Journal of Economic, Administrative and Legal Sciences
Volume (6), Issue (11): 30 Apr 2022
P: 144 - 172
ISSN: 2522-3372
مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية والقانونية
المجلد (6)، العدد (11): 30 إبريل 2022 م
ص: 144 - 172

The Economics of Renewable Energy and its relationship to Sustainable Development in the Sudan 2010-2020

Mai Musa Suleiman
Faculty of Economics & Administrative Sciences || Alzaiem Alazhari University || Sudan

Abstract: Energy, especially renewable is considered an essential ingredient in sustaining development, since its availability and accessibility considered a very important topic worldwide. Therefore, SDG incorporated a clear goal related to sustainable energy which assures the necessity of accesablity of all to sustainable, reliable energy with reasonable cost.

The research problem centred in that Sudan owns so many diversified sources for producing renewable energy (RE), but the capacity utilized from it doesn't match the existing potentialities. The research based on central hypothesis which is that RE has a positive relationship with Sustainable development. From this central hypothesis many sub hypothesis has been set, among which is the existence of reliable relations between energy objective and the other SDGs, and between energy consumption and economic. Also, Sudan owns diversified sources of producing RE that can contribute in its development.

The research relied on analytical descriptive methodology using NARDL Model and Granger causality test to rest the relationship between energy consumption and economic growth during the research period.

The main research findings are that there is an integrated, bidirectional causal relationship between electricity consumption and economic growth in the Sudan in both short al long runs, with an energy sustainability index of 30% (2020) which is the lower compared to the regional Arab and African countries.

The research recommended several recommendations, the importance among which were the necessities of utilizing the existing low cost electricity network with Ethiopia and Egypt to fill the current consumption gap. Also, the importance of easing investment barriers in RE for investors, specifically for solar and wind sectors for better serving the development goals in the country.

Keywords: Renewable energy -sustainable development- Economic growth- Consumption.

اقتصاديات الطاقة المتجددة وعلاقتها بالتنمية المستدامة في السودان: للفترة 2010 - 2020

مي موسى سليمان
كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية || جامعة الزعيم الأزهري || السودان

المستخلص: تعتبر الطاقة وبالأخص المتجددة منها من ضروريات استدامة التنمية، اذ يعتبر توفرها والوصول اليها من القضايا العالمية المهمة، لذا تضمنت الأهداف العالمية للتنمية المستدامة (SDGs) هدفاً صريحاً بشأن الطاقة المستدامة وضرورة ضمان حصول الجميع على خدمات الطاقة الحديثة الموثوقة والمستدامة وبتكلفة ميسورة.

تمثلت مشكلة البحث في أن السودان يمتلك مصادر متنوعة لإنتاج الطاقة المتجددة غير أن المستغل منها حاليا لا يتناسب مع الإمكانات المتاحة. استند البحث على فرضيه اساسية وهي أن للطاقة المتجددة علاقة بالتنمية المستدامة وتم تجزئة هذه الفرضية لعدة فرضيات فرعيه وهي :وجود علاقة وثيقة بين تحقيق هدف الطاقة وبقية أهداف التنمية المستدامة، وبين استهلاك الطاقة وايجابية معدل النمو

الاقتصادي. كذلك تتوفر في السودان مصادر متنوعة لإنتاج الطاقة المتجددة يمكن أن تسهم في تنميته. اعتمد البحث على منهج الوصفي التحليلي باستخدام نموذج الانحدار الذاتي للإبطاء الموزع غير الخطي NARDL Model واختبار جرانجر لسببية العلاقة بين استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي خلال فترة البحث.

تمثلت اهم نتائج البحث في وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه ومتكاملة بين استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي في السودان في المدى القصير والطويل، وان مؤشر استدامة الطاقة في السودان للعام 2020 بلغ نسبة 30% ويعد الاقل بين دول المحيط العربي والاقليمي.

قدم البحث عدة توصيات اهمها ضرورة الاستفادة من الربط الكهربائي القائم مع اثيوبيا ومصر لاستيراد الكهرباء ذات التكلفة المنخفضة لسد فجوة الاستهلاك، كذلك ضرورة ازالة العقبات امام المستثمرين في مجال الطاقة المتجددة، وبالأخص لقطاعات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح خدمة لأهداف التنمية في البلاد.

الكلمات المفتاحية: الطاقة المتجددة _ التنمية المستدامة – الاستهلاك – النمو الاقتصادي-السودان.

المقدمة.

تعد الطاقة أحد المقومات الأساسية لتيسير النشاط الاقتصادي، كما أنها تمثل بعداً استراتيجيا في تحقيق الأمن الاقتصادي والسياسي والاجتماعي على حد سواء، حيث يؤثر غياب أو قصور خدمات الطاقة أو عدم وصولها لكافة المناطق والفئات على اتجاهات بعض المؤشرات الاقتصادية والاجتماعية والسياسية.

ان التنمية المستدامة لهي الهدف الاساسي والاسمي للعالم اجمع دولاً ومؤسساتٍ اقليمية ودولية، ولا يغيب عن احد أن الطاقة هي المحرك الاساسي والعنصر الفاعل لكل نمو وتنمية، فهي العنصر الاساسي لكافة قطاعات الاقتصاد ورفيقة حياة الانسان، كما لا يغيب عن احد أن جلّ الطاقة المستخدمة في العالم اجمع هي طاقة تقليدية وغير مستدامة، فضلاً عن انها ملوثة للبيئة وتسبب انبعاثات ضارة، ولما كانت التنمية المستدامة تقوم في المقام الاول على حماية البيئة، وضمان الاستخدام الامثل والتوزيع العادل للموارد بين الجيل الحالي والاجيال اللاحقة، فان مثل هذه الطاقة التقليدية لا تسمح بتحقيق تنمية مستدامة.

بدأت المنظمات الدولية منذ انطلاق قمة الارض وما تلاها من قمم نادي جميعها بضرورة التزام الحكومات بتنفيذ وعودها في تحقيق تنمية عادلة ومستدامة، ومنذ ذاك الحين، بدا البحث جليا عن مصادر جديدة ومتجددة للطاقة، تحافظ على البيئة وتضمن استدامتها، وتحقق العدالة بين الاجيال المتلاحقة وتوفر فرص عمل جديدة، وتلبي الطلب المتزايد على الطاقة، ومن ثم تحقق تنمية مستدامة، لذلك بدأت العديد من الدول تخطو خطواتٍ واسعة نحو اقامة وتطوير مصادر الطاقة المتجددة ولاسيما طاقتي الشمس والرياح، ولعل المانيا هي الدول الرائدة في هذا المجال حتي انها وصفت بالمعجزة الخضراء. يمتلك السودان مصادر عديدة لإنتاج الطاقة المتجددة يمكن أن تساعد في توفير الطاقة النظيفة بالإضافة إلى تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة.

مشكلة البحث:

تكمن المشكلة في ضعف مؤشرات التنمية المستدامة الخاصة بالسودان، وزيادة الحاجة إلى الطاقة في ظل الاعتماد على مصادر أحفوريه مهددة بالنضوب والتي لم تسمح بوجود تنمية مستدامة بسبب الانبعاثات الضارة على البيئة فضلا عن عدم استدامتها، وقد دفع ذلك إلى البحث عن مصادر متجددة للطاقة كالشمس والرياح وغيرها، تلخصت مشكلة البحث في أن السودان يمتلك مصادر عديدة لإنتاج الطاقة المتجددة، ومع ذلك لا يتم استغلالها بالصورة الامثل، فما هو واقع اقتصاديات الطاقة المتجددة في السودان؟ وما دور الطاقة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة؟

فرضيات البحث:

يعتمد البحث على فرضيه اساسيه وهي أن للطاقة المتجددة لها دور كبير في تحقيق التنمية المستدامة وتنبثق من هذه الفرضية عدة فرضيات فرعيه وهي :

1. توجد علاقة وثيقة بين تحقيق هدف الطاقة وأهداف التنمية المستدامة.
2. توجد علاقة وثيقة بين استهلاك الطاقة ومعدل النمو الاقتصادي.
3. تتوفر فرص ومصادر عدة لإنتاج الطاقة المتجددة يمكن أن تساهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى الاتي:

1. التعرف على إنتاج الطاقة المتجددة في السودان واتجاهاتها ومصادرها المختلفة
2. التعرف على استهلاك الطاقة الكهربائية ومتوسط نصيب الفرد من استهلاك الكهرباء.
3. التعرف على العلاقة بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي المتحقق.
4. التعرف على العلاقة بين للطاقة وأهداف التنمية المستدامة التي اعلنتها الامم المتحدة.

أهمية البحث:

تكمن الاهمية في زيادة الطلب على الطاقة لتحقيق أهداف التنمية، مع التوازن من استخدام الطاقة التقليدية، فضلاً عن ابراز دور الطاقة المتجددة وأهميتها في تحقيق التنمية المستدامة بدون الاضرار بالبيئة وكذلك اهمية تحفيز الاستثمارات في مجال الطاقة المتجددة، والمساهمة بإثراء البحث العلمي في هذا المجال.

منهجية البحث.

يعتمد البحث على منهج الوصفي التحليلي وذلك باستخدام النماذج القياسية لتحليل علاقة استهلاك الطاقة بالنمو الاقتصادي مثل نموذج الانحدار الذاتي للإبطاء الموزع غير الخطي NARDL Model بالإضافة إلى اختبار سببية العلاقة باستخدام اختبار جرانجر Pairwise Granger Causality Test. وتم الحصول على البيانات والمعلومات من تقارير بنك السودان المركزي ومؤشرات التنمية العالمية الصادرة عن البنك الدولي والامم المتحدة.

الدراسات السابقة.

- **الدراسة الاولي**: (توات نصر الدين، 2018، ص 3) العلاقة بين النمو الاقتصادي، واستهلاك الطاقة المتجددة، وانبعاثات الكربون في دول النوردك، تهدف الدراسة إلى تحديد العلاقة بين النمو الاقتصادي، واستهلاك الطاقة المتجددة، وانبعاثات الكربون في دول النوردك باستعمال معطيات بانل Panelخلال الفترة (2000-2018) من خلال اختبار فرضيات منحى كوزنتس البيئي Kuznets environmental curve، وتوصلت الدراسة وفق نموذج التأثيرات العشوائية إلى وجود علاقة طردية بين النمو الاقتصادي وانبعاثات الكربون، وعلاقة عكسية بين استهلاك الطاقة المتجددة وانبعاثات الكربون، والملاحظ أن النمو الاقتصادي يؤثر بشكل كبير على انبعاثات الكربون بسبب الاعتماد الكبير لهذه الدول على مصادر الطاقة المتجددة في منظومتها الطاقوية، وأوصت الدراسة بمواصلة الاستثمار في تقنيات الطاقة المتجددة لتحقيق الأهداف المتعلقة بتخفيض انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري.

- **الدراسة الثانية:**(مروة الحسنين، 2021، ص6) تحليل العلاقة بين استهلاك الطاقة المتجددة والنمو الاقتصادي في المغرب باستخدام نموذج الانحدار الذاتي للإبطاء الموزع غير الخطي (NARDL)، هدف البحث إلى تحليل عدم التماثل أو عدم التناظر في أثر استهلاك الطاقة المتجددة على النمو الاقتصادي في المغرب خلال الفترة (1971-2015)، وقد استخدم البحث منهجية قياسية حديثة نسبيًا حيث تم تطبيق نموذج الانحدار الذاتي للإبطاء الموزع غير الخطي NARDL والذي طوره Shin وآخرون عام 2014، بالإضافةإلى اختبار سببية جرانجر Pairwise GrangerCausality Test. وقد أشارت النتائج إلى أن هناك علاقة توازنية طويلة الأجل أى علاقة تكامل مشترك بين استهلاك الطاقة المتجددة والنمو الاقتصادي في المغرب. كذلك أوضحت النتائج وجود عدم تناظر أو عدم تماثل في تأثير استهلاك الطاقة المتجددة على النمو الاقتصادي في المغرب، كما توصل اختبار السببية إلى أن هناك علاقة سببية في اتجاه واحد بين استهلاك الطاقة المتجددة والنمو الاقتصادي تتجه من استهلاك الطاقة المتجددة إلى النمو الاقتصادي، مما يعني أن استهلاك الطاقة المتجددة له أثر مهم جدًا على النمو الاقتصادي في المغرب.
- **الدراسة الثالثة:** (Ashraf Khadam، 2019، ص8) تقدم الورقة الخطط وتوضح التحديات التي تواجه استخدام نظم الطاقات المتجددة في السودان بالتركيز على إنتاج وتطبيقات الطاقة الشمسية في السودان حيث تعد الطاقة الكهربائية أساس التنمية الاقتصادية والاجتماعية الحديثة لأي دولة. والسودان قطر كبير بعدد سكان يصل إلى 44.7 مليون نسمة، يعتمد في توليد الكهرباء على الطاقات الهيدرولوجية والحرارية. وان متوسط معدل النمو السنوي للطلب على الكهرباء هو 11.5%بينما متوسط استهلاك الفرد من الكهرباء هو 376.6 كيلو وات/ ساعة. ومثل أي دولة من دول العالم النامي، فان السودان يعاني من النقص في إنتاج الكهرباء وسعات الشبكة حيث أن عدد السكان المستفيدين من وصول للكهرباء يمثلون فقط 35% من السكان. وقد أصبح من الضروري استغلال مصادر الطاقة الأخرى وبالأخص الشمسية لتكملة النقص في التوليد الكهربائي، واضعين في الاعتبار التوفر الهائل لمصادر الطاقة الشمسية، فانها أصبحت أكثر تنافسية مقارنة بالمصادر التقليدية الأخرى للطاقة في السودان وبالأخص للمناطق البعيدة. أيضا تعد طاقة الرياح أحد مصادر خارطة الطاقة المستقبلية بمساندة التوليد الهيدرولوجي والحراري والشمسي في السودان.
- **الدراسة الرابعة:** (دعاء حسن مختار عوض، 2019، ص3) دراسة بعنوان تجارب دولية للطاقة المتجددة والتنمية المستدامة (حالة المانيا وفرنسا) حيث اوضحت الدراسة أن اغلب الطاقة المستخدمة في العالم تقليدية، وهي طاقة ملوثة للبيئة خاصة في الاقتصادات التي تنامت بشكل سريع في التصنيع وفي الاقتصادات النامية، وتسبب ذلك في زيادة الانبعاثات الضارة واستمرار الارتفاع في الطلب العالمي على الطاقة ادي إلى طرح مسالة هامة تتعلق بتوفير الطاقة وأصبحت مسالة جيوسياسية هامة وعنصرا رئيسا لكل الاقتصادات أكثر من أي وقت مضي، حيث تواجه اغلب الدول موقفا مشابها وتعتمد بعض الدول بشكل كامل على الطاقة التقليدية كمصدر رئيسي للطاقة، إلى جانب الاستهلاك المتزايد للطاقة بسبب النمو الاقتصادي والسكاني الكبيرين، مما يشكل ضغوطا كبيرة على موارد الطاقة التقليدية، ولذلك فان الحاجة إلى طاقة بديلة ومتجددة تعد أهمية استراتيجية من اجل رخاء وامن امدادات الطاقة على المدي الطويل وفي هذا السياق شرعت عدة دول في الاعتماد على الطاقة المتجددة ومنها المانيا وفرنسا.

