رؤية مستقبلية لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في إفريقيا

د. ماهر حامد سعداوي سليمان

أستاذ مساعد الجغرافيا الاقتصادية ونظم المعلومات الجغرافية، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الدراسات الإفريقية العليا، جامعة القاهرة

تُعدّ مصادر الطاقة المتجددة[1] Renewable energy، هي المصادر التي تظل متوفرة وتساعد على إنتاج الكهرباء ما دامت الحياة قائمة، مثل طاقة الرياح، والطاقة

(١) هناك فرق بين مصطلحات الطاقة (الجديدة- المتجددة- الحديثة)، فالجديدة: هي التي بدأ استغلالها في الأوقات المعاصرة، وتضم كل مصادر الطاقة المتجددة بالإضافة إلى اليورانيوم لإنتاج الكهرباء النووية. والمتجددة: هي الطاقة غير القابلة للنفاد مثل الشمس والرياح والمد والجزر والحرارة الأرضية والطاقة المائية والكتلة الحيوية. والحديثة: تضم مصادر قابلة للنفاد، وأخرى غير قابلة للنفاد، ولكن اصطلح نسبياً على أن يتم تعريف الطاقة الجديدة والمتجددة بأنها: هي المصادر التي تُستخدم بعد الثورة الصناعية، وتضم الفحم والبترول والغاز الطبيعي والطاقة الكهرومائية. (راجع: حسن، سلطان فولى، وسعداوي، ماهر حامد ٢٠١٥م، مصادر الطاقة في إفريقيا— دراسة في الجغرافيا الاقتصادية، موسوعة إفريقيا قارة المستقبل الواعد، قسم الجغرافيا، معهد البحوث والدراسات الإفريقية، جامعة القاهرة، ص٣٤٣).

الشمسية، وطاقة المد والجزر، وطاقة الأمواج، والطاقة الكهرومائية، وكذلك اليورانيوم في استخداماته السلمية للطاقة. وتشمل أيضاً ما طُوّر حديثاً من الوقود الحيوي biofuels، وطاقة المحيطات، والطاقة الجوفية (طاقة الحرارة الأرضية).

عرفت العديد من دول القارة الإفريقية توليد الكهرباء من الطاقة المتجددة منذ العقد الأخير من القرن الماضي، وقد تزايد إنتاج الكهرباء من تلك المصادر بشتى صورها، ودخلت معظم دول القارة في ذلك الإنتاج، فهناك ثلاث وأربعون دولة مُنتجة للطاقة المتجددة عام ٢٠٠٠م، وتزايد عدد تلك الدول إلى ٥١ دولة عام ٢٠٢٠م، إلا أن هناك أربع عشرة دولة هي الأكثر إنتاجاً، وتسعى دائماً إلى تطوير إمكاناتها من إنتاج الكهرباء من المصادر المتجددة[1].

أهمية البحث:

تتعدد أهمية البحث تبعاً لأهمية الاحتياج لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية، سواء أهمية اقتصادية أو أهمية اجتماعية، وذلك على النحو الآتي:

١- دراسة إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية بوصفها إحدى مكونات الطاقة المتجددة من منظور جغرافي، كونه فرعاً من فروع الجغرافية الاقتصادية.

٢- إبراز ما تمتلكه القارة الإفريقية من عدد ساعات سطوع شمسي، مما وضع دول

وصل عدد الدول الإفريقية المُنتجة للكهرباء من الطاقة الشمسية عام 2020م إلى 40 دولة ، بإنتاج اقترب من 19743 جيجاوات/الساعة، ممثلاً ذلك لنسبة 11,4% من إنتاج الطاقة المتجددة.

القارة في موضع متقدم في إمكانات الدول الأكثر إنتاجاً للكهرباء من طاقة الشمس.

٣- الأهمية البيئية لما يشهده العالم من تغيرات مناخية، فكان لزاماً على دول القارة أن تتوجه نحو المساهمة في تقليل انبعاث غازات الاحتباس الحراري الناتجة من استغلال مصادر الطاقة الأحفورية، ولذا تم التوجه نحو إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة النظيفة.

٤- الأهمية الاجتماعية والاقتصادية، حيث يساعد إنشاء العديد من مشاريع إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في الحد من ارتفاع أسعار مشتقات الطاقة غير المتجددة على الفئات الفقيرة، مما يؤثر على ظروفهم المعيشية.

أهداف البحث:

تتمثل أهداف البحث في النقاط التالية:

١- قراءة الوضع الحالي لمشروعات إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية المستخدمة بدول القارة وقدراتها المستقبلية.

٢- تحليل نماذج من مشروعات إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية لأهم دول

(١) حسن، سلطان فولي، وسعداوي، ماهر حامد ٢٠١٥م، المرجع السابق، ص٣٤٣.

القارة الإفريقية.

٣- التعرف على إمكانات الاستفادة من الطاقة الشمسية التي تمتلكها القارة الإفريقية، كمقترح لمعالجة مشكلة نقص الطاقة الكهربائية بالقارة.

منهجية البحث:

بُنيت منهجية البحث على عدة مناهج، من بينها:

المنهج التاريخي: في دراسة تطور إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية بالقارة الإفريقية.

والمنهج الإقليمي: المتمثل في معرفة إمكانات القارة الإفريقية وأقاليمها في الطاقة الشمسية، والقدرات المركبة لإنتاج الكهرباء بها.

والمنهج الوصفي التحليلي: من خلال الوصف والتحليل المكاني لإنتاج الكهرباء من الشمس على مستوى دول القارة.

وجاءت محاور البحث على النحو التالي:

أولاً: التوزيع الجغرافي لمشروعات الطاقة الشمسية القائمة في إفريقيا.

ثانياً: التوزيع الجغرافي لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية على مستوى الدول الإفريقية.

ثالثاً: الإشعاع الشمسي وعدد ساعات السطوع الشمسي في إفريقيا.

رابعاً: مستقبل إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في إفريقيا.

ثم نتبعها بالنتائج والتوصيات.

أولاً: التوزيع الجغرافي لمشروعات الطاقة الشمسية القائمة في إفريقيا:

عاش أكثر من ٥٥٪ من سكان القارة الإفريقية دون كهرباء حتى عام ٢٠٠٠م، وكانت مستويات الاتصال بالكهرباء منخفضة في العديد من دول القارة الإفريقية، وبخاصة دول جنوب الصحراء، وقد بلغ عدد الأشخاص المحرومين من الكهرباء في القارة ذروته عند ٦١٠ مليون نسمة في عام ٢٠١٣م، ولذا كان يلزم توفير حلول بديلة غير ملوثة للبيئة للحد من نقص الكهرباء، وقد ترتب على ذلك تسارع وتيرة إمدادات الكهرباء، وتضاعف الحاصلون عليها من ٩ ملايين سنوياً بين عامي ٢٠٠٠م و٢٠١٣م إلى أكثر من ٢٠ مليوناً سنوياً، تم إمدادهم بالكهرباء بين عامي ٢٠١٤م و٢٠١٨م، مما أدى إلى انخفاض المحرومين من الكهرباء إلى حوالي ٥٩٠ مليوناً في عام ٢٠١٨م، وذلك في المناطق النائية التي لم تصلها الكهرباء[(١)].

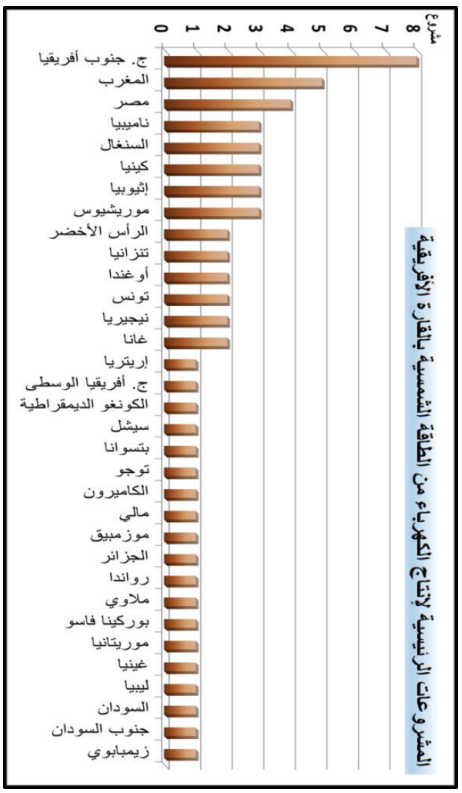
وقد نفذت العديد من دول إفريقيا مشروعات ضخمة لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية، وفي مقدمتها جمهورية جنوب إفريقيا ومصر والمغرب- كما هو موضح بجدول (١)، وحقّقت طفرة كبيرة في القدرات المنتجة من ذلك المصدر، وحققت إفريقيا طفرة كبيرة في القدرات المنتجة من الطاقة الكهروضوئية؛ بسبب عدم وجود شبكات أو إمدادات للتيار.

(١) Nicholas. M, Ramon. Z, Tek. L, 2012, Diffusion forecast for grid-tied rooftop solar photovoltaic technology under store-on :grid scheme model in Sub-Saharan Africa Government role assessment, Renewable Energy, No.180, P.519.

جدول (١): أهم مشروعات الطاقة الشمسية الكبرى القائمة ببعض الدول الإفريقية حتى عام ٢٠٢١م[١]_[٢]:

الدولة	عدد المشروعات	٪	الدولة	عدد المشروعات	٪
جمهورية جنوب إفريقيا	٨	١٢,٧	سيشل	١	١,٦
المغرب	٥	٧,٩	بتسوانا	١	١,٦
مصر	٤	٦,٣	توجو	١	١,٦
ناميبيا	٣	٤,٨	الكاميرون	١	١,٦
السنغال	٣	٤,٨	مالي	١	١,٦
كينيا	٣	٤,٨	موزمبيق	١	١,٦
إثيوبيا	٣	٤,٨	الجزائر	١	١,٦
موريشيوس	٣	٤,٨	رواندا	١	١,٦
الرأس الأخضر	٢	٣,٢	ملاوي	١	١,٦
تنزانيا	٢	٣,٢	بوركينا فاسو	١	١,٦
أوغندا	٢	٣,٢	موريتانيا	١	١,٦
تونس	٢	٣,٢	غينيا	١	١,٦
نيجيريا	٢	٣,٢	ليبيا	١	١,٦
غانا	٢	٣,٢	السودان	١	١,٦
إريتريا	١	١,٦	جنوب السودان	١	١,٦
ج إفريقيا الوسطى	١	١,٦	زيمبابوي	١	١,٦
الكونغو الديمقراطية	١	١,٦	الإجمالي	٦٣	١٠٠

شكل (١): المشروعات الرئيسية لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية بالقارة الإفريقية حتى عام ٢٠٢١م:



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على جدول(١).

