل تكلفة فهى للمحطات الغازية، فى حين تكون تكلفة الوقود للمحطات الغازية أعلى مقارنة بالمحطات الحرارية التى تعمل بالوقود النووى، وانتهت الدراسة إلى خروج الطاقة الشمسية وطاقة الرياح من المنافسة في الأجل القصير، وذلك لإرتفاع التكاليف الاستثمارية لهما. وأوصت الدراسة بضرورة زيادة التوجه نحو مصادر الطاقة المتجددة، خاصة الطاقة النووية.

---

(١) إيمان علي محفوظ، **الآفاق المستقبلية لدور الطاقة الجديدة والمتجددة فى تلبية الاحتياجات من الطاقة "بالتطبيق على قطاع الكهرباء بمصر"**، رسالة دكتوراه، (جامعة القاهرة: كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، ٢٠٠٥)

الفجوة البحثية:

اشترك هذا البحث مع الدراسات السابقة في تناول دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة، ولكن لم تتناول أي من هذه الدراسات هذا الدور في مصر، وهذا ما تم تناوله في هذا البحث.

٧- منهج البحث:

اعتمد البحث على المنهج الاستقرائي والاستنباطي، وذلك في الجانب النظري، كما تم الإعتماد على الإسلوب التحليلي عند تحليل البيانات، وبالإضافة إلي استخدام التكامل المشترك عند قياس العلاقة بين الطاقة المتجددة وبين التنمية المستدامة.

٨- خطة البحث:

تم تناول هذا البحث من خلال المحاور الخمسة **التالية:**

المحور الأول: الإطار النظري للطاقة المتجددة (المفهوم، الأنواع، المزايا، الدوافع).

المحور الثاني: تحليل واقع ومستقبل الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر.

المحور الثالث: تحليل أبعاد التنمية المستدامة في مصر.

المحور الرابع: دور الطاقة الجديدة والمتجددة في تحقيق التنمية المستدامة.

المحور الخامس: قياس أثر الطاقة المتجددة علي التنمية المستدامة في مصر.

المحور الأول

الإطار النظري للطاقة المتجددة (المفهوم، والأنواع، والمزايا، والدوافع)

أدي الإعتماد الكبير علي الطاقة الأحفورية في عملية التنمية إلي زيادة معدلات التلوث البيئي، حيث ما زال الاقتصاد العالمي يعتمد بصورة كبيرة عليها، الأمر الذي حفز إلي ضرورة البحث عن موارد طاقة متجددة والتي تؤدي إلي تحقيق ميزتين، هما: استدامة الطاقة، والحد من التلوث من جهة ولتخفيف الضغط علي استخدام الطاقة التقليدية من جهة أخري[١]، وبذلك أصبحت الطاقة المتجددة تشكل أهم المصادر الرئيسية للطاقة مستقبلاً كونها طاقة نظيفة وغير ملوثة وتتميز بالدوام والتجدد التلقائي، مما يساهم في تحقيق التنمية المستدامة[٢].

وتم إكتشاف ظاهرة الإحتباس الحراري في عام ١٨٢٠، وكان الغلاف الجوى للأرض أكثر نفاذية لأشعة الشمس، ونتيجة لزيادة الإنبعاثات الصادرة من نشاط الإنسان فقد حاصرت هذه الإنبعاثات الحرارة الوافدة إلى الأرض، وعلى رأسها غاز ثاني أكسيد الكربون، مما أثر على درجة الحرارة، وإحداث تغيرات كبيرة في درجة حرارة الأرض[٣].

ويؤدي زيادة الطلب على البترول والأنواع الأخري من الوقود الأحفوري إلي تزايد الإنبعاثات المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري، مما يهدد بتغير مناخي لا يمكن السيطرة عليه، أما بالنسبة للأمن الغذائي فالمطلوب توفير الغذاء لنحو ٩ مليار شخص بحلول ٢٠٥٠، وبالإضافة إلي أن ندرة المياه العذبة أصبحت مشكلة عالمية، وتشير التوقعات إلى تزايد الفجوة بحلول عام ٢٠٣٠ بين الطلب السنوي على المياه العذبة وبين الموارد المتجددة للمياه، كما لا يزال نحو ٢,١ مليار شخص لا يستطيعون الحصول على مياه شرب نقية ولا يوجد صرف صحي لنحو ٢,٣ مليار شخص علي مستوي العالم، وذلك في عام ٢٠١٨[٤].

وعليه سيتم تناول هذا المحور، **من خلال النقاط التالية:**

١- مفهوم الطاقة المتجددة:

هى مصـــادرة طبيعية دائمة غير ناضـــبة ومتوفرة فى الطبيعة بشـــكل غير محدودة، ولا ينتج من اســتعمالها أى تلوث بيئي، فهى طاقات نظيفة، كالطاقة الشــمســية وطاقة الرياح وطاقة المياه (المد والجزر) والحرارة الجوفيـة، وذلـك عكس مصـــادر الطـاقـة الأحفوري والتي ينتج عنهـا غـازات ملوثة[٥].

([1])Marc Rosen, Aida Farsi, **in Sustainable Energy Technologies for Seawater Desalination**, 2022, p.1.

(٢) تكواشت عماد ، **واقع وافاق الطاقة المتجددة ودورها فى التنمية المستدامة فى الجزائر** , رسالة ماجستير , (كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير , جامعة الحاج لحضر باتنة, الجزائر، ٢٠١٣)، ص ٨٧.

([٣]) أماني على عبد الغفار، **الأبعاد الاقتصادية والبيئية لظاهرة الاحتباس الحراري في مصر**، رسالة ماجستير، (كلية التجارة: جامعة عين شمس، ٢٠١٠)، ص ٢٣.

([٤]) ندي أسران، تقرير منظمة الصحة العالمية، لعام ٢٠١٨.

([5] **) Look at**: - CHITOUR Chams Eddine, " **For an Energy Strategy for Algeria by 2030, University Publication office",** Algeria, 2003, p.41.

- Omar Khalil Ahmed, **"Principles of Renewable Rnergies"**, Northern Technical University, 2011, p.1.

ويعد نظام الطاقة الحالي ملوثاً رئيسياً للبيئة، فهو مسؤول عن ثلثي إنبعاثات غازات الاحتباس الحراري، ومن المتوقع أن تصل تكلفة التكيف المصاحبة لتغير المناخ إلى ١٥٠-١٧٠ مليار دولار بحلول عام ٢٠٣٠، والذي ستتحمل الدول النامية أكثر من نصفها(١).

وأدَّت أزمة كورونا إلى نمو معدل توليد الكهرباء من الطاقة المتجددة بنحو٧٪ سنوياً، ولكن انخفضت حصة الطاقة المتجددة في قطاعي النقل والتدفئة عام ٢٠٢٠، وتشكل الطاقة الكهرومائية أكبر مصدر متجدد للكهرباء على مستوى العالم، أمَّا التدفئة والتي هي أكبر مستخدم نهائي للطاقة على مستوى العالم فقد سجَّلت زيادة قدرها ١,٢٪، ومع ذلك فإن موارد الفحم والغاز والنفط لا تزال تلبي ثلاثة أرباع الطلب العالمي على التدفئة، ويحظى قطاع النقل بأقل حصة من الطاقة المتجددة بين كل القطاعات فبلغ نصيبه ٣,٤٪ فقط من مصادر الطاقة المتجددة في عام ٢٠١٨(٢).

٢- أنواع مصادر الطاقة المتجددة ونسبة تأثيرها على تلوث البيئة:

٢-١- أنواع مصادر الطاقة المتجددة:

تسعي نظم الطاقة الحالية في العالم إلي تحقيق ثلاثة استدامات، **هي(٣):**

أ- استدامة الاستهلاك للطاقة النظيفة.

ب- استدامة توليد الطاقة المتجددة.

ج- استدامة التوزيع العادل الطاقة بين دول العالم.

وتسعي دول العالم إلي تحقيق الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة وهو الحصول علي طاقة حديثة ومستدامة وبتكلفة منخفضة، وذلك بحلول ٢٠٣٠، ولكن الوتيرة الحالية غير كافية لتحقيق هذا الهدف وخاصة في الدول النامية، ولا تزال هناك فوارق كبيرة في الوصول إليه(٤).

٢-٢- نسبة تأثير مصادر الطاقة المتجددة على تلوث البيئة:

يوضح جدول (١) التالى الغازات الصادرة عن الأنواع المختلفة من مصادر الطاقة:

---

(١) قريني نور الدين، استغلال الطاقات غير المتجددة لأجل تحقيق التنمية المستدامة في الجزائر، الجزائر، **مجلة الاقتصاد والتنمية البشرية، جامعة سعد دحلب بليدة، عدد ٩**، ٢٠١٤، ص ١٣٧.

(٢) الأمم المتحدة، **تقرير الطاقة المستدامة، بعنوان:** تحقيق هدف حصول الجميع على خدمات الطاقة المستدامة سيظل بعيد المنال ما لم تتم معالجة أوجه التفاوت، **٧-٦-٢٠٢١، متوفر على:** http://trackingSDG7.esmap.org/

(3)**Alan Owen, Leuserina Garniati, politics and Investing in Sustainable Energy Systems**, 2016,p.2.

(4)**Sustainable Development Goals Report 2022, "Ensure Access to Affordable, Reliable, Sustainable and Modern Energy,"**

جدول (١): الغازات الملوثة للبيئة الصادرة عن مصادر الطاقة المختلفة

المصدر	نسبة ثانى أكسيد الكبريت %	نسبة أكسيد النيتروجين %	جزئيات ملوثة أخري لكل طن متري	غازات أخري طن مكافئ	ثانى أكسيد الكربون طن مكافئ
الفحم	١٠	٢٠	٥٠٠	٣	٩٠٠٠
الغاز الطبيعي	٠,٥	٢	٠,٤	٥	٤٠٠٠
البترول	٤٠	١٠	٢	٢٠٠	٩٠٠٠
الطاقة النووية	٠	٠	٠	٠	٠
الطاقة المائية	٠	٠	٠	٠	٠

Source : Union of Concerned Scientists, 2014.

ويتضح من جدول (١) السابق: أن الفحم والبترول من أكثر الملوثات للبيئة، حيث يبلغ حجم ثانى أكسيد الكربون الصادر عنهما ٩٠٠٠ طن مكافئ من الكربون، وبالتالى يترتب على استخدام هذه المصادر وفورات خارجية سلبية، فى حين تعتبر الطاقة النووية والطاقة المائية من مصادر الطاقة غير الملوثة للبيئة، والغاز يعتبر وسط من ناحية تلوث الهواء، كما يساهم الوقود الأحفورى فى إنتاج أكثر من ٥٠٪ من غاز ثانى أكسيد الكبريت عند استخدامها فى توليد الكهرباء، وعليه تعد الطاقات المتجددة خاصة الطاقة المائية من أهم مصادر الطاقة التى تنافس الطاقة النووية.

وبمقارنة عدد من الوفيات الناجمة عن الحوادث المتعلقة بإنتاج الطاقة من مصـــادرها المختلفة، ويتبين أن مصادر الطاقة المتجددة أقلها في إحداث حالات وفيات، كما هو موضح بجدول(٢):

جدول (٢)

عدد الوفيات الناجمة عن حوادث متعلقة بالطاقة لكل وحدة كهرباء وفقاً لمصادر الطاقة عام ٢٠١٥

نوع الوقود	عدد الوفيات (شخص)
الفحم	١٢٠
البترول	٩٩,٥
الغاز الطبيعى	٧١,٩
طاقة الرياح البحرية	٨,٥
طاقة الرياح البرية	١,٧٨
الطاقة الشمسية	٠,٢٤٥
الطاقة النووية	٠,٠١

Source :Paul Scherrer institute, Data For Nuclear Accidents Modified to Reflect Unscear Findings/ Recommendation 2012 and NRC Soarca Study 2015.

ويتبين من جدول (٢) السابق: أن الفحم يحتل المرتبة الأولي من ناحية عدد الوفيات لكل حادثة بمعدل (١٢٠) وفاة، يليه في المرتبة الثانية البترول بمعدل(٩٩,٥) وفاة، ثم الغاز الطبيعي بمعدل (٧١,٩) وفاة، ثم طاقة الرياح البحرية بمعدل (٨,٥) وفاة، ثم طاقة الرياح البرية بمعدل (١,٧٨) وفاة، ثم الطاقة الشمسية بمعدل (٠,٢٤٥)، وأخيراً الطاقة النووية بمعدل (٠,٠١) وفاة، ويؤكد ذلك أن مصادر الطاقة المتجددة أقل من مصادر الطاقة الاحفورية من ناحية حالات الوفاة.

وأشـــار تقرير للوكالة الدولية للطاقة الذرية بأن ٩٠٪ من النفايات الكيماوية شـــديدة الخطورة مصـدرها الدول الصـناعية الكبرى فنصـيب الولايات المتحدة وحدها من النفايات الكيماوية والنووية نحو « ٧ ملايين طن »، أما نصـيب الدول الصـناعية فى أوروبا نحو ٥ ملايين طن، وكندا (٢مليون طن)، وباقى دول العالم مجتمعة نحو (مليون طن) من النفايات[١].

٣- مزايا الطاقة المتجددة:

تتعدد الآثار الإيجابية للطاقة المتجددة، **ومنها**[٢]**:**

أ- يؤدي زيادة الاستثمار في قطاع الطاقة إلي توفير ملايين فرص العمل، وزيادة الدخل العالمي.

ب- الحد من الفقر المستدام لقطاعات هامة كالزراعة، والمياه العذبة والطاقة، حيث تساعد طرق الزراعة الصديقة للبيئة في الحفاظ على خصوبة التربة والموارد المائية.

ج- الحد من الدعم الفاسد للبيئة عن طريق الحوافز المبنية على السوق وتعديل اللوائح المنظمة لذلك.

د- تجنب الكثير من الأخطار السلبية ومنها آثار تغيير المناخ وزيادة ندرة المياه.

هـ- خفض إنبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

ز- كما توجد مزايا أخري لمصادر الطاقة المتجددة، **وأهمها**[٣]:

- المساهمة فى تلبية نسبة كبيرة من متطلبات الطاقة، لأنها مصادر دائمة وأبدية لارتباطها بالشمس والرياح.. وغيرها، بما يكفي لتوفير نحو ستة أمثال الطاقة التى يستهلكها العالم اليوم.
- الحد من التلوث البيئي، فمعظم مصـــادر الطاقة المتجددة نظيفة بيئياً، مما يعنى عدم تخصـــيص مبالغ إضافية لمعالجة الآثار السلبية لمصادر الطاقة التقليدية.
- إنتاج الطاقة المطلوبة مباشرة فمثلاً الخلايا الشمسية تسمح بإنتاج الطاقة الكهربائية مباشرة، مما يقلل من الدخول فى عمليات تحويل الطاقة من شكل إلى آخر عبر سلسلة من العمليات.
- تحقيق مردود اقتصادي كبير، وساعد التطور التكنولوجي في خفض تكلفة إنتاج الطاقة.
- تحسين فرص وصول الطاقة إلى المناطق والقرى النائية ذات الاستهلاك الضعيف، حيث تسمح مثلاً الطاقة الشمسية فى تلبية احتياجات السكان سواء فى الزراعة أو الطهي أو تسخين المياه.

---

(١) تقرير الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ٢٠٠٩.

(٢) نهى الخطيب، **اقتصـاديات البيئة والتنمية**، (مركز دراسـات واسـتشـارات الإدارة العامة: كلية الاقتصـاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة، أوراق غير دورية، العدد ١١، أكتوبر ٢٠٠٥)، ص ١١٢.

(٣) ذبيحى عقيلة، **الطاقة في ظل التنمية المستدامة، دراسة حالة الطاقة المستدامة في الجزائر** ، رسالة ماجستير، (كلية العلوم والاقتصادية وعلوم التسيير ، جامعة قسطنطينة، ٢٠٠٩)، ص١٢٦.

- زيادة اعتماد الدول على مصادرها المحلية، ومن ثم خفض الضغط على الأسواق العالمية للطاقة التقليدية، بالاضافة إلى أنه يسمح بتوفير فرص عمل جديدة وزيادة مستويات الدخل.

٤- دوافع البحث عن مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة:

توجد ثلاث دوافع رئيسية تدفع العالم نحو تطوير واستخدام الطاقة المتجددة، **هى**[١]**:**

الدافع الأول: أمن الطاقة العالمى:

يتوقع استمرار زيادة الطلب على الطاقة التقليدية وخاصة البترول من الدول الصناعية، فى حين تتركز منابع الإنتاج فى الشرق الأوسط، وهو مملوء بالصراعات، مما يهدد أمن الطاقة العالمي، وهذا ما أكدته الحرب الروسية الأوكرانية من تهديد لأمن الطاقة، خاصة للدول التي تعتمد بصفة أساسية علي البترول والغاز والفحم.

الدافع الثانى: القلق من تغير المناخ:

تسهم الطاقة المتجددة فى تأمين احتياجات الطاقة في ظل تغير المناخ، وتقلل فى نفس الوقت من إنبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري، مما ينذر بنتائج سلبية كارثية، وأن الوقت الحاضر هو الإطار الزمنى الصحيح لمعالجة هذه المشكلة بزيادة الإعتماد علي مصادر الطاقة المتجددة.

الدافع الثالث: انخفاض تكلفة الطاقة المتجددة:

يعتبر انخفاض تكلفة الطاقة المتجددة بسبب التقدم التكنولوجي أحد الحوافز التى تدفع العالم نحو إحلالها محل الطاقة التقليدية، ولكن يتطلب ذلك عقوداً من العمل للوصول إلى مرحلة نضوجها.

---

(١) أنظر في ذلك: - سهام كامل محمد، وعماد حمدي جاسم، حساب كلفة إنشاء مزرعة تدار بالطاقة الشمسية في المناطق النائية، **مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد (٢٨) العدد ٢**، ٢٠١٢، ص ٦٧.
– هواري عبد القادر، **الكفاءة الإستخدامية لاستغلال الطاقات المتجددة في الاقتصاديات العربية دراسة مقارنة للمردوديه الاقتصادية بين الطاقات المتجددة والطاقات غير المتجددة**، رسالة دكتوراه (الجزائر: المركز الجامعي نور البشير – البيض/ الجزائر، ٢٠١٠)، ص ٢٣.

المحور الثاني
تحليل واقع ومستقبل الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر

تعتبر رؤية مصر ٢٠٣٠ التنمية المستدامة على أنها جزء لا يتجزأ من الأمن القومي، والذي يعد الحفاظ عليه أحد الأركان الأساسية في كافة المجالات الاقتصادية والسياسية والاجتماعية، وذلك من أجل تحقيق تنمية اقتصادية شاملة ومتوازنة في كافة الأقاليم والقطاعات، ولحقيق ذلك فقد أدركت الحكومة المصرية أنه لابد من توافر مصادر الطاقة اللازمة، وخاصة المتجددة والنظيفة.

وتعد مصر من الدول الواعدة في مجالات إنتاج الطاقة المتجددة لما تتمتع به من مناخ ملائم وموقع متميز، فعلى صعيد طاقة الرياح تعد منطقة قناة السويس ومناطق الصحراء الشرقية والغربية وامتداد ساحل البحر الأحمر على طول خليج العقبة من أهم مناطق توليد الطاقة عن طريق الرياح، بما يجعل الدولة المصرية من أكثر الدول ملاءمة لتنفيذ مشروعات توليد الكهرباء بالرياح، وفيما يتعلق بالطاقة الشمسية، فلمصر العديد من المميزات التنافسية التي تتمثل في وقوعها ضمن الحزام الشمسي وفقا لأطلس الشمس الذى تتوافر فيه ساعات سطوع الشمس(١).

وعليه سيتم تناول هذا المحور، من خلال **النقاط التالية**:

١- فجوة الطاقة في مصر:

١-١- فجوة الطاقة الكهربائية في مصر:

كانت مصر تُعانى أزمة إنقطاع التيار الكهربائى حتى سنوات قليلة ماضية، خاصة خلال عامي ٢٠١٣ و٢٠١٤، مما دفع وزارة الكهرباء إلى البدء في تنفيذ إستراتيجية مع بداية صيف عام ٢٠١٥، لزيادة توليد طاقة كهربائية بنحو ٣,٦ آلاف ميجاوات وبتكلفة ٢,٧ مليار دورلار، ونجحت الخطة في القضاء على إنقطاع الكهربائي؛ وتوالت التعاقدات الحكومية على بناء عدة محطات كبيرة، أبرزها محطات «سيمنز» الثلاثة التى بلغت قدراتها نحو ١٤,٤ ألف ميجاوات.

ومع نهاية عام ٢٠١٩، وصل إجمالى إنتاج مصر من الطاقة الكهربائية نحو ٥٧,٥ ألف ميجاوات، ومن المُتوقع أن تتخطى قدرة مصر أكثر من ٦٠ ألف ميجاوات بنهاية عام ٢٠٢٢.

وترتب على كل هذه المشاريع رفع القدرات الاحتياطية فتجاوزت احتياجات البلاد، وبالتالى وجود فائض غير مستغل، إذ يبلغ حجم استهلاك مصر من الكهرباء نحو ٣٢ ألف ميجاوات، بينما تصل قدرة الإنتاج إلى ٥٨ ألف ميجاوات، بما يعنى وجود فائض يصل إلى٤٥٪ من إجمالي إنتاج الكهرباء، وهذه النسبة أكثر من النسبة العالمية التى تُقدر حجم الفائض من الكهرباء بنحو ١٥٪ فقط.

وعلى الرغم من أن إجمالى إنتاج مصر من الكهرباء وصل إلي نحو ٥٨ ألف ميجاوات في عام ٢٠٢١، بينما الحمل الأقصى أو استهلاك مصر يصل إلى نحو ٣٢ ألف ميجاوات، إلا أن هناك نحو ١٣ ألف ميجاوات قد يتم الاستغناء عنها إما بسبب تقادم محطات التوليد أو خروج بعضها من الخدمة خلال فترة قريبة، أو أن بعضها أصبح لا يتناسب مع محطات التوليد الجديدة ذات الكفاءة الأعلى والقدرة الأكثر ملاءمة لحجم الشبكة حاليًا، وعلى ذلك فإن الإجمالى الحالى لقدرة التوليد سيكون ٤٥ ألف ميجاوات وليس ٥٨ ألف ميجاوات (٢).

---

(١)**انظر فى ذلك:** – موقع رؤية مصر ٢٠٣٠.
– موقع وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية.

(٢)التقرير السنوي للشركة القابضة لكهرباء مصر، الصادر في عام ٢٠١٩.