تمثلت اهم النتائج في أن هناك علاقة طردية بين إنتاج الطاقة المتجددة والناتج المحلي الإجمالي ومن ثم تبين وجود تأثير إيجابي لإنتاج الطاقة المتجددة على اجمالي الناتج المحلي الإجمالي أي أن الزيادة في إنتاج الطاقة المتجددة في البلدين بمقدار واحد كيلو وات تودي إلى زيادة اجمالي الناتج المحلي الإجمالي بمقدار 8.9 دولار. كما توجد علاقة

طردية بين حجم الاستثمارات في الطاقة المتجددة والناتج المحلي الإجمالي أي أن الزيادة في حجم الاستثمارات في الطاقة المتجددة والبديلة بمقدار واحدة (دولار) تؤدي إلى زيادة الناتج المحلي الإجمالي في البلدين بمقدار 11.06 دولار. تمثلت اهم التوصيات في: ضرورة التوجه إلى انشاء محطات جديدة للطاقة المتجددة وفي هذا الإطار يجب التعامل مع الجهات المختصة والخبراء لوضع وتنفيذ برامج مكثفة للتدريب والتأهيل للفئات المهنية المختلفة ذات الصلة بالمشروعات التنموية الهادفة إلى تحقيق التنمية المستدامة وما يتصل بها من مشروعات. ايضاً العمل على تخفيض وإزالة العقبات امام تنامي مشروعات الطاقات المتجددة من خلال التغلب على التحديات السياسية والتنظيمية والمالية وتوفير القدرات اللازمة لتحقيق الأهداف المحددة لاستراتيجية الطاقات المتجددة في البلدين..

- **الدراسة الخامسة:** (MitaBhattacharyaa , Sudharshan Reddy , ParamatibIlhan , OzturkcSankar) Bhattacharyad، 2016، ص 6) يهدف البحث إلى دراسة آثار استهلاك الطاقة المتجددة على النمو الاقتصادي للدول الرئيسية المستهلكة للطاقة المتجددة في العالم. باستخدام مؤشر جاذبية الدولة للطاقة المتجددة الذي طورته شركة Ernst & Young Global Limited اخترنا 38 دولة من أكبر البلدان المستهلكة للطاقة المتجددة لشرح عملية النمو بين عامي 1991 و2012. وباستخدام تقنيات Panel Estimation Techniques، تحدد النتائج التي توصلنا إليها تبعية مقطعية وعدم تجانس عبر الدول. تؤكد الدراسة الدليل على الديناميكيات طويلة المدى بين النمو الاقتصادي والمدخلات التقليدية والمتعلقة بالطاقة. واوضحت النتائج المستخلصة من مرونة الإنتاج على المدى الطويل إلى أن استهلاك الطاقة المتجددة له تأثير إيجابي كبير على الناتج الاقتصادي لـ 57٪ من البلدان المختارة. من أجل المتانةRobustness أجرينا أيضًا تحليلات السلاسل الزمنية لمرونة الإنتاج على المدى الطويل. تشير النتائج إلى أن الحكومات ومخططي الطاقة ووكالات التعاون الدولي والهيئات المرتبطة بها يجب أن تعمل معًا في زيادة الاستثمار في الطاقة المتجددة من أجل نمو منخفض الكربون في معظم هذه الاقتصادات.

ملخص الدراسات السابقة:

هنالك تباين في الدراسات السابقة من حيث الأهداف التي سعت اليها والنتائج التي خرجت بها كل دراسة على حدا، وكذلك انواع المناهج العلمية التي اعتمدت عليها، لكنها اتفقت على زيادة الوعي بترشيد الطاقة وأهميتها لتحقيق الأهداف الاقتصادية والاجتماعية والبيئية والتنمية المستدامة. اما الدراسة الحالية جاءت أكثر تخصيصاً ودقة بمعرفة علاقة الطاقة المتجددة بأهداف التنمية المستدامة عموما وهدف النمو الاقتصادي على وجه التحديد في السودان خلال فترة الدراسة.

2- الإطار النظري للطاقة المتجددة والتنمية المستدامة

أولا: مفهوم الطاقة المتجددة :

تعريف برنامج الامم المتحدة لحماية البيئة (UNEP): الطاقة المتجددة عبارة عن طاقة لا يكون مصدرها مخزون ثابت ومحدود في الطبيعة، تتجدد بصفة دورية أسرع من وتيرة استهلاكها، وتظهر في الاشكال الخمسة التالية: الكتلة الحيوية، اشعة الشمس، الرياح، الطاقة الكهرومائية، وطاقة باطن الارض. (موقع برنامج الامم المتحدة لحماية البيئة .WWW.unep.org)، وعليه فان جميع مصادر الطاقة المتجددة متولدة من مصادر الطاقة غير الاحفورية وهي لا تنضب ابدا.

تعريف وكالة الطاقة العالمية (IEA) :الطاقة المتجددة هي التي تتشكل من مصادر الطاقة الناتجة عن مسارات الطبيعة التلقائية كأشعة الشمس والرياح، والتي تتجدد في الطبيعة بوتيرة اعلي من وتيرة استهلاكها.

ثانياً: اهمية الطاقة المتجددة:

تشكل كل من الطاقة المتجددة والطاقة النووية المصادر الرئيسية للطاقة العالمية خارج الطاقة الاحفورية وهناك اهتمام عالمي كبير بهذين المصدرين كمصادر مستقبلية للطاقة، بحيث تكون بديلا للطاقة الاحفورية، والتي تسعي عديد من الدول وخاصة الصناعية منها إلى استبدالها بهذه المصادر الجديدة، وذلك لتفادي التأثيرات البيئية المرتبطة باستخدامات الطاقة او ما يعرف بظاهرة الاحتباس الحراري.

ثالثاً: مصادر الطاقة المتجددة:

تعتبر مصادر الطاقة المتجددة مصادر طبيعية دائمة وغير ناضبه ومتوفرة في الطبيعة، ولكنها متجددة باستمرار وهي نظيفة لا ينتج عنها تلوث بيئي ومن اهم هذه المصادر مايلي(موسوعة ويكبيديا الحرة):

1. الطاقة الشمسية :(Solar energy)

هي الضوء والحرارة الناتجان عن الشمس واللذان قام الإنسان بتسخيرهما لمصلحته منذ العصور القديمة باستخدام مجموعة من التقنيات التي تتطور باستمرار، وتعتبر الطاقة الشمسية هي اهم مصدر للطاقة الحرارية. وتعزى معظم مصادر الطاقة المتجددة المتوافرة على سطح الأرض إلى الإشعاعات الشمسية. لذلك أصبح البديل الافضل المتاح في معظم الدول.

2. طاقة المياه :(Water energy)

تتعدد مصادر الحصول على الطاقة من المياه حيث يمكن توليدها من عدة مصادر اهمها الشلالات او المساقط المائية والطاقة الكهرومائية :Hydroelectric Energy هي عملية توليد الطاقة من خلال استخدام قوة الجاذبية نتيجة سقوط المياه ،وتعد من اوسع اشكال الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء، ايضا من مصادر طاقة المياه امواج البحار :(wave power) وتسمي بالطاقة الموجية او طاقة الامواج حيث يتم تحويل الطاقة الكامنة في قوة اندفاع أمواج مياه البحار والمحيطات إلى طاقه ميكانيكيه لتوليد الكهرباء وتحلية مياه البحار المالحة.

3. طاقة الرياح :(Wind energy)

هي الطاقة الهوائية الناتجة عن استخدام الرياح في تحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية. والنمط الشائع لطاقة الرياح هو استخدام المراوح التي تعمل كمحركات تدير توربينات وهي معروفة باسم طواحين الهواء.

4. طاقة الكتلة الحيوية :(Biomass energy)

هي الطاقة التي يتم توليدها من المخلفات والنفايات العضوية الحيوانية او المخلفات الزراعية والنباتات "تقنية الوقود الحيوي"، وكذلك من المنتجات الصناعية والمنزلية والتجارية، ويمكن الاستفادة منها في مكافحة التلوث البيئي والتخلص من النفايات بشكل آمن.

5. الطاقة الجوفية لحرارة باطن الارض :(Geothermal energy)

يمكن الاستفادة من ارتفاع درجة الحرارة في باطن الارض في توليد الطاقة الكهربائية، عن طريق استغلال درجات الحرارة المرتفعة للمياه الجوفية.

رابعاً: مفهوم التنمية المستدامة:

هي عملية تطوير الأرض والمدن والمجتمعات وكذلك الأعمال التجارية بشرط أن تلبي احتياجات الحاضر بدون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية حاجاتها(احمد صلاح محمد طه واخرون، 2018، ص 25)

خامساً: أهداف التنمية المستدامة:

اعتمدت جميع الدول الأعضاء في الأمم المتحدة في عام 2015 أهداف التنمية المستدامة(SDGs) ، والتي تُعرف أيضًا باسم الأهداف العالمية، باعتبارها دعوة عالمية للعمل على إنهاء الفقر وحماية الكوكب وضمان تمتع جميع الناس بالسلام والازدهار بحلول عام 2030.

أهداف التنمية المستدامة السبعة عشر متكاملة - أي أنها تدرك أن العمل في مجال ما سيؤثر على النتائج في مجالات أخرى، وأن التنمية يجب أن توازن بين الاستدامة الاجتماعية والاقتصادية والبيئية. من خلال التعهد بعدم ترك أي شخص في الخلف في العديد من جوانب الحياة المتغيرة، بما في ذلك النمو الاقتصادي والفقر المدقع والجوع والإيدز والتمييز ضد النساء والفتيات. وان الجميع بحاجة للوصول إلى هذه الأهداف الطموحة.

سادساً: العلاقة بين الطاقة المتجددة وأهداف التنمية المستدامة:

تعتبر الطاقة المتجددة رديفة متكاملة للتنمية واستدامتها وعنصرا جوهريا لتلبية معظم الاحتياجات الإنسانية، كما أنها تضطلع بالريادة لبلوغ الأبعاد الاجتماعية والاقتصادية والبيئية المتعلقة بالتنمية المستدامة. ويتجلى الدور الأساسي للطاقة المتجددة في ضمان إمداد نظام التنمية الحالي بمصدر موثوق ومستدام للطاقة من خلال الاعتماد على قاعدة اقتصادية متنوعة تتيح إطالة أمد الاستثمارات القائمة على موارد كالنفط والغاز وزيادة مساهمات القطاعات المتجددة في الناتج المحلي الاجمالي والحفاظ على مكانة الدول في أسواق الطاقة العالمية وتعزيز نمو الاقتصاد المحلي.