(١) Du. J, Guanghui. C, Daniel. A, Agnes. A, Ransford. D., 2021, Development of solar and bioenergy technology in Africa for green development-Addressing barriers and untapped potential, Energy Reports, No.7, Elsevier Ltd, www.elsevier.com/locate/egyr, www.sciencedirect.com, P.509.

(٢) Philipp A. T., 2022, The slow transition to solar, wind and other non-hydro renewables in Africa Responding to and building on a critique by Kincer, Moss and Thurber, World Development Perspectives, N0.25, Elsevier Ltd, P.251.

تمتلك إفريقيا متمثلة في ٣٣ دولة نحو ٦٣ مشروعاً رئيسياً منتجاً للكهرباء، من الطاقة الشمسية كما هو موضح بجدول (١)، وشكل (١)، ويمتلك الجنوب الإفريقي نحو ١٩ مشروعاً، ويمتلك الشمال والغرب الإفريقي نحو ١٤ مشروعاً لكل إقليم، وشرق ووسط القارة يمتلكان ١٦ مشروعاً معاً، وتُعدّ دولة جنوب إفريقيا هي الأكثر امتلاكاً لتلك المشروعات بعدد ٨ مشاريع، بما يشكّل نسبة ١٢,٧٪، يليها المغرب ومصر بعدد ٥ مشروعات و٤ مشروعات على التوالي، وهناك ٤ دول تمتلك كل دولة ثلاثة مشاريع، وست دول تمتلك مشروعين لكل دولة، ونحو ١٩ دولة تمتلك كل دولة مشروعاً واحداً.

ويمكن التعرف على أهم المشاريع القائمة لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية بالقارة الإفريقية على النحو التالي:

مجمع الطاقة الشمسية في بنبان:

يُعدُّ مجمع محطات بنبان للطاقة الشمسية في الصحراء الغربية بمصر، الواقع على بُعد ٤٠ كم شمال مدينة أسوان، من المشروعات الضخمة والواعدة للطاقة المتجددة في القارة الإفريقية، فهو الأكبر في إفريقيا والشرق الأوسط، ورابع أكبر محطة للطاقة الشمسية في العالم، وتتخطى مساحتها ٣٧ كيلومتراً مربعاً، وتبلغ الطاقة الإنتاجية للمجمع نحو ١,٦ جيجاوات، وتنتج حالياً ٩٣٠ ميجاوات في الساعة سنوياً، بتكلفة تصل إلى ٤ مليارات دولارات، جزء من تمويله من قِبَل البنك الدولي، ويضمّ المشروع ٣٢ محطة للطاقة الشمسية، تحتوي على ستة ملايين لوح من الخلايا الشمسية، وبدأ تشغيل المشروع عام ٢٠١٩م[١]، وسوف يحد من انبعاثات CO_2 بمقدار مليوني طن سنوياً، وتُسهم في تنفيذ المحطة شركات عربية وأجنبية. وسوف يساهم هذا المشروع في توفير الكهرباء، وإنارة ٤٢٠ ألف منزل تحتوي على مئات الآلاف من الأسر.

محطة نور للطاقة الشمسية في المغرب (مشروع ورزازات):

تمتلك المغرب أحد أعلى معدلات الإشعاع في العالم، حيث يتعرض أغلب البلد لأكثر من ٣٠٠٠ ساعة في السنة، وقد تصل إلى ٣٦٠٠ ساعة في الصحراء، وأطلقت المغرب خطة من أجل إنشاء خمسة مشاريع كبرى لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية بحلول عام ٢٠٢٥م، فتقع محطات نور في منطقة ورزازات[٢] على بُعد ١٠ كم من مدينة ورزازات، وتقع المحطة على مساحة ٣٣ كم٢[٣] وعلى ارتفاع ١,١٣٥ متر، ومن المقدر

---

(١) عبد الموجود، ياسر محمد، وفرج، محمد ربيع، ٢٠٢١م، إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في محافظة أسوان مع التطبيق على محطة بنبان، دراسة في جغرافية الطاقة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، الجمعية الجغرافية المصرية، المجلة الجغرافية العربية، المجلد ٥٢، العدد ٧٧، ص٢٤١.

(٢) ورزازات Warzazat: كلمة أمازيغية تعني (دون ضجيج)، وهي عبارة مركبة من كلمتين، «وار» وتعني دون، و«زازات» وتعني الضجيج. هكذا اختار أهل المنطقة أن يطلقوا هذه التسمية التي تعني «دون ضجيج» على هذه المدينة، وتسمى كذلك (باب الصحراء)، وتقع محافظة ورزازات في جنوب وسط المغرب، وتقع مدينة ورزازات ذاتها على ضفة وادي زات عند مفترق الطرق المؤدية إلى واحات وادي درعة، ومنها إلى الصحراء الغربية من جهة، وواحات وادي زيز، ومنها إلى الصحراء الشرقية من جهة أخرى.

(٣) Zhao. L, Wang. W, Zhu. L, Liu.Y, Dubios. A., 2018, Economic analysis of solarenergy development in North Africa, Global Energy Interconnection, Vol. 1 No. 1, P.54, www.geidco.org.

أن ينتج المشـــروع نحو ٢٠٠٠ ميجاوات من الكهربـــاء من الطاقة الشمســـية بحلول عام ٢٠٢٥م.

ويُعد المشروع من أكبر مجمعات الخلايا الشمســـية المركزة في إفريقيا، وتبلغ قدرة المشـــروع ٥٨٠ ميجاوات، ونُفّذت المرحلة الأولى من محطة الطاقة الشمســـية بتكلفة ٢,٥ مليـــار دولار، لبنـــاء محطـــة نور (١) عـــام ٢٠١٣م، التي تضـــم نصف مليون لوح شمســـي على مســـاحة ٤٥٠ هكتار، بقدرة ١٦٠ ميجاوات من الطاقة الشمسية. ونُفّذت المرحلة الثانية نور (٢) عام ٢٠١٦م، بقدرة ٢٠٠ ميجاوات على مساحة ٧٥٠ هكتار، ثم تلتها محطة نور (٣) عام ٢٠١٧م، بقدرة ١٥٠ ميجـــاوات[١]، ونُفّذت محطـــة نور (٤) عام ٢٠٢٠م، بقدرة ٧٠ ميجاوات خلال المرحلة الثالثة.

وتم التخطيط للمحطة الخامســـة بقدرة إنتاجيـــة قدرهـــا ٧٢ ميجـــاوات، وبقدرات مخططة للزيادة تصل إلـــى ٥٠٠ ميجاوات، بتكلفة اســـتثمارية إجمالية قدرها ٧٥ مليون دولار أمريكي.

وتوفر محطات ورزازات مجتمعة الكهرباء لأكثر من مليون أســـرة مغربية، وتقلص من احتياجـــات الدولة لمشـــتقات البترول بنحو ٢,٥ مليون طـــن، وكذلك تخفض الانبعاثات الكربونية بنحو ٧٦٠ ألف طن سنوياً.

وتعتبـــر المغرب هي الدولـــة الإفريقية الوحيدة المتصلة بشبكة ربط كهربائي بقارة أوروبا بواسطة مشروع ديزرتيك[٢].

محطـات الطاقـة الشمسيـة بجمهورية جنوب إفريقيا:

تتمثل أهم محطات الطاقة الشمسية في جمهورية جنوب إفريقيا فيما يأتي:

- محطة «سولار كابيتال دي آر»:

تقـــع المحطة في مقاطعـــة نورث كيب، وتعمل بقـــدرة تبلغ ١٧٥ ميجـــاوات، وتنتج كهرباء من خلال ١٧٦ ألف لوح شمسي، وهو ما يكفـــي لتوفير التيار لقرابة ١٩ ألف منزل في جمهورية جنوب إفريقيا[٣].

- ومحطة «كاثو» الشمسية:

تقع المحطة بمقاطعة نورث كيب، وهي محطة طاقة حرارية ومركزات شمســـية، بقدرة ١٠٠ ميجـــاوات، وتعمل على تخزين الطاقة الحرارية لمدة ٤,٥ ســـاعة، ويوفّر المشـــروع الكهرباء لأكثر مـــن ١٧٩ ألف منزل.

- ومحطة «إيلانجا» للطاقة الشمسية المركزة:

تقع على بُعد ٢٠ كيلومتراً شرق إبينجتون في مقاطعة نـــورث كيب، وتنتـــج نحو ١٠٠ ميجـــاوات، وتمد المحطة الكهرباء لأكثر من ٨٠ ألف منزل[٤].

---

(١) Merrouni.A.A, FakhreddineElwaliElalaoui. F.E, Mezrhab. A.A.M, Ghennioui. M., 2018, Large-scale PV sites selection by combining GIS and Analytical Hierarchy Process. Case study: Eastern Morocco, Renewable Energy, Vol.119, P.863, Elsevier, www.elsevier.com/locate/re-nene.

(٢) Benasla. M, Hess. D, Allaoui. T, Brahami. M, Denan. M., 2019, the transition towards a sustainable energy system in Europe: What role can North Africa's solar resources play?, Energy Strategy Reviews, Vol.24, P.491, www.elsevier.com/locate/esr.

(٣) Munzhedzi. R, Sebitosi. A.B, 2009, Redrawing the solar map of South Africa for photovoltaic applications, Renewable Energy, Vol.34, P.166, www.elsevier.com/locate/renene.

(٤) Visser. E, Perold. V, Samantha.R, Alvaro. C.

- ومحطة كاكسو سولار وان:

تقع بمقاطعة نورث كيب، وتُعدّ أول محطة طاقة حرارية شمسية بجمهورية جنوب إفريقيا،، وتعمل بقدرة ١٠٠ ميجاوات منذ عام ٢٠١٥م، وتوفر الكهرباء لما يقرب من ٨٠ ألف أسرة[١].