١-٢- فجوة الطاقة البترولية في مصر:

بلغ حجم إنتاج مصر من المواد البترولية في عام ٢٠٢١ نحو ٨٢,٤ مليون طن زيت خام ومتكثفات، وزاد إجمالى إنتاج الثروة البترولية بنسبة ٨,٤٪ عن عام٢٠٢٠.

ومع هذا ما زالت مصر تعاني من فجوة في المواد البترولية ومشتقاتها، مما دفعها إلى سد هذه الفجوة عن طريق الاستيراد، ويبين جدول (٣) التالي تطور قيمة الواردات البترولية ومشتقاتها:

جدول (٣): تطور قيمة واردات مصر من المواد البترولية ومشتقاتها خلال عام ٢٠٢١

شهر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيه	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	إجمالي
مليار جنيه	٩,٦	٨,٢	٩,٧	١٢,٢	١٤,٥	١٢,٩	١٤,٤	١٣,٨	١٤,٤	١٢,٩	١٨,٣	١١,٦	١٥٢,٥

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، ٢٠٢١.

١-٣- فجوة الغاز الطبيعي في مصر:

أصبحت مصر من الدول المصدرة للغاز الطبيعي، فاحتلت المركز الـ ١٤ عالمياً والخامس إقليمياً والثاني إفريقيا في إنتاج الغاز عام ٢٠٢٠، بحجم إنتاج سنوي بلغ ٥٨,٥ مليار متر مكعب، وكنتيجة لجهود وزارة البترول فقد تم خفض مستحقات الشركات الأجنبية لتحفيزها على زيادة استثماراتها وأعمال الكشف إلى ٨٤٥ مليون دولار بنهاية يونيه ٢٠٢١ مقارنة بما وصل إليه في عام ٢٠١١ حيث بلغت المستحقات ٦,٣ مليار دولار، أي بنسبة خفض ٨٦,٦٪.

وبلغ حجم إنتاج الغاز نحو ٥٣,١ مليون طن غاز طبيعى، ونحو مليون طن بوتاجاز، وذلك بخلاف البوتاجاز المنتج من معامل التكرير والشركات الاستثمارية، وقد زادت كمية إنتاج الغاز الطبيعى بنسبة ١٧,٢٪ مقارنة بعام ٢٠٢٠.

كما ارتفعت صادرات الغاز الطبيعي المسال ليضع مصر فى صدارة ترتيب الدول العربية التى حققت النمو الأكبر فى حجم صادرات الغاز الطبيعى خلال الربع الثالث من عام ٢٠٢١، بواقع تصدير نحو مليون طن بنسبة زيادة بلغت ٩٠٠٪ مقارنة بالربع الثالث من عام ٢٠٢٠، كما تم تلبية الاحتياجات المحلية من الغاز الطبيعى خلال عام ٢٠٢١ بكمية بلغت ٤٨ مليون طن بزيادة نسبتها ٦٪ عن عام ٢٠٢٠، ويمثل استهلاك قطاع الكهرباء ٦٠٪ من إجمالى استهلاك الغاز[١].

٢- إستراتيجية الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر:

٢-١- طاقة الرياح:

تم في مجال طاقة الرياح إنشاء مزارع رياح بالزعفرانة بقدرة إجمالية نحو ١٤٥مجاوات ويجري حاليا تطويره بقدرة ٢٠٥ ميجاوات، وتم الوصول بإجمالي القدرات من طاقة الرياح في مصر إلي ٨٥٠ ميجاوات لتصبح نسبه مساهمة الطاقة المتجددة شاملة طاقة الرياح ١,١٪ من إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة في مصر في عام ٢٠١٩[٢].

(١) تقرير وزارة البترول والثروة المعدنية المصرية، ٢٠٢١.

(٢)احصاءات البنك الدولي، ٢١٩.

٢-٢- الطاقة المائية:

تراجع توليد الكهرباء من المصادر المائية في مصر من ٢١,٩٪ من إجمالي إنتاج الكهرباء عام ١٩٩٥ إلى ٦٪ عام ٢٠١٩، ويرجع ذلك إلي زيادة توليد الكهرباء من محطات توليد الكهرباء التي تعمل بالغاز والمواد البترولية من ٧٨,١٪ في عام ١٩٩٥ إلي ٩٢,٩٪ عام ٢٠١٩[١].

٢-٣- الطاقة الشمسية ومحطة بنبان:

تم إتخاذ الإجراءات التنفيذية لإنشاء المحطة الشمسية الحرارية الأولي في مصر لتوليد الطاقة الكهربائية بقدرة ١٥٠٠ميجاوات، وتم تركيب وحدات من خلايا الفوتوفولطية، بالاضافة الي تطبيقات التسخين الشمسي للمياه وإنشاء وحدات لإنتاج الوقود الحيوي من معالجة المخلفات لإنتاج الكهرباء[٢].

وجعلت الآثار السلبية لمصادر الطاقة التقليدية الطاقة الشمسية الخيار الأفضل على الإطلاق لبعض الدول، حتى أصبحت دول الخليج تستخدم الطاقة الشمسية بشكل رئيسي؛ وقد استخدمت في تطبيقات عديدة منها محطات توليد الكهرباء وتحلية المياه، وتشغيل إشارات المرور وإنارة الشوارع، وتشغيل بعض الأجهزة الكهربائية والساعات، والآلات الحاسبة، وتشغيل الأقمار الصناعية، والسيارات، فقد تم تصنيع سيارة تسير بالطاقة الشمسية تصل سرعتها إلى ٩٦ كم في الساعة[٣].

ولأهمية الطاقة الشمسية فقد تم تشييد محطة بنبان للطاقة الشمسية، ففي سبتمبر ٢٠١٤، بدأ المشروع كجزء من إستراتيجية الطاقة المستدامة ٢٠٣٥ لمصر، وساعدت وكالة ناسا وبعض المؤسسات العلمية العالمية في إختيار موقع المحطة بأسوان، لأنها تتمتع بميزة نسبية في مثل هذه المشاريع، ويعد هذا المشروع أضخم محطة لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية في العالم، وتم إنشائه بالشراكة مع القطاع الخاص والخبرات الدولية المتخصصة، وتضم هذه المحطة ٣٢ محطة شمسية بقدرة تصل لنحو ١٥٠٠ ميجاوات دخلت منها حتى الآن ١٧ محطة الخدمة بإجمالي ٨٣٠ ميجاوات، كما يضم المشروع ٤ محطات محولات لتفريغ الطاقة المنتجة من المحطات الشمسية، وتصل المسافة بين كل محطة إلى نحو كيلو ونصف، ولكل شركة أو مستثمر قطعة أرض تقام عليها الخلايا الضوئية وجميعها موصلة بالمحطات التي تقوم بدورها بتوصيل الكهرباء المنتجة بالشبكة الموحدة، وتبلغ تكلفة المحطة ملياري دولار، وحصل المشروع على تمويل من بايرن إل بي لـ ٨٥٪، بينما أتت النسبة الباقية الـ ١٥٪ من البنك العربي الإفريقي الدولي[٤].

٣- الأهمية النسبية للطاقة المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية في مصر:

يبين الجدول التالي الأهمية النسبية للطاقة المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية في مصر

(١) احصاءات البنك الدولي، سنوات مختلفة.

(٢)خالد عبد الحميد محمد، **اقتصاديات الطاقة الشمسية فى مصر "دراسة مقارنة ودراسة قياسية**، رسالة دكتوراه ، (جامعة عين شمس: كلية التجارة ، ٢٠١٢)، ص ٢٣.

(٣)وكاع فرمان، **الطاقة الشمسية دعوة لاستغلالها**، (الأردن: جامعة فبلادلفيا، ٢٠١٤)، ص٥٧.

(٤) تقرير وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٧-١- ٢٠٢٢.

جدول (٤)

تطور الأهمية النسبية للطاقة المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية في مصر خلال (١٩٩٥-٢٠٢٠)

السنة	إنتاج الكهرباء من المصادر النووية (% من الإجمالي)	إنتاج الكهرباء من مصادر الغاز الطبيعي (% من الإجمالي)	إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة، باستثناء الطاقة الكهرومائية (% من الإجمالي)	إنتاج الكهرباء من مصادر الفحم الحجري (% من الإجمالي)	إنتاج الكهرباء من المصادر الكهرومائية (% من الإجمالي)	إنتاج الكهرباء من مصادر النفط والغاز والفحم (% من الإجمالي)	إنتاج الكهرباء من المصادر النفطية (% من الإجمالي)
١٩٩٥	٠,٠	٥٩,٠	٠,٠	٠,٠	٢١,٩	٧٨,١	١٩,١
١٩٩٦	٠,٠	٥٨,٧	٠,٠	٠,٠	٢١,٠	٧٩,٠	٢٠,٣
١٩٩٧	٠,٠	٥٦,٥	٠,٠	٠,٠	٢٠,٥	٧٩,٥	٢٣,٠
١٩٩٨	٠,٠	٥٠,٩	٠,٠	٠,٠	١٩,٤	٨٠,٦	٢٩,٧
١٩٩٩	٠,٠	٦١,٩	٠,٠	٠,٠	٢١,٤	٧٨,٦	١٦,٧
٢٠٠٠	٠,٠	٥٣,٧	٠,٢	٠,٠	١٧,٥	٨٢,٣	٢٨,٦
٢٠٠١	٠,٠	٦٦,٠	٠,٣	٠,٠	١٨,٢	٨١,٦	١٥,٦
٢٠٠٢	٠,٠	٦٧,٢	٠,٢	٠,٠	١٤,٤	٨٥,٤	١٨,١
٢٠٠٣	٠,٠	٧١,٥	٠,٤	٠,٠	١٣,٧	٨٥,٩	١٤,٤
٢٠٠٤	٠,٠	٧٣,٩	٠,٥	٠,٠	١٢,٥	٨٧,٠	١٣,١
٢٠٠٥	٠,٠	٧٤,٣	٠,٥	٠,٠	١١,٦	٨٧,٩	١٣,٦
٢٠٠٦	٠,٠	٧٤,٤	٠,٥	٠,٠	١١,٢	٨٨,٣	١٣,٩
٢٠٠٧	٠,٠	٧٤,٥	٠,٧	٠,٠	١٢,٤	٨٦,٩	١٢,٥
٢٠٠٨	٠,٠	٧٢,٩	٠,٧	٠,٠	١١,٢	٨٨,١	١٥,٢
٢٠٠٩	٠,٠	٧٤,٤	٠,٨	٠,٠	٩,٣	٨٩,٩	١٥,٦
٢٠١٠	٠,٠	٧٦,٥	١,٢	٠,٠	٨,٩	٩٠,٠	١٣,٥
٢٠١١	٠,٠	٧٩,٧	١,١	٠,٠	٨,٢	٩٠,٧	١١,٠
٢٠١٢	٠,٠	٧٦,٠	٠,٩	٠,٠	٨,٠	٩١,١	١٥,٢
٢٠١٣	٠,٠	٧٣,٥	٠,٩	٠,٠	٧,٩	٩١,١	١٧,٦
٢٠١٤	٠,٠	٧١,٧	١,٠	٠,٠	٧,٩	٩١,١	١٩,٥
٢٠١٥	٠,٠	٧٠,٧	٠,٩	٠,٠	٧,٤	٩١,٧	٢١,٠
٢٠١٦	٠,٠	٦٩,٦	١,٠	٠,٠	٧,٣	٩٢,٢	٢٢,٦
٢٠١٧	٠,٠	٦٨,٥	٠,٩	٠,٠	٧,٣	٩٢,٤	٢٣,٩
٢٠١٨	٠,٠	٦٧,٣	١	٠,٠	٧,٢	٩٣,١	٢٥,٨
٢٠١٩	٠,٠	٦٦,٢	١,١	٠,٠	٧,١	٩٤,١	٢٧,٩
٢٠٢٠	٠,٠	٦٦,١	١,٢	٠,٠	٧	٩٤	٢٨
المتوسط	٠,٠	٦٨,٤	٠,٦	٠,٠	١٢,٥	٨٧,١	١٨,٧
حد أدني	٠,٠	٥٠,٩	٠,٠	٠,٠	٧,١	٧٨,١	١١,٠
حد أقصي	٠,٠	٧٩,٧	١,٢	٠,٠	٢١,٩	٩٤,١	٢٩,٧

المصدر: احصاءات البنك الدولي، سنوات مختلفة.

وتبين من تحليل جدول (٤)، **ما يلي**:

أ- مؤشر إنتاج الكهرباء من الوقود النووي: لا يوجد، ويرجع إلي عدم توافر الإمكانيات المادية، وعدم توافر الخبرات الفنية، وإن كانت مصر عقدت إتفاقية أخيراً مع روسيا لإنشاء محطة الضبعة.

ب- إنتاج الكهرباء من مصادر الغاز الطبيعي (% من الإجمالي): ارتفع من ٥٩٪ عام ١٩٩٥ إلي ٦٦,١٪ عام ٢٠٢٠، مما يؤكد علي زيادة مساهمة الغاز الطبيعي في في الحد من التلوث.

ج-إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة باستثناء الطاقة الكهرومائية (% من الإجمالي)

ارتفع من صفر% عام ١٩٩٥ إلى ١,٢٪ عام ٢٠٢٠، مما يؤكد علي زيادة مساهمة مصادر الطاقة المتجددة في الحد من التلوث.

د- إنتاج الكهرباء من الفحم الحجري (% من الإجمالي): لا يوجد، ويؤكد هذا سعي مصر إلي التحول إلي مصادر الطاقة النظيفة، والحد من استخدام مصادر الطاقة الأحفورية.

ه- إنتاج الكهرباء من المصادر الكهرومائية (% من الإجمالي): تراجعت من ٢١,٩٪ عام ١٩٩٥ إلي ٧٪ عام ٢٠٢٠، مما يؤكد علي تراجع مساهمة المصادر الكهرومائية في الحد من التلوث.

و- إنتاج الكهرباء من مصادر النفط والغاز والفحم (% من الإجمالي): ارتفعت من ٧٨,١٪ عام ١٩٩٥ إلي ٩٤٪ عام ٢٠٢٠، وقد يرجع هذا إلي زيادة نشاط قطاع الصناعة وتوافر هذه المصادر في مصر، خاصة الغاز، كما أن إنتاج الكهرباء من المصادر المتجددة ليس بالنسبة المرضية، بسبب إرتفاع تكلفتها النسبية حالياً، وعدم توافر الإمكانيات الفنية الكافية، مما يؤدي إلي ارتفاع مساهمة مصادر النفط والغاز والفحم في التلوث.

ز- إنتاج الكهرباء من المصادر النفطية (% من الإجمالي): ارتفعت من ١٩,١٪ في عام ١٩٩٥ إلي ٢٨٪ عام ٢٠٢٠، وقد يرجع هذا إلي زيادة نشاط قطاع الصناعة وزيادة الإكتشافات البترولية في مصر، مما يؤدي إلي إرتفاع مساهمة المصادر النفطية في التلوث.

٤- مستقبل توليد الكهرباء من الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر:

تأمل مصر أن يصل إنتاج الكهرباء ٤٢٪ من مصادر الطاقة المتجددة بحلول ٢٠٣٥، إذ جاءت في المرتبة الأولى إنتاجا للكهرباء من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح على مستوى العالم العربي وتنتج مصر حالياً الكهرباء من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بمعدل إنتاج ٣,٥ جيجاواط، تليها الإمارات بنحو ٢,٦ جيجا، وحلّ المغرب في المركز الثالث بنحو ١,٩ جيجا، ثم الأردن بنحو ١,٧ جيجا، ثم السعودية بإنتاج ٠,٧٨ جيجا، كما تستهدف مصر الوصول بإنتاجها للكهرباء من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح إلى ٦,٨ جيجاواط بحلول عام ٢٠٢٤، مقسّمة بين ١,٦ جيجا من طاقة الرياح و١,٩ جيجا من محطات الطاقة الشمسية.

ووضعت مصر استراتيجية للطاقة المتكاملة والمستدامة، تتضمن بندا لاستغلال الطاقة النظيفة، ومستهدفة الوصول بها إلى ٤٢٪ من إجمالي القدرة الإجمالية للشبكة القومية للكهرباء، وذلك بحلول عام ٢٠٣٥، من بينها ٢٢٪ من الخلايا الشمسية، و١٤٪ من طاقة الرياح، و٤٪ من المركزات الشمسية، و٢٪ من الطاقة المائية، وظهر الأثر المباشر لاستراتيجية مصر في استغلال هذه الموارد في القضاء على أزمة الطاقة الكهربائية نهائيا.

ويبلغ إجمالي الاستثمار الأجنبي الجديد في الطاقة المتجددة ٤,٤ مليارات دولار، موزعة بين مشروعات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، وتنعكس مشروعات الاستثمار الأجنبي الجديدة في إضافة ٣٥٠٠ ميجاواط، طبقا لتقرير وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة في بداية عام ٢٠٢٢، وعامة يقدر إجمالي ما تحتاج إليه مصر من استثمارات في صناعة الطاقة المتجددة ٥٦,٦٥ مليار دولار حتى عام ٢٠٣٥، من أجل توفير قدرات بنحو ٦٠ ألف ميجاواط[١].

٤-١- إنتاج كهرباء نظيفة من الطاقة المتجددة في مصر:

تؤدي الطاقة المتجددة في مصر دورًا رئيسًا في جهود التحول نحو بيئة نظيفة تقلل من انبعاثات الكربون، وأسهم زيادة استخدام الطاقة الجديدة والمتجددة بتوليد الكهرباء بمصر في عام ٢٠٢١ بتحقيق وفر باستيراد الوقود من الخارج، ونجحت مصر في رفع نسبة الطاقة المتجددة المستخدمة في توليد الكهرباء إلى ٢٠٪ بنهاية عام ٢٠٢١، ومع سعيها نحو تحقيق هدف نسبة الـ٤٢٪ بحلول عام ٢٠٣٠، ووصل إنتاج الكهرباء من الطاقة الكهرومائية في عام ٢٠٢١ إلى ١٤ ألف جيجاواط في الساعة، بينما بلغ إنتاج طاقة الرياح نحو ٥,٤ ألف جيجاوات/ساعة، كما سجل إنتاج الطاقة الشمسية المتصلة بالشبكة في عام ٢٠٢١ نحو ٤,٥ ألف جيجاواط في الساعة، بينما نجحت البلاد بتوليد ١٢ جيجاواط في الساعة من مشروعات الوقود الحيوي في عام ٢٠٢١، واستطاعت مصر بسبب ارتفاع إنتاج الطاقة النظيفة خفض إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنحو ١٠ ملايين طن في ٢٠٢١، وتوفير ٤ ملايين طن مكافئ نفط من الوقود، مما يعني أن ارتفاع استخدام الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء يخفض من فاتورة استيراد الوقود[٢].

٤-٢- مستقبل مشروعات قيد التطوير:

تؤكد هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة أن قدرات مشروعات الطاقة المتجددة قيد التطوير بمصر شهدت ارتفاعًا ملحوظًا في عام ٢٠٢١، إذ مثّلت ضعف نظيرتها في ٢٠٢٠، وبلغت قدرات مشروعات الطاقة النظيفة قيد التطوير في مصر نحو ٣٥٧٠ ميجاواط، باستثمار أجنبي مباشر يقارب ٣,٥ مليار دولار، وقسّمت مشروعات الطاقة المتجددة بمصر قيد التطوير في عام ٢٠٢١ ما بين ٧٨٪ لمشروعات طاقة الرياح بمنطقة خليج السويس، و٢٢٪ للطاقة الشمسية.

وتم في عام ٢٠٢١ دخول محطة طاقة رياح حيز الإنتاج التجاري بقدرة ٢٥٠ ميجاواط، وهي محطة مملوكة لشركة بريطانية في منطقة خليج السويس، بنظام (BOOT)، كما وقّعت هيئة الطاقة المتجددة في عام ٢٠٢١ عقد محطة خلايا شمسية لإنتاج الكهرباء بقدرة ٥٠ ميجاواط في منطقة الزعفرانة، كما وقّعت الهيئة المصرية في ٢٠٢١ عقدًا استشاريًا لمحطة خلايا شمسية بقدرة ٥٠ ميجاواط في كوم أمبو، ونجحت هيئة الطاقة المتجددة في مصر ببيع ١,٩ مليون شهادة كربون في عام ٢٠٢١[٣].

٤-٣- مراحل التطور والتقدّم في إنتاج الطاقة المتجددة في مصر:

يعد عام ٢٠١٤ عامًا مميزًا للطاقة المتجدّدة في مصر؛ فقد أقرّ دستور جديد بعد عملية استفتاء وتنصّ المادة ٣٢ منه على ما يلي: تلتزم الدولة بالعمل على الاستغلال الأمثل لمصادر الطاقة المتجددة،

---

(١) تقرير وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، وحدة أبحاث الطاقة، ٢٠٢٢.

(٢) أحمد عمار، **الطاقة المتجددة في مصر ٢٠٢١.. إنجازات نحو كهرباء نظيفة** وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، وحدة أبحاث الطاقة، ٢٧-١-٢٠٢٢.

(٣) تقرير وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، وحدة أبحاث الطاقة، ٢٠٢٢.

وتحفيز الاستثمار فيها، وتشجيع البحث العلمي المتعلّق بها. وتعمل الدولة على تشجيع تصنيع المواد الأوّليّة، وزيادة قيمتها المضافة وفقًا للجدوى الاقتصادية[١].

وفي نفس العام بدأت إصلاحات تعريفة الطاقة الكهربائية بعد أن أصدر مجلس الوزراء قرارًا بالقانون رقم ١٢٥٧ لعام ٢٠١٤ لإعادة هيكلة تعريفة الكهرباء وفقًا لخطة خمسية بدأت في عام ٢٠١٤ والمخطط إنتهائها في عام ٢٠١٩[٢].

وفي سبتمبر عام ٢٠١٤، وافق مجلس الوزراء على المرحلة الأولى من نظام تعريفة التغذية الكهربائية (قرار رئيس الوزراء رقم ١٩٧٤ لعام ٢٠١٤)، يهدف هذا النظام إلى تنفيذ مشروعات الخلايا الفوتو فلطية بسعة مخططة تبلغ ٢ جيجاوات بالإضافة إلى مشروعات طاقة الرياح، وبالنسبة إلى مشروعات الخلايا الفوتو فلطية ذات القدرة الكبيرة، تم تأهيل أكثر من ١٣٠ متقدمًا، لكن تم الموافقة علي ثلاثة مشروعات فقط بطاقة إجمالية قدرها ١٥٠ ميجاوات، وأسهمت عدة أسباب في هذا العدد المنخفض مِن المشروعات المنفّذة؛ من بينها شروط التحكيم وتمويل المشروع، كما لم تكُن العمليات الإدارية وتقديرات إتفاقية شراء الطاقة شفّافة أو غير مكتملة[٣].