تساهم خدمات وتقنيات الطاقة المتجددة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، وتظهر علاقة الطاقة في ثلاثة عشر هدفا من الأهداف الـ17 عن طريق محاولة علاج المشاكل في كل هدف على النحو التالي:

الطاقة والهدف الأول: القضاء على الفقر

ان توفير الطاقة في مناطق الإنتاج الزراعي (خاصة الطاقة الشمسية) يساعد في انشاء مشروعات ريادة الاعمال والمشروعات الصغيرة مثل (عمليات التبريد والتجفيف للخضر والفاكهة واللحوم، صناعة الاجبان في مناطق الإنتاج، التصنيع الزراعي وغيرها...) وهي بدورها تساهم في تحسين الاوضاع المعيشية وتقليل الفقر.كما أن ظهور قطاع الطاقة المتجددة، باستخداماته المختلفة وخاصة استخدامات الطاقة الشمسية يساعد في توفير المال والوقت، مثل:

1. إنتاج وتسويق المواقد ذات الكفاءة لاغراض الطهي والإضاءة؛ يساعد على توفير المال والوقت بسبب انخفاض الطلب على الوقود التقليدي مثل الحطب والفحم والجازولين وغيرها...)
2. بيع وتركيب وصيانة الألواح الشمسية ومصابيح بيكو الكهروضوئية وما إلى ذلك، يخلقان فرص عمل وأعمالا تجارية صغيرة، مما يؤدي إلى توليد دخل لكل من النساء والرجال.

الطاقة والهدف الثاني: إنهاء الجوع

تكتسب الطاقة اهمية بالغة في قطاع الزراعة، من خلال الاستخدامات المتعددة في الري والحصاد وغيرها من العمليات الزراعية، الامر الذي يساعد في تحقيق الاكتفاء الذاتي لغالبية سكان الريف، وخاصة الذين يعتمدون بصورة اساسية في غذاءهم على الزراعة التقليدية المحلية.

تستخدم الالواح الشمسية في الزراعة حيث درجة حرارة المحاصيل الزراعية تحت الالواح الشمسية تكون اقل من غيرها وهذه الميزة مناسبة لبعض المحاصيل التي تفضل درجات الحرارة المتوسطة والظل، مثل الخيار والخس. كما أن كمية الماء المتبخر تكون اقل بنسبة 14-29%حسب بعض الدراسات. واخيراً تستخدم الطاقة في التبريد والتجفيف والطحن والبسترة، مما يجعلها تساعد في إنهاء الجوع وتحسين التغذية بطريقة مستدامة.

الطاقة والهدف الثالث: ضمان حياة صحية

تعد الطاقة مكونا رئيسياً لتحقيق حياة صحية، حيث يلزم تبريد اللقاحات والأدوية إلى طاقة كهربائية، وتحتاج المعدات إلى التعقيم والضوء اللازم للعمليات. كذلك التقليل من خطر الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي والتهابات العين، خاصة لدى النساء والأطفال نتيجة لاستخدام التقنيات في الوقود النظيف والمحسن للطبخ والتدفئة والإضاءة حيث تنبعث منها كميات أقل من الجسيمات PM وأول أكسيد الكربونCO . كما أن استبدال تقنيات الطهي والإضاءة التقليدية مثل (الحرائق المفتوحة ومصابيح الكيروسين) بمواقد الطهي المحسنة والفوانيس

الشمسية، يقلل من خطر الحروق والإصابات والحرائق

اخيراً نجد أن أكثر من نصف الوفيات بين الأطفال الذين تقل أعمارهم عن 5 سنوات، بسبب التهابات الجهاز التنفسي الحادة بسبب الجسيمات المنبعثة من تلوث الهواء الداخلي من الوقود الصلب المنزلي.ووفقا لمنظمة الصحة العالمية، يتسبب دخان تقنيات الطهي التقليدية في وفاة 4.3 ملايين حالة وفاة مبكرة سنويا.

الطاقة والهدف الرابع: ضمان التعليم الجيد المنصف والشامل للجميع

تعمل خدمات الطاقة على تقليل وقت العمل، وتوفر بعض أوقات الفراغ خاصة للأطفال في المناطق الريفية، ويكون لديهم المزيد من الوقت للذهاب إلى المدرسة، حيث تتيح الطاقة الكهربائية استخدام أدوات الاتصال والتعلم الحديثة مثل (التلفون والحاسوب وغيرها.).

ان توفير الطاقة الكهربائية يسمح بالدراسة الجيدة والتهوية للتلاميذ خاصة في المدارس والجامعات التي تعاني من الاكتظاظ، من خلال استخدامات المراوح والمكيفات للتبريد خاصة في الصيف، كما توفر الطاقة امكانية استخدام الوسائط التعليمية في المدارس والجامعات مثل السبورة الذكية وشاشات العرض والانترنت للدراسة اون لاين وغيرها.

الطاقة والهدف الخامس: تحقيق المساواة بين الجنسين وتمكين جميع النساء والفتيات

تقلل خدمات الطاقة الوقت الذي تقضيه النساء والفتيات الريفيات في أنشطة البقاء الأساسية مثل: جمع الحطب وجلب الماء والطهي وما إلى ذلك. كما تساعد اوقات الفراغ في زيادة فرص الالتحاق بالمدارس واستخدامات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بما في ذلك الهواتف المحمولة والحاسوب التي تحتاج إلى طاقة لتشغيلها.

الطاقة والهدف السادس: ضمان توفر المياه والصرف الصحي بشكل مستدام للجميع

تساعد الطاقة وخاصة الطاقة الشمسية في الحصول على مياه الشرب النقية باستخدام المضخات. وذلك برفع المياه من الابار الجوفية خاصة في المناطق البعيدة عن النيل.كما أن استخدام الطاقة الشمسية وطاقة الرياح يساعد في تحلية المياه خصوصا المياه المالحة.

الطاقة والهدف الثامن: تعزيز النمو الاقتصادي للجميع والمستدام

ان انشاء المشروعات العامة والخاصة في مجال الطاقة المتجددة يوفر فرص للعمل وزيادة الدخل والإنتاج. كما توجد علاقة وثيقة بين بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي المتحقق من واقع الدراسات السابقة. وهذا ما تناولته الدراسة بالتفصيل في الدراسة القياسية.

الطاقة والهدف التاسع: بناء بنية تحتية مرنة، وتعزيز التصنيع الشامل والمستدام وتعزيز الابتكار

تنبعث من تقنيات الطاقة المتجددة الحديثة والفعالة كميات أقل من ثاني أكسيد الكربون .كما تحتاج تقنيات الصناعات الحديثة التي تستخدم تكلنوجيا متطورة إلى طاقة كبيرة لكي تعمل.

الطاقة والهدف الحادي عشر: جعل المدن والمستوطنات البشرية شاملة للجميع وآمنة ومرنة ومستدامة

تعتبر الطاقة عموما والمتجددة على وجه الخصوص شرطاً مهماً لتلبية الاحتياجات الأساسية مثل السكن الآمن والصحي والإضاءة الداخلية والخارجية في المساء في المدن والارياف.

الطاقة والهدف الثاني عشر: ضمان أنماط الاستهلاك والإنتاج المستدامة

تعد الطاقة أمرا ضروريا للحد من فقد الأغذية على طول سلاسل الإمداد بالأغذية والقيمة عن طريق التخزين البارد والتجفيف وما إلى ذلك. كما أن استخدام الالواح الشمسية في الزراعة سيحسن من نمط الاستهلاك بسبب أن معظم الانشطة الزراعية وخاصة الضخ تحدث خلال النهار.

الطاقة والهدف الثالث عشر: مكافحة تغير المناخ وآثاره:

ان الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة هي مفتاح مكافحة تغير المناخ. وان تلوث البيئة هو السبب الرئيسي وراء تغيرات المناخ حيث يعد استخدام الوقود الأحفوري المصدر الرئيسي لثاني أكسيد الكربون CO_2، والذي يمثل ثلث جميع انبعاثات الغازات الدفيئة العالمية وهو ناتج من حرق الوقود الصلب لاحتياجات الطاقة المنزلية.

الطاقة والهدف الخامس عشر: حماية واستعادة وتشجيع الاستخدام المستدام للنظم الإيكولوجية الأرضية، وإدارة الغابات بشكل مستدام، ومكافحة التصحر، ووقف تدهور الأراضي:

تقلل التقنيات الفعالة مثل المواقد المحسنة للطبخ والتدفئة الضغط على الغابات وبالتالي تساعد في مكافحة إزالة الغابات والتصحر. كما أن استخدام التقنيات الفعالة في الطاقة يقلل من تدهور الأراضي مثل حرق الروث، والذي يمكن استخدامه كسماد بدلا عن الطهي.

الطاقة والهدف السابع عشر: تعزيز وسائل تنفيذ وتنشيط الشراكة العالمية من أجل التنمية المستدامة:

تحتاج الشراكات العالمية إلى وسائل للتواصل وعقد القمم واللقاءات حضورياً واسفيرياً عبر اجهزة الحواسيب المتصلة بالأنترنت وهذه تحتاج بدورها إلى طاقة كهربائية لانجازها.

القسم الثالث: اقتصاديات الطاقة المتجددة في السودان

شكّل انفصال جنوب السودان عن جمهورية السودان نكسات كبيرة في امدادت الطاقة في السودان. فقد خسر السودان 75% من احتياطه من النفط و60% من موارد الطاقة الحيوية، و25 % من إمكاناته من الطاقة الكهرومائية. وشكل هذا التطور الجديد وضعاً بالغ الأهمية فيما يتعلق بإمدادات الطاقة لجميع المصادر الأوليّة؛ نظراً لتضاؤل إنتاج الطاقة من جهة وتزايد عدد السكان من جهة أخرى.

من جانب اخر فقد صنفت الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (إيرينا) في تقريرها للعام 2018 السودان ضمن أفضل الدول الأفريقية التي لديها أكبر قدرة في على إنتاج الطاقات البديلة، كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح، وإن السودان تصل قدرته لإنتاج الطاقات المتجددة لنحو 1793 ميغاوات في العام. (صحيفة الوطن، اغسطس2018، العدد14496، ص7) إلا أن السودان تأخر كثيراً في استغلال هذه المصادر وذلك لعدة أسباب تتعلق بالمعوقات الاقتصادية والسياسة والإدارية. يتناول القسم الثاني من البحث اقتصاديات الطاقة ممثلة في اهم مصادر الطاقة المتجددة في السودان وحجم إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية بالتفصيل، بجانب تعرفة الكهرباء في السودان.

اولاً: مصادر الطاقة المتجددة في السودان:

يتمتع السودان بمصادر عديدة ومتنوعة من الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المائية وطاقة حرارة باطن الأرض وطاقة الكتلة الحيوية، ولكن لم يستفيد السودان من هذه المصادر

المتنوعة والمتوفرة ولم يتم استغلالها على النحو الأمثل لعدة اسباب اقتصادية وسياسية وغيرها.ومن اهم المصادر المتوافرة ما يلي:

1- الطاقة المائية:

تقدر مصادر الطاقة المائية المتاحة في السودان بحوالي 3200 ميقاوات ولم يتم استغلال سوى 50% من هذا المصدر متمثلة في خزانات (مروي – الروصيرص – سنار – خشم القربة-جبل اولياء) أما مصادر الطاقة المائية الصغيرة فتقدر ب 63.3 ميقاوات في كل من قنوات الري بمشروع الجزيرة والمناقل، سنار، ترعة كنانة، مشروع الرهد، منطقة جبل مرة وبعض المناطق في كردفان.

2- الطاقة الشمسية:

يتمتع السودان بطاقة شمسية في حدود ستة كيلوات/ساعة للمتر المربع في اليوم، ولمتوسط فترة سطوع لا تقل عن عشرة ساعات يوميا، وتوضح قراءات هيئة الارصاد الجوية السودانية أن كميات الطاقة الشمسية الكلية والمنتشرة في بعض المدن السودانية تبلغ في المتوسط 2.8(جيجا جول م^2 /سنة) وهي وحدة لحساب وحدة الكتلة الذرية.