- ومحطة «شينا سولار وان»:

تقع بمقاطعة نورث كيب، وتنتج ٣٨٠ جيجاوات/ساعة من الكهرباء سنوياً منذ عام ٢٠١٦م، لتغطية احتياجات نحو ٩٥ ألف منزل من الكهرباء[٢].

- ومشروع «جاسبر» للطاقة الشمسية:

يقع بالقرب من كيمبرلي في مقاطعة نورث كيب، وتولّد المحطة ١٨٠ جيجاوات/ساعة من الطاقة النظيفة، وتوفّر الكهرباء لأكثر من ٨٠ ألف منزل.

- ومشروع «ليسيدي» للطاقة الكهروضوئية:

يقع بالقرب من مدينة كيمبرلي في مقاطعة نورث كيب، وينتج المشروع ١٥٠ ألف ميجاوات/ساعة، ويوفّر الكهرباء لقرابة ٦٥ ألف أسرة[٣].

- ومحطة «بوكبورت» للطاقة الشمسية:

تقع بالقرب من بتروسفيل في مقاطعة نورث كيب، وأنتجت المحطة نحو ٥٧ ميجاوات عند التشغيل عام ٢٠١٦م، وتنتج المحطة ١٣٥ جيجاوات/ساعة من الكهرباء النظيفة سنوياً، وتوفّر الكهرباء إلى ٣٣ ألف أسرة[٤].

- محطة حاسي الرمل في الجزائر:

تمتلك الجزائر ما يمكنها لتصبح رائدة الطاقة الشمسية في منطقة الشرق الأوسط، مع توليد يصل إلى ١٧٠ تيرا وات ساعة سنوياً. ففي عام ٢٠١١م نجحت الدولة في بناء أول محطة للطاقة الحرارية الشمسية في منطقة حاسي الرمل المركبة، تقوم تلك المحطة بتوليد ٢٥ ميجاوات من الطاقة الشمسية المركزة وتوليد ١٣٠ ميجاوات مولدة من توربينات محطة غازية.

كما شرعت الجزائر عام ٢٠١٤م في تطوير برنامج للطاقة المتجددة كالخلايا الشمسية PV، الطاقة الشمسية المركزة CSP، طاقة الرياح. يهدف البرنامج إلى تثبيت ١٢ جيجاوات من الطاقة بحلول عام ٢٠٣٠م[٥].

ثانياً: التوزيع الجغرافي لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية على مستوى الدول الإفريقية:

ترصد تلك النقطة التوزيع الجغرافي لإنتاج الكهرباء، للتعرف على إنتاج الكهرباء من الطاقة المتجددة وكذلك القدرة المركبة

C, Peter. G. R, 2019, Assessing the impacts of a utility-scale photovoltaic solar energy facility on birds in the Northern Cape, South Africa, Renewable Energy, Vol.144, P.1287, www.elsevier.com/locate/renene.

(١) Semelane.S, Nwulu. N, Kambule. N, Tazvinga. H, 2021, Economic feasibility assessment of manufacturing solar panels in South Africa– A case study of Steve Tshwete Local Municipality, Sustainable Energy Technologies and Assessments, Vol. 43, ScienceDirect, www.elsevier.com/locate/seta, P.810.

(٢) Visser. E, Perold. V, Samantha.R, Alvaro. C. C, Peter. G. R, 2019, op. cit., P.1288.

(٣) Munzhedzi. R, Sebitosi. A.B, 2009, op. cit., Vol.34, P.167.

(٤) Semelane.S, Nwulu. N, Kambule. N, Tazvinga. H, 2021, op. cit., P.810.

(٥) Zhao. L, Wang. W, Zhu. L, Liu.Y, Dubios. A., 2018, op. cit., P.56.

وإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية على مستوى الدول الإفريقية، وذلك في النقاط التالية:

١- إنتاج الكهرباء من الطاقة المتجددة بالقارة الإفريقية:

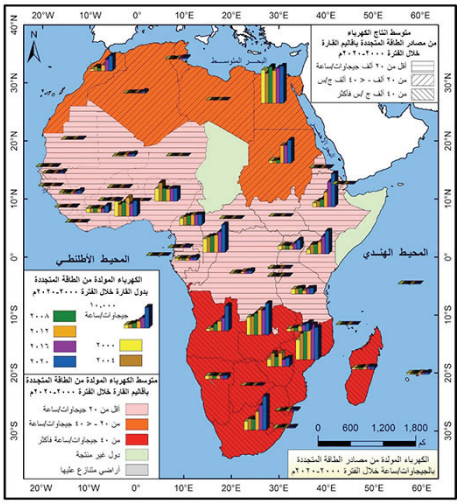
تتنوع مصادر إنتاج القارة الإفريقية للكهرباء من الطاقة المتجددة، سواء من طاقة الشمس أو من طاقة الرياح أو من المصادر المائية، وتزايد الاهتمام الدولي لتنويع وتجديد مصادر الطاقة وبخاصة المصادر المتجددة؛ وذلك لتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية المهددة بالزوال، ومواجهة التهديدات البيئية للتغير المناخي التي تتزايد باستمرار.

وتمد الشمس الأرض بكميات ضخمة من الحرارة، والتي تُستخدم أما مباشرة أو تحوّل إلى أشكال أخرى للطاقة، وبالدرجة الأولى إلى طاقة كهربائية، حيث تقوم آلاف الصفائح من المرايات أو الألواح الشمسية بتغذية الكهرباء إلى الشبكة، وهما كتقنيتين لإنتاج الطاقة الشمسية مختلفتان وفي تطور متسارع.

ويجب الإشارة إلى أن الإنتاج المرتفع للكهرباء لدول بعينها في القارة الإفريقية، مثل دول موزمبيق وزامبيا والكونغو الديمقراطية ونيجيريا وكذلك مصر، يعود لإنتاج تلك الدول من الطاقة الكهرومائية؛ ويرجع الفضل في ذلك إلى وقوع العديد من السدود المهمة المنتجة للكهرباء عليها، مثل: السد العالي (مصر)، وكاهوراباسا (موزمبيق)، وكاريبا (زامبيا)، وإنجا (الكونغو)، وكاينجى (نيجيريا)، على أكبر الأنهار، مثل: (النيل، والزمبيزي، والكونغو، والنيجر)[١].

كما تُعدّ جمهورية جنوب إفريقيا أقل الدول المنتجة للطاقة الكهرومائية لقلة مائية الأنهار دائمة الجريان بها، إلا أنها الدولة الأولى إفريقيّاً في إنتاج الكهرباء من المصادر المتجددة الأخرى (الرياح والشمس والوقود الحيوي)، والأولى إفريقياً أيضاً في إنتاج الكهرباء من المصادر الحرارية غير المتجددة. ويشير شكل (٢) إلى إنتاج القارة الإفريقية من الكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة خلال الفترة ٢٠٠٠-٢٠٢٠م.

شكل (٢): إنتاج الكهرباء من الطاقة المتجددة في إفريقيا خلال الفترة ٢٠٠٠-٢٠٢٠م (جيجاوات/ساعة):



المصدر:

١- جدول (٣).

٢- الموقع الآتي: https://africa-energy-portal.org/database

(١) http://www.eia.gov/cfapps/ipdbroject/IEDIndex3.cfm.

يتبين من شكل (٢) أن إجمالي إنتاج الكهرباء بالقارة الإفريقية من الطاقة المتجددة قد بلغ ٧٨٥٧٦ جيجاوات/ساعة عام ٢٠٠٠م، ثم تزايد الإنتاج من عام لآخر نتيجة المشروعات المستحدثة في كل دولة، حتى وصل إجمالي إنتاج الكهرباء من الطاقة المتجددة عام ٢٠٢٠م إلى ١٧٣,٢٤٣ جيجاوات/ساعة.

أما على مستوى أقاليم القارة؛ فيأتي إقليم جنوب إفريقيا بإنتاج قدره ٦٦,١٧٣ جيجاوات/ساعة عام ٢٠٢٠م من ١٣ دولة، يليه إقليم شمال إفريقيا بإنتاج اقترب من ٣٥ ألف جيجاوات/ساعة من عدد ست دول منتجة للكهرباء من الطاقة المتجددة، ويأتي إقليم غرب إفريقيا في المرتبة الأخيرة بإنتاج بلغ ١٩,٧٥٠ جيجاوات/ساعة؛ لقلة عدد المشروعات ولوقوعه في العروض الاستوائية وشبه المدارية[(١)].

أما على مستوى الدول المنتجة للكهرباء من الطاقة المتجددة؛ فتأتي مصر في المرتبة الأولى بإنتاج بلغ ١٤,٧٩٦ جيجاوات/ساعة عام ٢٠٠٠م، وكانت مصر هي الدولة الإفريقية الأكثر إنتاجاً في تلك الفترة وما زالت، حتى بلغ إنتاجها ١٦,٥٧٤ جيجاوات/ساعة عام ٢٠٢٠م؛ ويرجع ذلك لتبني مصر مشروعات إنتاج الكهرباء من طاقتي الشمس والرياح منذ أكثر من عشرين عاماً، تليها جمهورية جنوب إفريقيا التي بلغ إنتاجها ١٥,٠٢٥ جيجاوات/ساعة عام ٢٠٢٠م، وحققت تلك الدولة طفرات كبيرة في إنتاج الكهرباء من الطاقة المتجددة بدايةً من عام ٢٠٠٠م بإنتاج قدره ٣٩٥٥ جيجاوات/ساعة، وتأتي ليبيريا في المرتبة الأخيرة بقيمة ١٠٠ ميجاوات/ساعة عام ٢٠٢٠م.