وفي أكتوبر من عام ٢٠١٤، عدّل القرار الجمهوري رقم ١٣٥ لعام ٢٠١٤ القانون رقم ١٠٢ لعام ١٩٨٦ بشأن إنشاء هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، وسمح القرار الجديد لها **بالأتي**[٤]:

- ✓ القيام بتنفيذ مشروعات إنتاج واستخدام الطاقة الجديدة والمتجدّدة.
- ✓ تشغيل وصيانة محطّات مشاريع الطاقة المتجددة وكل الأعمال المرتبطة بهذا، سواء بنفسها أو بالاشتراك مع غيرها.
- ✓ إنشاء شركة مساهمة بمفردها أو مع شركاء آخرين بعد موافقة وزير الكهرباء والطاقة المتجددة.

وفي سبتمبر عام ٢٠١٦، تم الإعلان عن المرحلة الثانية من برنامج تعريفة التغذية الكهربائية بموجب المرسوم الوزاري رقم ٢٥٣٢ لعام ٢٠١٦، وتناولت هذه المرحلة جميع التحديات التي كانت في المرحلة الأولى، فتمّ توقيع ٢٩ إتفاقيّة شراء طاقة مع الشركات ذات الأغراض الخاصّة التي أنشئت لهذه المرحلة، وتستمر إتفاقية شراء الطاقة بتعريفة التغذية لمدة ٢٥ عامًا، والشركة المشغلة هي الشركة المصرية لنقل الكهرباء بسعر ٧٨ دولارًا / ميجاوات ساعة، ويبلغ إجمالي حجم الاستثمارات نحو مليارَي دولار، وكانت القدرة الإجمالية للمرحلة الثانية لتعريفة التغذية ١٤٦٥ ميجاوات مِن الخلايا الفوتو فلطية، وأسهمت في نجاح واحدةٍ من أكبر حقول الطاقة الشمسية في العالم، وهي حقل بنبان للخلايا الفوتو فلطية، في عام ٢٠١٨ أوقف نظام تعريفة التغذية واستؤنف نظام صافي القياس[٥].

---

(1)ARE.,Constitution of The Arab Republic of Egypt .Cairo: The Arab Republic of Egypt, 2014.

(2)EEHC, Annual report 2016/2017 .Cairo: Ministry of Electricity and Renewable Energy. Retrieved December 23, 2020, from http://www.moee.gov.eg/english_new/Home.aspx, 2018.

(3)Maged Mahmoud, A. H. , Arab Future Energy Index (AFEX) 2019 .Cairo: Regional Center for Renewable energy and Energy Efficiency RCREEE, 2019.

(4)NREA. ,New and Renewable Energy Authority .Retrieved from http://www.nrea.gov.eg/About/Intro, 15June 2022 .

(5)Look at:- EEHC. , Annual Report 2018-2019 .Cairo, 2020.

- Rogge et al., K. B. ,Green change: renewable energies, policy mix and innovation .Karlsruhe: Fraunhofer ISI, 2018.

وفي أكتوبر عام ٢٠١٦، خُصصت مساحة ٧٦٠٠ كم٢ في عدة مناطق لصالح هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة لاستخدامها في مشروعات الطاقة المتجددة، وذلك بالقرار الجمهوري رقم ١١٦ لعام ٢٠١٦ لمشروعات طاقة الرياح والطاقة الشمسية، وتم تخُصيص نحو ٧٥٪ من هذه المساحات لمشروعات طاقة الرياح، والباقي (٥٪) لمشروعات الخلايا الفوتو فلطية[١].

وتم تقديم ضمان سيادي وسياسي للمشروعات التي تزيد على ٢٠ ميجاوات والواقعة تحت مظلة إتفاقية شراء الطاقة بين الشركة المصرية لنقل الكهرباء، ووزارة المالية ونظام البناء والتملك والتشغيل لتقليل مخاطر المشاريع، وقد مُنحت قروض ميسرة بمعدل فائدة ٤٪ للمشروعات التي لا تزيد على ٢٠٠ كيلوواط، ومعدل فائدة ٨٪ للمشروعات التي تتراوح بين ٢٠٠ إلى ٥٠٠ كيلوواط، كما خُصص مليارا جنيه لتطوير شبكة النقل والتوزيع للتعامل مع السعات الجديدة ودعم الانتقال إلى الشبكة الذكية، ويُشارك عددٌ مِن الهيئات الحكومية في تنفيذ مجموعة أدوات السياسات، بما في ذلك العديد مِن الوزارات، وشركات النقل والتوزيع، والمحافظات[٢].

وكانت العطاءات التنافسية أداة أكثر فعالية من تعريفة التغذية، وتمكّنت من تأمين أسعار أكثر جاذبيّة، أما بالنسبة إلى تكنولوجيا الخلايا الفوتو فلطية، فقد تحوّلت أسعار الطاقة من ٠,٠٨٤٠ دولارًا للكيلوواط/ ساعة في نظام تعريفة التغذية إلى أسعار تقل عن ٠,٠٢٥ دولارًا / كيلوواط ساعة، كما تحوّلت أسعار طاقة الرياح من متوسط قدره ٠,٠٥٨٥ دولار/ كيلوواط ساعة إلى ٠,٠٣ دولار/ كيلوواط ساعة، ومع ذلك، وفي أول مناقصة للخلايا الفوتو فلطية ٦٠٠ ميجاوات، أعلنت مصر أنها لن تقبل أسعارًا أعلى من ٢٥ دولار/ ميجاوات ساعة، وبالإضافة إلى ذلك لا تقبل مصر أي تعريفة ناتجة من مناقصةٍ أعلى من التعريفة الناتجة من المناقصة السابقة حتى عندما تكون في مواقع مختلفة، وتؤثر موارد الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في التعريفة النهائية، وهي تتباين مِن موقع إلى آخر، وقد يؤدّي تحديد سقف سعري مقدمًا إلى إعاقة تنفيذ المشروع بعد استخدام أفضل المواقع المتاحة[٣].

كما تعتمد مصر على نوع واحدٍ من السياسات في سعيها لتحقيق هدف ٤٢٪؛ حيث إن غالبية الأدوات المطبقة (على سبيل المثال، تعريفة التغذية، المناقصات) في جانب التوليد، لا توجد أدوات لتشجيع جانب الطلب لإلزام المستخدمين النهائيين بالبحث عن الطاقة المتجددة وتفضيلها على الطاقة المعتمدة على الوقود الأحفوري، خلال (٢٠١٤-٢٠١٩)، زادت قدرة المحطات المعتمدة على الوقود الأحفوري من نحو ٣٢ جيجاواط إلى ٥٣,٥ جيجاواط مقارنة بمحطات الطاقة المتجددة التي زادت من ٣,٥ جيجاواط إلى ٦ جيجاواط، في الوقت الذي يُمكن فيه القول إنّ السوق هو "مُشترٍ واحد"، وتطبيق مثل هذه الأدوات على جانب الطلب لن تكون فعالة لأنّ نظام السوق يجرّد المستخدمين النهائيين من القدرة على الاختيار، ولكنه يجب النظر في إلزام المستخدمين (كبار المستهلكين على الأقل) بتضمين نسبةٍ معيّنةٍ من الطاقة المتجددة في استهلاكهم للطاقة (تطبيق الحصة)، مما يحفّز الطلب على الطاقة المتجددة ويضمن التنفيذ على نطاق أوسع[٤].

---

(1)Bellini, E., PV Magazine .Retrieved June 25, 2022, from https://www.pv-magazine.com/2017/12/11/egypt-issues-tender-for-600-mw-of-solar, 2017.

(2)IRENA. , Renewable Energy Outlook: Egypt .Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2018.

(3)NREA., Annual Report Cairo: New & Renewable Energy Authority, 2021.

(4)NREA., Annual Report 2020 .Cairo: New and Renewable Energy Authority, 2020.

المحور الثالث
تحليل أبعاد التنمية المستدامة في مصر

يعتبر تعزيز برامج الطاقة المتجددة بهدف إنتشارها بشكل مقبول إجتماعياً وبيئياً هو أحد دعائم تحقيق أهداف رؤية مصر ٢٠٣٠، حيث قامت الحكومة المصرية بإتخاذ إجراءات لتنويع مصادر الطاقة مع مراعاة الحفاظ علي البيئة ومحاولة تحسين كفاءة إنتاجها وترشيد إستهلاكها [١].

وسيتم تحليل التنمية المستدامة في مصر بتحليل أبعادها الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، **كالآتي**:

١- البعد الاقتصادى:

يتمحور حول الآثار الراهنة والمستقبلية للسياسات الاقتصادية على بعض المتغيرات الاقتصادية، والذي تمنع حدوث إختلالات اجتماعية [٢]، ويبين الجدول التالي أهم التطورات الاجتماعية والمتمثلة في معدل البطالة والتضخم...إلخ، والمصاحبة لتطور معدل النمو الاقتصادي في مصر:

جدول (٥): تطور أهم مؤشرات البعد الاقتصادي للتنمية المستدامة في مصر خلال (١٩٩٥-٢٠٢٠)

سنة	معدل النمو الاقتصادي %	معدل البطالة %	معدل التضخم %	الدين العام		القروض الخارجية		صافي الميزانية مليار دولار	سعر الصرف	إحتياطي نقدي مليار دولار	استثمار أجنبي مباشر مليار $	نصيب الفرد من الناتج المحلي ألف دولار
				مليار دولار	% من الناتج المحلي	مليار دولار	% من الدين العام					
١٩٩٥	٤.٦	١١.٠	١٥.٧	٧٣.٣	١٢١.٨	٣٣.٥	٤٥.٧	-٢.٣	٣.٤	١٧.١	٠.٦	١
١٩٩٦	٥.٠	٩.٠	٧.٢	٧٥.٨	١١٢.١	٣١.٥	٤١.٦	-٢.٥	٣.٤	١٨.٣	٠.٦	١.١
١٩٩٧	٥.٥	٨.٤	٤.٦	٨٠.٤	١٠٢.٥	٣٠	٣٧.٣	-٣.١	٣.٤	١٩.٤	٠.٩	١.٢
١٩٩٨	٥.٦	٨.٠	٣.٩	٨٨.٠	١٠٣.٧	٣٢.٣	٣٦.٧	-٤	٣.٤	١٨.٨	١.١	١.٣
١٩٩٩	٦.١	٧.٩	٣.١	٩٥.٠	١٠٤.٧	٣١.١	٣٢.٧	-٦.٥	٣.٤	١٥.٢	١.١	١.٣
٢٠٠٠	٦.٤	٩.٠	٢.٧	٩٩.٩	١٠٠.١	٢٩.٢	٢٩.٢	-٦	٣.٥	١٣.٨	١.٢	١.٥
٢٠٠١	٣.٥	٩.٣	٢.٣	١٠١.٥	١٠٥.٠	٢٨.٣	٢٧.٩	-٥.٤	٤.٠	١٣.٦	٠.٥	١.٤
٢٠٠٢	٢.٤	١٠.٠	٢.٧	١٠٣.٠	١٢١.٠	٢٩.٧	٢٨.٨	-٣.٥	٤.٥	١٤.١	٠.٦	١.٢
٢٠٠٣	٣.٢	١١.٠	٤.٥	٩٣.٨	١١٦.٩	٣٠.٥	٣٢.٥	-١.٣	٥.٩	١٤.٦	٠.٢	١.١
٢٠٠٤	٤.١	١٠.٣	١١.٣	١٠٠.١	١٢٧.٠	٣١.٤	٣١.٤	-٠.٧	٦.٢	١٥.٣	١.٣	١.١
٢٠٠٥	٤.٥	١١.٢	٤.٩	١١٧.٩	١٣١.٦	٣٠.٦	٢٦.٠	-٤.٧	٥.٨	٢١.٩	٥.٤	١.٢
٢٠٠٦	٦.٨	١٠.٥	٧.٦	١٣٣.٥	١٢٤.٢	٣١	٢٣.٢	-٩.٨	٥.٧	٢٦.٠	١٠.٠	١.٤
٢٠٠٧	٧.١	٨.٨	٩.٣	١٤٦.٤	١١٢.٢	٣٤.٦	٢٣.٦	-٧.٤	٥.٦	٣٢.٢	١١.٦	١.٧
٢٠٠٨	٧.٢	٨.٥	١٨.٣	١٥٥.١	٩٥.٢	٣٣.٩	٢١.٩	-١١.٢	٥.٤	٣٤.٣	٩.٥	٢
٢٠٠٩	٤.٧	٩.١	١١.٨	١٧١.٦	٩٠.٧	٣٥.٤	٢٠.٦	-١٢.٤	٥.٥	٣٤.٩	٦.٧	٢.٣
٢٠١٠	٥.١	٨.٨	١١.٣	١٩٤.٩	٨٩.٠	٣٦.٨	١٨.٩	-١٧.٤	٥.٦	٣٧.٠	٦.٤	٢.٦
٢٠١١	١.٨	١١.٨	١٠.١	٢١١.٣	٨٩.٥	٣٥.٢	١٦.٧	-٢٣	٥.٩	١٨.٦	-٠.٥	٢.٨
٢٠١٢	٢.٢	١٢.٦	٧.١	٢٤٤.٥	٨٧.٦	٤٠	١٦.٤	-٢٧.٧	٦.١	١٥.٧	٢.٨	٣.٢
٢٠١٣	٢.٢	١٣.٢	٩.٤	٢٦٨.٨	٩٣.٢	٤٦.٥	١٧.٣	-٣٤.٦	٦.٩	١٦.٥	٤.٢	٣.٣
٢٠١٤	٢.٩	١٣.١	١٠.١	٢٩٨.٤	٩٧.٦	٤١.٧	١٤.٠	-٣٤.٦	٧.١	١٤.٩	٤.٦	٣.٤
٢٠١٥	٤,٤	١٣,١	١٠,٤	٣٢٥,٠	٩٨,٧	٤٩,٨	١٥,٣	-٣٣,٥	٧,٧	١٥,٩	٦,٩	٣,٦
٢٠١٦	٤,٣	١٢,٤	١٣,٨	٣٣٠,٤	٩٩,٤	٦٩,٢	٢٠,٩	-٢٩,٢	١٠,٠	٢٣,٦	٨,١	٣,٥
٢٠١٧	٤,٢	١١,٨	٢٩,٥	٣٠٧,٢	١٣٠,٣	٨٤,٤	٢٧,٥	-٢٠,٩	١٧,٨	٣٦,٤	٧,٤	٢,٤
٢٠١٨	٥,٣	١١,٤	١٤,٤	٣١٩,٠	١٢٧,٨	١٠٠,٢	٣١,٤	-٢٣,٨	١٧,٨	٤١,٨	٨,١	٢,٥
٢٠١٩	٥,٦	١٠,٨	١١	٣٣٣,١	١٠٩,٩	١١٥,١	٣٤,٦	-٢٥,٥	١٦,٨	٤٤,٦	٩,٠	٣
٢٠٢٠	٣,٦	٩,٢	٥,٠	٣٧٥,٢	١٠٢,٧	١٣١,٦	٣٥,١	-٢٧,٩	١٥,٨	٣٩,٠	٥,٩	٣,٦
متوسط	٤,٦	١٠,٤	٩,٣	١٨٦,٣	١٠٧,٥	٤٧,١	٢٧,٢	-١٤,٦	٧,٢	٢٣,٦	٤,٤	٢,١
اقل قيمة	١,٨	٧,٩	٢,٣	٧٣,٣	٨٧,٦	٢٨,٣	١٤,٠	-٣٤,٦	٣,٤	١٣,٦	-٠,٥	١,٠
أكبر قيمة	٧,٢	١٣,٢	٢٩,٥	٣٧٥,٢	١٣١,٦	١٣١,٦	٤٥,٧	-٠,٧	١٧,٨	٤٤,٦	١١,٦	٣,٦

المصدر: - احصاءات البنك الدولي، سنوات مختلفة. - الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، الكتاب الاحصائي، سنوات مختلفة.

---

(١) محمد طالبي، "أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة"، **مجلة الباحث، عدد ٦**، ٢٠١٥، ص ٢٢.

(٢) زرمان كريم، **التنمية المستدامة فى الجزائر من خلال برنامج الإنعاش الاقتصادى** 2001-2009، أبحاث اقتصادية وإدارية، جامعة محمد خيضر بسكرة، ٢٠١٠)، ص ١٩٧.

ويتضح من جدول (٥)، **ما يلي**:

أ- معدل النمو الاقتصادي: بلغ متوسط معدل النمو الاقتصادي ٤,٦٪ بحد أدنى ١,٨٪ في عام ٢٠١١، وبحد أقصى ٧,٢٪ في عام ٢٠٠٨، وتأثر معدل النمو الاقتصادي بالأحداث الاقتصادية العالمية، **ففي عام ٢٠٠٩**: تراجع معدل النمو الاقتصادي من ٧,٢٪ عام ٢٠٠٨ الي ٤,٧٪ عام ٢٠٠٩ متأثراً بالأزمة المالية العالمية عام ٢٠٠٨، **وفي عام ٢٠١١** تراجع معدل النمو الاقتصادي من ٥,١٪ عام ٢٠١٠ إلي ١,٨٪ عام ٢٠١١ بسبب أحداث هذا العام، وحالة عدم الاستقرار الداخلي مما أثر بالسلب علي الإنتاج، **وفي عام ٢٠٢٠** تراجع معدل النمو الاقتصادي من ٥,٦٪ في عام ٢٠١٩ إلي ٣,٦٪ عام ٢٠٢٠ بسبب جائحة كرونا.

ب- معدل البطالة: بلغ متوسط معدل البطالة خلال الفترة ١٠,٤٪، بحد أدنى ٧,٩٪ عام ١٩٩٩ وبحد أقصى ١٣,٢٪ عام ٢٠١٤، وتأثر معدل البطالة بالأحداث الاقتصادية العالمية، **ففي عام ٢٠٠٩**: إرتفع معدل البطالة من ٨,٥٪ في عام ٢٠٠٨ الي ٩,١٪ في عام ٢٠٠٩ متأثراً بالأزمة المالية العالمية في عام ٢٠٠٨، **وفي عام ٢٠١١** ارتفع معدل البطالة من ٨,٨٪ عام ٢٠١٠ إلي ١١,٨٪ عام ٢٠١١ بسبب أحداث هذا العام وحالة عدم الاستقرار الداخلي وما ترتب عليها.

ج- معدل التضخم: بلغ متوسط معدل التضخم خلال الفترة بلغ ٩,٣٪ بحد أدنى ٢,٣٪ عام ٢٠٠١ وبحد أقصى ٢٩,٥٪ عام ٢٠١٧، وتأثر معدل التضخم بالأحداث الاقتصادية العالمية **ففي عام ٢٠٠٨**: إرتفع معدل التضخم من ٩,٣٪ عام ٢٠٠٧ الي ١٨,٣٪ في عام ٢٠٠٨ متأثراً بالأزمة المالية العالمية في عام ٢٠٠٨، **وفي عام ٢٠١٧**: إرتفع معدل التضخم من ١٣,٨٪ عام ٢٠١٦ الي ٢٩,٥٪ في عام ٢٠١٧ متأثراً بتحرير سعر الصرف في سبتمبر ٢٠١٦.

د- الدين العام:

- كقيمة مطلقة: بلغ متوسطه خلال فترة الدراسة نحو ١٨٦,٣ مليار دولار، وبلغ حده الأدني ٧٣,٣ مليار دولار في عام ١٩٩٥، وبلغ حده الأصي ٣٧٥,٢ مليار دولار في عام ٢٠٢٠.

- كنسبة إلي إجمالي الناتج المحلي: بلغ متوسط نسبته إلي إجمالي الناتج المحلي نحو ١٠٧,٥٪، وبلغت نسبته الدني ٨٧,٦٪ عام ٢٠١٢، وبلغت نسبته القصوي ١٣١,٦٪ في عام ٢٠٠٥.

- التأثر بالأحداث السياسية والاقتصادية العالمية والمحلية: تزايد الدين العام من بعد أحداث ٢٠١١، حيث بدأت نسبته ترتفع إلي الناتج المحلي تدريجياً من ٨٩٪ عام ٢٠١٠ إلي أن وصلت أقصاها ١٣٠,٣٪ في عام ٢٠١٧، ثم تراجعت قليلاً إلي أن وصلت إلي ١٠٢,٧٪ عام ٢٠٢٠.

ه- القروض الخارجية: إحتلت المرتبة الثانية من بين مصادر الديون، سواء كقيمة مطلقة أو كنسبة إلي إجمالي الدين العام، **كما يلي:**

- كقيمة مطلقة: بلغ متوسطها خلال فترة الدراسة نحو ٤٧,١ مليار دولار، وبلغ حدها الأدني ٢٨,٣ مليار دولار في عام ٢٠٠١، وبلغ حدها الأقصي ١٣١,٦ مليار دولار عام ٢٠٢٠.

- كنسبة إلى إجمالي الدين العام: بلغ متوسط نسبتها إلي إجمالي الدين العام نحو ٢٧,٢٪، وبلغت نسبتها الدنيا ١٤٪ في عام ٢٠١٤، وبلغت نسبتها القصوي ٤٥,٧٪ في عام ١٩٩٥.

- **التأثر بالأحداث السياسية والاقتصادية العالمية والمحلية**: يلاحظ أن القروض الخارجية قد تزايدت من بعد أحداث ٢٠١١، حيث بدأت نسبتها ترتفع إلي الدين العام تدريجياً من ١٦,٤٪ عام ٢٠١٢ إلي أن وصلت ٣٥,١٪ عام ٢٠٢٠.

و- صافي الميزانية: بلغ متوسط عجز الميزانية خلال الفترة محل الدراسة بلغ عجزاً -١٤,٦ مليار دولار، وبحد أدنى قُدر بنحو -٠,٧ مليار دولار عام ٢٠٠٤، وبحد أقصى قُدر بنحو -٣٤,٦ مليار دولار عامي ٢٠١٣، و٢٠١٤، وتأثر صافي الميزانية بالأحداث الاقتصادية العالمية والمحلية، حيث بدأ العجز في الارتفاع من بعد عام ٢٠١١، حيث إرتفع العجز من -١٧,٤ مليار دولار في عام ٢٠١٠ الي -٢٣ مليار دولار في عام ٢٠١١، واستمر في الإرتفاع حتي وصل لأقصاه (-٣٤,٦) مليار دولار في عامي ٢٠١٣، و٢٠١٤، وذلك بسبب أحداث عام ٢٠١١، وتزايد المطالب الفئوية.