تم انشاء أول محطة للطاقة الشمسية في مدينة الفاشر بولاية شمال دارفور، لدعم خطط الدولة الرامية إلى سدّ العجز الحاصل في الطاقة الكهربائية والمساهمة في الحد من الاحتباس الحراري، حيث تسلمت إدارة التوليد الحراري بولاية شمال دارفور رسميا من الشركة السودانية للتوليد المائي والطاقات المتجددة وشركة "توب قير"، محطة كهرباء "الفاشر" الجديدة التي تم إنشاؤها لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية بطاقة تقدر بـ 5 ميغاوات، كأول محطة من نوعها في السودان. بدأ العمل بالمحطة منذ شهر مايو من العام 2018 كأول تجربة من نوعها في السودان. (صحيفة الوطن، مصدر سبق ذكره، 8)

تقدر تكلفة توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بنصف تكلفة التوليد الحراري تقريباً، ويمكنه تحقيق وفورات بنحو 100 مليون دولار سنوياً، ومن واقع الخبرة الدولية، تقع التكلفة الكاملة للطاقة المتجددة حالياً في نطاق 8 سنتات للكيلووات/ ساعة للمنتجين المستقلين من الطاقة الشمسية متوسطي الحجم وأقل من 7 سنتات للكيلووات ساعة للمنتجين المستقلين من طاقة الرياح في المواقع ذات الرياح الجيدة، وهذا هو الحال في مواقع متعددة في السودان حيث تزيد سرعة الرياح على 7 متر/على الثانية. وعندما يتم تمويل هذه التكنولوجيات بمعرفة القطاع العام من خلال الموارد التمويلية الميسرة، عادة ما تكون التكلفة أقل من 6 سنتات للكيلووات ساعة للطاقة الشمسية و 5 سنتات للكيلووات ساعة لطاقة الرياح، لكنها تتطلب موارد مالية حكومية أكبر، وتعتبر تكاليف التوليد هذه جيدة مقارنة بتكاليف التوليد الحدية التي يتحملها السودان والبالغة 14 سنتاً للكيلووات/ ساعة بالتوليد الحراري باستخدام المازوت الثقيل (الفيرنس) والديزل المستوردين، وسيصل الانخفاض في تكلفة التوليد، بافتراض تطوير السودان 400 ميغاوات من الطاقة الشمسية و 150 ميغاوات من إمكانات طاقة الرياح في غضون السنتين المقبلتين، إلى 97 مليون دولار سنوياً بعد سنتين. (موتمر الطاقة العربي العاشر، 2014، ص38)

وذلك وفقاً للجدول التالي

جدول (1) الوفورات في التكاليف نتيجة إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية والرياح

نوع الطاقة	القدرة (ميغاو ت/ساعة)	التوليد (ميغاوات/ساعة)	التكلفة الكلية (بملايين الدولارات)	الوفورات في الوقود (بملايين الدولارات)
الطاقة الشمسية	400	700,800	064، 5	12 98
طاقة الرياح	150	459,900	32,193	64,386
الاجمالي	550	1,160,700	88,257	162,498

المصدر: تقرير البنك الدولي يونيو 2019م

3- طاقة الرياح:

يوجد مقترح لإنتاج طاقة الرياح بمدينة دنقلا لإنتاج 1 ميغاواط وذلك لوجود إمكانية عالية لإنتاج طاقة الرياح خاصة في المناطق الشرقية والشمالية والوسط وترتكز معرفة معلومات الرياح في السودان على القياسات التي أجرتها هيئة الإرصاد الجوية في (53) محطة للإرصاد استخدم في اثنين وعشرون منها تقنية أنبوب الضغط لقياس سرعة الرياح في الساعة وفى المحطات الأخرى استخدم مقياس بوفورت وهو مقياس (سلم) يستخدم لمعرفة سرعة الرياح عند مستوى 10 متر فوق سطح الأرض. كما تتوفر بيانات سرعة الرياح على مدى أكثر من 10 سنوات حيث تجرى القياسات على ارتفاعات (5 – 50) متر، وتقوم هذه المحطات بتسجيل معلومات عن طاقة الرياح بصورة منتظمة تشمل متوسط سرعة الرياح في الساعة واتجاهها، أيضا توفر المحطات معلومات عن تردد توزيع سرعة الرياح الشهري والسنوي بالإضافة إلى متوسط السرعة القصوى للرياح في أوقات حدوث العواصف في مناطق مختلفة من السودان. (البنك الدولي، 2019، ص40)

4- طاقة الحرارة الجوفية :

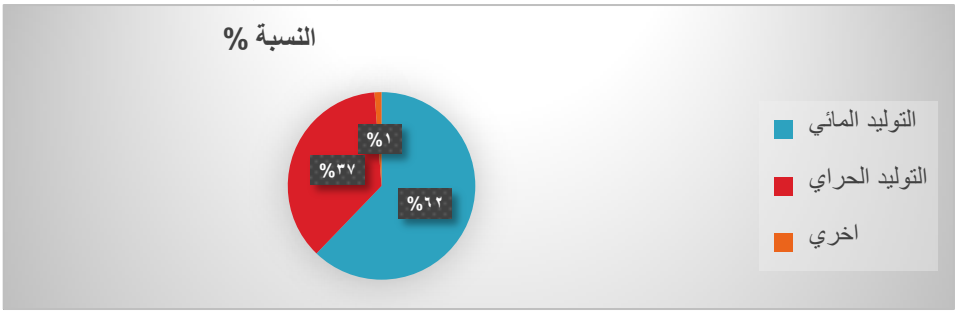
وتعتبر طاقة الحرارة الجوفية من مصادر الطاقة المتجددة التي استخدمت منذ فترة طويلة من خلال استغلال مياه الينابيع الحارة، ويستفاد من هذه الطاقة الحرارية بشكل أساسي في توليد الكهرباء. وقد تم عمل عدة دراسات عن حرارة باطن الأرض في السودان بواسطة الإدارة القومية لشئون الطاقة وبعض الشركات الأجنبية. وقد خلصت الدراسات إلى أن السودان لديه عدد من المناطق التي يمكن أن تكون ملائمة من الناحية الجيولوجية لموارد الحرارة الجوفية والتي يبلغ عددها حوالي 6 مواقع منها منطقة جبل مرة ومرتفعات البحر الأحمر شمال خط عرض 20 شمال. كما أوضحت الدراسات والمسوحات الجيولوجية والجيوفيزيائية وأبحاث النفط عدد من المناطق المحتملة كمصادر لطاقة الحرارة الجوفية والتى تحتاج لمزيد من الدراسات والتقييم وتتمثل في تكوينات البراكين والتراكيب (الإنشقاقات) الجيولوجية النشطة. (موتمر الطاقة العربي العاشر، مرجع سبق ذكره، ص40)

يمكن لشبكة الكهرباء السودانية استيعاب كمية كبيرة من سعة التوليد من الطاقة المتجددة على المدى القصير. ومن المستبعد أن يؤدي استخدام توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح إلى خلل في استقرار الشبكة على المدى القصير. وتعتمد قدرة الشبكة على استيعاب التوليد من الطاقة المتجددة تحديداً على السعة المتوفرة لتخزين الطاقة، والتي تعتبر مضمونة في السودان من خلال محطات الطاقة الكهرومائية التي تشتمل على قدرة تخزينية اعلي.

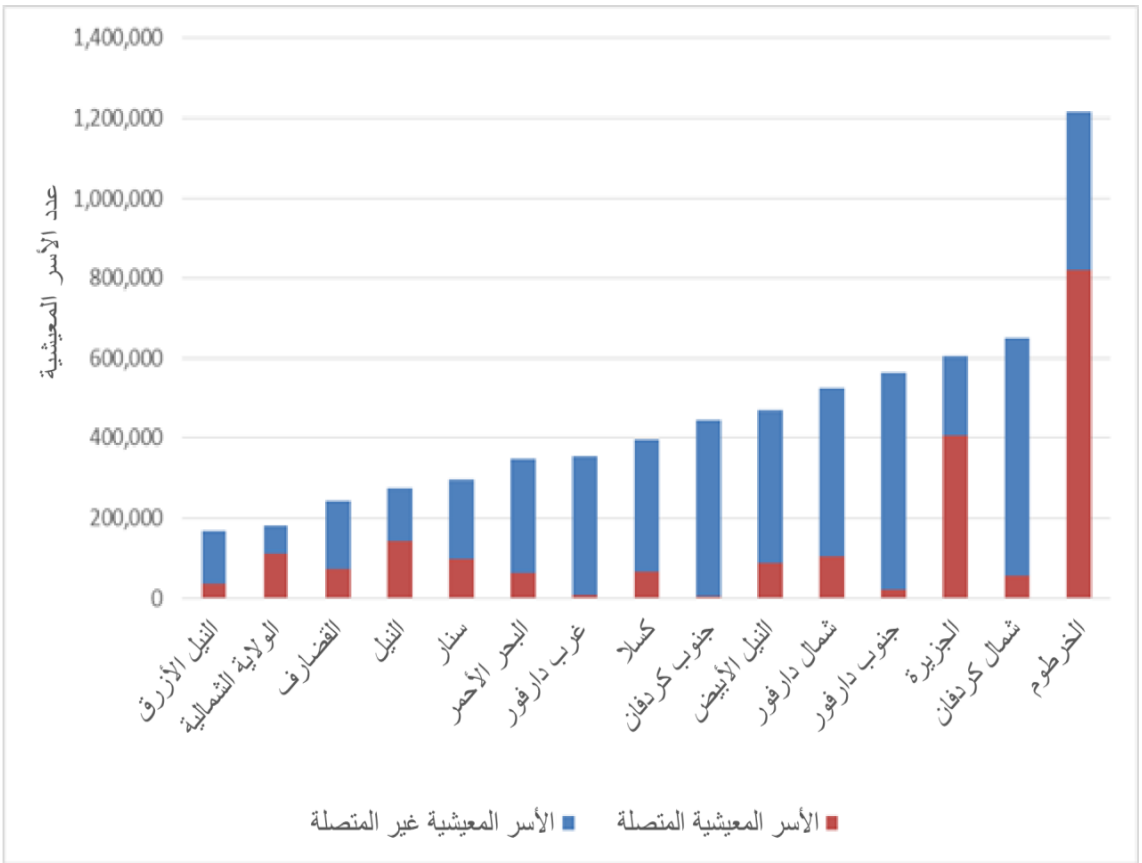
ثانياً- إنتاج الطاقة الكهربائية في السودان:

يمتع السودان بقدر كبير من موارد الطاقة المتجددة، وتعتبر الطاقة الكهرومائية المورد الوحيد المتجدد

الذي استخدم بشكل كبير في توليد الكهرباء في السودان حيث يمثل إنتاج التوليد المائي نسبة 62.2% من جملة إنتاج الكهرباء في السودان، يلية التوليد الحراري الذي ارتفعت ممساهمته في الإنتاج حتي عام 2018 نتيجة للاستثمارات الحديثة في التوليد الحراري.ثم انخفضت النسبة بعد ذلك نتيجة لمشاكل الوقود والصيانة التي ادت إلى تراجع الإنتاج من المحطات الحرارية إلى أن وصلت نسبة 36.2% عام 2020م.



(الملحق رقم 2) توجد محطات حرارية خارج الشبكة القومية تعمل على زيادة الامداد في المناطق التي لا تصلها الشبكة القومية وهي تساهم بنسبة مقدرة في الإنتاج مثل (الفاشر 31.0 - نيالا 32.0 - الجنينة 10.0- كادوقلي 8.0- النهود 8.4 - الضعين 7.5 -زالنجي 2.6 ميغاواط) ومن المتوقع أن تواصل ارتفاعها لأن معظم محطات التوليد تحت الإعداد محطات حرارية مثل: (قري3 561.0 -بورتسودان 376.0 - دارفور 150.0 - تطوير قري 240.0- تطوير بورتسودان 1,175.0 - الباقير 350.0 - الفولة 450.0 - البحر الأحمر 1,000.0 - بحرى الحرارية (شمال الخرطوم) 350.0ميغاواط) (الملحق رقم 1)



الشكل يوضح التغطية الكلية للشبكة القومية حسب ولايات السودان

ثالثاً- استهلاك الطاقة الكهربائية في السودان:

ساهم مستوى تعرفة أسعار الكهرباء المنخفض في إرتفاع مستوى الاستهلاك، ويعتبر متوسط تعرفة الكهرباء في السودان الأقل في أفريقيا جنوب الصحراء ومن بين الأقل في أفريقيا بأسرها.

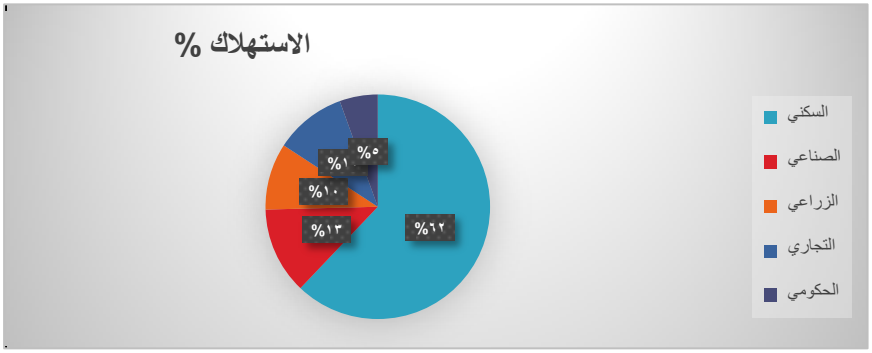
بلغ متوسط تعرفة التجزئة في السودان 0.35جنيه سوداني للكيلوواط ساعة أو 1.5سنت للكيلوواط ساعة في عام 2017. وقد زيدت التعرفة المفروضة على منشآت الأعمال وكبار المستهلكين الذين يتجاوز استهلاكهم 400كيلوواط شهرياً بنسبة 88% عام 2018م، لكن متوسط التعرفة ما زال اقل بكثير من تكلفة الامداد ويظل منخفضاً بالمعايير الدولية. (البنك الدولي، 2019، ص40) والسبب في ذلك هو انخفاض قيمة الجنيه السوداني وتاكل العملة بسبب ارتفاع سعر الدولار.

يمكن تناول استهلاك الطاقة الكهربائية حسب القطاعات، وكذلك متوسط نصيب الفرد من استهلاك الطاقة الكهربائية، وذلك لتوافر المعلومات حول الطاقة الكهربائية، وذلك على النحو التالي:

1- استهلاك الطاقة الكهربائية في السودان حسب القطاعات:

تعد الكهرباء أكثر مصادر الطاقة استخداما في عصرنا الحالي، فهي التي تدير الآلات في المصانع والمزارع، وهي التي تستخدم في الاضاءة وإدارة جميع الأجهزة المنزلية. ويوزع استهلاك الطاقة الكهربائية حسب تقسيمات بنك السودان إلى الاستهلاك السكني والصناعي والزراعي والحكومي ثم الموحد (يشمل القطاع التجاري والحمولة الخفيفة).