٢- القدرة المركبة لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في إفريقيا:

تتمثل القدرة المركبة للكهرباء في الدورة المركبة لعملية الإنتاج (أي دورة التشغيل للمولدات التي تعمل على تحويل مصدر الحرارة إلى طاقة ميكانيكية تُستخدم في توليد الكهرباء)، وتتزايد القدرة المركبة لإنتاج الكهرباء بالقارة الإفريقية من الطاقة الشمسية من عام لآخر كما هو موضح بجدول (٣)، حيث كانت أقل من ١١ ميجاوات عام ٢٠٠٠م، ثم تزايدت من عام لآخر إلى أن حققت طفرة في عام ٢٠١٦م، حيث بلغت ١٠٤٥ ميجاوات بعد أن كانت أقل من ٤٠٢ ميجاوات عام ٢٠١٤م، ثم حققت طفرة أخرى عامي ٢٠١٨م، و٢٠٢٠م بقدرة مركبة بإنتاج بلغ ٢٣٣٤، و٣٥٠٥ ميجاوات على الترتيب.

ويتبين من جدول (٢) وشكل (٣): أن إقليم شمال إفريقيا هو أكثر أقاليم القارة امتلاكاً لقدرة مركبة لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية، بمتوسط تجاوز ٣٩٠ ميجاوات عن الفترة ٢٠٠٠م-٢٠٢٠م، وبإنتاج بلغ ١٣٠١ ميجاوت عام ٢٠٢٠م، يليه إقليم جنوب إفريقيا، بمتوسط يقترب من ١٠٤ ميجاوات خلال الفترة نفسها، وقد اقتربت القدرة المركبة عام ٢٠٢٠م من ٥٣٥ ميجاوات، ويُعد إقليم وسط إفريقيا هو أقل أقاليم القارة امتلاكاً لقدرة مركبة لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية، وذلك بأقل من ١٠ ميجاوات لنفس الفترة سابقة الذكر، كما اقتربت تلك القدرة لنفس الأقاليم من ٣٧ ميجاوات عام ٢٠٢٠م.

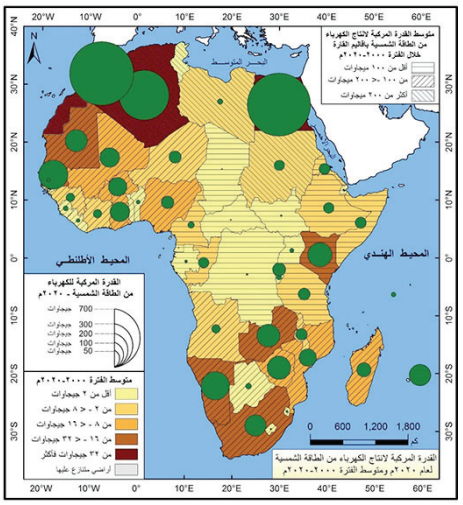
(١) Imre M. J, Medjdoub. K, Vincze. M, 2021, Combined wind-solar electricity production potential over north-western Africa, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol.151, P.619, www.elsevier.com/locate/rser.

جدول (٢): القدرة المركبة لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في إفريقيا خلال الفترة ٢٠٠٠-٢٠٢٠م (ميجاوات):

الدول	2000	2004	2008	2012	2016	2020	المتوسط	% من الأقليم	% من القارة
مصر	0.1	0.6	0.9	35.0	59.0	765.2	82.9	21.3	11.68
السودان	0.0	0.1	0.5	8.0	12.3	18.9	5.7	1.5	0.81
ليبيا	0.0	0.7	2.7	4.9	4.9	5.1	3.1	0.8	0.43
تونس	0.8	1.2	1.3	5.6	41.0	94.9	20.9	5.4	2.94
الجزائر	0.0	0.0	0.0	25.0	244.1	448.0	110.6	28.3	15.57
المغرب	6.7	9.1	21.9	35.2	201.9	734.1	166.9	42.8	23.51
شمال افريقيا	7.6	11.7	27.3	113.7	563.2	2066.2	390.1	100	54.9
أنجولا	0.0	0.4	4.8	9.6	13.4	13.4	6.8	6.6	0.96
زامبيا	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	99.4	9.2	8.8	1.29
زيمبابوي	0.0	0.0	0.0	0.9	5.1	17.0	3.3	3.2	0.46
مالاوي	0.0	0.0	0.3	2.7	12.1	24.0	6.4	6.1	0.90
مدغشقر	0.1	0.8	0.8	2.6	11.0	37.1	8.5	8.2	1.20
موزمبيق	0.0	0.0	0.0	1.5	13.0	55.0	8.3	8.0	1.17
ناميبيا	1.0	1.6	3.0	11.1	36.0	145.0	28.6	27.5	4.02
بتسوانا	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	6.1	1.5	1.5	0.22
ج. جنوب افريقيا	0.0	0.0	0.0	18.9	49.3	49.3	11.7	11.3	1.65
ليسوتو	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.1	0.1	0.02
سوازيلاند	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.9	0.5	0.5	0.07
موريشيوس	0.0	0.0	0.0	0.0	27.3	83.5	18.0	17.3	2.53
سيشل	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	3.8	0.9	0.9	0.13
جنوب افريقيا	1.0	2.1	3.3	43.5	143.4	534.9	103.9	100	14.6
جنوب السودان	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.6	0.2	0.2	0.03
أثيوبيا	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	14.0	5.2	6.8	0.73
اريتريا	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	22.2	5.1	6.7	0.72
الصومال	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	22.5	3.1	4.1	0.44
جيبوتي	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.4	0.2	0.2	0.02
كينيا	0.0	0.0	0.0	0.0	31.9	106.2	24.0	31.6	3.38
تنزانيا	0.0	0.0	0.0	1.2	18.5	25.9	7.5	9.9	1.05
اوغندا	0.2	2.3	9.3	17.3	24.0	82.5	20.5	27.0	2.88
رواندا	0.0	0.0	0.5	0.0	19.2	31.0	8.4	11.1	1.18
بوروندي	0.0	0.0	0.3	0.4	1.6	5.1	1.8	2.4	0.25
جزر القمر	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
شرق افريقيا	0.2	2.3	10.2	25.6	125.4	316.6	75.8	100	10.7
نيجيريا	0.0	0.0	0.0	15.2	18.4	28.4	8.8	6.7	1.24
بنين	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	2.9	0.8	0.6	0.11
توجو	0.0	0.0	0.0	0.3	1.8	3.1	0.8	0.6	0.12
غانا	0.0	0.0	0.0	0.0	33.6	69.8	15.6	11.9	2.19
ساحل العاج	0.0	0.1	1.1	2.0	5.1	13.1	3.7	2.8	0.51
بوركينا فاسو	0.5	1.1	2.3	5.8	10.0	62.4	14.2	10.9	2.00
النيجر	0.5	1.2	0.8	4.0	8.0	27.0	7.1	5.4	1.00
مالي	0.1	1.4	3.9	15.7	17.6	69.5	13.9	10.6	1.96
جامبيا	0.0	0.4	1.4	2.0	2.2	2.2	1.4	1.1	0.19
السنغال	1.0	1.6	2.3	5.9	43.0	155.0	34.6	26.4	4.87
غينيا	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3	13.4	4.1	3.1	0.57
غينيا بيساو	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.2	0.2	0.2	0.03
موريتانيا	0.0	0.0	0.0	0.0	34.8	87.5	20.7	15.8	2.91
سيراليون	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	4.4	0.9	0.7	0.13
ليبيريا	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.6	0.5	0.4	0.07
الرأس الأخضر	0.0	0.0	0.0	5.6	6.2	7.6	2.7	2.1	0.49
ساوتومي وبرنسيب	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.1	0.01
غرب افريقيا	2.1	5.4	12.2	57.3	198.0	550.4	130.7	100	18.4
تشاد	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.1	0.7	0.01
الكاميرون	0.0	0.1	0.2	2.8	9.0	14.3	4.3	44.9	0.61
ج. افريقيا الوسطى	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	1.7	0.02
الجابون	0.0	0.1	0.4	1.4	1.4	1.4	0.8	8.7	0.12
غينيا الاستوائية	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	1.0	0.00
الكونغو	0.0	0.0	0.1	0.5	0.7	2.4	0.2	2.4	0.03
الكونغو الديمقراطية	0.0	0.0	0.0	0.1	3.2	19.9	4.0	41.5	0.56
وسط افريقيا	0.0	0.2	0.7	4.7	14.6	36.9	9.6	100	1.3
افريقيا	10.9	21.7	59.5	244.8	1044.6	3505.0	710.1	-	100

المصدر: https://africa-energy-portal.org/database

شكل (٣): القدرة المركبة لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في إفريقيا خلال الفترة ٢٠٠٠-٢٠٢٠م (ميجاوات):



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على جدول (٢).

٣- إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في إفريقيا:

وصل عدد الدول الإفريقية المُنتجة للكهرباء من الطاقة الشمسية عام ٢٠٢٠م إلى ٤٠ دولة كما هو موضح بجدول (٣)، بإنتاج اقترب من ١٩٧٤٣ جيجاوات/الساعة، ممثلاً ذلك لنسبة ١١,٤٪ من إنتاج الطاقة المتجددة. ويُلاحظ أن عدد الدول المنتجة تزايد من عام لآخر، فقد كان هناك ٦ دول فقط منتجة للكهرباء من الطاقة الشمسية عام ٢٠٠٠م بإجمالي إنتاج لم يتجاوز ٢٣٨ ميجاوات/ساعة، وصل العدد إلى ١١ دولة في عام ٢٠١٠م بإجمالي إنتاج تجاوز ٢٧٠٥ ميجاوات/ساعة، وتحققت الطفرة في عدد الدول عام ٢٠١٤م، ويوجد ٣٩ دولة منتجة للكهرباء من ذلك المصدر بإجمالي إنتاج تجاوز ٧٢٧٧ جيجاوات/ساعة.