ز- سعر الصرف: بلغ متوسط سعر الصرف عن الفترة محل الدراسة ٧,٢ جنيه لكل دولار، وبلغ حده الأدني ٣,٤ عام ١٩٩٥، وبلغ حده الأقصي ١٧,٨ عامي ٢٠١٧، و٢٠١٨، كما يلاحظ أن سعر الصرف قد ارتفع بمعدل كبير من بعد عام ٢٠١٥، حيث بلغ متوسطه في هذا العام ٧,٧ ثم ارتفع متوسطه إلي ١٠ عام ٢٠١٦ بسبب تحرير سعر الصرف في نوفمبر ٢٠١٦، وأخذ في الإرتفاع إلي أن وصل ١٧,٨ عام ٢٠١٧.

ح- الاحتياطي النقدي: بلغ متوسطه ٢٣,٦ مليار دولار، وبلغ حده الأدني ١٣,٦ مليار دولار عام ٢٠٠١، وبلغ حده الأقصي ٤٤,٦ مليار دولار عام ٢٠١٩، ويلاحظ تأثر الإحتياطي النقدي بالأحداث الاقتصادية العالمية والمحلية، حيث تراجع من ٣٧ مليار دولار عام ٢٠١٠ إلي ١٨,٦ مليار دولار عام ٢٠١١، بسبب حالة عدم الاستقرار التي شهدتها البلاد هذا العام، وأخذ في التراجع إلي أن وصل إلي ١٤,٩ مليار دولار عام ٢٠١٤، ثم أخذ في الارتفاع إلي أن وصل ٤٤,٦ مليار دولار في عام ٢٠١٩ ثم أخذ في التراجع إلي أن وصل إلي ٣٩ مليار دولار عام ٢٠٢٠ بسبب جائحة كورونا.

ط- الاستثمار الأجنبي المباشر: بلغ متوسطه ٤,٤ مليار دولار، وبلغ حده الأدني (-٠,٥) مليار دولار عام ٢٠١١، وبلغ حده الأقصي ١١,٦ مليار دولار عام ٢٠٠٧، وتأثر الاستثمار الأجنبي المباشر بالأحداث الاقتصادية المحلية والعالمية، **كالأتي: ففي عام ٢٠٠٨:** تراجع الاستثمار الأجنبي المباشر من ١١,٦ مليار دولار عام ٢٠٠٧ إلي ٩,٥ مليار دولار عام ٢٠٠٨، وذلك بسبب الأزمة المالية العالمية في عام ٢٠٠٨، **وفي عام ٢٠١١:** تراجع الاستثمار الأجنبي المباشر من ٦,٤ مليار دولار في عام ٢٠١٠ إلي (-٠,٥) مليار دولار عام ٢٠١١، وذلك بسبب الأحداث السياسية وحالة عدم الاستقرار التي شهدتها البلاد في هذا العام، وفي عام ٢٠٢٠ تراجع الاستثمار الأجنبي من ٩ مليار دولار عام ٢٠١٩ إلي ٥,٩ مليار دولار عام ٢٠٢٠، وذلك بسبب جائحة كرونا.

ي- متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي: بلغ متوسطه ٢,١ ألف دولار، وبلغ حده الأدني ألف دولار عام ١٩٩٥، وبلغ حده الأقصي ٣,٦ ألف دولار عام ٢٠٢٠، كما تأثر بتغير الظروف الاقتصادية المحلية فتراجع من ٣,٥ ألف دولار عام ٢٠١٦ إلى ٢,٤ ألف دولار عام ٢٠١٧ من بعد تحرير سعر الصرف.

٢- البعد الاجتماعى:

يتضح البعد الإجتماعي للتنمية المستدامة في مصر، ومن خلال تناول تطور مؤشرات التنمية البشرية المصاحبة للتنمية الاقتصادية، والتي يتمثل أهمها في الانفاق علي التعليم وعلي الصحة والمؤشر العددي للفقر عند خط الفقر الوطني (% من السكان)، كما **بجدول (٦)**:

جدول (٦): تطور أهم مؤشرات البعد الإجتماعي للتنمية المستدامة في مصر خلال (٢٠٠٠-٢٠٢٠)

السنة	التنمية البشرية		معدل الفقر % من السكان	نسبة الانفاق العام إلي الناتج المحلي %علي		مؤشر ديمقراطية من (٠-١٠)	مؤشر الشفافية من (٠-١٠٠)
	القيمة	الترتيب عالمياً		التعليم	الصحة		
٢٠٠٠	٠,٦٥٤	١٠٧	١٦,٧	٤,٨	٠,٨	٦	٣١
٢٠٠١	٠,٦٥٥	١٠٧	١٦,٨	٤,٨	١,٠	٦	٣٦
٢٠٠٢	٠,٦٥٤	١٠٦	١٧	٤,٩	١,٥	٦	٣٤
٢٠٠٣	٠,٦٥٣	١٠٦	١٧,٧	٤,٩	١,٢	٦	٣٣
٢٠٠٤	٠,٦٥٣	١٠٦	١٩,٦	٤,٧	١,٤	٦	٣٢
٢٠٠٥	٠,٦٥٢	١٠٥	١٩,٩	٤,٨	١,٤	٦	٣٤
٢٠٠٦	٠,٦٥١	١٠٥	٢٠,٥	٤,٠	١,٦	٦	٣٣
٢٠٠٧	٠,٦٥٠	١٠٥	٢١	٣,٧	١,٤	٦	٢٩
٢٠٠٨	٠,٦٥٩	١٠٣	٢١,٦	٣,٧	١,٥	٦	٢٨
٢٠٠٩	٠,٦٦٠	١٠١	٢٣	٣,٨	١,٥	٦	٢٨
٢٠١٠	٠,٦٦٢	١٠١	٢٥,٢	٣,٨	١,٥	٦	٣١
٢٠١١	٠,٦٧٠	١٠٢	٢٥,٦	٣,٧	١,٥	٦	٢٩
٢٠١٢	٠,٦٦٢	١١٢	٢٦,٣	٣,٤	١,٤	٦	٣٢
٢٠١٣	٠,٦٨٢	١١٠	٢٦,٥	٣,٤	١,٥	٥	٣٢
٢٠١٤	٠,٦٩٠	١٠٨	٢٧,١	٣,٤	١,٧	٦	٣٧
٢٠١٥	٠,٦٩١	١١١	٢٧,٨	٣,٩	١,٩	٦	٣٦
٢٠١٦	٠,٦٩٠	١١٢	٢٩,٨	٣,١	١,٧	٦	٣٤
٢٠١٧	٠,٦٩٦	١١٥	٣٢,٥	٢,٥	١,٥	٦	٣٢
٢٠١٨	٠,٧٠١	١١٧	٣٣,١	٢,٥	١,٥	٦	٣٥
٢٠١٩	٠,٧٠٧	١١٦	٣١,٤	٢,٥	١,٥	٦	٣٥
٢٠٢٠	٠,٧٣٠	١١٥	٣٠,٢	٢,٥	١,٧	٦	٣٣
متوسط	٠,٦٨١	١٠٩	٢٤,٣	٣,٨	١,٥	٦	٣٢,٦
حد أدنى	٠,٦٥٩	١٠١	١٦,٧	٢,٥	٠,٨	٥	٢٨
حد أقصي	٠,٧٣٠	١١٧	٣٣,١	٤,٩	١,٩	٦	٣٧

المصدر: الأمم المتحدة، تقارير التنمية البشرية، سنوات مختلفة.- احصاءات البنك الدولي، سنوات مختلفة.

٠,٨٪ في عام ٢٠٠٠ إلي ١,٧٪ عام ٢٠٢٠، كما بلغ متوسط الإنفاق علي الصحة إلي إجمالي الناتج المحلي عن الفترة نحو ١,٥٪ وهي نسبة ما زالت ضئيلة مقارنة بدول أخري، حيث بلغت هذه النسبة في إسرائيل ٧,٥٪.

ه- مؤشر الديمقراطية: كان منخفضاً وظل ثابتاً، فبلغ (٦) عام ٢٠٠٠ ، وبلغ (٦) عام ٢٠٢٠، وإن تراجع إلي (٥) عام ٢٠١٣.

و- مؤشر الشفافية: كان منخفضاً وتحسن قليلاً، فبلغ (٣١) عام ٢٠٠٠ ، وبلغ (٣٣) عام ٢٠٢٠

٣- البعد البيئى:

يتمثل فى الحفاظ المركزي للتعبئة العامة والاحصاء والكتاب الحصائي السنوي، سنوات مختلفة.

ويتضح من الجدول السابق، **ما يلي**:

أ- مؤشرات التنمية البشرية: بالرغم من زيادة قيمة هذا المؤشر لمصر من ٠,٦٥٤ عام ٢٠٠٠ إلى ٠,٧٣٠ عام ٢٠٢٠، ولكن ترتيب مصر تراجع عالمياً من ١٠٧ عام ٢٠٠٠ إلي ١١٥ عام ٢٠٢٠.
ب- المؤشر العددي للفقر عند خط الفقر الوطني (% من السكان): ارتفع من ١٦,٧٪ في عام ٢٠٠٠ إلى ٣٠,٢ دولار في عام ٢٠٢٠.
ج- نسبة الإنفاق على التعليم إلي إجمالي الناتج المحلي: تراجعت نسبة الإنفاق علي التعليم إلي إجمالي الناتج المحلي من ٤,٨٪ في عام ٢٠٠٠ إلي ٢,٥٪ عام ٢٠٢٠، كما بلغ متوسط الإنفاق علي التعليم إلي إجمالي الناتج المحلي عن الفترة نحو ٣,٨٪ وهي نسبة ضئيلة مقارنة بدول أخري، حيث بلغت هذه النسبة في إسرائيل ٦,٢٪.
د- نسبة الإنفاق على الصحة إلي إجمالي الناتج المحلي: ارتفعت نسبة الإنفاق علي الصحة إلي إجمالي الناتج المحلي من على الموارد الطبيعية والاستخدام الأمثل لها والنظم البيئية على أساس مستدام. واستخدام مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة، كما **بجدول (٧) التالي**:

جدول (٧)

تطور مؤشرات البعد البيئي (غاز ($C0_2$) والطاقة المتجددة) للتنمية المستدامة في مصر (١٩٩٥-٢٠٢٠)

السنة	إنبعاث غاز ($C0_2$) ألف كيلو طن	نسبة استهلاك الطاقة من الوقود الأحفورى %	الطاقة المتجددة والنفايات القابلة للاحتراق (% من إجمالي الطاقة)	العجز الأيكولوجى (gha لكل شخص)
١٩٩٥	٩٥	٩٣,٨	٣,٤	-١
١٩٩٦	٩٤	٩٤,١	٣,٣	-١
١٩٩٧	١٠٨	٩٤,٢	٣,٢	-١
١٩٩٨	١٢٢	٩٤,٤	٣,٠	-١
١٩٩٩	١٢٥	٩٤,٠	٣,٠	-١
٢٠٠٠	١٤١	٩٣,٩	٣,٢	-١
٢٠٠١	١٢٥	٩٤,٢	٢,٩	-١
٢٠٠٢	١٢٧	٩٤,٩	٢,٩	-١
٢٠٠٣	١٤٨	٩٥,٠	٢,٨	-١
٢٠٠٤	١٥١	٩٦,٨	٢,٧	-١
٢٠٠٥	١٦٧	٩٦,٢	٢,٣	-١
٢٠٠٦	١٧٩	٩٦,٣	٢,٢	-١
٢٠٠٧	١٨٩	٩٦,٠	٢,١	-١
٢٠٠٨	١٩٩	٩٦,٢	٢,١	-١
٢٠٠٩	٢٠٧	٩٦,٤	٢,١	-١
٢٠١٠	٢٠٣	٩٧,٢	٢,٢	-٢
٢٠١١	٢١٧	٩٦,٨	٢,١	-١
٢٠١٢	٢٢٠	٩٦,٨	٢,١	-١
٢٠١٣	٢١٤	٩٨,٥	٢,٢	-١
٢٠١٤	٢٢٨	٩٧,٩	٢,٣	-١
٢٠١٥	٢٢٥	٩٨,١	٢,٤	-١
٢٠١٦	٢٣٩	٩٨,٦	٢,٥	-١
٢٠١٧	٢٤٤	٩٨,٨	٢,٧	-١
٢٠١٨	٢٥٥	٩٨,٩	٢,٩	-١
٢٠١٩	٢٦٧	٩٨,١	٢,٩	-١
٢٠٢٠	٢٧١	٩٨	٢,٩	-١
المتوسط	١٧٩,٦	٩٦,٢	٢,٦	-١
حد أدنى	٩٤,٠	٩٣,٨	٢,١	-٢
حد أقصى	٢٧١,٠	٩٨,٩	٣,٤	-١

المصدر: احصاءات البنك الدولي، سنوات مختلفة.

ويبين الجدول السابق تطور أهم المؤشرات البيئية في مصر، **فيما يلي:**

أ- مؤشر انبعاث غاز ثاني أسيد الكربون: ارتفاعه من ٩٥ ألف كليو طن عام ١٩٩٥ إلي ٢٧١ ألف كيلو طن عام ٢٠٢٠، مما يؤكد تدهور الوضع البيئي وزيادة معدل التلوث.

ب- مؤشر نسبة استهلاك الطاقة من الوقود الأحفورى: ارتفاع هذه النسبة من ٩٣,٨٪ في عام ١٩٩٥ الي ٩٨٪ عام ٢٠٢٠، مما يؤكد تدهور الوضع البيئي وزيادة معدل التلوث.

ج- مؤشر نسبة استهلاك الطاقة المتجددة: تراجعه من ٣,٤٪ في عام ١٩٩٥ إلي ٢,٩٪ عام ٢٠٢٠، مما يؤكد تدهور الوضع البيئي وزيادة معدل التلوث.

د- مؤشر العجز الأيكولوجي لكل شخص: هو الفرق بين القدرة البيولوجية الطبيعية للأرض على تجديد نفسها والبصمة الأيكولوجية للفرد محسوبة بنظام الهكتارات العالمية، وهو بالسالب في كل السنوات في مصر، ويعني ذلك أن معدل التلوث البيئي براً أو جواً أو بحراً أكبر من معدل قدرة الطبيعة في مصر على تجديد نفسها.

المحور الرابع

دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة

ما زالت الكهرباء لا تصل إلي نسبة كبيرة من سكان الدول النامية، خاصة في الدول الفقيرة كالصومال والسودان، وهو ما يعتبر بمثابة ناقوس خطر لضرورة بذل جهود جادة للحد من الفقر ونقص إمدادات الطاقة، كما لا تزال الكتلة الإحيائية (كمخلفات المحاصيل، والخشب، وروث الحيوانات..إلخ) المصدر الوحيد للطاقة لعدد كبير من سكان جنوب آسيا وفي أواسط إفريقيا، وتعيد مصادر الطاقة المتجددة توجيه القطاعات الاقتصادية المختلفة بحيث تراعي البعد البيئي بالحد من التلوث وتدوير النفايات والعمل على الاستغلال الأمثل للموارد الطبيعية[١].

ومن المعروف أن للتنمية المستدامة عدة أبعاد، وأهمها: البعد الاقتصادي، والبعد الإجتماعي، والبعد البيئي، والبعد الثقافي، والبعد التكنولوجي....إلخ.

وسيتم تناول العلاقة بين مصادر الطاقة المتجددة وبين أهم أبعاد التنمية المستدامة، **في الأتي**:

١- علاقة مصادر الطاقة المتجددة بالبعد الاقتصادي للتنمية المستدامة:

تتمثل هذه العلاقة، في **الأتي**:

١-١- إسهام مصادر الطاقة المتجددة في الحد من سوء استخدام الموارد الطبيعية:

أدي نمو الاقتصاد العالمى في العقود الأخيرة إلى إستنزاف جزء كبير من الموارد، مما أدي إلي تدهور النظام البيئي العالمي، وأشار تقرير الأمم المتحدة لعام ٢٠٢٠ إلي ذلك، **ومنها**[٢]:

أ. تبلغ المساحة الإجمالية للغابات في العالم ٤,٠٦ مليارات هكتار، أي نحو ٣١٪ من إجمالي مساحة الأرض.

ب. سجّلت أفريقيا المعدّل السنوي الأعلى لصافي خسائر الغابات خلال الفترة (٢٠١٠-٢٠٢٠)، حيث بلغ ٣,٩ مليون هكتار.

ج. خسر العالم منذ عام ١٩٩٠ نحو ٤٢٠ مليون هكتار من الغابات في جميع أنحاء العالم بسبب إزالة الغابات، وتحويل الغابات إلى أراضٍ تستخدم لأغراض أخرى كالزراعة.

١-٢- إسهام مصادر الطاقة المتجددة في الحد من فقر الطاقة:

تسهم تكنولوجيا الطاقة المتجددة بنسبة ملموسة في تحسين مستويات المعيشة والصحة في المناطق الفقيرة، ففي بنجلاديش تأسست شركة جرامين شاكتى (أو جرامين للطاقة) في عام ١٩٩٦ وتعد حالياً إحدى أسرع الشركات الريفية نمواً في مجال الطاقة المتجددة في العالم وتوفر الشركة القروض الميسرة لتوفر الأنظمة المنزلية الشمسية لسكان الريف وبأسعار في متناولهم، وتم تركيب أكثر من ٣٢٠ ألف

---

[١] () حسام محمد أبو عليان، **الاقتصاد الأخضر والتنمية المستدامة في فلسطين- استراتيجيات مقترحة**، رسالة ماجستير، (كلية التجارة: جامعة الأزهر بغزة، ٢٠١٧)، ص ٧٢.

[٢]) الأمم المتحدة، تقرير التنمية المستدامة، بعنوان: **مساحة الغابات في العالم آخذة في الانحسار، والفاو تدعو إلى تكثيف الجهود لوقف إزالة الغابات**، الثلاثاء ، ٢١-٧-٢٠٢٠.

وحدة طاقة شمسية منزلية بنهاية عام ٢٠٠٩، وبالإضافة إلى وحدات الغاز الحيوي، فهى تسهم في تقليل استخدام الكتلة الحيوية للحفاظ علي البيئة، وتقلل التلوث داخل المنازل، كما تساعد تكنولوجيا الغاز الحيوي أكثر في إدارة المخلفات المستدامة، وقامت الشركة بتركيب أكثر من مليون وحدة طاقة شمسية منزلية في عام ٢٠١٥، مما زاد من الطلب المحلى عليها[١].

وأوضح تقرير الأمم المتحدة عن الطاقة المستدامة لعام ٢٠٢٢ أن هناك تقدماً ملموساً منذ عام ٢٠١٠ في مجال الحصول علي الطاقة النظيفة، فارتفع معدل الوصول إلى الكهرباء في العالم من ٨٣٪ عام ٢٠١٠ إلى ٩١٪ عام ٢٠٢٠، وخلال هذه الفترة، تقلص عدد الأشخاص الذين ليس لديهم كهرباء من ١,٢ مليار عام ٢٠١٨ إلى ٧٣٣ مليونًا عام ٢٠٢٠، وارتفع معدل الوصول إلى الكهرباء بمعدل ٠,٥٪ سنويًا، مقارنة بـ ٠,٨ نقطة مئوية بين عامي ٢٠١٠ و ٢٠١٨.

ووفقًا للوتيرة الحالية، سيكون بإمكان ٩٢٪ فقط من سكان العالم الحصول على الكهرباء عام ٢٠٣٠، مما يترك ٦٧٠ مليون شخص بدون خدمات، وبسبب الضغوط الاقتصادية التي فرضتها جائحة **COVID-19**، لم يتمكن ما يصل إلى ٩٠ مليون شخص من الكهرباء في إفريقيا والدول النامية في آسيا من الحصول على حزمة ممتدة من الخدمات في عام ٢٠٢٠، وبين عامي ٢٠١٠ و ٢٠٢٠، زادت نسبة الأشخاص الذين يمكنهم الحصول على وقود وتقنيات الطهي النظيفة من ٥٧٪ إلى ٦٩٪، ولا يزال ٤ مليار شخص يعتمدون على أنظمة طهي غير فعالة وملوثة عام ٢٠٢٠.

وبلغت حصة مصادر الطاقة المتجددة في إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة ١٧,٧٪ في عام ٢٠١٩ ، بزيادة ١,٦٪ عن عام ٢٠١٠، وتحسنت كثافة الطاقة الأولية العالمية (كفاءة الطاقة) من ٥,٦ ميجا جول لكل دولار عام ٢٠١٠ إلى ٤,٧ ميجا جول عام ٢٠١٩، بمتوسط معدل تحسن سنوي قدره ١,٩٪، ولتحقيق هدف كفاءة الطاقة، سيحتاج المعدل السنوي للتحسين حتى عام ٢٠٣٠ إلى ٣,٢٪ في المتوسط سنويًا.

كما بلغت التدفقات المالية العامة الدولية إلى الدول النامية لدعم الطاقة النظيفة ١٠,٩ مليار دولار في عام ٢٠١٩، بانخفاض يقارب ٢٤٪ عن العام السابق، وانخفض المتوسط لخمس سنوات من ١٧,٥ مليار دولار خلال الفترة (٢٠١٤-٢٠١٨) إلى ١٦,٦ مليار دولار خلال الفترة (٢٠١٥-٢٠١٩)، وشكلت القروض أكثر من ٥٢٪ من الالتزامات في عام ٢٠١٩، وشكلت المنح ما يقرب من ١٧٪، ونمت الأسهم في أدوات الاستثمار الجماعي إلى ١٩١ مليون دولار في عام ٢٠١٩، بزيادة قدرها ٩١٪ عن عام ٢٠١٨[٢].

كما لم يتمكن نحو ٢,٦ مليار شخص من الحصول على الوقود النظيف لأغراض الطهي في عام ٢٠١٩، ويؤدي تعثر التقدم نحو الوقود النظيف منذ عام ٢٠١٠ إلى وفاة الملايين كل عام من جراء استنشاق دخان عملية الطهي غير النظيف، وإن لم تتخذ إجراءات سريعة للتوسع في الحصول على طهي نظيف ستزداد أعداد الوفيات بنسبة ٣٠٪ بحلول عام ٢٠٣٠.

---

(١) الأمم المتحدة، برنامج الأمم المتحدة للبيئة، **مبادرة تمويل الطاقة المستدامة**، باريس ٢٠١٠ .