يمثل استهلاك القطاع السكني اعلي نسبة لاستهلاك الطاقة الكهربائية بنسبة (62.1%) يلية القطاع الصناعي بنسبة (12.5%) ثم القطاع الزراعي بنسبة (9.6%). وهذه النسب توضح بجلاء ضعف مساهمة الطاقة في تطوير الانشطة الإنتاجية الاقتصادية الرئيسية مما ينعكس سلباً على تراجع أداء هذه القطاعات وكذلك مساهمتها في اجمالي الناتج المحلي. (انظر الملحق رقم 3) الذي يوضح استهلاك الطاقة الكهربائية حسب القطاعات.

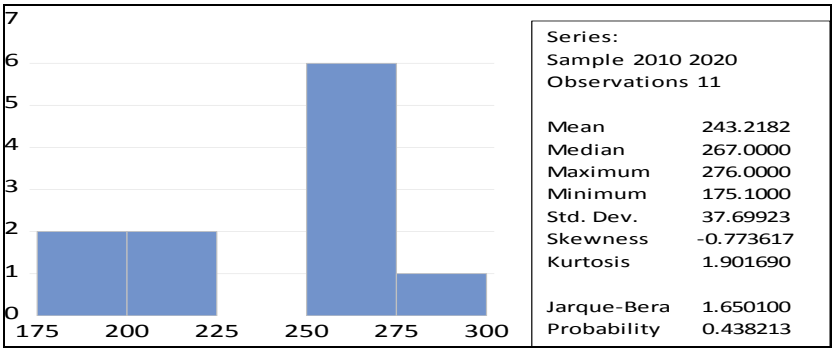


2- استهلاك الفرد من الطاقة الكهربائية في السودان:

بلغ متوسط نصيب الفرد من استهلاك الطاقة الكهربائية 2010-2020 (243 كيلوات/ساعة)، واعلي استهلاك بلغ (276.0) كيلو وات ساعة في العام 2020م مقارنة ب (175.1)كيلو وات ساعة في العام 2010م، بينما كانت نسبة وصول الكهرباء إلى السكان نسبة (54.0%) في العام 2020م مقارنه ب (38.0%) في العام 2010م، تشير الارقام إلى تحسن في استهلاك الفرد وتحسن في التغطية خلال فترة الدراسة.(انظر الملحق 4).

الزيادة في الاستهلاك تمثلت في الزيادة الطبيعية لاستخدمات الزبائن (خاصة القطاع السكني في الصيف) وليست توصيلات جديدة لزبائن جدد؛ مما ادي إلى ارتفاع الاستهلاك الكلي بشكل كبير ووجود فجوة بين الاستهلاك (3500 قيقا وات في الساعة) الإنتاج (2500 قيقا وات في الساعة) تقدر بحوالي (1000قيقاوات في الساعة) في اغسطس 2021م.مما انعكس سلباً على الامداد وادي إلى برمجة القطوعات الحالية.

التحليل الاحصائي الوصفى لمتوسط نصيب الفرد من استهلاط الطاقة الكهربائية



المصدر: إعداد الباحثه من نتائج التحليل باستخدام برنامج Views12 .E

بلغ متوسط نصيب الفرد من استهلاك الطاقة الكهربائية خلال فترة الدراسة (2010-2020) (234) بانحراف معياري (37.6) وبحد أعلى مقداره (276) وذلك في عام2020 ، وحد ادني مقداره (175.1) وذلك في عام 2010، كما ويدل اختبار الالتواء على أن بيانات سلسلة متغير متوسط نصيب الفرد من استهلاك الطاقة الكهربائية تتوزع توزيع طبيعي (حيث بلغت قيمة معامل الالتواء (0.77-) كما تم التحقق من شرط التوزيع الطبيعي باستخدام اختبار (Jarque-Bera) وكانت النتائج تشير إلى أن قيمة الاختبار بلغت (1.650) بقيمة احتمالية (0.438) وهى اكبر من مستوى الدلالة 5%

رابعاً- تعرفة الكهرباء في السودان:

تعتبر أسعار الكهرباء في السودان هي التعرفة الأقل في أفريقيا جنوب الصحراء، بمعدل يقل عن 1 سنت للكيلوواط ساعة. ونتيجة لانخفاض التعرفة؛ شهد الطلب على الكهرباء نموا بنسبة 11% سنوياً منذ عام 2013م. وتستهلك الأسر المعيشية (HH)السودانية الموصلة بالشبكة القومية كمية أكبر بكثير من الكهرباء من نظيراتها في المنطقة؛ نتيجة لذلك يقوم القطاع على زيادة الإنفاق على وقود التوليد الحراري والاستثمارات الرأسمالية لتلبية هذا الطلب. وتقدم الحكومة الدعم المالي للقطاع لتغطية تكلفة الوقود والاستثمارات الرأسمالية وقدر هذا الدعم في العام المالي 2021م (850 مليون دولار). من ناحية عملية فان الدعم المالي لا يصل إلى مستحقيه من الفقراء نتيجة محدودية حصولهم على توصيل الكهرباء، حيث أن معظم الاسر الفقيرة خارج الشبكة القومية للكهرباء في المناطق الريفية والمدان النائية في كردفان ودارفور، بينما تتوفر إمكانية الحصول على الكهرباء للشرائح الحضرية والثرية نسبياً من السكان، وهي التي تستفيد من امداد الشبكة القومية.

وقد عمل القطاع على توصيل عدد كبير من الزبائن بالشبكة القومية، لكن النمو السكاني يؤدي بدرجة كبيرة إلى التقليل من أثر زيادة إمكانية الحصول على توصيل الكهرباء. ومن الأرجح أن تشهد تكاليف القطاع زيادة مطردة في السنوات المقبلة، وقد تؤدى إلى أزمة في الكهرباء. وستواصل تكاليف القطاع زيادتها نتيجة استخدام الوقود المستورد والاستثمارات الرأسمالية اللازمة لتلبية الطلب المتزايد. وتتطلب هذه التكاليف الدفع بالدولار، وهو ما سيكون باهظاً جداً في ظل انخفاض تكلفة العملة، وفي ظل استمرار الأزمة الاقتصادية والقيود المشددة على إمكانية حصول الحكومة السودانية على التمويل الخارجي، من فإنه من المخاطرة أن تتحمل الحكومة السودانية مواصلة تقديم ال مستوى الحالي من الدعم المالي للوقود والاستثمارات الرأسمالية. وسيؤدي هذا إلى نقص في الوقود ويحد من التوليد الحراري، مما يسفر عن تدهور جودة خدمة الكهرباء مع قطع التيار لتخفيض الأحمال بشكل متكرر ولفترات طويلة. (البنك الدولي، المصدر السابق، ص42)

من الجدول ادناه يلاحظ أن نصف المستخدمين السكنيين يندرجون في فئة التعريفة الاجتماعية لاستهلاك

الكهرباء. كما تشير البيانات ايضاً أن نسبة 1% الأكثر استهلاكاً من المستخدمين تشكل أكثر من ربع استهلاك الكهرباء.

الجدول (2) النسبة المئوية للأسر المعيشية والكمية المستهلكة بالكيلوواط ساعة حسب الشريحة الاستهلاكية

الشريحة الاستهلاكية	الأسر المعيشية%	للكمية المستهلكة بالكيلوواط ساعة%
سكني (200–0كيلوواط ساعة)	46	21
سكني (400-201كيلوواط ساعة)	46	36
سكني (600-401كيلوواط ساعة)	5	8
سكني (800-601كيلوواط ساعة)	1	5
سكني (1,500-801كيلوواط ساعة)	1	4
سكني (1,501كيلوواط ساعة فأكثر)	1	26

المصدر :المسح الوطني لميزانية الأسر المعيشية والفقر عام2014م

يعد السودان في المحصلة مستوردا لمنتجات الوقود، وإن سعة الإنتاج والتصفية المحلية الحالية لا تكفي لتلبية الطلب المحلي؛ لذلك يستورد كمية كبيرة من المنتجات النفطية من السوق العالمية لتلبية احتياجات توليد الطاقة الكهربائية، حيث استهلك السودان حوالي5.1 مليون طن من المنتجات النفطية في عام 2016، منها حوالي 40% للتوليد الحراري للكهرباء و17% للنقل. ومن المرجح أن يكون نصيب الكهرباء من استهلاك المنتجات النفطية قد ازداد في الاعوام الاخيرة من الدراسة نتيجة لزيادة توليد الكهرباء من المحطات الحرارية. كل ذلك ينعكس على فاتورة الاستيراد الاجمالية وعلى تكلفة التشغيل للمحطات الحرارية، وعدم استدامة الامداد الكهربائي لجميع الانشطة الاقتصادية.

القسم الرابع: الطاقة والنمو والتنمية المستدامة في السودان

يتناول القسم الرابع مؤشرات استدامة الطاقة في السودان ومقارنتها مع بعض الدول المجاورة، بالإضافة إلى تناول علاقة استهلاك الطاقة الكهربائية بالنمو الاقتصادي خلال فترة البحث وذلك على النحو التالي:

اولاً- مؤشرات استدامة الطاقة:

يقاس تحقيق هدف الطاقة من خلال عدة طرق بحسب الأمم المتحدة وهي كما يلي:

1- النسبة المئوية للسكان الذين يحصلون على الكهرباء
2- نسبة السكان الذين يعتمدون بشكل أساسي على الوقود النظيف والتكنولوجيا
3- حصة الطاقة المتجددة في إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة
4- كثافة الطاقة وتقاس من حيث الطاقة الأولية إلى الناتج المحلي الإجمالي
5- الاستثمارات في كفاءة استخدام الطاقة كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي ومقدار الاستثمار الأجنبي المباشر في التحويل المالي للبنية التحتية والتكنولوجيا إلى خدمات التنمية المستدامة

1. تضم مؤشرات الطاقة المستدامة عدة محاور وهي بدورها تضم مؤشرات فرعية والمؤشرات الواردة في أي محور من محاور استدامة الطاقة له قيمة بين 0 -100 واوزان متساوية داخل المحور بغرض الوصول لقيمة محددة لكل محور، بلغت قيمة المؤشر الاجمالية للسودان30، وهي قيمة ضعيفة للغاية مقارنة ببقية الدول في المحيط العربي والاقليمي (انظر الجدول رقم3). وتتمثل محاور استدامة الطاقة في الاتي: (البنك الدولي

المصدر السابق، ص43).

المحور الأول: الوصول للكهرباء (Electricity Access) وله مؤشرات فرعية وهي: خطة تغطية الكهرباء، والنطاق الرسمي المجاز لخطة الكهرباء، والإطار العام لشبكة الكهرباء، الإطار العام للشبكات الفرعية، الإطار العام للنظام الكهربائي الأحادي، قدرة المستهلكين على شراء الكهرباء، والشفافية والمتابعة للكهرباء واخيراً المنافع ذات القيمة. بلغت القيمة الاجمالية لقيمة هذا المحور 56وهي نسبة متواضعة جدا توضح بجلاء النقص الحاد في الوصول للكهرباء.

المحور الثاني: الطبخ النظيف (Clean cooking) وتتمثل مؤشراته الفرعية على النحو التالي: التخطيط، ونطاق التخطيط، والمعايير والعلامات، والحوافز والصفات. بلغت القيمة الاجمالية لقيمة هذا المحور 26 وهي نسبة متواضعة جدا توضح بجلاء صعوبة الحصول على طاقة الطبخ النظيف.

المحور الثالث: الطاقة المتجددة (Renewable Energy) وتتمثل مؤشراته الفرعية في الاتي: الإطار القانوني للطاقة المتجددة، والتخطيط للتوسع في الطاقات المتجددة، والحوافز والاطار الرقابي للطاقات المتجددة، وصفات الحوافز المالية والرقابية، وترابط الشبكة واستخداماتها، ومخاطر الطرف المقابل، واخيراً المتابعة والتسعير للكربون. بلغت القيمة الاجمالية لقيمة هذا المحور 25 وهي نسبة متواضعة جدا لمحور الطاقة المتجددة.

المحور الرابع: كفاءة الطاقة (Energy Efficiency) وتتمثل مؤشرات هذا المحور في الاتي: الخطة القومية لكفاءة الطاقة، ومؤسسات كفاءة الطاقة، والحوافز والمنهجيات، المستخدمين النهائيين في القطاعين الصناعي والتجاري، والية تمويل تحقيق كفاءة الطاقة، والمعايير الدنيا لأداء استدامة الطاقة، ونظم بطاقات الطاقة، واخيراً تسعير ومراقبة انبعاثات الكربون. بلغت القيمة الاجمالية لقيمة هذا المحور 12 وهي نسبة متدنية جدا لمحور كفاءة الطاقة.