جدول (٣): الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية في إفريقيا خلال الفترة ٢٠٠٠-٢٠٢٠م (جيجاوات/ساعة):

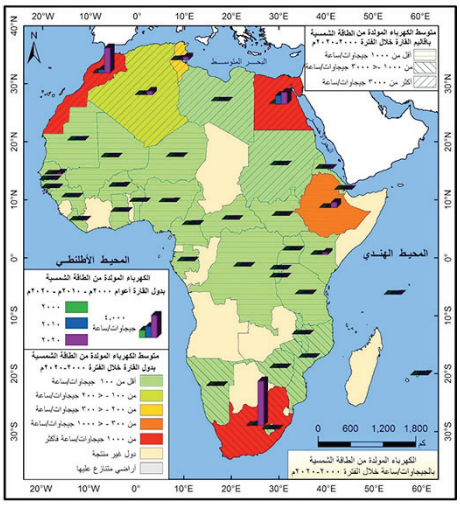
الدولة	2000	2004	2008	2012	2016	2020	المتوسط
مصر	137.00	368.00	831.00	1621.40	2226.00	2332.60	1273.5
السودان	0.00	0.00	0.00	5.00	5.40	5.30	2.3
ليبيا	0.00	0.00	0.00	8.80	8.00	9.20	4.0
تونس	23.00	43.60	39.40	113.00	537.00	606.60	241.1
الجزائر	0.00	0.00	0.00	82.80	116.00	682.90	166.6
المغرب	64.00	199.00	298.00	728.00	3401.00	4928.20	1581.1
شمال افريقيا	224	611	1168	2559	6293	8565	3268.6
زيمبابوي	0.00	0.00	0.00	4.50	5.10	5.60	2.3
مالاوي	0.00	0.00	0.00	3.10	13.50	16.00	5.5
موزمبيق	0.00	0.00	0.00	4.70	1.20	1.60	0.9
ناميبيا	0.00	0.00	0.00	0.00	34.90	44.60	11.4
ج. جنوب افريقيا	0.0	564.0	564.0	131.4	6800.0	8792.8	2589.3
ليسوتو	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.1
موريشيوس	4.10	4.50	4.60	6.80	48.00	94.80	26.6
سيشل	0.00	0.00	0.00	1.10	4.00	7.10	2.1
جنوب افريقيا	4.1	568.5	568.6	151.6	6906.7	8963.0	2638.1
جنوب السودان	0.00	0.00	0.00	0.10	2.00	10.00	2.2
أثيوبيا	0.00	0.00	0.00	294.30	814.10	1042.80	330.6
اريتريا	1.00	1.00	2.00	4.10	2.00	2.20	2.4
جيبوتي	0.00	0.00	0.00	2.50	3.00	0.20	0.8
كينيا	0.00	0.00	0.00	34.70	64.00	428.10	88.6
تنزانيا	0.00	0.00	0.00	11.60	25.00	32.50	9.5
اوغندا	0.00	0.00	0.00	19.30	29.40	33.40	12.8
رواندا	0.00	0.00	0.00	2.60	3.10	3.30	1.4
بوروندي	0.00	0.00	0.00	0.90	1.00	1.00	0.4
شرق افريقيا	1.0	3.0	6.00	370.1	943.6	1553.5	448.7
نيجيريا	0.00	0.00	0.00	0.00	85.00	29.20	19.7
بنين	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	5.30	2.0
توجو	0.00	0.00	0.00	0.00	27.00	32.20	8.4
غانا	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	63.30	11.1
النيجر	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	14.00	3.3
مالي	0.00	0.00	0.00	0.10	7.10	7.60	2.6
جامبيا	0.00	0.00	0.00	2.00	6.10	6.60	2.6
السنغال	0.90	1.70	3.00	4.00	6.00	263.40	49.2
غينيا	0.00	0.00	0.00	4.30	7.50	8.30	3.2
غينيا بيساو	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	3.10	1.1
موريتانيا	0.00	0.00	0.00	0.00	27.20	32.10	10.5
ليبيريا	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	1.30	0.5
الرأس الأخضر	8.00	6.00	7.00	37.70	87.80	26.5
غرب افريقيا	8.9	7.7	9.0	17.4	218.0	554.2	140.8
الكاميرون	0.00	0.00	0.00	77.00	73.70	88.50	51.9
ج. افريقيا الوسطى	0.00	0.00	0.00	60.20	7.50	8.20	2.9
الجابون	0.00	0.00	0.00	1.10	2.10	2.10	1.4
الكونغو	0.00	0.00	0.00	3.50	2.00	8.30	3.1
وسط افريقيا	0.0	0.0	0.00	67.9	90.7	107.1	59.3
افريقيا	238	1188	1826	3166	14452	19743	6555

المصدر: https://africa-energy-portal.org/database

ويأتي إقليم جنوب إفريقيا في المرتبة الأولى على مستوى أقاليم القارة، وذلك بإنتاج بلغ ٨٩٦٣ جيجاوات/ساعة، بنسبة ٤٥,٤٪ من إنتاج القارة في عام ٢٠٢٠م، وتنتج جمهورية جنوب إفريقيا بمفردها ٨٧٩٣ جيجاوات/ساعة في العام نفسه، أي نحو ٤٤,٥ من إنتاج القارة، ونحو ٩٨,١٪ من إنتاج الإقليم، ونحو ٣٩٪ من متوسط إنتاج القارة خلال الفترة ٢٠٠٠-٢٠٢٠م.

ثم يأتي إقليم شمال إفريقيا في المرتبة الثانية بإنتاج بلغ ٨٥٦٥ جيجاوات/ساعة، متمثلاً ذلك بنسبة ٤٣٪ من إنتاج القارة عام ٢٠٢٠م. أما متوسط الإنتاج خلال الفترة نفسها؛ فقد تفوّق إقليم شمال إفريقيا على نظيره إقليم الجنوب وجاء في المرتبة الأولى بنحو ٣٢٦٩ جيجاوات/ساعة، مقترباً بذلك من نصف إنتاج القارة من الكهرباء المنتجة من الطاقة الشمسية. وجاءت المملكة المغربية في المرتبة الأولى بالشمال الإفريقي بإنتاج بلغ ٤٩٢٨ جيجاوات/ساعة، ممثلاً ذلك بنسبة ٧٥,٥ من إنتاج الإقليم، ونحو ٢٥٪ من إنتاج القارة عام ٢٠٢٠م. وتأتي مصر في المرتبة الثانية في الإقليم بنسبة ٢٧٪، والثالثة على مستوى القارة بنسبة ١١,٨٪ بإنتاج بلغ ٢٣٣٣ جيجاوات/ساعة عام ٢٠٢٠م. ويأتي إقليم وسط إفريقيا في المرتبة الأخيرة بإنتاج ١٠٧ جيجاوات/ساعة ممثلاً نسبة ٠,٥٪ من إنتاج القارة. وتأتي دولة جيبوتي في المرتبة الأخيرة بإنتاج بلغ ٠,٢ جيجاوات/ساعة عام ٢٠٢٠م.

شكل (٤): الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية في إفريقيا خلال الفترة ٢٠٠٠-٢٠٢٠م (جيجاوات/ساعة):



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على جدول (٣).

ثالثاً: الإشعاع الشمسي وعدد ساعات السطوع الشمسي في إفريقيا:

تمثل أشعة الشمس التي تنعم بها دول القارة الإفريقية، وبخاصة دول شمال وجنوب القارة، على مدار العام فرصة هائلة لاستغلال هذا الكم من الطاقة الشمسية، حيث ترتحل الطاقة من الشمس[1] إلى الأرض في شكل إشعاع كهرومغناطيسي شبيه بموجات الراديو، وإذا كان اليوم صافياً يصل

(١) تتوقف الاستفادة من الطاقة الشمسية على مدى توفرها لمدة طويلة بدون انقطاع، ويستلزم الأمر تحديد أنسب المواقع لإقامة أجهزة استقبال هذه الطاقة وتحويلها لصورة يُستفاد منها، ولذا يجب دراسة أربعة أمور أساسية، وهي: عدد ساعات سطوع الشمس، وعدد أيام السطوع الشمسي، وشدة الإشعاع الشمسي، وكمية الإشعاع وتوزيعها زمنياً ومكانياً (راجع: الديب، محمد محمود إبراهيم، ١٩٩٣م، الطاقة في مصر، دراسة تحليلية في اقتصاديات المكان، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ص٨٢٩).

مقدار الإشعاع الشمسي الواصل لسطح الأرض إلى ١,٠٠٠ وات/م٢. وتتوقف فاعلية الطاقة الشمسية المتوفرة على مدى ارتفاع الشمس في السماء والحالة الراهنة للغيوم، وتشع الشمس طاقة يبلغ مقدارها ٣,٨ × ١,٠٢٣ KW في الثانية الواحدة، بإشعاع كهرومغناطيسي قدره كيلووات/٥,١كم٢، وذلك بعد عبور الغلاف الجوي[١]. كما أنه في حال توفر بطاريات تخزين ذات قدرات وكفاءة عالية؛ يصبح لفعالية نظام الطاقة الشمسية أثر بالغ، مع توافر الحد السنوي الأدنى لذروة الشمس.

وتُعدّ منطقة الشمال الإفريقي بيئة ملائمة لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية؛ حيث إن معدل فاعلية السطوع الشمسي بها يتراوح بين ٣,٥-٤ ساعات كحد أدنى لذروة السطوع، وبين ٥-٥,٥ ساعة كحد أقصى له، وهناك عوامل تؤثر على الإشعاع الشمسي ومن ثم كفاءة ألواح الخلايا الشمسية[٢] بالقارة الإفريقية، منها حركة الرياح التجارية، ومدى كثافة الأمطار والغبار والعواصف والرياح المتربة.

ويشير جدول (٤) وشكل (٥) إلى العلاقة بين عناصر المناخ (متوسط الإشعاع الشمسي والسحُب) والإنتاج الفعلي من الطاقة الشمسية، فيتبين أن هناك علاقة عكسية بين كميات الإشعاع الشمسي ومتوسط تغطية السحب في السماء، فمتوسط الإشعاع الشمسي بالقارة كان الأعلى بمقدار قد بلغ ٢٢,٥ ميكرون عام ٢٠٠٨م وقتما كانت السحب هي الأقل بمعدل ٨/٥,٤ أوكتس في نفس العام، وعند انخفاض متوسط الإشعاع الشمسي ووصوله إلى القيمة الأدنى بمقدار ١٣,٥ ميكرون عام ٢٠٠٠م وصلت كميات السُّحُب إلى مقدار ٨/٧ أوكتس. أما إنتاج الكهرباء المنتجة من الطاقة الشمسية؛ فيرجع الأمر إلى التطور في إنشاء المحطات للاستفادة من موارد الطاقة الشمسية على مستوى دول القارة الإفريقية.