(2) United Nations, Sustainable Development Goals Report 2022, "Ensure Access to Affordable, Reliable, Sustainable and Modern Energy,"

كما يشير تقرير الأمم المتحدة إلى أن معدل النمو السكاني في منطقة أفريقيا جنوب الصحراء يتجاوز حالياً عدد من يحصلون على خدمات الطاقة، حيث يعاني ٩١٠ مليون نسمة من نقص وسائل الطهي النظيف، وتبلغ نسبة أعلى عشرين دولة تعاني من الحصول على وقود الطهي النظيف وتقنياته نحو ٨١٪ من سكان العالم المحرومين، وتبلغ نسبة السكان الذين يحصلون على وقود الطهي النظيف في الكونغو وإثيوبيا ومدغشقر وموزامبيق والنيجر وأوغندا وتنزانيا نحو ٥٪ فقط[١].

وأثبتت مصادر الطاقة المتجددة أنها أكثر مرونة مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى خلال أزمة كورونا، وقد شهدت مصادر الطاقة المتجددة نمواً غير مسبوق خلال عشرة الأعوام الماضية، إلا أن حصتها من إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة ظلت ثابتة مع نمو استهلاك الطاقة العالمي بمعدل مماثل، كما حققت الطاقة المتجددة نمواً كبيراً في قطاع الكهرباء فبلغ نحو ٢٥٪ في عام ٢٠١٨.

ويرجع أكثر من ثلث الزيادة في توليد الطاقة المتجددة في عام ٢٠١٨ إلى دول شرق آسيا، وذلك بفضل ارتفاع مستويات استخدام الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في الصين، وسُجِّلت أكبر زيادات في استخدام الطاقة المتجددة على مستوى الدول في عام ٢٠١٨ في أسبانيا بفضل ارتفاع توليد الطاقة الكهرومائية، وتليها إندونيسيا التي شهدت زيادة سريعة لاستخدام الطاقة الحيوية في توليد الكهرباء.

إن المساعدات المالية الدولية في مجال الطاقة ما زالت تتركز في عدد قليل من الدول ولا تصل إلى الدول الأشد إحتياجاً، فقد وصلت التدفقات المالية إلى الدول النامية لمساندة قطاع الطاقة النظيفة والمتجددة إلى ١٤ مليار دولار في عام ٢٠١٨، ذهب ٢٠٪ منها فقط إلى الدول الأقل نمواً[٢].

١-٣- تسهم مصادر الطاقة المتجددة في الحد من مساهمة قطاع الصناعة في التلوث:

يساهم التصنيع بنحو ٢٤٪ من توظيف القوي العاملة عالمياً، كما يستهلك نحو ٣٥٪ من الاستخدام العالمي للكهرباء، وأسهم بنحو ٢٥٪ من إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون عام ٢٠١٩[٣].

وينتج عن استخدام مصادر الطاقة المتجددة في قطاع الصناعة إطالة عمر السلع المصنعة عن طريق التركيز على عمليات إعادة التصميم وإعادة التدوير، ويدعم نشاط التدوير استخدام المنتجات الثانوية الناتجة عن عمليات الإنتاج، ويتطلب تدوير بعض المواد مثل الألمونيوم على ٥٪ فقط من الطاقة اللازمة للإنتاج الأولى، ويعد تدوير مخلفات الحرارة العالية الناتجة من عمليات أفران الفحم

---

(١) الأمم المتحدة، تقرير الطاقة المستدامة، **بعنوان: تحقيق هدف حصول الجميع على خدمات الطاقة المستدامة سيظل بعيد المنال ما لم تتم معالجة أوجه التفاوت**، ٧-٦-٢٠٢١، متوفر على: **http://trackingSDG7.esmap.org/**

(٢) الأمم المتحدة، تقرير الطاقة المستدامة، نفس **المرجع السابق**.

(٣)احصاءات البنك الدولي، ٢٠١٩.

وأفران التفجير والأفران الكهربائية ومصانع الأسمنت فرصة هامة على المدى القصير وبخاصة لتوليد القوى الكهربائية، وتؤدي زيادة كفاءة تدوير الموارد إلي التقليل من تدفق النفايات والتلوث[١].

وتصبح عملية التدوير وإستعادة الطاقة من المخلفات أكثر تحقيقاً للربح، حيث يتم تحويل جميع مخلفات الكتلة الحيوية إلى سماد أو استرجاعها للحصول على الطاقة بحلول عام ٢٠٥٠، وتواجه الدول منخفضة الدخل خسائر ضخمة بسبب نقص الإمكانيات في ذلك[٢].

٢- علاقة مصادر الطاقة المتجددة بالبعد الإجتماعي للتنمية المستدامة:

تتمثل هذه العلاقة، في **الأتي**:

٢-١- تسهم مصادر الطاقة المتجددة في الحد من الفقر:

يعتبر الفقر أكثر صور إنعدام العدالة الإجتماعية لما له من علاقة بعدم تساوي فرص التعليم والرعاية الصحية وتوفير القروض وتأمين حقوق الملكية، لذلك تسهم مصادر الطاقة المتجددة في التخفيف من حدة الفقر من خلال الإدارة الحكيمة للموارد الطبيعية والأنظمة الايكولوجية، وذلك لتدفق المنافع من رأس المال الطبيعي وإيصالها مباشرة إلي الفقراء، وبالاضافة الي توفير وظائف جديدة وخاصة في قطاع الصناعة والطاقة والنقل والصحة، خاصة في الدول الفقيرة، وذلك من خلال **الأتي**[٣]:

أ- زيادة المساحة المنزرعة في الدول النامية والتركيز على صغار الملاك؛ حيث سيتم الاعتماد علي مصادر الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في أنشطة الزراعة المعتمدة علي المياه الجوفية.

ب- تؤدي إلي زيادة توفير المياه النظيفة وخدمات الصرف الصحي للفقراء في العديد من الدول النامية، مما يؤدي تحسين المستوي الصحي، ومن ثم مستويات الإنتاجية وزيادة دخول الفقراء.

ج- تخفض تكلفة توليد والحصول على الطاقة، مما تساعد في إنهاء فقر الطاقة.

د- تدعم السياحة البيئية، مما يؤدي إلي توفير المزيد من فرص العمل والحد من البطالة.

٢-٢- تسهم مصادر الطاقة المتجددة في زيادة معدل التوظيف مستقبلاً ودعم العدالة الإجتماعية:

سيؤدي الاستثمار في الطاقة المتجددة إلي زيادة معدل التوظف في كافة القطاعات، **كالأتي**[٤]:

أ- تساعد في توفير وظائف إضافية مع توفير مصادر طاقة تنافسية، حيث تتركز معظم هذه الوظائف حالياً في عدد محدود من الدول، كالبرازيل والصين وألمانيا واليابان والولايات المتحدة.

ب- تساعد عمليات فرز ومعالجة المواد القابلة للتدوير إلى توفير وظائف تبلغ نحو ١٠ أضعاف تلك التى توفرها عمليات الحرق ومقالب القمامة.

---

(1)Chalmin p. and Gaillochet c.," From Waste to Resourece : Anabstract of World Waste Survey Cyclope", **Veolia Environmental Services, Edition Economica**, 2009, p.25.

(2) www.biomass-asia, 2009.

(٣)موللى سكوت كاتو، ترجمة علا احمد إصلاح، **مقدمة فى النظرية والسياسة والتطبيق**،(مجموعة النيل العربية:القاهرة، ٢٠١٥)، ص٧٨

(٤)محمد ساحل، ومحمد طالبي، "أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة"، **مجلة الباحث، عدد ٦**، ٢٠٠٨، ص ٢٣

ج- سيؤدي الاستثمار في الطاقة المتجددة إلى المحافظة على الموارد الطبيعية وخاصة المياه.

٢-٣- ستوفر مصادر الطاقة المتجددة معيشة حضرية أكثر استدامة ونظام نقل منخفض الكربون:

سيؤدي زيادة استخدام مصادر الطاقة المتجددة في النقل والاستخدامات المنزلية في المدن الجديدة إلي تحقيق وفراً ملموساً في استهلاك الطاقة والموارد، لأن قطاع النقل سبباً رئيسياً للتلوث[١].

وترتكز سياسات قطاع النقل في المدن الجديدة على ثلاثة مبادئ مترابطة، **وهى** [٢]:

الأول: تخطيط النقل والربط بين أماكن الإنتاج والاستهلاك.

الثاني: الانتقال إلى أوضاع بيئية أكثر كفاءة مثل النقل الجماعي واستخدام القطارات والنقل البحري.

الثالث: تحسين تقنيات الوقود والعربات لتقليل التأثيرات البيئية السلبية، ومن السياسات المطلوب وضعها، التخطيط لاستخدام الأراضي لتشجيع المدن المبنية على ممرات النقل الجماعي وتنظيم استخدام الوقود والعربات، ويمكن للحوافز الاقتصادية مثل السياسات الضريبية والأسعار والدعم أن تسهم في زيادة العربات الخاصة النظيفة والتحول نحو استخدام وسائل النقل العام، وينتج عن تحسين كفاءة الطاقة في قطاع النقل واستخدام الوقود النظيف والانتقال من النقل الخاص إلى العام مكاسب صحية واقتصادية، كما يحقق الاستثمار في النقل العام منافع اقتصادية تصل إلى ضعف تكلفتها.

٣- علاقة مصادر الطاقة المتجددة بالبعد البيئي للتنمية المستدامة:

يتمثل الخيار الرئيسي في الاقتصاد في المفاضلة بين التنمية والحفاظ علي البيئية، وهنا يتطلب الأمر اكتشاف بدائل لمسارات جديدة للتنمية تتميز بقدر أكبر من التكامل بين رأس المال المادي والبشري والطبيعي [٣]، وعليه تتمثل علاقة الطاقة المتجددة بالبعد البيئي للتنمية المستدامة، في **الأتي**:

٣-١- إستبدال الوقود الأحفوري بمصادر الطاقة المستدامة منخفضة الكربون:

يؤدي إزدحام المدن التقليدية القديمة إلى مشـــكلات متزايدة ومرتبطة ببعضـــها من زحام وتلوث وسوء تقديم للخدمات، مما ينعكس بالسلب على الصحة العامة وعلي الإنتاجية، وهذه المشكلات أكثر وطأة على الفقراء في هذه المدن، مما تطلب إلي تلافي ذلك عند تخطيط المدن الجديدة.

ويعتبر نظام الطاقة الحالي المبنى على الوقود الأحفوري هو المصدر الرئيسي لتغير المناخ، ويعد قطاع الطاقة مسئولاً عن ثلثي إنبعاثات غازات الاحتباس الحراري، ومن المتوقع أن تتراوح تكلفة التكيف المصاحبة لتغير الطقس من (٥٠ – ١٧٠) مليار دولار بحلول عام ٢٠٣٠ والتي ستتحمل الدول النامية أكثر من نصفها [٤].

ويقلل الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة المتوفر محلياً من مخاطر عدم استقرار أسعار الوقود الأحفوري، بالإضافة إلى تحسن مستوى أمن الطاقة، ويتطلب ذلك إستبدال الاستثمارات في مصادر الطاقة المعتمدة بشدة على الكربون بالاستثمار في الطاقة النظيفة، ويمكن زيادة الاستثمار في الطاقة المتجددة بالدعم المباشر والاعفاءات الضريبيةعن طريق نظم مقايضة الإنبعاثات بالضرائب والتي

---

(١)عايد راضي خنفر، الاقتصاد البيئي " الاقتصاد الأخضر"، الكويت: الشركة الوطنية للخدمات البترولية, **مجلة أسيوط للدراسات البيئية، العدد التاسع والثلاثون**، (يناير ٢٠١٤)، ص ٢١.

(٢) عصام الحناوي ، **قضايا البيئة والتنمية في مصر**، (دار الشروق: القاهرة،٢٠٠١)، ص ٧٤.

(3)www.unep.org/pcfv/pdf/final Executive– summary, 2009 .

(٤) الأمم المتحدة، برنامج الأمم المتحدة للبيئة، مبادرة تمويل الطاقة المستدامة، باريس ٢٠١٠ ، ص ٣٤.

تعكس التكلفة الاجتماعية الكلية لاستخدام الوقود النظيف، مما يؤدي إلي تحقيق مكاسب بيئية وصحية واقتصادية كبيرة [١].

٣-٢- تسهم الطاقة المتجددة في الحصول على كهرباء من مصادر نظيفة مما يحد من التلوث:

ما زال هناك تفاوت بين الدول في الحصول علي الطاقة وخاصة النظيفة، ويتركز العجز في إمكانية الحصول على الطاقة في أفريقيا جنوب الصحراء والتي تمثل ثلاثة أرباع العجز العالمي، وتقترب مناطق أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي، وشرق آسيا، وجنوب شرق آسيا من حصول الجميع على خدمات الطاقة، إذ يتاح لأكثر من ٩٨٪ من سكان هذه المناطق الحصول على الكهرباء، أمَّا في أفريقيا جنوب الصحراء فتقل هذه النسبة عن ٥٠٪، ومن بين الدول العشرين التي سجَّلت أكبر نسب من العجز، أظهرت بنجلاديش وكينيا وأوغندا تحقيق أكبر تحسُّن منذ عام ٢٠١٠، بفضل معدلات نمو سنوية لإمدادات الكهرباء تزيد عن ٣٪ وترجع إلى إتباع نهج متكامل يجمع بين توليد الكهرباء من الشبكة العامة، والشبكات الصغيرة، والإمداد بالطاقة الكهربائية الشمسية[٢].

٣-٣- تسهم الطاقة المتجددة في الحصول على وقود طهي نظيف مما يحد من التلوث:

بلغت نسبة سكان العالم الذين لا يتاح لهم الحصول على وقود طهي نظيف ٣٦٪ في عام ٢٠١٩، ومنذ عام ٢٠٢٠ زاد معدل من يمكنهم الحصول على وقود طهي نظيف من سكان العالم بمعدل ١٪ سنوياً، وهي زيادة ترجع في معظمها إلى التحسن الذي تحقق في مناطق آسيا الوسطى وجنوبها، وشرق آسيا وجنوبها الشرقي، كما أن عدد الذين لا تتاح لهم فرص الحصول على وقود طهي نظيف من سكان أفريقيا جنوب الصحراء كان أكبر من أي منطقة أخرى لأول مرة في عام ٢٠١٩، ويفتقر نحو ٩٠٠ مليون نسمة أو نحو ٨٥٪ من السكان في المنطقة إلى الوقود النظيف وهي نسبة تبلغ ٣٥٪ من العجز العالمي في هذا المجال، ومن المتوقع أن تصل نسبة من يحصلون على وقود طهي نظيف بين سكان العالم ٧٢٪ في عام ٢٠٣٠[٣].

٣-٤- تكامل الطاقة المتجددة مع مصادر الطاقة التقليدية:

تعد الطاقة المستدامة هي حاجة القرن الحالي، وسيؤدي تخزين الطاقة دورًا مميزًا في تكامل وتشغيل الشبكات الصغيرة والشبكات الذكية في المستقبل، ويمكن أن يساعد تخزين الطاقة بالتأكيد في معالجة قضايا دمج الطاقة المتجددة مع مصادر الطاقة التقليدية، وذلك لرفع كفاءة هذه الأنظمة الجديدة (الهجينة)، وذلك من أجل الحد من عجز الطاقة والحد من التلوث، وتحقيق استدامة الطاقة[٤].

---

(١) الأمم المتحدة، **المرجع السابق**، ص ٣٥.

(٢) الأمم المتحدة، **تقرير الطاقة المستدامة، بعنوان:** تحقيق هدف حصول الجميع على خدمات الطاقة المستدامة سيظل بعيد المنال ما لم تتم معالجة أوجه التفاوت، ٧-٦-٢٠٢١، **متوفر علي:** http://trackingSDG7.esmap.org/

(٣) الأمم المتحدة، تقرير الطاقة المستدامة، **المرجع السابق.**

(4)Amjed Hina Fathima, **"in Hybrid-Renewable Energy Systems in Microgrids**, Renewable systems and Energy Storages For Hybrid Systems, 2018, p.1.

المحور الخامس

قياس أثر الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة في مصر

أولاً: بناء النموذج القياسي (Model Construction):

لتحقيق هدف الدراسة وهو قياس أثر التوسع في الاعتماد على الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة بمصر بشقيها (الاستدامة الضعيفة، والاستدامة القوية). فسنعتمد في تحقيق ذلك على بيانات سلاسل زمنية سنوية خلال الفترة (1990-2020) بإجمالي 31 مشاهدة.

فبالنسبة للاستدامة الضعيفة؛ فسيتم التعبير عنها بمؤشر الثروة الحقيقية لكل فرد، باعتبارها مقياساً عالمياً محكماً للتنمية المستدامة. فالثروة الحقيقية أو (الادخار الحقيقي) المعروف أيضاً بصافي الادخار المعدل يُقدم مؤشراً أوسع بكثير للاستدامة عن طريق تقييم التغيرات في الموارد الطبيعية، ونوعية البيئة، ورأس المال البشرى، إضافة إلى المقياس التقليدي للتغيرات في الأصول المنتجة التي يقدمها صافي الادخار. فمعدلات الادخار الحقيقي السلبية تعنى ضمناً أن إجمالي الثروة الحقيقية في الانخفاض؛ وأن السياسات المتبعة التي تؤدى إلى استمرار المعدلات السلبية للادخار الحقيقي ليست مستدامة والعكس. كذلك فإن الادخار الحقيقي له ميزة في عرض قضايا البيئة والموارد ضمن إطار تتفهمه وزارات التخطيط، والمالية، والتنمية، وغيرها.

ويمكن حساب مؤشر الادخار الحقيقي من خلال **المعادلة التالية**:

الادخار الحقيقي = صافي الادخار القومي [1]+ الإنفاق التشغيلي الحالي على التعليم للتعبير عن الاستثمار في رأس المال البشرى – (قيمة استنفاذ الموارد الطبيعية مثل الطاقة والمعادن وصافي استنفاذ الغابات + الأضرار الناجمة عن التلوث وهي تشمل ملوثات ثاني أكسيد الكربون وانبعاثات الجسيمات وما يماثلها).

أما بالنسبة للاستدامة القوية: فسيتم التعبير عنها بمؤشر البصمة الأيكولوجية لكل فرد، وهو مؤشر لقياس تأثير مجتمع معين على كوكب الأرض ونظمه الطبيعية، كما يوضح مدى مستوى استدامة نمط عيش سكان دولة ما، ومدى تأثيرهم وضررهم بكوكب الأرض، ويتم التوصل لهذه النتيجة من خلال مقارنة صافي استهلاك الدولة من الموارد الطبيعية (أراضي زراعية، ورعوية، وبناء، وغابات، ومصايد) والتي تُعرف (بالبصمة الأيكولوجية) مع مقدرة النظام البيئي للدولة على إعادة إنتاج هذه الموارد الطبيعية والقيام بامتصاص المخلفات الناتجة عن ذلك الاستخدام فيما يُعرف (بالقدرة البيولوجية)، أي مقارنة جانب الطلب البشرى (البصمة) بجانب عرض الطبيعة (القدرة) مثلما نقارن العرض بالطلب، والدخل بالإنفاق في الحسابات الاقتصادية.

وعليه فإن الحالة المثلى تستوجب أن تكون البصمة الأيكولوجية مساوية للقدرة البيولوجية وذلك للحفاظ على التوازن البيئي، وبالتالي عندما تتجاوز البصمة الأيكولوجية القدرة البيولوجية، أي إذا كان الفرق سالب (عجز أيكولوجي) وهذا يعنى أن سكان الدولة تستخدم موارد طبيعية وتقوم بتلويث البيئة بشكل

(1) **صافي الادخار القومي** = الادخار القومي الإجمالي – إهلاك رأس المال الثابت.

أكبر من قدرة النظام البيئي الطبيعي في الدولة على تجديدها، والعكس إذا كان الفرق موجب (فائض أيكولوجي).

ونظراً لأن النظرية الاقتصادية تشير إلى أن التغير في مستوي الاستدامة لكل فرد دالة في ثلاثة عوامل رئيسية تحكمها، **وهي**:

- **المؤسسات التي تحكم تخصيص الموارد**: وهي تمثل أحد الأبعاد الرئيسية والهامة في تحقيق التنمية المستدامة، فالمؤسسات الجيدة هي وحدها القادرة على التخطيط ورسم وإتباع سياسات اقتصادية ومالية مستدامة، حيث تُرجع العديد من الدراسات تخلف العديد من الدول عن تحقيق تنمية مستدامة إلى انخفاض جودة المؤسسات بها وعدم تمتعها بالحكم الرشيد.
- **القاعدة الإنتاجية للاقتصاد (أسهم رأس المال)**: وهي بمثابة عوامل الحقن للثروة الحقيقة لأي دولة، فالقاعدة الإنتاجية لأي اقتصاد والمتمثلة في مستوى الثروة البشرية، وحجم الاستثمارات، والناتج، وعدالة توزيع هذا الناتج وغيرها من العوامل تمثل الأساس في اختلاف مستويات الثروة الحقيقية بين الدول، فعلى سبيل المثال يؤدى زيادة مستوى الناتج إلى زيادة مستويات الدخول وهو ما يتبعه بالضرورة زيادة مستوى الادخار والعكس.
- **أسعار الظل من هذه الموارد**: وهي تعكس أسعار ندرة الموارد الطبيعية. كذلك فهي تمثل (على عكس القاعدة الإنتاجية) عوامل تسرب للثروة الحقيقية لأي دولة، أي العوامل التي تؤدى إلى انخفاض الثروة الحقيقية للدول، فعلى سبيل المثال يؤدى زيادة الإنفاق على التسليح في الدول النامية، خاصة الدول الريعية منها(كدول الخليج التي تعتمد على عوائد النفط الخام) إلى استنزاف العملات الأجنبية المتوفرة وهو ما يؤدى إلى زيادة استهلاك الموارد الطبيعية بشكل غير مستديم لتوفير العملات الأجنبية.

وبالتالي يمكن استخدام ذلك كدليل لصياغة نموذج اقتصادي قياسي لدينا، **كما يلي**:

$$Sustainability_t = \beta_0 + \beta_1 INSTITUTIONS_t + \beta_2 STOCKS_t + \beta_3 SHADOW_t + \varepsilon_t$$

وبالتالي تمثل متغيرات المؤسسات والقاعدة الإنتاجية للاقتصاد وأسعار الظل الفئات الرئيسية الثلاثة للمتغيرات التحكمية التي تقترحها النظرية الاقتصادية.