جدول (3) مؤشرات استدامة الطاقة في السودان مقارنة بعض الدول للعام 2021

المؤشر/الدولة	السودان	تشاد	افريقيا الوسطي	مصر	أثيوبيا	جنوب السودان	السعودية	الامارات
المؤشر الكلي	30	40	14	79	55	7	66	84
الوصول للكهرباء Electricity Access	56	24	22	100	78	8	100	100
الطبخ النظيف Clean cooking	26	15	0	N.A	69	8	N.A	N.A
الطاقة المتجددة Renewable Energy	25	77	21	77	43	9	39	78
كفاءة الطاقة nergy Efficiency	12	42	13	60	29	2	59	74

المصدر: https: //rise.esmap.org/

ثانياً: العلاقة بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي في السودان:

يعتبر قطاع الطاقة مفتاح التنمية الاقتصادية، حيث توجد علاقة قوية بين النمو الاقتصادي والتوسع في استهلاك الطاقة، واستخدمت مؤشرات مثل (GDP) الناتج المحلى الإجمالي و GDP per capitaمتوسط الدخل،

كمؤشرات للتنمية الاقتصادية لعدة عقود. وتعتمد التنمية المستدامة على توافر خدمات الطاقة سواء لرفع وتحسين الإنتاجية أو للمساعدة على زيادة الدخل المحلي من خلال تحسين فرص العمل خارج القطاع التقليدي، ومن المعلوم أنه بدون الوصول إلى خدمات طاقة ومصادر وقود حديثة يصبح توفر فرص العمل وزيادة الإنتاجية وبالتالي الفرص الاقتصادية والاستثمارية محدود جداً.

يمكن استعراض وتحليل العلاقة بين الطاقة والنمو الاقتصادي في السودان من خلال تناول استهلاك الطاقة الكهربائية ممثلة في متوسط نصيب الفرد من الطاقة الكهربائية، وكذلك تناول النمو الاقتصادي مقاساً بمتوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الاجمالي، ومعرفة العلاقة السببية بين المتغيرين خلال فترة الدراسة.

1- منهجية التحليل:

يشتمل المحور على المنهجية والأسلوب القياسي والنتائج التي تم الوصول اليها من خلال تطبيق الاساليب القياسية على بيانات الدراسة ومن ثم تحليلها اقتصاديا" واحصائيا" وقياسيا" وتتمثل هذه الاساليب في تحليل نماذج انحدار السلاسل الزمنية المتكاملة وذلك من خلال دراسة جذر الوحدة للسلاسل الزمنية لمتغيرات الدراسة لتحديد درجة سكونها (تكاملها) ومن ثم تحليل التكامل المشترك للتحقق من وجود علاقة تكاملية طويلة الأجل بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع، ومن ثم تقدير هذه العلاقة طويلة وقصيرة الأجل باستخدام منهجية (ARDL).

أ- توصيف النموذج:

يتضمن النموذج القياسي والذي يهدف إلى التعرف على العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي في السودان خلال الفترة (2010-2020) على عدد من المتغيرات الاقتصادية يعبر عنها بدالة رياضية يتم تحديدها من خلال الأدبيات متمثلة في النظرية الاقتصادية والدراسات التطبيقية وتشتمل هذه الخطوة على مايلى:

ب- تحديد المتغيرات:

اعتمدت الدراسة في تحديد متغيرات النموذج القياسي على مصادر النظرية الاقتصادية والمعلومات المتاحة عن دراسات قياسية سابقة، وبما أن الدراسة تهدف إلى قياس العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي، لذلك فأن المتغيرات تتمثل في استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي وتم استخدام المقاييس التالية:

أ. متوسط نصيب الفرد من استهلاك الطاقة الكهربائية (PEC).

ب. متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلى الإجمالي(PGDP)

ج- اختبار النموذج: -

اعتمدت الدراسة على مجموعة متنوعة من أساليب التحليل القياسي المتقدمة لاختبار العلاقة بين استهلاك الكهرباء والنمو الاقتصادي في السودان تتثمل في كل من اختبارات جذر الوحدة (Uint root tests) ومنهجية اختبار الحدود للتكامل المشترك من خلال نموذج الانحدار الذاتي ذو الفجوات الزمنية الموزعة (ARDL) والتي تم تقديمها بواسطة Pesaran and shin(2001) ويتم في هذه المنهجية دمج نماذج الانحدار الذاتي ونماذج فترات الابطاء الموزعة في نموذج واحد وبالتالي تكون السلاسل الزمنية دالة في ابطاء قيمها وقيم المتغيرات المستقلة الحالية وابطائها وتمتاز منهجية ARDL بالعديد من المزايا من أهمها:

1. إمكانية أن تجمع متغيرات ذات أكثر من مستوى من الاستقرار مثل I(0) و(1)I، ولا يشترط أن تكون جميعاً مستقرة عند نفس المستوى ويشترط ايضا أن لا تكون السلاسل الزمنية للمتغيرات متكاملة من الدرجة

الثانية ((I(2)) أو رتبة اعلي.

2. نستطيع من خلال منهجية ARDLتحديد العلاقة التكاملية للمتغير التابع مع المتغيرات المستقلة في المدى القصير والطويل (Short run and Long run)، بالإضافة إلى تحديد حجم تأثير كل من المتغيرات المستقلة على المتغير التابع.
3. المقدرات الناتجة عن هذا النموذج تتصف بخاصية عدم التحيز والكفاءة، فضلا" عن انه يساعد على التخلص من المشكلات المتعلقة بحذف المتغيرات ومشكلات الارتباط الذاتي لذلك تم استخدام منهجية (ARDL) باعتبارها من أكثر النماذج الملائمة مع حجم المشاهدات المستخدم في الدراسة والبالغ عددها(11) مشاهدة ممتدة من عام (2010-2020) تم الحصول عليها من بنك السودان المركزي والبنك لدولى، بالاضافة إلى ذلك فأن الدراسة اعتمدت على نموذج تصحيح الخطأ (ECM) لتحديد العلاقة الديناميكية القصيرة والطويلة الأجل واختبارات (Granger Cousality) للسببية.

كما اعتمدت الدراسة على استخدام الصيغة اللوغارتمية بهدف الحصول على مرونات المتغيرات المستقلة بالاضافة إلى أنها تقلل من تشتت البيانات لذلك تم اخذ اللوغاريتم الطبيعى لجميع متغيرات النموذج وبذلك تصبح الصيغة النهائية للنموذج المراد تقديرها على النحو التالي: -

$$\Delta logGR = c + \sum_{i=1}^{P} g\,\Delta loggr_{i-1} + \sum_{i=0}^{q} \delta_i\,\Delta logEC_{i-1} + \psi ECT_{t-1} + U_t \quad (1)$$

$$\Delta logEC = c + \sum_{i=1}^{P} g\,\Delta logEC_{i-1} + \sum_{i=0}^{q} \delta_i\,\Delta logGR_{i-1} + \psi ECT_{t-1} + U_t \quad (2)$$

2- نتائج اختبار النموذج:

التطبيق العملي لمنهجية (ARDL) تتضمن ثلاثة خطوات تتمثل في تحديد رتبة التكامل للمتغيرات محل الدراسة باستخدام اختبارات جزر الوحدة، واختبار وجود علاقة تكاملية باستخدام اختبار الحدود (Bounds Testing Approach) واخيرا" تقدير (ARDL) للحصول على معاملات المدى القصير والطويل. وفيما يلى مناقشة لنتائج تحليل نموذج الدراسة:

أ- اختبار استقرار بيانات السلاسل الزمنية (اختبارات جذر الوحدة)

يهدف اختبار جزر الوحدة إلى فحص خواص السلاسل الزمنية لجميع المتغيرات بالنموذج خلال فترة الدراسة والتأكد من مدى سكونها وتحديد رتبة تكامل كل متغير على حدة حيث يعد شرط السكون شرطا" اساسيا من شروط تحليل السلاسل الزمنية للوصول إلى نتائج سليمة ومنطقية.

وعلى الرغم من تعدد اختبارات جذر الوحدة فأن الدراسة سوف تعتمد على تطبيق اختبار ديكي فولر الموسع(ADF) Augmented Dicky Fuller (ADF). والملحق(5) يوضح نتائج اختبار(ADF) لمتغيرات الدراسة خلال الفترة (2010-2020)، حيث اتضح أن متغير (النمو الاقتصادي(PGDP)) مستقر في مستواه عند مستوى دلالة معنوية 5%، مما يعنى أنه متكامل من الدرجة (صفر) I(0) بينما نجد أن متغير (استهلاك الطاقة الكهربائية(PEC)) غير ساكن في مستواه ولذلك تم اعادة اجراء اختبارات جذر الوحدة مرة اخرى فكانت النتائج تشير لوجود سكون بعد الفروق الاولى عند مستوى معنوية 5% وهذا يعنى أن السلسلة الزمنية لهذا المتغير متكاملة من الرتبة الاولى(1) وهذه يعتبر مؤشر جيد لفاعلية استخدام اختبار الحدود للتكامل المشترك بين السلاسل الزمنية.

ب- اختبار فترة الابطاء المثلى للفروق:

بما أن نموذج (ARDL) يعتبر حساس جدا للفجوات الزمنية ولذلك تم تحديد فترة الابطاء المثلى للمتغيرات في نموذج الدراسة باستخدام متجه انحدار ذاتي غير مقيد Autoregerssive Model Unrestricted vector من خلال استخدام خمسة معايير مختلفة لتحديد الفترة وهي:

- معيار خطأ التنبؤ النهائى(FPE) -معيار معلومات أكيكلى(AIC) -معيار معلومات شوارز(SC)
- معيار معلومات حنان كوين(H-Q) -معيار نسبة الأمكان الأعظم(LR).

ووفقا" لهذه المعايير يتم اختيار فترة الابطاء المثلى التي تمتلك لأقل قيمة والتى اجمعت عليه معظم المعايير، ويوضح الملحق (6) نتائج اختيار فترة الابطاء المثلى لمتغيرات الدراسة. والذي اجمعت علية معظم المعايير المستخدمة، ويمتلك أقل القيم للمعايير هي(2) فترة ابطاء وهي التي يتم استخدامها في تقدير العلاقة بين استهلاك الطاقة الكهربائية (**PEC**) والنمو الاقتصادي(**PGDP**).

3- تحليل العلاقة السببية بين متغيرات الدراسة:

أ- تحديد اتجاه العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي

يشير فردمان Freedman (1997) إلى أن تحليل الانحدار يوفر طرق مفيدة في تلخيص البيانات وعمل التنبؤات اللازمة، ولكنه غير قادر لوحده على اكتشاف العلاقة السببية واتجاهها، ولذلك سنقوم بفحص السببية من أجل معرفة قوة واتجاه العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي. ويشير جرانجر إلى أن وجود تكامل مشترك بين متغيرين أو أكثر يعنى وجود علاقة سببية بينها في اتجاه واحد على الأقل، ولذلك سوف تعتمد الدراسة اختبار فحص جرانجر للسببية في استقصاء العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي وفقاً للفرضيتين الاتيتين:

فرض العدم الأول: لا يوجد علاقة سببية من استهلاك الطاقة الكهربائية إلى النمو الاقتصادي. فرض العدم الثاني: لا يوجد علاقة سببية من النمو الاقتصادي إلى استهلاك الطاقة الكهربائية. في حال كانت المتغيرات مستقرة عند المستوى بحيث لا يمكن تطبيق اختبار التكامل المشترك بينها، يتم تحديد وجود علاقة سببية من عدمها باستخدام اختبار (F) في حالة فحص السببية الثنائية لجرانجر أي من خلال مقارنة القيمة المحسوبة ل (F) مع القيمة الحرجة، وكالعادة نرفض الفرضية الصفرية عن وجود علاقة سببية من متغير (X) إلى متغير (Y) اذا كانت قيمة (F) المحسوبة اكبر من قيمة (F) الحرجة. أما اذا كان هناك تكامل مشترك بين المتغيرات المتكاملة من نفس الدرجة (1)فيتم فحص السببية من خلال نموذج تصحيح الخطأ (VEC Granger Causality) أى من خلال مقارنة القيمة المحسوبة ل(Chi-square) مع القيمة الحرجة، وكالعادة نرفض الفرضية الصفرية وجود علاقة سببية من المتغير (X) إلى المتغير (Y) اذا كانت قيمة (Chi-square) المحسوبة أكبر من قيمة (Chi-square) الحرجة. وبما أن هناك تكامل مشترك بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي كما تم ايضاحه سابقا"، لذلك سنقوم باختبار اتجاه العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي في المدى القصير والمدى الطويل وذلك باستخدام فحص جرانجر للسببية عن طريق نموذج تصحيح الخطأ، وبما أن هناك تكاملا" مشتركا" بين متغيرات الدراسة يعنى أن هناك ثلاثة احتمالات للعلاقة السببية

- أما أن تكون العلاقة من استهلاك الطاقة الكهربائية باتجاه النمو الاقتصادي.
- او أن تكون العلاقة من النمو الاقتصادي باتجاه استهلاك الطاقة الكهربائية.
- أو بكلا الاتجاهين أى من استهلاك الطاقة الكهربائية إلى النمو الاقتصادي ومن النمو الاقتصادي إلى

استهلاك الطاقة الكهربائية.