وتتعدد العوامل المؤثرة في عدد ساعات السطوع الشمسي في إفريقيا وما يترتب عليها من إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية، وتتمثل أهم تلك العوامل في الموقع الجغرافي للقارة بالنسبة لدوائر العرض، والقرب والبعد من المسطحات المائية، وتأثر العواصف الترابية، والكتل الهوائية، وتوزيعات الضغط الجوي، ومظاهر السطح، وكمية السحب وتأثيرها، ومدى سطوع الشمس، وطول اليوم. كما أن معظم أجزاء القارة معرض للإشعاع الشمسي، إلا أن تكلفة الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية تكون باهظة الثمن.

(١) Olwendo. J, Cilliers. P.J, Ming. O., 2021, Monthly trends in temporal and spatial distribution of Ionospheric Irregularities across the African region during the descending phase of solar cycle 24, Advances in Space Research, Vol.67, P.3192, ScienceDirect, www.sciencedirect.com.

(٢) يتم تصميم ألواح الخلايا الشمسية على أساس المعادلة الآتية: العدد اليومي لساعات ذروة الإشعاع الشمسي × قيمة الإشعاع بالكيلووات / متر مربع، راجع:
Janosi. I.M, Medjdoub. K, Vincze. M., 2021,) Combined wind-solar electricity production potential over north-western Africa, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol.151, PP. 991-975, (www.elsevier.com/locate/rser).

جدول (٤): العلاقة بين متوسط الإشعاع الشمسي والسحب وإنتاج الطاقة الشمسية على مستوى القارة الإفريقية خلال الفترة ٢٠٠٠-٢٠٢٠م:

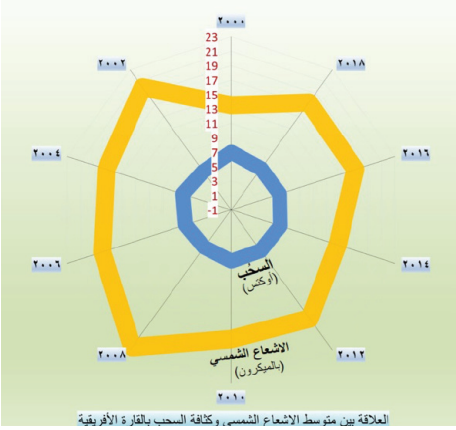
السنة	متوسط الإشعاع الشمسي (ميكرون)[١]	السُّحُب (أوكتس)[٢]	إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية (جيجاوات/ ساعة)
٢٠٠٠	١٣,٥	٧,٠	٢٣٨
٢٠٠٢	٢٠,٠	٥,٦	١٠٠٣
٢٠٠٤	١٧,٣	٦,١	١١٨٨
٢٠٠٦	١٧,٩	٥,٧	١٥٠٣
٢٠٠٨	٢٢,٥	٥,٤	١٨٢٦
٢٠١٠	١٦,٩	٦,١	٢٧٠٦
٢٠١٢	١٧,٦	٦,٠	٣١٦٦
٢٠١٤	١٤,٦	٦,٢	٧٢٧٧
٢٠١٦	١٧,٢	٦,١	١٤٤٥٢
٢٠١٨	١٧,٤	٦,١	١٩٠٠٨
٢٠٢٠	١٧,٦	٦,٢	١٩٧٤٣
المتوسط	١٧,٥	٦,٠	٦٥٥٥

المصدر: بتصرف عن:

١- جدول (٣).

٢- انظر: Olwendo. J, Cilliers. P.J, .Ming. O., op. cit., 2021, P.3192

شكل (٥): متوسط الإشعاع الشمسي بالميكرون على مستوى القارة الإفريقية خلال الفترة ٢٠٠٠-٢٠٢٠م:



المصدر:

من إعداد الباحث اعتماداً على جدول (٤).

ويتبين من جدول (٤) أن إقليم شمال إفريقيا هو الأكثر في عدد ساعات السطوع الشمسي بمتوسط يبلغ ٣٣٢٠ ساعة، ويأتي إقليم وسط إفريقيا بمتوسط شهري لعدد ساعات السطوع الشمسي يبلغ ١٨١,٦ ساعة، أي بمتوسط يومي قدره ٦,١ ساعات، وبإجمالي سنوي لعدد ساعات السطوع الشمسي قدره ٢١٨٠ ساعة.

ويتضح من جدول (٤) وشكل (٥) أن دولتي مصر وناميبيا يُعدّان من أكثر دول القارة تمتعاً بأشعة الشمس، حيث يحصلان على أعلى متوسط لعدد ساعات ضوء الشمس خلال اليوم، وذلك بمتوسط قدره ١٠,٣٥ ساعات، إلا أن مصر هي الأعلى في الإجمالي السنوي لعدد ساعات سطوع

الشمس، وذلك بمتوسط مقداره ٣٧٢٦ ساعة سنوياً؛ مقابل ٣٧١٦ ساعة لناميبيا. وكذلك تتفوق مصر في المتوسط الشهري لعدد ساعات السطوع الشمسي، وذلك بمقدار ٣١٠,٥ ساعة شهرياً؛ مقابل ٣٠٩,٦ ساعة شهرياً لناميبيا، وتلك المتوسطات اليومية لعدد ساعات سطوع الشمس في الدولتين تمنحهما إمكانية كبيرة لإنتاج الكهرباء من الطاقة الكهربائية، ففي مصر يُعدّ الأمر منطقياً عندما تسعى الدولة لبناء أكبر محطة كهروشمسية للاستفادة من الطاقة الشمسية الهائلة بها. وتأتي دولة غينيا الاستوائية والكونغو والجابون بالنصيب الأقل في امتلاك عدد ساعات سطوع شمسي يومياً، وذلك بمقدار ٤,٣، و٤,٧، و٤,٨ ساعة يومياً على الترتيب.

رابعاً: مستقبل إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في إفريقيا:

ترصد تلك النقطة مستقبلية إنتاج الكهرباء من طاقة الشمس بالقارة الإفريقية، وكذلك تسليط الضوء على أنسب المواقع لإقامة محطات توليد الطاقة الكهروضوئية في القارة.

فيتضح الزيادة المستقبلية لمساهمة الطاقة الشمسية في إنتاج الكهرباء خلال الفترات المستقبلية الواردة كما هو موضح بشكل (٦)، وذلك بإنتاج مقدر يقترب من ٥٠٠ مليار كيلووات/ساعة عام ٢٠٥٠م، أما على مستوى أقاليم القارة فيتضح أن إقليم شمال القارة ينتظره مساهمة أكبر لاستغلال موارده من الطاقة الشمسية عام ٢٠٥٠م، وذلك بأكثر من ٢٢٪ مستحوذاً ذلك المورد المرتبة الثانية بعد إنتاج الغاز الطبيعي، وتأتي تلك المزادات المتوقعة على حساب التخفيض المستقبلي من إنتاج مصادر الطاقة الأحفورية، وتحديداً الملوثة للبيئة منها، وبخاصة الفحم والبترول.

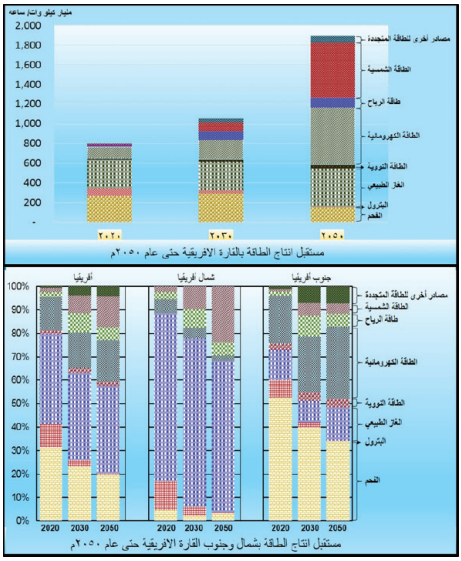
ومن المتوقع زيادة القدرة المركبة من توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية بمعدل هو الأعلى خلال الفترة ٢٠٢٠م–٢٠٥٠م، وذلك بمقدار ١٤٪، كما هو موضح بجدول (٥)، وذلك مع تزايد أسعار البترول المتوقعة مستقبلاً.

جدول (٥): المتوسط الشهري والسنوي لعدد ساعات السطوع الشمسي على مستوى الدول الإفريقية خلال الفترة ٢٠٠٠–٢٠٢٠م:

الدولة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	الإجمالي	المتوسط الشهري	المتوسط اليومي
مصر	257.1	260.3	291.7	310.9	343.1	369.8	378.7	369.0	323.7	303.0	271.2	247.1	3725.7	310.5	10.3
السودان	277.5	270.5	296.0	321.0	319.0	304.5	293.0	288.5	300.0	308.5	289.5	288.5	3556.5	296.4	9.9
ليبيا	192.9	203.0	234.8	251.0	317.2	319.5	378.7	358.9	279.5	247.6	212.5	182.7	3178.1	264.8	8.8
تونس	182.9	190.5	224.8	246.0	297.6	315.0	364.3	341.0	268.5	238.7	201.0	179.8	3050.0	254.2	8.5
الجزائر	223.3	220.3	262.2	292.5	323.8	312.0	353.3	325.4	262.5	269.5	225.0	204.4	3274.1	272.8	9.1
المغرب	217.2	213.4	259.2	275.1	304.1	312.7	322.9	305.4	263.8	250.6	215.0	216.0	3155.5	263.0	8.8
شمال أفريقيا	225.2	226.3	261.4	282.7	317.5	322.2	348.5	331.4	283.0	269.6	235.7	219.8	3323.3	276.9	9.2
أنجولا	219.0	208.0	213.0	199.0	233.0	223.0	175.0	150.0	145.0	164.0	199.0	212.0	2340.0	195.0	6.5
زامبيا	180.8	168.9	221.1	254.0	286.2	278.0	300.7	306.9	289.0	273.8	223.0	182.9	2965.5	247.1	8.2
زيمبابوي	231.0	201.6	241.8	250.5	274.4	265.5	283.7	300.7	291.0	279.0	234.0	212.4	3065.4	255.5	8.5
ملاوي	173.6	165.0	196.3	210.0	243.9	240.0	252.0	281.1	288.0	298.6	251.0	196.3	2795.8	233.0	7.8
مدغشقر	204.9	180.4	205.0	225.7	237.3	214.8	221.0	239.5	256.0	268.1	249.3	213.3	2715.3	226.3	7.5
موزمبيق	276.5	255.5	272.0	271.0	277.0	258.5	269.5	273.0	277.5	270.5	261.5	261.5	3224.0	268.7	9.0
ناميبيا	320.5	277.0	297.0	289.5	307.0	298.0	312.5	332.0	320.0	328.0	320.5	313.5	3715.5	309.6	10.3
بتسوانا	273.5	249.5	278.1	274.8	303.4	288.7	307.1	321.5	309.5	288.5	276.5	255.4	3426.6	285.5	9.5
ج. جنوب أفريقيا	280.4	247.1	257.2	242.9	257.4	243.1	259.8	267.1	256.8	268.6	270.1	291.1	3141.4	261.8	8.7
جنوب أفريقيا	240.0	217.0	242.4	246.4	268.8	256.6	264.6	274.6	270.3	271.0	253.9	237.6	3043.3	253.6	8.5
جنوب السودان	294.5	253.8	240.3	211.5	248.0	231.0	179.8	203.1	217.5	232.5	252.0	277.5	2841.3	236.8	7.9
إثيوبيا	282.0	261.6	264.0	245.1	260.1	193.1	138.6	149.9	193.4	278.9	279.9	285.1	2831.4	235.9	7.9
إريتريا	304.7	289.1	300.7	300.5	298.5	271.5	217.9	220.1	260.4	301.0	292.5	299.1	3356.0	279.7	9.3
الصومال	279.0	267.0	287.5	254.5	280.0	239.5	221.0	245.5	263.5	248.5	253.5	263.5	3103.0	258.6	8.6
جيبوتي	254.0	249.0	279.0	279.0	310.0	237.0	236.0	276.0	282.0	310.0	291.0	276.0	3279.0	273.3	9.1
كينيا	282.0	259.6	270.5	245.3	245.7	229.5	218.6	234.8	254.3	273.5	249.0	267.4	3030.0	252.5	8.4
تنزانيا	240.0	229.9	222.7	200.8	241.0	262.0	284.3	272.4	277.3	283.8	265.8	258.2	3037.9	253.2	8.4
أوغندا	261.0	227.0	234.0	215.0	219.0	225.0	177.0	183.0	172.0	193.0	196.0	236.0	2538.0	211.5	7.1
بوروندي	167.4	158.2	176.7	165.0	210.8	255.0	272.8	251.1	213.0	189.1	150.0	164.3	2373.4	197.8	6.6
شرق أفريقيا	262.7	243.9	252.8	235.2	257.0	238.2	216.2	226.2	237.0	256.7	247.7	258.6	2932.2	244.4	8.1
نيجيريا	252.3	238.7	241.1	224.6	231.9	207.0	171.0	149.5	181.8	241.9	260.4	265.2	2665.5	222.1	7.4
بنين	251.3	236.9	245.2	234.7	241.9	195.3	164.2	149.4	169.0	233.5	259.0	250.1	2630.4	219.2	7.3
توجو	251.3	234.0	249.0	221.5	234.8	182.5	154.8	139.9	156.8	239.3	259.0	257.3	2580.0	215.0	7.2
غانا	223.1	216.3	224.0	214.3	223.2	169.4	142.6	123.7	149.1	213.1	238.9	229.8	2367.5	197.3	6.6
ساحل العاج	233.8	219.2	224.9	207.9	218.8	166.8	140.9	122.5	144.5	204.2	219.8	218.1	2321.3	193.4	6.4
بوركينا فاسو	289.0	265.0	272.0	262.0	280.5	268.0	249.0	238.0	239.0	276.5	288.0	282.0	3209.0	267.4	8.9
النيجر	297.6	263.2	269.7	252.0	279.0	267.0	257.3	235.6	235.6	282.6	282.0	279.0	3200.6	266.7	8.9
مالي	277.8	259.5	276.7	249.3	264.0	244.8	239.7	232.2	237.5	269.9	277.2	271.5	3100.2	258.3	8.6
جامبيا	279.0	282.0	310.0	300.0	310.0	270.0	186.0	186.0	180.0	248.0	240.0	279.0	3070.0	255.8	8.5
السنغال	260.0	254.5	314.0	316.5	311.5	267.5	229.5	196.0	220.0	260.5	263.5	253.0	3146.5	262.2	8.7
غينيا	242.5	230.0	250.0	221.0	221.0	184.5	139.0	123.0	163.0	205.0	224.0	237.0	2440.0	203.3	6.8
غينيا بيساو	248.0	226.0	279.0	270.0	248.0	210.0	186.0	155.0	180.0	217.0	240.0	248.0	2707.0	225.6	7.5
موريتانيا	269.0	249.0	301.0	303.0	317.5	293.5	273.0	273.0	263.5	261.5	262.5	265.5	3332.0	277.7	9.3
غرب أفريقيا	259.6	244.2	265.9	252.1	260.2	225.1	194.8	178.7	193.8	242.5	255.0	256.6	2828.5	235.7	7.9
تشاد	306.9	284.2	291.4	286.5	299.2	279.0	234.1	213.9	244.5	296.1	306.0	311.6	3353.2	279.4	9.3
الكاميرون	230.6	215.6	203.6	192.0	194.8	152.3	115.5	111.0	129.9	171.4	215.6	233.0	2165.1	180.4	6.0
ج. أفريقيا الوسطى	253.3	235.5	228.3	214.1	220.9	198.5	157.4	155.3	180.0	211.1	235.2	257.2	2546.5	212.2	7.1
الجابون	162.8	168.8	165.7	164.2	153.7	143.5	141.2	112.9	110.8	114.5	124.9	157.5	1720.2	143.4	4.8
غينيا الاستوائية	175.2	172.3	141.1	148.5	153.5	108.0	94.6	100.8	81.0	91.5	120.0	162.8	1549.0	129.1	4.3
الكونغو	159.3	157.3	172.3	165.7	163.0	140.3	121.7	120.0	102.0	119.7	136.0	141.3	1698.7	141.6	4.7
الكونغو الديمقراطية	126.5	130.0	164.5	192.0	223.0	207.5	219.5	236.5	207.0	218.5	172.0	128.0	2225.0	185.4	6.2
وسط أفريقيا	202.1	194.8	195.3	194.7	201.1	175.6	154.8	150.0	150.7	174.7	187.1	198.8	2179.7	181.6	6.1
متوسط القارة	237.9	225.2	243.6	242.2	260.9	243.5	235.8	232.2	227.0	242.9	235.9	234.2	2861.4	238.4	7.9

المصدر: من إعداد الباحث بتصرف عن:
https://africa-energy-portal.org/data-base

شكل (٦): مستقبل إنتاج الطاقة بالقارة الإفريقية حتى عام ٢٠٥٠م:



المصدر: من إعداد الباحث بتصرف عن:
Festus. B, 2020, Desirable or debatable? Putting Africa›s decentralised solar energy futures in context, Energy Research & Social Science, Vol.62, www.elsevier.com/locate/erss, P.761

جدول (٦): القدرة المركبة لتوليد الكهرباء في إفريقيا بالجيجاوات حسب ارتفاع أسعار البترول المتوقع حتى عام٢٠٥٠م:

الوقود	٢٠٢٠	٢٠٢٥	٢٠٣٠	٢٠٣٥	٢٠٤٠	٢٠٤٥	٢٠٥٠	متوسط التغير السنوي (٪)
الوقود السائل	٢١	٢١	٧	٢	٠	٠	٠	-١٦,٥
الغاز الطبيعي	١٢٠	١٢٣	١٣٦	١٧١	١٩٨	٢٠٩	٢٢٠	٢,٠
الفحم	٤٨	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٠,٢
الطاقة النووية	٢	٢	٤	٦	٧	٧	٩	٥,٣

مصادر الطاقة المتجددة	٤٧	٨٢	١١٦	١٥٥	٢٣٤	٣٦٦	٤٥٦	٧,٩
مصادر الطاقة الكهرومائية	٣٣	٤٢	٤٣	٤٧	٥٣	٦٧	٩٣	٣,٥
طاقة الرياح	٥	١٨	٣٠	٣٣	٣٥	٣٨	٤١	٦,٩
طاقة الحرارة الأرضية	١	٢	٥	٦	٩	٩	٩	٩,١
الطاقة الشمسية	٦	١٨	٣٤	٦٦	١٣٣	٢٤٨	٣٠٩	١٤,٠
مصادر أخرى	٢	٢	٣	٤	٤	٤	٤	٣,٤
سعة تخزين البطارية	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠,٠
السعة الإجمالية	٢٣٧	٢٧٩	٣١٤	٣٨٥	٤٩٠	٦٣٣	٧٣٦	٣,٨

المصدر: (١)_(٢)_(٣).

وتُقدّر إمكانات الطاقة الكهروضوئية بـ٦٥٠٠ تيرا وات سنوياً. وتتمتع القارة بأكملها بيوم طويل من أشعة الشمس مع فترة سنوية تبلغ حوالي ٤٣٠٠ ساعة، وهو ما يعادل ٩٧٪ من الإجمالي المحتمل. وتمتلك القارة أعلى متوسط قيم إشعاع شمسي سنوي (أكثر من ٢٢٠ كيلوكالوري/ سم٢)(٤).

وفي ضوء القراءة لما تمتلكه القارة الإفريقية من إشعاع شمسي، وعدد ساعات

(١) Festus. B, 2020, Ibid, P.763

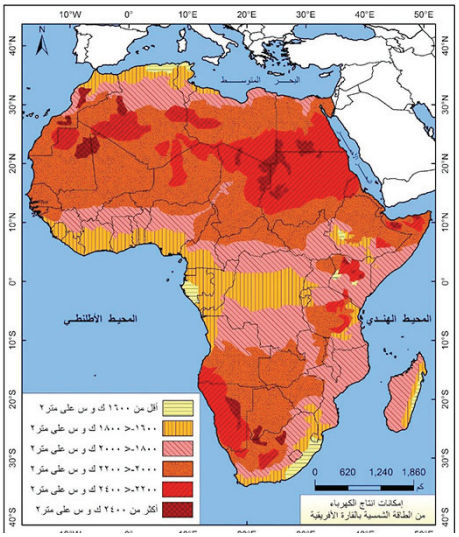
(٢) Du. J, Guanghui. C, Daniel. A, Agnes. A, Ransford. D., 2021, op. cit., P.510

(٣) Philipp A. T., 2022, op. cit., P.253.