وعلية اعتمد البحث في التعبير عن هذه الفئات الرئيسية على دراسة (Aidt, 2010)[1]، **كما يلي:**

- تم التعبير عن المؤسسات الاقتصادية والسياسية والقانونية التي تحكم توزيع الموارد الطبيعية باستخدام مؤشر الشفافية (انخفاض الفساد)، ومؤشر حالة الديمقراطية، فمن المتوقع طبقاً للنظرية الاقتصادية أن يؤدى ارتفاع مستوى الشفافية والديمقراطية بمصر إلى إتباع الحكومات لسياسات اقتصادية وتوزيعية رشيدة تعمل على دعم تحقيق ثروة حقيقية موجبة للمجتمع ككل، والعكس صحيح.
- بينما تم التعبير عن القاعدة الإنتاجية للاقتصاد (**STOCKS**) باستخدام مؤشرات نصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلى، وإجمالي التكوين الرأسمالي الثابت وذلك للتعبير عن القاعدة الإنتاجية المادية

([1])Aidt, T. S. (2010)," **Corruption and Sustainable Development**", International Handbook on the Economics of corruption, 2, 1-52.

للاقتصاد، بالإضافة إلى مؤشر رأس المال البشري للتعبير عن القاعدة البشرية للاقتصاد، ومعامل جيني لتوضيح عدم عدالة توزيع القاعدة الإنتاجية بين المواطنين، حيث من المتوقع أن يؤدى زيادة مستوى الاستثمارات في رأس المال البشرى والمادي إلى زيادة مستويات الإنتاج والدخول، وبالتالي زيادة مستوى الادخار.

- وأخيراً تم التعبير عن أسعار الظل (الأسعار المحاسبية) (**SHADOW**) باستخدام مؤشر الانفتاح التجاري المعبر عنه بمؤشر الإنفاق على الواردات من السلع والخدمات كنسبة من إجمالي الناتج المحلى، حيث من المتوقع طبقاً للنظرية الاقتصادية أن يؤدى زيادة مستوى الواردات في مصر إلى استنزاف العملات الصعبة التي بحوزتها، مما يؤدى إلى استهلاكها للموارد بشكل غير رشيد من أجل توفير العملات الصعبة اللازمة لتمويل عمليات الواردات.

وعليه سوف يستخدم البحث النموذج الرئيسي التالي لدراسة العلاقة بين مستوي الطاقة المتجددة في والتنمية المستدامة بمصر في شكل خطى، **كما يلي:**

$$SD_t = \beta_0 + \beta_1 RE_t + \beta_2 Corr_t + \beta_3 Dem_t + \beta_4 GDP_{C_t} + \beta_5 GFCF_t + \beta_6 HC_t + \beta_7 Gini_t + \beta_8 Imports_t + u_t$$

حيث (SD_t) تمثل المتغير التابع وهو مستوي الاستدامة البيئية، والذي سيتم التعبير عنه بمؤشرين تعبر عن مستوي الاستدامة الضعيفة والقوية كما سبق الإشارة إليه، و(RE_t) تعبر عن المتغير المستهدف لدينا وهو مستوي الطاقة المتجددة، بينما من (β_2) الي (β_8) تشير إلى متجه معاملات المتغيرات الاقتصادية والمؤسسية الضابطة المستخدمة في النموذج، وهي مستوي الشفافية $(Corr)$، ومستوي الديمقراطية (Dem)، ونصيب الفرد من الناتج (GDP_C)، ومستوي الاستثمار $(Invest)$، ومستوي رأس المال البشري (HC)، ومعامل جيني $(Gini)$، وحجم الواردات $(Imports)$، في حين t تعبر عن الفترة الزمنية المستخدمة في الدراسة (1990-2020)، أما β_0 فتعبر عن ثابت المعادلة، وأخيراً u_t تشير إلى حد الخطأ بصفاته المعتادة.

وهنا قبل اعتماد النموذج ينبغي أولاً التأكد من حسن توصيفه (أي ما إذا كانت المتغيرات المستقلة في علاقتها مع المتغير التابع تتبع الشكل الخطي أم غير خطي)؛ وعليه تم استخدام اختبار (Auxiliary Regression) والخاص باختبار عدم الخطية وتوصيف النموذج. والذي أظهر أن كافة المتغيرات المستقلة تتبع الشكل الخطي في علاقتها بالتنمية المستدامة باستثناء متغير مستوي الطاقة المتجددة والذي يأخذا الشكل غير الخطي في علاقته بالاستدامة الضعيفة.

ثانياً: بيانات النموذج القياسي (Data)[1]:

وهنا اعتمدت الدراسة على طيف واسع من المتغيرات من العديد من قواعد البيانات الدولية، لتقييم الارتباط الديناميكي بين التنمية المستدامة والعوامل المفسرة، وهذه المتغيرات، **هي**:

- **بالنسبة للمتغير التابع (التنمية المستدامة SE):** وهنا سيتم التعبير عن الاستدامة الضعيفة بقسمة مؤشر صافي الادخار المعدل، باستثناء أضرار انبعاث الجسيمات (بالقيمة الحالية للدولار) على

(1) الملحق، جدول (D).

إجمالي عدد السكان ليعكس مستوي الثروة الحقيقية لكل فرد، ويتم الحصول عليه من مؤشرات التنمية العالمية للبنك الدولي. بينما سيتم التعبير عن الاستدامة القوية بمؤشر صافي الفائض/العجز الايكولوجي لكل فرد، والذي يتم الحصول عليه من قاعدة بيانات البصمة الأيكولوجية العالمية.

- **أما بالنسبة للمتغير المستقل:** فيُقاس بمتغير نسبة الطاقة المتجددة من إجمالي الطاقة، والذي يتم الحصول عليه من مؤشرات التنمية العالمية للبنك الدولي.
- **وأخيراً بالنسبة للمتغيرات الضابطة:** فتم استخدام مؤشر مدركات الفساد، من منظمة الشفافية الدولية. ومؤشر الحرية حول العالم، من بيت الحرية. ومؤشرات الناتج لكل فرد، ونسبة التكوين الرأسمالي الثابت من إجمالي الناتج، ومعامل جيني، ونسبة الواردات إلي إجمالي الناتج، والتي يتم الحصول عليها من مؤشرات التنمية العالمية للبنك الدولي، وأخيراً مؤشر تراكم رأس المال البشري من قاعدة بيانات جداول Penn العالمية.

وفى النهاية يعرض الجدول (A) بملحق الدراسة وصف موجز للمتغيرات المستخدمة بالتحليل ورموزها ومصادر البيانات. بينما يوضح الجدولين (٨)، (٩) التوصيف الإحصائي ومصفوفة الارتباط بين المتغيرات على الترتيب.

Table (8): ***Descriptive statistics for variables, 1990 - 2020*:**

	Unit	*Obs.*	*Mean*	*Median*	*Std. Dev.*	*Min*	*Max*
Dependent Variable:							
Genuine Wealth	*(per capita)*	30	116.26	116.84	35.61	21.269	186.87
Ecological Deficit	*(gha per person)*	27	-1.2043	-1.1375	0.210	-1.5190	-0.9132
Independent Variable:							
Renewables energy	*(% of total energy)*	30	2.7552	2.7504	0.495	2.0795	3.7593
Control Variables:							
Democracy	*0 - 7*	30	5.6333	5.5	0.369	4.5	6
Transparency	*0 - 100*	30	30.77	32	4.435	18	37
GDPc	*(per capita)*	30	1920.9	1423.9	994.7	651.08	3569.2
Fixed Capital Formation	*(% of GDP)*	30	18.776	18.367	3.872	12.446	27.066
Human Capital	*1 - ∞*	30	2.1914	2.1715	0.316	1.7169	2.6968
Gini index	*0 - 1*	30	45.09	45.6	1.322	43	47.3
Import	*(% of GDP)*	30	27.051	25.969	4.679	19.901	38.638

Table (9): ***Correlation matrix between variables, 1990 - 2020*:**

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
GWc	**(1)**	1									
ED	**(2)**	-0.0453	1								
RE	**(3)**	-0.0451	0.8688[a]	1							
Demo	**(4)**	-0.1165	0.2268	0.1432	1						
Trans	**(5)**	-0.1508	-0.4867[b]	-0.4094[b]	0.4724[a]	1					
GDPc	**(6)**	0.1316	-0.8837[a]	-0.6013[a]	-0.0681	0.5261[a]	1				
GFCF	**(7)**	0.1909	0.6589[a]	-0.5254[a]	-0.0594	-0.7546[a]	-0.7546[a]	1			
HC	**(8)**	0.0039	-0.9160[a]	-0.6709[a]	0.0374	0.6145[a]	0.9200[a]	-0.7935[a]	1		
Gini	**(9)**	-0.0516	-0.8706[a]	-0.6143[a]	0.0134	0.6226[a]	0.9595[a]	-0.8421[a]	0.9384[a]	1	
Impor	**(10)**	0.0082	0.1195	-0.1028	-0.3303[c]	-0.5496[a]	-0.4405[b]	0.5356[a]	-0.3817	-0.4799	1

***Note*:** - a, b, c indicate significance at 1%, 5% and 10% respectively.

ويهدف الجدول (٨) بجانب الشكل البياني (A) للمتغيرات بملحق الدراسة إلى وصف السمات الرئيسية لمتغيرات الدراسة. فبالنسبة للمتغيرات التابعة فنجد أن الثروة الحقيقية لكل فرد تتذبذب خلال الفترة ما بين (٢١,٣$- ١٨٦,٩$) بمتوسط عام بلغ ١١٦,٣ دولار، مما يعكس عدم وجود أي تطورات ملحوظة في مستوي الاستدامة الضعيفة بمصر، وفي المقابل نلاحظ تدهور أداء مصر على مستوي الاستدامة القوية، ممثلاً في تحقيق اتجاه عام صاعد للعجز الأيكولوجي لكل فرد، فخلال الفترة محل الدراسة ارتفع العجز من ٠,٩١ عام ١٩٩٠ إلى ١,٥٢ عام ٢٠١٠، وإن بدأ في الانخفاض بعد ذلك ليصل إلى ١,٣٨ عام ٢٠١٧. أما بالنسبة للمتغير المستقل فيتضح من الشكل (A) اتجاه عام هابط لمستوي الطاقة المتجددة. حيث انخفض نصيب الطاقة المتجددة من ٣,٤٧٪ من إجمالي الطاقة عام ١٩٩٠ إلى ٢,٠٩٪ عام ٢٠١٢، وإن ارتفعت مرة أخري لتصل إلى ٢,٧٧٪ عام ٢٠٢٠، وهي نتيجة غير متوقعة نظراً لتوجه الدولة بالفترة الأخيرة في التوسع في إنشاء محطات الطاقة المتجددة، وقد يرجع ذلك للنمو السكاني والاقتصادي الكبير لمصر، وبالتالي زيادة استهلاكات الطاقة بنسب كبيرة تتجاوز الإضافات من الطاقة المتجددة.

وفى جدول (٩) نجد أن إشارات معاملات ارتباط المتغيرات المستقلة بالاستدامة الضعيفة جاءت ضعيفة وغير دالة إحصائياً، في المقابل جاءت قوية ودالة إحصائياً مع الاستدامة القوية. كما نجد أن ارتباط الطاقة المتجددة بالاستدامة الضعيفة جاء عكسي ويعادل (-٤,٥٪) وقد يرجع ذلك للعلاقة غير الخطية بين المتغيرين كما اتضح من القسم السابق، بينما جاء ارتباط الطاقة المتجددة بالاستدامة القوية طردي قوي ويعادل (٨٦,٩٪).

ثالثاً: الأسلوب القياسي والنتائج (Empirical methodology & Results):

سوف يستخدم البحث في تحليل السلاسل الزمنية واستقصاء الأثر الديناميكي طويل الأجل للتوسع في استخدام الطاقة المتجددة على الاستدامة الضعيفة والقوية في مصر على التكامل المشترك باستخدام منهج اختبار الحدود The Bounds Testing Approach والمبنى على استخدام الإنحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة **The Autoregressive Distributed Lag (ARDL**. وتتمثل الخطوات، **فيما يلي**:

أ- إختبار جذر الوحدة (Unit Root Test):

تتمثل الخطوة الأولى في التحليل القياسي في التحقق من سكون السلاسل الزمنية وتحديد درجة تكامل كل سلسلة في النموذج، وذلك من أجل تجنب الإنحدار الزائف. ويعتبر اختبار جذر الوحدة للتعرف على مدى سكون السلاسل الزمنية من أهم وأشهر الطرق التي تستخدم لاختبارات السكون. وكما هو مبين في Fuller (1976) فإن اختبارات جذر الوحدة ليست بالضرورة قوية وأنه من المستحسن استخدام اختبارات متعددة، وعليه سيتم استخدام اختباري ديكى فوللر الموسع (ADF)، وفيليب بيرون (*PP*) الأكثر استخداما في البحوث التطبيقية للكشف عن السكون وذلك للتحقق من قوة وثبات النتائج (Robust). ويوضح الجدول (B) بملحق الدراسة نتائج السكون.

ويتضح من نتائج السكون اتفاق اختبار (*ADF*) و (*PP*) على أن متغيرات (الثروة الحقيقية لكل فرد، ومستوي الديمقراطية، والشفافية) كانت ساكنة عند المستوي (Level)، أي أنها متكاملة من الدرجة I(0). في المقابل كانت متغيرات (العجز الأيكولوجي لكل فرد، والطاقة المتجددة، والناتج لكل فرد، والتكوين الرأسمالي الثابت، ومعامل جيني، والواردات) غير ساكنة عند المستوى، ولكنها أصبحت ساكنة عند استخدام الفرق الأول (First difference)؛ أي أنها أصبحت متكاملين من الدرجة I(1)، ويُستثني من ذلك مؤشر مستوي رأس المال البشري والذي اختلف الاختبارين في درجة سكونه، حيث أظهر اختبار (*ADF*) بأنه ساكن عند المستوي، بينما أظهر اختبار (*PP*) بأنه ساكن عند الفرق الثاني، مما استدعي القيام باختبارات سكون إضافية أكدت على سكونه. وبالتالي فإن نتائج جداول السكون تظهر أن المتغيرات ساكنة عند المستوى والفرق الأول معاً، أي أن المتغيرات مزيج من I(0) و I(1)، مما يدعم أكثر استخدام تقنية الإنحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة (ARDL).

ب- اختبار التكامل المشترك (Co-Integration) باستخدام منهج ARDL:

لإجراء التكامل المشترك بين المتغيرات طبقاً لمنهج ARDL نقوم أولاً باختبار ما إذا كانت توجد علاقة طويلة الأجل بين متغيرات الدراسة أي التكامل المشترك وذلك في إطار نموذج تصحيح الخطأ غير المقيد **UECM) Unrestricted Error Correction Model**، وذلك عن طريق مقارنة قيمة $F-stat$ المحسوبة بالقيم الجدولية ضمن الحدود الحرجة critical bounds. فإذا كانت قيمة $F-stat$ المحسوبة أكبر من قيمة الحد الأعلى الجدولية ففي هذه الحالة يتم رفض الفرض العدمي وقبول الفرض البديل؛ أي أن هناك علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات. وعلى النقيض من ذلك، إذا كانت قيمة $F-stat$ المحسوبة أقل من قيمة الحد الأدنى الجدولية، ففي هذه الحالة يتم قبول الفرض العدمي الذي يشير إلى عدم وجود تكامل مشترك بين المتغيرات، أما إذا وقعت قيمة $F-stat$ المحسوبة بين قيمة الحد الأعلى والأدنى، ففي هذه الحالة تكون النتيجة غير محسومة بمعنى عدم القدرة على اتخاذ قرار لتحديد عما إذا كان هناك تكامل مشترك بين المتغيرات من عدمه، ويوضح جدول (١٠) نتائج اختبار التكامل المشترك باستخدام **منهج ARDL كالأتى**:

Table (10): *Bounds testing results*:

Regressors: (k = 8)	***F-statistic***
Genuine Wealth$_t$ = f(Renewables energy$_t$, Democracy$_t$, Transparency$_t$, GDPc$_t$, Capital Formation$_t$, Human Capital$_t$, Gini$_t$, Import$_t$), *ARDL (2, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1)*	**9.0474*** **
Ecological Deficit$_t$ = f(Renewables energy$_t$, Democracy$_t$, Transparency$_t$, GDPc$_t$, Capital Formation$_t$, Human Capital$_t$, Gini$_t$, Import$_t$), *ARDL (2, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 1)*	**23.497*** **

Significant level	**Critical values bound**	
	Lower Critical Bounds (I0) *(LCB)*	Upper Critical Bounds (I1) *(UCB)*
10%	1.8	2.8
5%	2.04	2.08
1%	2.5	3.684

***Note*: -** *** indicate significance at 1%.

وتبين من النتائج أعلاه أن قيمة إحصاء (F) المحسوبة للنموذجين تفوق قيمة الحد الأعلى الجدولية (UCB) المناظرة، ومن ثم يتم رفض فرض العدم وقبول الفرض البديل بما يفيد وجود علاقة توازنيه طويلة الأجل بين الطاقة المتجددة وكلا من مستوي الاستدامة الضعيفة والقوية، أي هناك علاقة تكامل مشترك عند مستوى 1%. ونتيجة لذلك يمكننا إكمال التحليل للحصول على مقدرات المعلمات طويلة وقصيرة الأجل.

ج- تقدير نموذج الأجل الطويل والقصير باستخدام نموذج ARDL:

ونظراً لوجود علاقة تكامل مشترك بين متغيرات نموذجي الدراسة، فإن ذلك يستلزم تقدير العلاقة طويلة الأجل للنماذج بالإضافة إلى تقدير نموذج تصحيح الخطأ ويتم ذلك من خلال استخدام البواقي المقدرة بفترة إبطاء واحدة ε_{t-1} التى يتم الحصول عليها من العلاقة طويلة الأجل، حيث نموذج تصحيح الخطأ (ECM) له أهميتين؛ الأول أنه يقدر معاملات الأجل القصير، بينما الثاني هو حد تصحيح الخطأ (ECT) الذي يتمثل في معامل γ فى المعادلة السابقة، وهو يقيس سرعة تعديل الاختلال فى التوازن من الأجل القصير بإتجاه التوازن فى الأجل الطويل وهو ما يستلزم أن يكون معنوياً وسالباً حتى يُقدم دليلاً على استقرار العلاقة في الأجل الطويل (أي أن آلية تصحيح الخطأ موجودة بالنموذج).

ولكن قبل استخدام نموذج ARDLفي تقدير المعاملات ينبغي التأكد من جودة النماذج المستخدمة في التحليل وخلوها من مشاكل القياس المختلفة، وذلك للاطمئنان إلى النتائج المتحصلة. وفى هذا الصدد اشارات الاختبارات التشخيصية الموضحة بالجدول (C) بملحق الدراسة إلى خلو النماذج القياسية المقدرة من مشكلة الارتباط التسلسلي بين البواقي، وكذلك مشكلة عدم ثبات التباين، كما تدل على أن

البواقي تتبع التوزيع الطبيعي، وأن النماذج موصفة بشكل ملائم (صحة الشكل الدالي للنماذج). بالإضافة إلى خلو البيانات المستخدمة من وجود أي تغيرات هيكلية فيها (عدم وجود قفزات أو تغيرات مفاجئة في البيانات مع مرور الزمن)، نظراً لوقوع الشكل البياني لاختبار المجموع التراكمي للبواقي المعاودة (CUSUM)، واختبار المجموع التراكمي لمربعات البواقي المعاودة (CUSUM of Squares) داخل الحدود الحرجة عند مستوى 5%، كما يتضح من الشكل (B) بملحق الدراسة. وبالتالي هناك استقرارا وانسجاما في النموذج المستخدم بين نتائج الأجل الطويل ونتائج الأجل القصير.

بالإضافة إلى الإحصاءات العامة (key regression statistics) والتي توضح ارتفاع قيمة معامل التحديد المعدل ($\overline{R}^2$) والتي تعادل ٨١,٥٪ للاستدامة الضعيفة، ٩٨,٩٪ للاستدامة القوية، مما يُشير لارتفاع القوة التفسيرية للنموذجين. كذلك جاءت قيمة اختبار دربن-واطسون (DW-stat) المحسوبة أكبر من قيمة (DW) الجدولية وهي ١,٩٧٧ وهو ما يؤكد عدم وجود ارتباط تسلسلي بين البواقي، كما يشير اختبار فيشر (Fisher) إلى رفض الفرض العدمي وقبول الفرض البديل بوجود دلالة إحصائية للنماذج المستخدمة ككل عند مستوى ١٪.

وترتيباً على نتائج هذه الاختبارات يمكن اتخاذ قرار بصلاحية استخدام هذه النماذج في تقدير العلاقة طويلة الأجل وقصيرة الأجل، وهنا الجدول (١١) يعرض نتائج إنحدارات نموذجي الدراسة بناء على متغير التنمية المستدامة المستخدم، حيث يختص الإنحدار الأول بعلاقة الطاقة المتجددة، بالاستدامة الضعيفة. بينما يختص الإنحدار الثاني بعلاقة الطاقة المتجددة، بالاستدامة القوية.

فبالنسبة للاستدامة الضعيفة (الثروة الحقيقية لكل فرد)؛ فيُظهر الإنحدار (١) وجود علاقة غير خطية بين مستوي الطاقة المتجددة والثروة الحقيقية لكل فرد، كما أن هذه العلاقة غير الخطية تأخذ شكل حرف U، أي عند المستويات المنخفضة من إنتاج الطاقة المتجددة يكون تأثيرها سلبي على الثروة الحقيقية للفرد، ولكن عند المستويات المرتفعة من إنتاج الطاقة المتجددة يتحول تأثيرها الي إيجابي على الثروة الحقيقية للفرد، وللتأكد من مصداقية العلاقة غير الخطية بين مستوي الطاقة المتجددة والثروة الحقيقية للفرد، فقد تم إجراء اختبار (Sasabuchi–Lind–Mehlum) كما يتضح من الجدول (١٢)، حيث جاءت إحصائية الاختبار دالة احصائياً عند مستوي ١٪، مما يُشير إلى رفض الفرض العدمي بوجود علاقة (Inverse U shape)، وبالتالي قبول الفرض البديل بوجود علاقة (U shape)، كما أن نقطة الانقلاب جاءت في حدود البيانات الفعلية لمستوي إنتاج الطاقة المتجددة، مما يعكس بأنه علاقة U حقيقية وليست زائفة.

كذلك يلاحظ أن القيمة الصغرى (نقطة الانقلاب) لمستوي الطاقة المتجددة تعادل ٢,٩٢٥٪ من إجمالي الطاقة. وبالتالي سيكون تأثير الطاقة المتجددة سلبي على الثروة الحقيقية للفرد عند يقل نسبة الطاقة المتجددة في مصر عن ٢,٩٣٪ من إجمالي الطاقة، ولكنه يتحول تأثيره الي إيجابي عندما يتجاوز هذه النسبة.