أن العلاقة السببية في المدى القصير يمكن تحديدها عن طريق معنوية معامل تصحيح الخطأ، فوجود دلالة احصائية لمعامل تصحيح الخطأ يعنى أن هناك علاقة سببية من المتغيرات المستقلة إلى المتغير التابع.

أما المدى الطويل فيمكن تحديد العلاقة السببية من خلال اختبار الحدود للتكامل المشترك من خلال منهجية ARDL. وفيما يلي نتائج اختبار العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي في كل من المدى القصير والطويل:

اولاً: تحديد اتجاه العلاقة بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي في المدى الطويل:

تستخدم منهجية التكامل المشترك لمعرفة العلاقة التوازنية بين المتغيرات في المدى الطويل، وبما أن اختبارات جذر الوحدة اوضحت بأن متغيرات الدراسة متكاملة من الرتبة((I(0) لمتغير النمو الاقتصادي(PGDP) والرتبة ((I(1) لمتغير استهلاك الطاقة الكهربائية (PEC) ولذلك فأن منهجية الحدود للتكامل المشترك (Bounds Testing Approach) تعتبر مناسبة لاختبار مدى تحقق التكامل المشترك بين هذه المتغيرات في اطار نموذج (ARDL)، حيت يتم في هذا الاختبار حساب احصاء (F) لاختبار فرضية العدم(H0) والتي تنص على أن جميع المتغيرات التوضيحية المتباطئة لفترة واحدة مساوية للصفر اى أن(H0: B0=B1=B2=B3=B4=0)(عدم وجود تكامل مشترك بين المتغيرات) مقابل الفرضية البديلة(H1) والتى تنص على أن معلمات المتغيرات التوضيحية المتباطئة لفترة زمنية واحدة لا تساوى الصفر أى أن(H1: B0=B1=B2=B3=B4±0)(وجود تكامل مشترك).

وبعد استخراج قيمة احصاء (F) تتم مقارنتها بقيمة (F) الجدولية المحسوبة من قبل (Pesaran et.2001) ونظرا لان اختبار(F) له توزيع غير معياري فأن هناك قيمتين حرجتين للاختبار، الاولى قيمة الحد الادنى وتفترض أن كل المتغيرات ساكنة في قيمها الاصلية بمعنى انها متكاملة من الرتبة صفر ((I(0) والثانية قيمة الحد الأعلى وتفترض أن كل المتغيرات ساكنة في فرقها الأول بمعنى انها متكاملة من الرتبة واحد صحيح((I(1). فاذا كانت قيمة احصاء(F) المحسوبة أكبر من الحد الاعلى لقيمة (F) الجدولية يتم رفض فرض العدم وقبول الفرضية البديلة التي تنص على وجود علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات. اما إذا كانت قيمة احصاء(F) المحسوبة اقل من الحد الادنى لقيمة (F) الجدولية يتم قبول فرض العدم أى عدم وجود تكامل مشترك بين المتغيرات. اما إذا كانت قيمة احصاء (F) تقع بين الحدين الاعلى والادنى فأن النتائج تكون غير محسومة وبمعنى ذلك عدم القدرة على اتخاذ قرار لتحديد ما إذا كان هناك تكامل مشترك بين المتغيرات من عدمه. وللتحقق من مدى وجود علاقة تكاملية طويلة الأجل بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي تم تقدير احصاء (F) من خلال اختبار الحدود.

1- اختبار التكامل المشترك بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي:

ويتضح من نتائج التقدير (الملحق 7) وبالنظر إلى قيمة إحصاء F تحت العمود Value نجدها بلغت (5.922) وبمقارنتها بالقيمة الحرجة عند مستوى معنوية 5% يتضح أنها أكبر من الحد الأعلى من جدول critical value Boundsوالبالغة (4.16) وبالرجوع إلى قاعدة اتخاذ القرار يتم رفض فرض العدم القائل بعدم وجود تكامل مشترك وقبول الفرض البديل القائل بوجود تكامل مشترك وأن هنالك علاقة توازنية طويلة الأجل تتجة من استهلاك الطاقة الكهربائية إلى النمو الاقتصادي.

2- اختبار التكامل المشترك بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة الكهربائية

ويتضح من نتائج التقدير (الملحق 8) وبالنظر إلى قيمة إحصاء F تحت العمود Value نجدها بلغت (7.892) وبمقارنتها بالقيمة الحرجة عند مستوى معنوية 5% يتضح أنها أكبر من الحد الأعلى من جدول critical

value Boundsوالبالغة (4.16) وبالرجوع إلى قاعدة اتخاذ القرار يتم رفض فرض العدم القائل بعدم وجود تكامل مشترك وقبول الفرض البديل القائل بوجود تكامل مشترك وأن هنالك علاقة توازنية طويلة الأجل تتجه من النمو الاقتصادي إلى استهلاك الطاقة الكهربائية.

ونخلص من نتائج التحليل في المدى الطويل إلى وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي في السودان.

ثانياً: تحديد اتجاه العلاقة بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي في المدى القصير:

يتم اختبار العلاقة السببية في المدى القصير بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي عن طريق معنوية معامل تصحيح الخطأ، فوجود دلالة احصائية لمعامل تصحيح الخطأ يعنى أن هناك علاقة سببية من المتغير المستقل إلى المتغير التابع وفيما يلى نتائج اختبار العلاقة السببية في الأجل القصير:

1- اتجاه العلاقة من استهلاك الطاقة الكهربائية إلى النمو الاقتصادي

تم تقدير نموذج تصحيح الخطأ لمتغير استهلاك الطاقة الكهربائية (PEC) كمتغير مستقل والنمو الاقتصادي (PGDP) كمتغير تابع وفقا" للنموذج التالي:

$$logGR = c + \sum_{i=1}^{P} g\,\Delta loggr_{i-1} + \sum_{i=0}^{q} \delta_i\,\Delta logEC_{i-1} + \psi ECT_{t-1}$$

وفيما يلى جدول يوضح نتائج تصحيح الخطأ للعلاقة بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي من خلال تطبيق نموذج ARDL.

يظهر الملحق (9) أن هناك علاقة موجبة بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي حيث بلغت قيمة معامل العلاقة ((DLOG(EC)) (1.167) وهى قيمة ذات دلالة معنوية حيث بلغت قيمة مستوى المعنوية (0.0079) وهى قيمة أقل من مستوى المعنوية (0.05). كما يتضح من الجدول معنوية معامل تصحيح الخطأ (*CointEq(-1)) حيث بلغت قيمتة (0.280-) بمستوى المعنوية (0.0040) وهى قيمة أقل من مستوى المعنوية (0.05) مما يعنى أن هناك علاقة سببية في المدى القصير تتجه من استهلاك الطاقة الكهربائية إلى النمو الاقتصادي أى أن استهلاك الطاقة الكهربائية تؤثر ايجابا" في النمو الاقتصادي.

2- اتجاه العلاقة من النمو الاقتصادي إلى استهلاك الطاقة الكهربائية

حيث تم تقدير نموذج تصحيح الخطأ لمتغير النمو الاقتصادي (PGDP) كمتغير مستقل واستهلاك الطاقة الكهربائية (PEC) كمتغير تابع وفقا" للنموذج التالي:

$$\Delta logEC = c + \sum_{i=1}^{P} g\,\Delta logEC_{i-1} + \sum_{i=0}^{q} \delta_i\,\Delta logGR_{i-1} + \psi ECT_{t-1} + U_t \quad (2)$$

يوضح نتائج تصحيح الخطأ للعلاقة بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة الكهربائية من خلال تطبيق نموذج ARDL. ويظهر الملحق (10) وجود علاقة موجبة بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة الكهربائية حيث بلغ معامل العلاقة ((DLOG(PGDP)) (0.484) وهي قيمة ذات دلالة معنوية حيث بلغت قيمة مستوى الدلالة المعنوية (0.0191) وهي قيمة أقل من مستوى المعنوية (0.05). كما يتضح من الجدول معنوية معامل تصحيح الخطأ (*CointEq(-1)) حيث بلغت قيمته (0.304-) بمستوى المعنوية (0.0122) وهى قيمة أقل من مستوى المعنوية (0.05)، مما يعنى أن هناك علاقة سببية في المدى القصير تتجه من النمو الاقتصادي إلى استهلاك الطاقة الكهربائية أى أن النمو الاقتصادي يؤثر ايجابا" في استهلاك الطاقة الكهربائية.

نخلص من نتائج التحليل إلى وجود علاقة سببية وثنائية الاتجاه بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي في السودان في المديين القصير والطويل خلال فترة البحث.

اهم النتائج

1- 46%من الاسر محدودة الدخل تحصل على الدعم الاجتماعي وتستهلك 21% من جملة استهلاك الكهرباء، بينما 46% من الاسر المعيشية متوسطة الدخل تستهلك 36% من الكمية المستهلكة واخيراً نجد أن نسبة 1% من الاسر المعيشة ذات الدخل العالي تستهلك 26% من الكميات المستهلكة الاجمالية.
2- يتمتع السودان بقدر كبير من موارد الطاقة المتجددة، لكنه غير مستغل إلى حد كبير، عدا الطاقة المائية التي تساهم بحوالي (62%) من جملة الإنتاج الكلي.
3- أن إمكانات السودان في مجال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح أكبر من إمكانات معظم البلدان الأفريقية جنوب الصحراء.
4- توجد علاقة سببية ثنائية الاتجاه ومتكاملة بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي في السودان في المديين القصير والطويل.
5- يسهم قطاع الطاقة وخاصة الطاقة المتجددة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة المعلنة SDGs من خلال تحقيقة لثلاثة عشر منها مرتبطة بالطاقة ارتباطاً وثيقاً.
6- بلغ مؤشر استدامة الطاقة في السودان للعام 2021 نسبة 30% وهو الاقل بين دول الجوار والمحيط العربي والاقليمي.
7- بلغت القيمة الاجمالية لقيمة محور الطاقة المتجددة في السودان25% من ضمن محاور استدامة الطاقة.

التوصيات والمقترحات.

1- الاستفادة المثلى من الربط الكهربائي الاقليمي القائم مع اثيوبيا ومصر لاستيراد الكهرباء (على المدى القصير) وذلك لانخفاض التكلفة وسد الفجوة الحالية بين الإنتاج والاستهلاك.
2- ازالة العقبات امام المستثمرين المحليين والاجانب في مجال الطاقة المتجددة، وتوجيه الاستثمارات المتاحة إلى توليد الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.
3- انشاء وتفعيل قانون ينظم الشراكة بين القطاع العام والخاص PPP في مجال استثمارات قطاع الطاقة.
4- ضرورة وضع قطاع الطاقة في اولوية الصرف الحكومي وتوجيه الاستثمارات له.
5- على الجهات الرسمية ذات الاختصاص بالتمويل مثل البنك المركزي وسلطة تنظيم سوق المال تشجيع انشاء اوعية التمويل الاخضر عبر المصارف والصناديق والصكوك لتمويل قطاع الطاقة المتجددة.
6- مراجعة تعرفة الكهرباء تدريجياً بما يتناسب مع مستويات الدخول

المصادر والمراجع بالعربية:

1- احمد صلاح محمد طه واخرون، 2018) الطاقة المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة في ضوء التجارب الدولية دراسة حالة "مصر" منشورة في المركز الديمقراطي العربي. 2018.
2- البنك الدولي، 2019) برنامج المساعدة في إدارة قطاع الطاقة ESMAP، من الدعم إلى الاستدامة، استعراض تشخيصي لقطاع الكهرباء في السودان.

3- توات نصر الدين، 2020) العلاقة بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة المتجددة وانبعاثات الكربون في دول النورديك خلال الفترة (2018-2000) دراسة قياسية باستعمال معطيات بانل، الجزائر، مجلة مجاميع المعرفة المجدلد 06 العدد 2.

4- دعاء حسن مختار عوض، 2019) تجارب دولية للطاقة المتجددة والتنمية المستدامة حالة المانيا وفرنسا المجلد 10، العدد الرابع الجزء الاول، المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئة جامعة قناة السويس.

5- زينب عباس زعزوع، 2020) دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة والمعوقات التي تواجهها (دراسة ميدانيه بالتطبيق على وزارتي الكهرباء والبترول في مصر، مجلة كلية الاقتصاد والعلوم السياسية جامعة القاهرة المجلد 21، -للعدد 82.

6- صحيفة الوطن، 2018) السودان ضمن أفضل 10 دول افريقية في إنتاج الطاقة المتجددة، العدد.14496.

7- مروة الحسنين، 2021) تحليل العلاقة بين استهلاك الطاقة المتجددة والنمو الاقتصادي في المغرب باستخدام نموذج الانحدار الذاتي للإبطاء الموزع غير الخطي (NARDL)، مجلة كلية الاقتصاد والعلوم السياسة جامعة القاهرة المجلد 22، العدد 2 - الرقم المسلسل للعدد 87.

8- موتمر الطاقة العربي العاشر، 2014) الورقة القطرية لجمهورية السودان، الامارات العربية المتحدة.