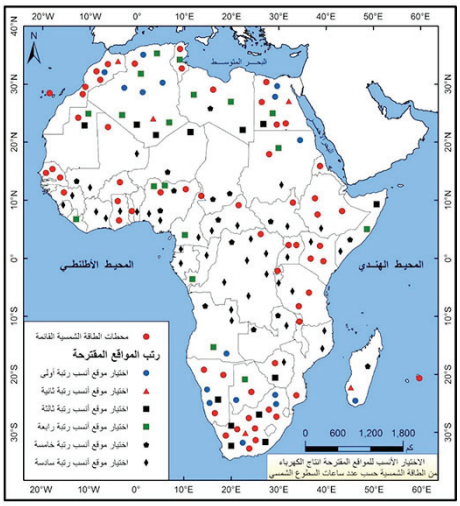
(٤) Du. J, Guanghui. C, Daniel. A, Agnes. A, Ransford. D., 2021 op. cit., P.512.

سطوع شمسي، يتبين- كما هو وارد بشكل (٧)- : امتلاك القارة لإمكانات كبيرة لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية يمكن الاستفادة منها مستقبلاً، فالإمكانات الأقل لتوليد الكهرباء تبلغ ١٦٠٠ كيلووات/ساعه/متر٢، وذلك في بعض الجيوب الساحلية الصغيرة التي يكون نصيبها أقل من الإشعاع الشمسي، كما هو الحال في شمال تونس وشمال شرق الجزائر وجنوب غرب أنجولا لوجود الغابات الكثيفة، وعلى الأجزاء الجنوبية الشرقية لجمهورية جنوب إفريقيا المطلة على المحيط الهندي، وكذلك بعض الجيوب الداخلية في هضبة الحبشة وفي غرب كينيا ووسطها، وتتزايد إمكانيات القارة من إنتاج الكهرباء من ذلك المورد حتى تصل في صورتها الأكبر إلى أكثر من ٢٤٠٠ كيلووات/ساعه/متر٢، وذلك في المناطق شبه المستوية تضاريسياً والمناطق الخالية من الغابات الاستوائية أو المدارية، وتلك المناطق التي تحصل على النصيب الأكبر من الإشعاع الشمسي ومن ثم عدد ساعات سطوع شمس، وبها يصل طول اليوم إلى أكثر من ١٢ ساعة، كما هو الحال في مناطق عدة بالصحراء الكبرى في الشمال الإفريقي في مصر والمغرب والجزائر والسودان، ومثلها في جنوبي القارة في دولتي ناميبيا وجمهورية جنوب إفريقيا، أما وسط القارة فيتراوح امتلاكها لإمكانات تتراوح بين ١٦٠٠-١٨٠٠، و١٨٠٠-٢٠٠٠ كيلووات/ساعه/متر٢ كما هو في حوض الكونغو وغرب القارة.

شكل (٧): إمكانات القارة الإفريقية في إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية:



شكل (٨): الاختيار الأنسب للمواقع المقترحة لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في إفريقيا:



شكل٧ وشكل٨: المصدر: من إعداد الباحث بتصرف عن:

.Festus. B, 2020, Ibid, P. 765, P.769 1-

Vivien. K, Priti. P, 2020, Solar Home 2-Systems: A comprehensive literature review for Sub-Saharan Africa, Energy for Sustain-able Development, Vol.58, P. 79, P.81.

كما تمتلك معظم دول القارة إمكانات شمسية تصل إلى حوالي ١٠٠٠٠ جيجاوات، وتتمتع إفريقيا جنوب الصحراء بموارد وفيرة من الطاقة الشمسية، والتي لم يتم تطويرها بعد لتلبية احتياجاتها من الكهرباء. بقدرة توليد محتملة بـ١١٠٠٠ جيجاوات. وتمتلك المناطق الاستوائية طاقة شمسية عالية. وإن الجمع بين كل هذه العوامل الجغرافية والمناخية هو السبب وراء الإمكانات الهائلة للطاقة الشمسية في إفريقيا. كما أنه من المتوقع أن يؤدي انخفاض تكاليف معدات الطاقة الشمسية إلى زيادة المواقع الملائمة لمنشآت إنتاج الكهرباء، مما يترتب عليه التوسع في أسواق الاستهلاك، وذلك بمقدار ٢,٢ جيجاوات في المنطقة بحلول عام ٢٠٣٠م[١].

ولما سبق من عوامل؛ فقد وضع Vivien[٢] (٢٠٢٠) وFestus[٣] (٢٠٢٠) خريطة مقترحة لأنسب المواقع لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية (شكل ٩)، ووضع لها عدة سيناريوهات لاختيار الموقع الأنسب للاستغلال، وقعت المواقع ذات الإمكانات الأعلى في شمال القارة الإفريقية وجنوبها.

نماذج للمخططات المستقبلية لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية:

يتم تطوير العديد من مرافق الطاقة الشمسية على نطاق واسع في إفريقيا، وكذلك إقامة مشروعات مستقبلية جديدة، ويتم توضيح ذلك على النحو التالي:

- رواندا:

قامت رواندا بإنشاء أول مزرعة للطاقة الشمسية في منطقة رواماجانا في المقاطعة الشرقية، على مساحة ٤٩ فداناً (٢ هكتار)، وذلك من خلال وجود ٢٨٣٦٠ من الألواح الفولت ضوئية، بمساعدات أمريكية وهولندية ونرويجية وفنلندية وبريطانية، لإنتاج نحو ٨,٥ ميجاوات، ممثلاً ذلك نحو ٦٪ من إجمالي إمدادات الكهرباء للبلاد، وذلك لتوفير الكهرباء لضحايا الإبادة الجماعية الرواندية، وهناك محطة كيجالي سولير للكهرباء الفولتية بقوة ٢٥٠ كيلووات، وهي من المحطات الصغيرة المرتبطة بالشبكة.

- جامبيا:

تستخدم شركة Power Up Gambia (وهي منظمة غير ربحية تعمل في جامبيا) تكنولوجيا الطاقة الشمسية لتوفير الطاقة لمرافق الرعاية الصحية في جامبيا، مما يوفر مصدراً موثوقاً للكهرباء من أجل الإضاءة واختبار التشخيص والعلاجات وضخ المياه. كما تستخدم شركة Energy For Opportunity وهي منظمة غير ربحية تعمل في غرب إفريقيا الطاقة الشمسية للمدارس والعيادات الصحية[٤].

- جمهورية جنوب إفريقيا:

تسعى ج. جنوب إفريقيا للحد من انبعاثات الكربون، وكذلك زيادة مصادر الطاقة المتجددة، لذلك فقد وضعوا هدفاً مستقبلياً لتوليد ١٨ جيجاوات من الطاقة

(١) Du. J, Guanghui. C, Daniel. A, Agnes. A, Ransford. D., 2021, op. cit., P.511.

(٢) Vivien. K, Priti. P, 2020, op. cit.

(٣) Festus. B, 2020, Ibid.

(٤) Imre M. J, Medjdoub. K, Vincze. M, 2021, op. cit., P.617.

النظيفة بحلول عام ٢٠٣٠م، ويُعد مشروع جاسبر أحد هذه الخطوات للوصول إلى هذا الهدف وأحد المشروعات الكبرى في إفريقيا، فقد قامت ج. جنوب إفريقيا بتطوير العديد من المشاريع بما في ذلك مشروع جاسبر للطاقة الشمسية الذي ينتج ٩٦ ميجاوات، فقد أعلن مسؤولو شركة الطاقة المتجددة Solar Reserve، التي يوجد مقرها في سانتا مونيكا بولاية كاليفورنيا الأمريكية، أنهم انتهوا من بناء المحطة الشمسية «جاسبر» بالقرب من منطقة كيمبرلي في ج. جنوب إفريقيا، والتي تعمل بكامل طاقتها الآن، وأصبحت المحطة أكبر مشروع للطاقة الشمسية في إفريقيا. وتحتوي المحطة على ٣٢٥ ألف وحدة ضوئية، لتوليد ١٨٠ ألف ميجاوات/ساعة من الكهرباء المتجددة سنوياً، وهذا يكفي لإمداد نحو ٨٠ ألف منزل بالكهرباء سنوياً.

- **دول أخرى:**

بدأت غانا في تشييد مشروع نزيما منذ عام ٢٠١٥م، لإنتاج نحو ١٥٥ ميجاوات من الكهرباء، كما تشيّد تونس مشروع نور بإنتاج ٢ جيجا/وات من الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية في تونس[١].

النتائج:

وصلت الدراسة إلى أن إقليم شمال إفريقيا يأتي في المرتبة الأولى على مستوى أقاليم القارة في مقومات إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية، سواء من امتلاكه لقدرة مركبة لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية، وكذلك النصيب الأكبر من عدد ساعات السطوع الشمسي والإشعاع الشمسي لامتلاكه مساحة من اليابس تفوق الجنوب والوسط والغرب الإفريقي. فضلاً عن وجود الصحراء الكبرى الشاسعة التي تستقبل كميات كبيرة من الطاقة الشمسية، في حين يأتي إقليم الجنوب الإفريقي في المرتبة الأولى في الإنتاج الفعلي للكهرباء، سواء من مصادر الطاقة المتجددة كافة، أو من الإنتاج الفعلي للكهرباء من الطاقة الشمسية؛ ويعود ذلك لامتلاك دول الجنوب الإفريقي للعدد الأكبر من محطات التشغيل التي تعمل بالفعل مقارنةً بباقي أقاليم القارة، وبصورة عامة لم تستفد القارة الإفريقية من إمكانات مواردها الطبيعي الكبير (الشمس) في إنتاج الكهرباء.

التوصيات:

توصي الدراسة بالتوسع في مشروعات إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية، سواء من خلال الاستثمارات المحلية أو الاستثمارات الأجنبية، وذلك للاستفادة من ذلك المورد الطبيعي، وللحد من التأثير على البيئة من المصادر الأحفورية للطاقة، لضعف قدرة الكثير من دول القارة على استيراد منتجات الطاقة من الدول الأخرى ■

(١) Janosi. I.M, Medjdoub. K, Vincze. M., 2021, op. cit., P.982.