وعليه يُشير معامل إنحدار الطاقة المتجددة في الشكل التربيعي (عندما يتجاوز الطاقة المتجددة نسبة (٢,٩٣٪) بأن زيادة إنتاج الطاقة المتجددة بنسبة ١٪ من إجمالي الطاقة سوف يؤدي الي زيادة نصيب الفرد من الثروة الحقيقية بمقدار ١٥٨,٨ دولار في الأجل الطويل، و١٤٨,٩ دولار في الأجل القصير في المتوسط. وبالتالي تُدعم هذه النتيجة تحقق فرضية الدراسة الأولي، فالتوسع في الاعتماد على الطاقة المتجددة سيوفر على مصر الموارد الدولارية المدفوعة لاستيراد مشتقات النفط من الخارج، مما سيسمح في إدخال هذه الموارد الدولارية الموفرة في زيادة الادخار القومي والانفاق على التعليم. كذلك ستقلل من استنفاذ موارد الطاقة غير المتجددة الموجودة بالأراضي المصرية، وتقلل من مستويات التلوث، كل ذلك يؤدي لزيادة مستوي الثروة الحقيقية لكل فرد بمصر.

Table (11): Renewables energy and Environmental Sustainability in Egypt: Empirical results: Dependent Variable: Genuine Wealth (per capita) / Ecological Deficit (gha per person) Method: ARDL with HAC standard errors

Model selection method: Schwarz criterion (SIC)

Variable	*Regression (1)* ***Weak Sustainability*** *Genuine Wealth (per capita)*			*Regression (1)* ***Strong Sustainability*** *Ecological Deficit (gha per person)*		
	Coefficient	***t-Statistic***	***Prob.***	***Coefficient***	***t-Statistic***	***Prob.***
Long-run coefficients						
Renewables energy	**-928.902**	**-3.6286**	**0.006*****	**-0.10038**	**4.6152**	**0.001*****
Renewables energy_squared	**158.796**	**3.6920**	**0.005*****			
Democracy	56.9815	-2.8024	0.021**	0.01508	1.8224	0.102
Transparency	0.51043	0.1255	0.903	-0.01819	-6.5875	0.000***
GDP per capita	-0.07256	-2.0797	0.067*	-0.00010	-3.8877	0.004***
Fixed Capital Formation	19.7744	3.4905	0.007***	-0.01476	-4.4807	0.002***
Human Capital	506.349	3.1807	0.011**	0.02103	0.1731	0.866
Gini index	-45.8575	-1.9434	0.084*	-0.07864	-5.2042	0.001***
Import	-17.7656	-2.8296	0.020**	-0.01835	-6.6904	0.000***
Constant	2943.20	2.5270	0.032**	3.44069	4.2721	0.002***
Error correction coefficient						
φ_i	**-0.93738**	**-14.495**	**0.000*****	**-1.49557**	**-21.678**	**0.000*****
Short-run coefficients						
Genuine Wealth (-1)	-0.93738	-3.7549	0.005***			
Ecological Deficit (-1)				-1.49557	-9.2945	0.000***
Renewables energy	**-870.735**	**-3.8479**	**0.004*****	**-0.15013**	**3.3177**	**0.009*****
Renewables energy_squared	**148.853**	**3.7682**	**0.004*****			
Democracy	53.4134	-2.8743	0.018**	0.02256	1.0537	0.320
Transparency	0.47847	0.1436	0.889	-0.02721	-6.2915	0.000***
GDP per capita	-0.06801	-2.1229	0.063*	-0.00015	-2.3807	0.041**
Fixed Capital Formation	18.5362	4.9710	0.001***	-0.02207	-4.8571	0.001***
Human Capital	474.642	3.9581	0.003***	0.03145	0.1525	0.882
Gini index	-42.9860	-1.9966	0.077*	-0.11760	-4.5221	0.001***
Import	-16.6531	-3.8245	0.004***	-0.02744	-5.8332	0.000***
Constant	2758.90	2.5815	0.030**	5.14578	3.6197	0.006***

***Note*:** - ***, **, * indicate significance at 1%, 5% and 10% respectively.

Table (12): Sasabuchi–Lind–Mehlum test for an inverse U-shaped relationship:

	X_i	X_i^2	Interval		Slope at X_l	Slope at X_h	Sasabuchi test	Extremum Point
	$\hat{\beta}$	$\hat{\gamma}$	$X_{l\,(min)}$	$X_{h\,(max)}$	$\hat{\beta}+2\hat{\gamma}X_l$	$\hat{\beta}+2\hat{\gamma}X_h$	*(t-value)*	$-\hat{\beta}/(2\hat{\gamma})$
Renewables energy	-928.902 [-3.628] ***	158.796 [3.692] ***	2.0795	3.7593	-268.468	265.025	[5.396] ***	2.92482
								Extremum inside interval

***Note*: -** *** indicate significance at 1%.

وبالانتقال للمتغيرات الضابطة؛ نجد أن أغلبها متفق مع النظرية الاقتصادية، مثل ظهور تأثير إيجابي لمستوي الديمقراطية (بُعد المؤسسات)، بالإضافة إلى متغيري التكوين الرأسمالي الثابت، ورأس المال البشري (بُعد القاعدة الإنتاجية للاقتصاد) وذلك على الثروة الحقيقية للفرد، في المقابل ظهور تأثير سلبي للواردات كنسبة من الناتج (بُعد أسعار الظل)، ومعامل جيني. ويستثني من الاتفاق مع النظرية الاقتصادية نتيجة متغير الناتج لكل فرد والذي جاء تأثيره سلبي عند مستوي ١٠٪ على الثروة الحقيقية للفرد، بينما لم يكن لمستوي الشفافية أي تأثير على الثروة الحقيقية. وبالنسبة لنتائج الأجل القصير فلم تختلف عن نتائج الأجل الطويل، وإن كان تأثير الأجل القصير أقل نسبياً، مما يدل على أن الطاقة المتجددة تُحدث تغييرات هيكلية في الاقتصاد يظهر أثرها بوضوح على المدي الطويل، وأخيراً يتضح أن معامل تصحيح الخطأ

(-1) ECM جاء معنوياً وسالباً، مما يدل على أن ألية تصحيح الخطأ موجودة في نموذج الاستدامة الضعيفة، أي هناك استقرار في العلاقة بين الأجل القصير والطويل.

أما بالنسبة للاستدامة القوية (العجز الأيكولوجي لكل فرد)؛ فيُظهر الإنحدار (٢) وجود تأثير سلبي للتوسع في إنتاج الطاقة المتجددة على العجز الأيكولوجي لكل فرد. فطبقاً لمعامل الإنحدار يؤدي زيادة إنتاج الطاقة المتجددة بنسبة ١٪ من إجمالي الطاقة الي انخفاض العجز الأيكولوجي بمقدار ٠,١٠٠٤ هكتار عالمي لكل فرد في الأجل الطويل، و ٠,١٥٠١ هكتار عالمي في الأجل القصير، وهو أمر منطقي فزيادة اعتماد الاقتصاد المصري علي الطاقة المتجددة سيؤدي الي تخفيف الضغط على موارد الطاقة غير المتجددة ويُقلل من مستويات التلوث البيئي، وبالتالي انخفاض البصمة الايكولوجية لكل فرد، مع ترك البيئة الطبيعية لزيادة قدرتها البيولوجية على تجديد نفسها، ومن ثم انخفاض العجز الايكولوجي لكل فرد. وتتفق هذه النتيجة مع فرضية الدراسة الثانية.

وبالانتقال للمتغيرات الضابطة؛ فنجد تأثير سلبي لمتغيرات الشفافية (بُعد المؤسسات)، والناتج لكل فرد، والتكوين الرأسمالي الثابت، ومعامل جيني (بُعد القاعدة الإنتاجية للاقتصاد)، والواردات كنسبة من الناتج (بُعد أسعار الظل) وذلك على العجز الايكولوجي لكل فرد. بينما لم يكن لمستوي الديمقراطية، ورأس المال البشري أي تأثير على العجز الأيكولوجي. وهذه النتائج منطقية لأن زيادة القدرة المؤسسية والقاعدة الإنتاجية الحديثة للاقتصاد تمكن المجتمع من تحويل الاقتصاد التدريجي نحو الطاقة المتجددة، وبالتالي تخفيف الضغط على النظم الطبيعية للبيئة. كما أن التأثير السلبي للواردات ينبع من حقيقة أن هذا الاستهلاك يكون من نظم بيئية لدول أخري، وبالتالي تخفيف الضغط على الموارد الطبيعية للدولة المستوردة.

وبالنسبة لنتائج الأجل القصير فلم تختلف عن نتائج الأجل الطويل، وإن كان تأثير الأجل القصير أكبر نسبياً (على عكس الاستدامة الضعيفة)، مما يدل على أن الطاقة المتجددة يظهر تأثيرها بوضوح على العجز في الأجل القصير بمجرد تقليل استهلاك موارد الطاقة غير المتجددة وتلويث البيئة.

وأخيراً يتضح أن معامل تصحيح الخطأ (-١) ECM جاء معنوياً وسالباً، مما يدل على أن ألية تصحيح الخطأ موجودة في نموذج الاستدامة القوية، أي هناك استقرار في العلاقة بين الأجل القصير والطويل.

النتائج والتوصيات

- **النتائج:**

سعي البحث إلى إختبار صحة **الفرض التالي:**

"يوجد أثر لاستخدام الطاقة المتجددة على أبعاد التنمية المستدامة في مصر"

تبين من التحليل القياسي صحة هذا الفرض، حيث تبين وجود علاقة غير خطية بين مستوي الطاقة المتجددة والثروة الحقيقية لكل فرد تأخذ شكل حرف U، حيث يُصبح تأثير الطاقة المتجددة على الاستدامة البيئية ايجابي عندما تتجاوز الطاقة المتجددة حاجز ٢,٩٣٪ من إجمالي الطاقة، فزيادة إنتاج الطاقة المتجددة بنسبة ١٪ من إجمالي الطاقة سيؤدي الي زيادة نصيب الفرد من الثروة الحقيقية بمقدار ١٥٨,٨ دولار لكل فرد، وخفض العجز الأيكولوجي بمقدار ٠,١٠٠٤ هكتار عالمي لكل فرد في الأجل الطويل.

- **التوصيات:**

الهدف	آلية (سياسات وإجراءات) التنفيذ
١- نشر استخدام تقنيات الطاقة المتجددة التي ثبت جدواها اقتصاديًا	بعرض مزاياها عن طريق وسائل الإعلام المختلفة
٢- زيادة الإستثمار في جميع مصادر الطاقة المتجددة لأنها قليلة التلوث للبيئة	باستخدام أدوات السياسة المالية والنقدية بخفض الضرائب والرسوم الجمركية في حالة استخدامها واستيراد مستلزماتها
٣- الحد من استخدام الطاقة التقليدية بسبب زيادة تلوثها للبيئة.	باستخدام أدوات السياسة المالية والنقدية كزيادة الضرائب والرسوم الجمركية في حالة استخدامها واستيراد مستلزماتها
٤- إقامة قطاع صناعي محلي في مجال حماية البيئة يقوم بتوفير الخبرات الفنية والاستثمارية في المجالات المختلفة لمعالجة التلوث البيئي وتقنيات التخلص الأمن منها، وكذلك توفير المعدات المختلفة من وحدات معالجة وأجهزة قياس ومراقبة	بزيادة مشاركة القطاع الخاص، والاستعانة بالخبراء الأجانب، والاستفادة من التجارب الرائدة في هذا المجال
٥- دعم نقل التكنولوجيا النظيفة ومحاكاتها من خلال تأسيس مراكز البحوث والتطوير	بزيادة الإنفاق علي الأبحاث في مجال الطاقة المتجددة
٦- ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها في الصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة	بزيادة استخدام التكنولوجيا الحديثة في الصناعة للحد من التلوث البيئي
٧- التوسع في استخدام وسائل النقل ذات الكفاءة العالية في استهلاك الطاقة والأقل تلوثاً للبيئة والتوسع في وسائل النقل الجماعي	باستخدام أدوات السياسة المالية والنقدية كخفض الضرائب في حالة استخدامها، وخفض رسوم الترخيص
٨- زيادة ونشر الوعي البيئي لدى المواطنين	بعقد الندوات في النوادي والجامعات وفي وسائل الإعلام
٩- زيادة المساحات الخضراء، ومحاولة استزراع غابات صناعية، كما يتم في السعودية	بزيادة الاستثمار في الاقتصاد الأخضر في مختلف القطاعات الإنتاجية
١٠- زيادة التصنيع المحلي لتقنيات الطاقة الجديدة والمتجددة	بتقديم الدعم والحوافز المالية اللازمة

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

١. أبو شهاب المكى، **الطاقات المتجددة، المستدامة،** (٢٠١١/١/٢١).: متوفر علي: http:www.tkne.net/vb/t26579.html.

٢. أحمد عمار، **الطاقة المتجددة في مصر ٢٠٢١.. إنجازات نحو كهرباء نظيفة** وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، وحدة أبحاث الطاقة، ٢٧-١-٢٠٢٢.

٣. احصاءات البنك الدولي، سنوات مختلفة.

٤. احصاءات الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، سنوات مختلفة.

٥. أماني على عبد الغفار، **الأبعاد الاقتصادية والبيئية لظاهرة الاحتباس الحراري في مصر**، رسالة ماجستير، (كلية التجارة: جامعة عين شمس، ٢٠١٠).

٦. إيمان علي محفوظ، **الآفاق المستقبلية لدور الطاقة الجديدة والمتجددة فى تلبية الاحتياجات من الطاقة "بالتطبيق على قطاع الكهرباء بمصر"**، رسالة دكتوراه، (جامعة القاهرة: كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، ٢٠٠٥)

٧. الأمم المتحدة، برنامج الأمم المتحدة للبيئة، **مبادرة تمويل الطاقة المستدامة**، باريس ٢٠١٠ .

٨. الأمم المتحدة، تقارير التنمية البشرية، سنوات مختلفة. - احصاءات البنك الدولي، سنوات مختلفة.

٩. الأمم المتحدة، تقرير التنمية المستدامة، بعنوان: **مساحة الغابات في العالم آخذة في الانحسار، والفاو تدعو إلى تكثيف الجهود لوقف إزالة الغابات**، الثلاثاء ، ٢١-٧-٢٠٢٠.

١٠. الأمم المتحدة، **تقرير الطاقة المستدامة، بعنوان:** تحقيق هدف حصول الجميع على خدمات الطاقة المستدامة سيظل بعيد المنال ما لم تتم معالجة أوجه التفاوت، **٧-٦-٢٠٢١، متوفر علي:** http://trackingSDG7.esmap.org/

١١. برنامج الأمم المتحدة للبيئة ، ٢٠١٠.

١٢. البنك الدولي، تقرير التنمية العالمية، ٢٠٠٩.

١٣. تامر أبو بكر، **مستقبل الطاقه في مصر**، ٢٠١٤.

١٤. تقرير وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، وحدة أبحاث الطاقة، ٢٠٢٢.

١٥. تقرير الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ٢٠٠٩.

١٦. تقرير صادر عن وكالة استشارات الطاقة التابعة للامم المتحدة، ٢٠١٨.

١٧. تكواشت عماد ، **واقع وافاق الطاقة المتجددة ودورها في التنمية المستدامة في الجزائر** , رسالة ماجستير , (كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير , جامعة الحاج لحضر باتنة, الجزائر، ٢٠١٣).

١٨. الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء والكتاب الحصائي السنوي، سنوات مختلفة.

١٩. حسام محمد أبو عليان، **الاقتصاد الأخضر والتنمية المستدامة في فلسطين- استراتيجيات مقترحة**، رسالة ماجستير، (كلية التجارة: جامعة الأزهر بغزة، ٢٠١٧).

٢٠. خالد عبد الحميد محمد عمر، **اقتصاديات الطاقة الشمسية فى مصر "دراسة مقارنة ودراسة قياسية**، رسالة دكتوراه، (جامعة عين شمس: كلية التجارة ، ٢٠١٢).

٢١. داليا محمد إبراهيم، **نحو تنمية الطاقة المتجددة في مصر لتحقيق التنمية المستدامة**، مجلس الوزراء المصري، مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار، ٣١ أكتوبر ٢٠٢١.

٢٢. ذبيحى عقيلة، **الطاقة في ظل التنمية المستدامة، دراسة حالة الطاقة المستدامة في الجزائر** ، رسالة ماجستير، (كلية العلوم والاقتصادية وعلوم التسيير ، جامعة قسطنطينة، ٢٠٠٩).

٢٣. زرمان كريم، **التنمية المستدامة فى الجزائر من خلال برنامج الإنعاش الاقتصادى** 2001-2009، أبحاث اقتصادية وإدارية، جامعة محمد خيضر بسكرة، ٢٠١٠).
٢٤. سهام كامل محمد، وعماد حمدي جاسم، حساب كلفة إنشاء مزرعة تدار بالطاقة الشمسية في المناطق النائية، **مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد (٢٨) العدد ٢**، ٢٠١٢.
٢٥. عايد راضي خنفر، الاقتصاد البيئي " الاقتصاد الأخضر"، الكويت: الشركة الوطنية للخدمات البترولية, **مجلة أسيوط للدراسات البيئية، العدد التاسع والثلاثون**، (يناير ٢٠١٤).
٢٦. عبد العزيز عبد اللطيف، وأخرون، المردود البيئى لاستخدمات الطاقة الشمسية فى مصر - دراسة باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، **مجلة العلوم البيئة، معهد الدراسات والبحوث البيئة، جامعة عين شمس، المجلد ٤٢، الجزء الأول**، يونيو ٢٠١٨.
٢٧. عصام الحناوي ، **قضايا البيئة والتنمية في مصر**، (دار الشروق: القاهرة،٢٠٠١).
٢٨. فروحات حدة، " الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر" دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر" **مجلة الباحث عدد (١١)- جامعة قاصدي مرباح , ورقلة – الجزائر**، ٢٠١٢.
٢٩. قريني نور الدين، استغلال الطاقات غير المتجددة لأجل تحقيق التنمية المستدامة في الجزائر، الجزائر، **مجلة الاقتصاد والتنمية البشرية، جامعة سعد دحلب بليدة، عدد ٩**، ٢٠١٤.
٣٠. محمد ساحل، ومحمد طالبي، "أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة"، **مجلة الباحث، عدد ٦**، ٢٠٠٨.
٣١. محمد طالبي، "أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة"، **مجلة الباحث، عدد ٦**، ٢٠١٥.
٣٢. محمد مصطفي الخياط، **"الطاقة ... حاضر صعب وغد مرتقب"**، ورشة عمل الطاقة والبيئة، أكاديمية البحث العلمي، القاهرة – مصر، نوفمبر ٢٠٠٧.
٣٣. ميرفت محمد عبد الوهاب، الطاقة المتجددة وإمكانية مواجهة تحديات الطاقة التقليدية وتعزيز دور مصر كسوق جاذبة لتجارة الكربون، **المجلة العلمية لقطاع كلية التجارة، جامعة الأزهر، العدد ١٧**، يناير ٢٠١٧.
٣٤. محمد مصطفي الخياط، الصين وخيار الطاقة البديلة، **مجلة السياسة الدولية، ٢٠١٥، مجلد ٤٣، عدد ١٧٣**.
٣٥. مؤتمر الطاقة العربي العاشر، الطاقة والتعاون العربي، (قطر: الدوحة، ٢٠١٤).
٣٦. موقع رؤية مصر ٢٠٣٠.
٣٧. موقع وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية
٣٨. موللى سكوت كاتو، ترجمة علا احمد إصلاح، **مقدمة فى النظرية والسياسة والتطبيق**، (القاهرة: مجموعة النيل العربية ، ٢٠١٥).
٣٩. ندي أسران، تقرير منظمة الصحة العالمية، لعام ٢٠١٨.
٤٠. نهى الخطيب، **اقتصاديات البيئة والتنمية**، (مركز دراسات واستشارات الإدارة العامة: كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة، أوراق غير دورية، العدد ١١، أكتوبر ٢٠٠٥).
٤١. هاني سويلم، **استراتيجيه التنميه: رؤيه مصر٢٠٣٠ بعيون من الخارج** ، ٢٠١٦.
٤٢. هشام الخطيب، **"مصادر الطاقة المتجددة: التطورات التقنية والاقتصادية: عربيا وعالمياً"**، مؤتمر الطاقة العربي الثامن، الأردن، مايو ٢٠٠٩.
٤٣. هواري عبد القادر، **الكفاءة الإستخدامية لاستغلال الطاقات المتجددة في الاقتصاديات العربية دراسة مقارنة للمردوديه الاقتصادية بين الطاقات المتجددة والطاقات غير المتجددة**، رسالة دكتوراه (الجزائر: المركز الجامعي نور البشير –البيض/ الجزائر، ٢٠١٠**)**.
٤٤. وكاع فرمان، **الطاقة الشمسية دعوة لاستغلالها**، (الأردن: جامعة فلادلفيا، ٢٠١٤).