9- موقع برنامج الامم المتحدة لحماية البيئة .WWW.unep.org

10- ويكيبيديا، الموسوعة الحرة

ثانياً- المراجع بالإنجليزية:

- MitaBhattacharyaa ،Sudharshan Reddy ،ParamatibIlhan ،OzturkcSankar ،Bhattacharyad ،The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from top 38 countries ،Volume 162 ،15 January Applied Energy ،Elsevier ،2016
- Omer H. Elhassan ElsayedAshraf Published in: 2019 International Conference on Computer ،Control ، Electrical ،and Electronics Engineering (ICCCEEE Khadam)

الملاحق:

ملحق (1) قائمة منشآت توليد الطاقة الكهربائية الحالية والمرتقبة في السودان

الاسم	السنة	النوع	التكنولوجيا	الوقود	السعة التوليدية المركبة(ميغاواط)
التوليد الكهربائي داخل الشبكة القومية					3.574.9
مروي	2009	مائية	-	-	1250
كوستي	2008	حرارية	توربين بخاري	النفط الخام	500
قري 1، 2	2002	حرارية	توربين غازي بنظام الدورة المركبة	زيت الديزل الخفيف (الجازولين) /زيت غاز الفحم الثقيل	469.0
قري 4	2006	حرارية	توربين بخاري	الفحم الإسفنجي (البترولى)	110.0
بحرى الحرارية	1985	حرارية	توربين بخاري	المازوت الثقيل/ (الفيرنس) زيت غاز الكوك الثقيل	380.0
بحرى الحرارية	2016	حرارية	توربين غازي	زيت الديزل الخفيف(الجازولين) زيت غاز	150.0

الاسم	السنة	النوع	التكنولوجيا	الوقود	السعة التوليدية المركبة(ميغاواط)
				الفحم الثقيل	
الروصيرص	1971	مائية	-	-	280.0
بورتسودان	1983	حرارية	محرك ديزل	زيت الديزل/ زيت الديزل الخفيف (الجازولين)	40.0
جبل اولياء	2005	مائية	-	-	30.4
سنار	1962	مائية	-	-	15.0
خشم القربة	1965	مائية	-	-	17.8
الابيض	1987	حرارية	محرك ديزل	زيت الديزل/ زيت الديزل الخفيف (الجازولين)	12.7
ستيت وأعالي عطبرة	2018	مائية	-	-	320.0
التوليد الكهربائي خارج الشبكة					99.5
الفاشر	2002	حرارية	محرك ديزل	اشر زيت الديزل الخفيف (الجازولين)/ زيت الديزل	31.0
نيالا	1985	حرارية	محرك ديزل	المازوت الثقيل/ (الفيرنس) زيت الديزل/ زيت الديزل الخفيف	32.0
الجنينة	1989	حرارية	محرك ديزل	زيت الديزل/ زيت الديزل الخفيف (الجازولين)	10.0
كادوقلي	2004	حرارية	محرك ديزل	زيت الديزل الخفيف (الجازولين)	8.0
النهود	2004	حرارية	محرك ديزل	زيت الديزل الخفيف (الجازولين)	8.4
الضعين	2004	حرارية	محرك ديزل	زيت الديزل الخفيف (الجازولين)	7.5
زالنجي	2015	حرارية	محرك ديزل	زيت الديزل الخفيف (الجازولين)	2.6
التوليد قيد الاعداد					
قري 3	2019	حرارية	توربين غازي	المازوت الثقيل (الفيرنس)	561.0
بورتسودان	2019	حرارية	توربين غازي	المازوت الثقيل (الفيرنس)	376.0
الفاشر	2019	طاقة شمسية	كهروضوئي(هجين مع الديزل)	-	5.0
الضعين	2019	طاقة شمسية	كهروضوئي(هجين مع الديزل)	-	5.0
دارفور	2019	حرارية	محرك ديزل	المازوت الثقيل (الفيرنس) + زيت الديزل الخفيف(الجازولين)	150.0
تطوير قري 3	2021	حرارية	توربين غازي بنظام الدورة المركبة	غاز المداخن	240.0
تطوير بورتسودان	2021	حرارية	توربين غازي بنظام الدورة المركبة	غاز المداخن	1175.0
الباقير	2021	حرارية	توربين غازي بنظام الدورة المركبة	المازوت الثقيل (الفيرنس)	350.0

الاسم	السنة	النوع	التكنولوجيا	الوقود	السعة التوليدية المركبة(ميغاواط)
الفولة	2021	حرارية	توربين غازي	الغاز	450.0
دنقلا	2021	رياح	-	-	1.0
البحر الأحمر	2022	حرارية	توربين بخاري	الفحم الحجري	1، 000.0
بحرى الحرارية	2022	حرارية	توربين غازي	المازوت الثقيل (الفيرنس) وزيت الديزل الخفيف(الجازولين)	350.0

المصدر: البنك الدولي، برنامج المساعدة على إدارة قطاع الطاقة ESMAP، تقرير السودان يونيو 2019م

ملحق (2) إنتاج الطاقة الكهربائية حسب المصادر الرئيسية في السودان للفترة من 2010- 2020 (قيقاوات في الساعة)

السنوات	التوليد المائي	النسبة %	التوليد الحراري	النسبة%	الربط الاثيوبي	النسبة%	اجمالي الطاقة الكهربائية
2010	6.199.3	81.0	1454.0	19	-	-	7653.3
2011	6.452.4	76.3	2.002.8	23.7	-	-	8455.2
2012	6.619.1	69.6	2.817.1	29.6	73	0.8	9509.2
2013	8.317.0	78.4	1.969.2	18.6	320	3.0	10606.2
2014	8.913.6	75.3	2.463.5	20.8	469	3.9	11846.1
2015	8.367.8	63.7	4.636.1	35.3	130	1.0	13133.9
2016	8.051.4	54.1	6.379.6	42.9	439	3.0	14870.0
2017	9.346.9	56.9	6.194.7	37.7	891	5.4	16432.6
2018	9.657	59.4	5.788.0	35.6	808	5.0	16253.0
2019	10.210	62.8	5.877.0	36.1	175	1.1	16262.0
2020	10150	62.2	5980	36.6	170	1.0	16300.0

المصدر: التقارير السنوية لبنك السودان المركزي

ملحق (3) استهلاك الطاقة الكهربائية حسب القطاعات الرئيسية في السودان 2010-2020 قيقاواط/ساعة

السنة	القطـاع					اجمالي الاستهلاك
	السكني	الصناعي	الزراعي	الحكومي	الموحد	
2010	3094	888	978	841	224	6026
النسبة%	(%51.3)	(%13.4)	(%16.2)	(%13.9)	(%3.7)	(%100)
2011	3437	1049	308	880	1016	6689
النسبة%	(%51.4)	(%15.7)	(%4.6)	(%13.2)	(%15.1)	(%100)
2012	3986	1216	387	898	1123	7610
النسبة%	(%52.4)	(16.0)	(%5.1)	(%11.8)	(%14.7)	(%100)
2013	4663	1379	413	895	1255	8605
النسبة%	(%54.2)	(%16.0)	(%4.8)	(%14.4)	(%14.6)	(%100)
2014	5303	1628	492	981	1306	9709

السنة	القطـاع					اجمالي الاستهلاك
	السكني	الصناعي	الزراعي	الحكومي	الموحد	
النسبة%	(%54.6)	(%16.8)	(%5.1)	(%10.1)	(13.4)	(%100)
2015	5955	1500	646	106	1328	10490
النسبة%	(%56.8)	(%12.3)	(%6.1)	(%10.1)	(%12.7)	(%100)
2016	6693	1794	718	1115	1474	11795
النسبة%	(%56.7)	(%15.2)	(%6.1)	(%9.4)	(%12.6)	(%100)
2017	352.5 ،7	1497	817.9	1511	1568	12961
النسبة%	(%56.7)	(%15.5)	(%6.3)	(%9.0)	(%12.1)	(%100)
2018	8027	1795	1002	757	1330	12911
النسبة%	(%62.2)	(%13.9)	(%7.8)	(%5.9)	(%10.2)	(%100)
2019	8562	1517	1163	700	1309	13251
النسبة%	(%64.6)	(%11.4)	(%8.8)	(%5.3)	(%9.9)	(%100)
2020	8510	1710	1320	750	1410	13700
النسبة%	(62.1)	(%12.5)	(%9.6)	(%5.5)	(10.3)	(%100)

المصدر: التقارير السنوية لبنك السودان المركزي للاعوام 2010-2019م

ملحق (4) نصيب الفرد من استهلاك الكهرباء السودان بالكيلو وات/ ساعة الفترة 2010-2020م

العام	نصيب الفرد من استهلاك الكهرباء السودان كيلو وات ساعة	إنتاج الكهرباء قيقاوات/ساعة	نسبة وصول الكهرباء إلى السكان %
2010	175.1	7.499	38.0
2011	190.0	8.455	39.9
2012	211.1	9.508	41.6
2013	213.8	10.606	43.3
2014	265.7	11.848	44.9
2015	267.0	13.327	46.9
2016	269.0	14.871	48.8
2017	269.7	16.432	50.7
2018	270.0	16.253	52.3
2019	268.0	16.262	53.8
2020	276.0	16.300	54.0

إلمصدر: صفحة البنك الدولي على الانترنت

ملحق (5) نتائج اختبار جذر الوحدة لمتغيرات الدراسة خلال الفترة (2010-2020)

المتغيرات	المستوى		الفرق الأول	
	P.value	قيمة الاختبار(ADF)	P.value	قيمة الاختبار ADF
1/ استهلاك الطاقة الكهربائية(PEC)	------	---------	0.01212	-2.447
2/ النمو الاقتصادي(PGDP)	0.0172	-5.029	------	-------

المصدر: إعداد الباحثه من بيانات الدراسة بناء على مخرجات برنامج E.Views12

ملحق (6) معايير اختيار فترة الابطاء المثلى لمتغيرات الدراسة خلال الفترة (2010-2020)

فترة الابطاء	LR	FPE	AIC	SC	H-O
0	-1.78908	-1.83291	0.000549	NA	10.24808
1	-4.81174	-4.94323	2.58E-05	23.9952*	28.24452
2	-5.6339*	-5.8530*	1.3e-05*	7.195003	36.3389

المصدر: إعداد الباحث من بيانات الدراسة بناء على مخرجات برنامج E.Views12

* تشير إلى العدد الامثل لفترات الابطاء الذي يختاره كل معيار عند مستوى معنوية (5%).

ملحق (7) نتائج اختبار الحدود للتكامل المشترك بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي (2010-2020)

F-statistic	K	Value
5.922	4	
(1) BoundI	(0) BoundI	**Significance**
3.51	3.02	**10%**
4.16	3.62	**5%**
4.79	4.18	**2.50%**
5.58	**4.94**	**1%**

المصدر: إعداد الباحثة من بيانات الدراسة بناء على مخرجات برنامج E.Views10

ملحق (8) نتائج اختبار الحدود للتكامل المشترك بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة الكهربائية (2010-2020)

F-statistic	K	Value
7.892	4	
(1) BoundI	(0) BoundI	Significance
3.51	3.02	10%
4.16	3.62	5%
4.79	4.18	2.50%
5.58	4.94	1%

المصدر: إعداد الباحث من بيانات الدراسة بناء على مخرجات برنامج E.Views10

ملحق(9) نتائج اختبار تصحيح الخطأ للعلاقة بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي في المدى القصير

ECM Regression				
Case 2: Restricted Constant and No Trend				
Prob.	t-Statistic	Std. Error	Coefficient	Variable
0.0485	-2.805781	0.200751	-0.563263	DLOG(PGDP(-1))
0.0079	4.927391	0.236958	1.167587	DLOG(EC)
0.0040	-5.959647	0.047056	-0.280439	CointEq(-1)*
0.165245	Mean dependent var		0.852935	R-squared
0.095454	S.D. dependent var		0.803913	Adjusted R-squared
3.228338	Akaike info criterion		0.042269	S.E. of regression
3.162597	Schwarz criterion		0.010720	Sum squared resid
3.370208	Hannan-Quinn criter.		17.52752	Log likelihood
			2.406112	Durbin-Watson stat

ملحق(10) نتائج اختبار تصحيح الخطأ للعلاقة بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة الكهربائية في المدى القصير

ECM Regression				
Case 2: Restricted Constant and No Trend				
Prob.	t-Statistic	Std. Error	Coefficient	Variable
0.0584	-2.983714	0.164839	-0.491832	DLOG(EC(-1))
0.0191	4.618886	0.104954	0.484770	DLOG(PGDP)
0.0141	5.167620	0.118109	0.610342	DLOG(PGDP(-1))
0.0122	-5.441810	0.055934	-0.304383	CointEq(-1)*
0.041486	Mean dependent var		0.934569	R-squared
0.074162	S.D. dependent var		0.895311	Adjusted R-squared
4.320787	Akaike info criterion		0.023996	S.E. of regression
4.233132	Schwarz criterion		0.002879	Sum squared resid
4.509947	Hannan-Quinn criter.		23.44354	Log likelihood
			2.056411	Durbin-Watson stat

المصدر: إعداد الباحثه من نتائج التحليل باستخدام برنامج E.Views12