ثانياً: المراجع الأجنبية:

1. Aidt, T. S., "**Corruption and Sustainable Development",** International Handbook on the Economics of Corruption, 2, 2010.
2. Alan Owen, Leuserina Garniati, **Politics and Investing in Sustainable Energy Systems,** 2016**.**
3. Amjed Hina Fathima, **"in Hybrid-Renewable Energy Systems in Microgrids**, Renewable systems and energy storages for hybrid systems. 2018.
4. ARE.,Constitution of The Arab Republic of Egypt .Cairo: The Arab Republic of Egypt, 2014.
5. Bellini, E., PV Magazine .Retrieved June 25, 2022, from https://www.pv-magazine.com/2017/12/11/egypt-issues-tender-for-600-mw-of-solar, 2017.
6. Chalmin p. and Gaillochet c.," From Waste to Resourece: Anabstract of World Waste Survey Cyclope", **Veolia Environmental Services, Edition Economica**, 2009.
7. CHITOUR Chams Eddine, "for **an Energy Strategy for Algeria by 2030, university publication office",** Algeria, 2003.
8. EEHC, Annual report 2016/2017 .Cairo: Ministry of Electricity and Renewable Energy. Retrieved December 23, 2020, from http://www.moee.gov.eg/english_new/Home.aspx, 2018.
9. EEHC. , Annual Report 2018-2019 .Cairo, 2020.
10. http:www.tkne.net/vb/t26579.html.
11. IRENA. , Renewable Energy Outlook: Egypt .Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2018.
12. Johns Hopkins," **Renewable Energy vs Sustainable Energy: What's the Difference?", School of Advanced International Studies,** 2 July, 2021
13. Maged Mahmoud, A. H. , Arab Future Energy Index (AFEX) 2019 .Cairo: Regional Center for Renewable energy and Energy Efficiency RCREEE, 2019.
14. Marc Rosen, Aida Farsi, **in Sustainable Energy Technologies for Seawater Desalination**, 2022.
15. NREA. ,New and Renewable Energy Authority .Retrieved from http://www.nrea.gov.eg/About/Intro, 15June 2022 .
16. NREA., Annual Report Cairo: New & Renewable Energy Authority, 2021.
45. NREA., Annual Report 2020 .Cairo: New and Renewable Energy Authority, 2020.
17. Omar Khalil Ahmed, **"principles of renewable energies"**, Northern Technical University, 2011.
18. Paul Scherrer institute, "**Data for Nuclear accidents Modified to Reflect Unscear Findings/ Recommendation 2012 and NRC Soarca Study**", 2015.
46. Rogge et al., K. B. ,Green change: renewable energies, policy mix and innovation .Karlsruhe: Fraunhofer ISI, 2018.
19. Union of Concerned Scientists, 2014.
20. United Nations, **Sustainable Development Goals Report 2022**, "Ensure Access to Affordable, Reliable, Sustainable and Modern Energy.
21. www.biomass-asia, 2009.
22. www.unep.org/pcfv/pdf/final Executive- summary, 2009 .

الملحق

جدول (A): وصف متغيرات الدراسة

البيانات	التوصيف	المصدر
GWc	**الثروة الحقيقية لكل فرد:** تشمل صافي الوفورات المعدلة، غير شاملة الأضرار الناتجة عن انبعاث الجسيمات (بالقيمة الحالية للدولار) مقسومة على عدد السكان؛ وهو يساوي صافي الادخار الوطني إضافة إلى الإنفاق على التعليم ومطروحاً منه نضوب الطاقة، ونضوب المعادن، وصافي استنزاف الغابات، والأضرار الناجمة عن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.	(WBI)
ED	**العجز الأيكولوجي (هكتار عالمي لكل شخص):** هو الفرق بين القدرة البيولوجية الطبيعية للأرض على تجديد نفسها والبصمة الأيكولوجية للفرد محسوبة بنظام الهكتارات العالمية.	(GFN)
CRW	**الطاقة المتجددة والنفايات القابلة للاحتراق (% من إجمالي الطاقة):** هي تشمل مصادر الطاقة المتجددة والمخلفات القابلة للاشتعال الكتلة الحيوية الصلبة والسائلة، والغاز الحيوي، والمخلفات الصناعية، ومخلفات البلديات، مقاسة كلها كنسبة مئوية من إجمالي استهلاك الطاقة.	(WBI)
Dem	**الحرية حول العالم:** هو يقيس درجة الحريات المدنية والحقوق السياسية في كل دولة.	(FH)
Trans	**مؤشر مدركات الفساد:** هو يصنف الدول حسب مستوياتها المتصورة من الفساد في القطاع العام، على النحو الذي تحدده تقييمات الخبراء واستطلاعات الرأي. حيث يقوم المؤشر بترتيب الدول حول العالم حسب درجة مدى ملاحظة وجود الفساد في الموظفين والسياسيين. والذي يعرف بانه إساءة استغلال السلطة المؤتمنة من أجل المصلحة الشخصية.	(TI)
GDPc	**نصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلي (بالأسعار الجارية للدولار):** هو حاصل قسمة إجمالي الناتج المحلي على عدد السكان في منتصف العام.	(WBI)
GFCF	**إجمالي تكوين رأس المال الثابت (% من إجمالي الناتج المحلي):** (الاستثمار المحلي سابقاً) هي تشمل تحسينات الأراضي (الأسوار والخنادق وقنوات تصريف المياه، الخ)، ومشتريات الآلات والماكينات والمعدات، وإنشاء الطرق، والسكك الحديدية، وما شابه، بما في ذلك المدارس، والمكاتب، والمستشفيات، والمساكن الخاصة، والمباني التجارية، والصناعية.	(WBI)
HC	**مؤشر تراكم رأس المال البشرى:** الذي يتم حسابه بالاعتماد على متوسط سنوات الدراسة، والعوائد من التعليم.	(PWT)
Gini	**معامل جيني:** وهو يعكس مستوي التفاوت في توزيع الدخل بالمجتمع، ويتراوح ما بين الصفر والواحد الصحيح.	(WBI)
M	**واردات السلع والخدمات (% من إجمالي الناتج المحلي):** هي تمثل قيمة كافة السلع وخدمات السوق الأخرى الواردة من بقية دول العالم.	(WBI)

ملحوظة: - (WBI)؛ قاعدة بيانات التنمية العالمية للبنك الدولي.

- (GFN)؛ شبكة البصمة العالمية.

- (FH)؛ بيت الحرية.

- (TI)؛ منظمة الشفافية العالمية.

- (PWT)؛ جداول Penn العالمية، الإصدار 10.

جدول (B): نتائج اختبار جذر الوحدة لمتغيرات الدراسة باستخدام اختباري (***ADF***)، (***PP***)

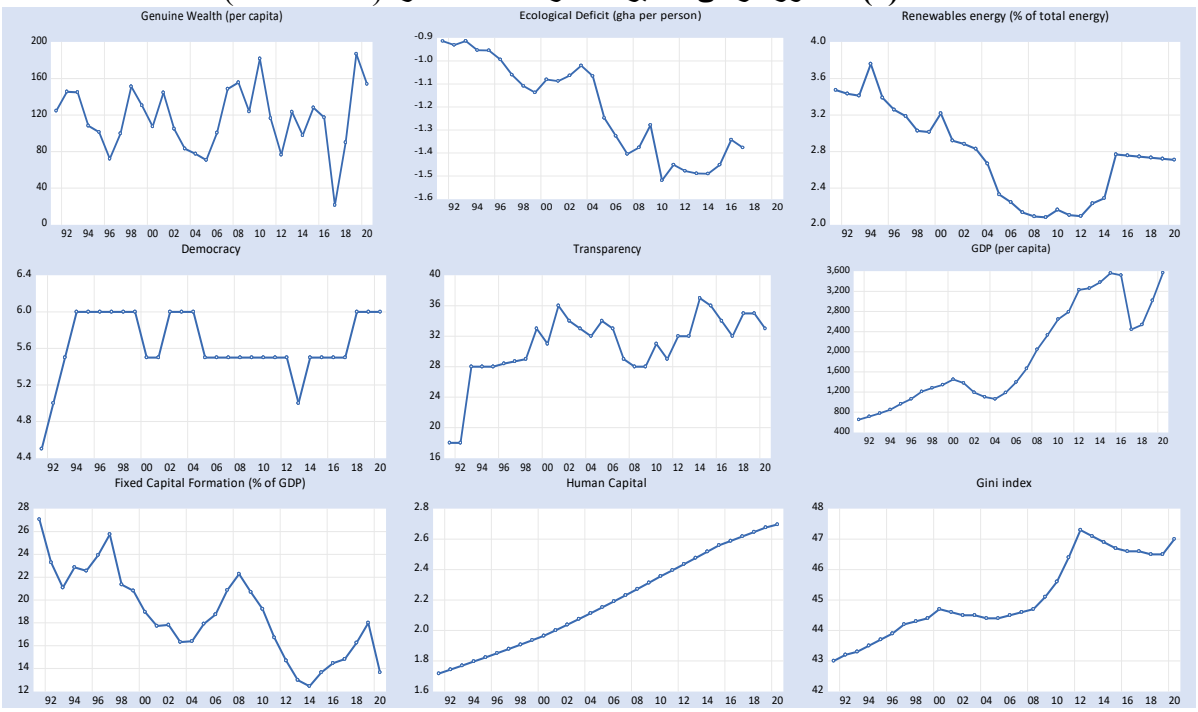
Variables	***ADF***			***PP***		
	Intercept	*Intercept & trend*	*None*	*Intercept*	*Intercept & trend*	*None*
Genuine Wealth	-3.8182 (0.007)***			-3.5383 (0.014)**		
Ecological Deficit	-1.2659 (0.629)	-2.0511 (0.548)	0.9527 (0.905)	-1.2436 (0.639)	-2.1358 (0.503)	1.0233 (0.915)
D(Ecological Deficit)	-5.3608 (0.000)***			-5.3615 (0.000)***		
Renewables energy	-1.5215 (0.509)	-0.8156 (0.952)	-1.0744 (0.249)	-1.5328 (0.503)	-0.8418 (0.949)	-1.0228 (0.268)
D(Renewables energy)	-5.1213 (0.000)***			-5.1545 (0.000)***		
Democracy	-3.7282 (0.009)***			-3.7072 (0.009)***		
Transparency	-3.3921 (0.019)**			-3.7556 (0.008)***		
GDPc	-0.3791 (0.900)	-2.6719 (0.255)	1.4950 (0.963)	-0.4628 (0.885)	-2.1094 (0.519)	1.2669 (0.944)
D(GDPc)	-3.5260 (0.015)**			-3.1352 (0.035)**		
Fixed Capital Formation	-1.9931 (0.288)	-4.6855 (0.005)***		-2.0792 (0.254)	-2.8266 (0.199)	-1.5952 (0.103)
D(Fixed Capital Formation)				-4.1427 (0.003)***		
Human Capital	-3.9176 (0.006)***			0.7245 (0.991)	-2.2628 (0.439)	14.338 (1.000)
D(Human Capital)				-0.8925 (0.776)	3.6629 (1.000)	-0.4707 (0.523)
D1(Human Capital)				-4.3362 (0.002)***		
Gini index	-0.8108 (0.800)	-3.1862 (0.108)	1.3306 (0.950)	-0.8907 (0.777)	-2.0078 (0.573)	2.0067 (0.987)
D(Gini index)	-2.7065 (0.086)*			-2.8127 (0.069)*		
Import	-2.3709 (0.159)	-2.4462 (0.349)	-1.1712 (0.215)	-2.3952 (0.152)	-2.1910 (0.477)	-1.1309 (0.229)
D(Import)	-4.0908 (0.004)***			-3.9639 (0.005)***		
Critical Values	***ADF***			***PP***		
%1	-3.7696	-4.4407	-2.6743	-3.7529	-4.4163	-2.6694
%5	-3.0049	-3.6329	-1.9572	-2.9981	-3.6220	-1.9564
%10	-2.6422	-3.2547	-1.6082	-2.6388	-3.2486	-1.6085

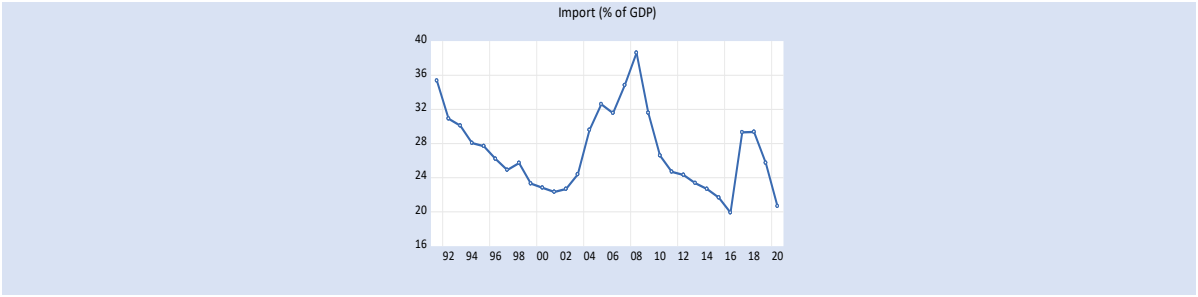
ملحوظة: - ***, **, * تُشير إلى الدلالة الإحصائية عند مستوى 1%, 5%, 10% على الترتيب.

جدول (C): نتائج الاختبارات التأكيدية (Diagnostic Tests results) لعلاقة الطاقة المتجددة بالاستدامة القوية والضعيفة

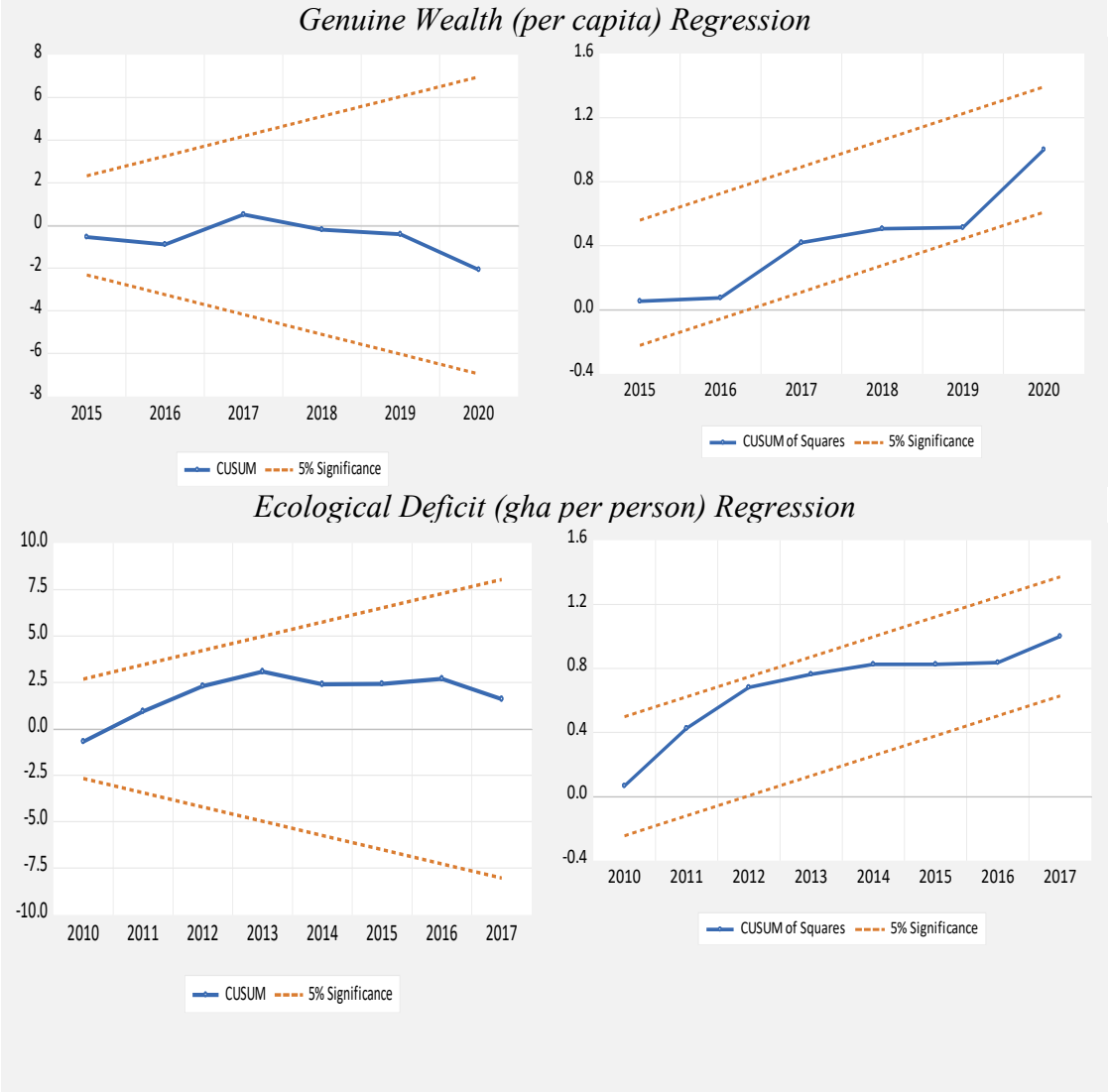
Diagnostic Tests	Tests used	*Genuine Wealth (per capita)*		*Ecological Deficit (gha)*	
		F-statistic (Prob.)		*F-statistic (Prob.)*	
Heteroskedasticity	Breusch –Pagan -Godfrey	F(20, 9)	1.0582 (0.490)	F(17, 9)	0.3945 (0.953)
Serial Correlation	Breusch-Godfrey LM test.	F(1, 8)	2.0828 (0.187)	F(1, 8)	0.3525 (0.569)
Normality	Jarque-Bera		1.3117 (0.519)		0.3487 (0.839)
Function Form	Ramsey RESET Test	F(1, 8)	0.6212 (0.453)	F(1, 8)	0.2206 (0.651)
Autocorrelation	a. Correlogram -Q- statistics		No		No
	b. Correlogram Squared Residuals		No		No
Stability test	a. CUSUM		stability		stability
	b. CUSUM of Squares		stability		stability
	R-squared		0.9426		0.9965
	Adjusted R-squared		0.8152		0.9898
	Durbin-Watson stat.		2.2362		2.2547
	F-statistic (*Prob.*)		7.3955 (0.002)***		149.06 (0.000)***

شكل (1): التطور الزمنى لمتغيرات الدراسة خلال الفترة (1977-2019)





شكل (B): اختبار المجموع التراكمي للبواقي المعاودة (CUSUM)، وكذلك المجموع التراكمي لمربعات البواقي المعاودة (CUSUM of Squares) لإنحداري الاستدامة الضعيفة والقوية



جدول (D) المتغيرات المستقلة والتابعة للنموذج القياسي

سنة	المتغيرات الضابطة								المتغير المستقل الطاقة المتجددة	المتغير التابع التنمية المستدامة	
	نسبة واردات السلع والخدمات إلي الناتج المحلي%	معامل جيني	مؤشر رأس المال البشري	نسبة تكوين رأس المال الثابت إلي الناتج المحلي	نصيب الفرد من الناتج المحلي ألف دولار	مؤشر الشفافية	مؤشر الديمقراطية	الطاقة المتجددة والنفايات القابلة للاحتراق (% من إجمالي الطاقة)	العجز الأيكولوجى (gha لكل شخص)	الثروة الحقيقية لكل فرد
	Z7	Z6	Z5	Z4	Z3	Z2	Z1	X	Y2	Y1
١٩٩٥	٢٨	٠,٣٨	٢	٢٣	١	٢٨	٦	٣	١-	١٠١
١٩٩٦	٢٦	٠,٣٥	٢	٢٤	١,١	٢٨	٦	٣	١-	٧٢
١٩٩٧	٢٥	٠,٣٩	٢	٢٦	١,٢	٢٩	٦	٣	١-	١٠٠
١٩٩٨	٢٦	٠,٣٨	٢	٢١	١,٣	٢٩	٦	٣	١-	١٥١
١٩٩٩	٢٣	٠,٣٤	٢	٢١	١,٣	٣٣	٦	٣	١-	١٣٠
٢٠٠٠	٢٣	٠,٣٦	٢	١٩	١,٥	٣١	٦	٣	١-	١٠٨
٢٠٠١	٢٢	٠,٤٥	٢	١٨	١,٤	٣٦	٦	٣	١-	١٤٤
٢٠٠٢	٢٣	٠,٤٤	٢	١٨	١,٢	٣٤	٦	٣	١-	١٠٥
٢٠٠٣	٢٤	٠,٣٧	٢	١٦	١,١	٣٣	٦	٣	١-	٨٣
٢٠٠٤	٣٠	٠,٣٢	٢	١٦	١,١	٣٢	٦	٣	١-	٧٨
٢٠٠٥	٣٣	٠,٣٢	٢	١٨	١,٢	٣٤	٦	٢	١-	٧١
٢٠٠٦	٣٢	٠,٣٤	٢	١٩	١,٤	٣٣	٦	٢	١-	١٠٠
٢٠٠٧	٣٥	٠,٤٤	٢	٢١	١,٧	٢٩	٦	٢	١-	١٤٩
٢٠٠٨	٣٩	٠,٣١	٢	٢٢	٢	٢٨	٦	٢	١-	١٥٦
٢٠٠٩	٣٢	٠,٣١	٢	٢١	٢,٣	٢٨	٦	٢	١-	١٢٤
٢٠١٠	٢٧	٠,٣١	٢	١٩	٢,٦	٣١	٦	٢	٢-	١٨٢
٢٠١١	٢٥	٠,٣١	٢	١٧	٢,٨	٢٩	٦	٢	١-	١١٦
٢٠١٢	٢٤	٠,٣١	٢	١٥	٣,٢	٣٢	٦	٢	١-	٧٧
٢٠١٣	٢٣	٠,٣	٢	١٣	٣,٣	٣٢	٥	٢	١-	١٢٣
٢٠١٤	٢٣	٠,٣	٣	١٢	٣,٤	٣٧	٦	٢	١-	٩٨
٢٠١٥	٢٢	٠,٣٢	٣	١٤	٣,٦	٣٦	٦	٣	١-	١٢٨
٢٠١٦	٢٠	٠,٣	٣	١٤	٣,٥	٣٤	٦	٣	١-	١١٧
٢٠١٧	٢٩	٠,٣٢	٣	١٥	٢,٤	٣٢	٦	٣	١-	٢١
٢٠١٨	٢٩	٠,٤٧	٣	١٦	٢,٥	٣٥	٦	٣	١-	٩٠
٢٠١٩	٢٦	٠,٤٥	٣	١٨	٣	٣٥	٦	٣	١-	١٨٧
٢٠٢٠	٢١	٠,٤٥	٣	١٤	٣,٦	٣٣	٦	٣	١-	١٥٤

المصدر: إحصاءات البنك الدولي، سنوات مختلفة.

The Role of Renewable Energy in Achieving Sustainable Development in Egypt

Dr. Mohamed Hussien Ghanem

Abstract

The aim of the research is to demonstrate the impact of renewable energy production on the level of sustainable development in Egypt during the period (1990-2020), where the study relied on weak sustainability (the real wealth of the individual), and strong sustainability (the ecological deficit of the individual) to express the level of Egyptian sustainable development, and using the method of integration The study concluded that there is a non-linear relationship between the level of renewable energy and the real wealth of each individual that takes the shape of the letter U, where the effect of renewable energy on Environmental sustainability is positive when renewable energy exceeds 2.93% of total energy, increasing renewable energy production by 1% of total energy will lead to an increase in per capita real wealth by $158.8 per person, and reduce the ecological deficit by 0.1004 global hectares per person in the long term .

The research recommended the need to increase the use of renewable energy technologies, increase spending on research and development in it, increase investment in nuclear energy because it has little pollution to the environment, reduce the use of traditional energy due to its increased pollution of the environment, increase the use of modern technology in industry to reduce pollution, and expand the use of means mass transit.

Key words: renewable energy, sustainable development, human development, economic growth, the pollution.